

SİNA SAYGILI

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2021



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

(DOKTORA TEZİ)

**SANAL ARTİKÜLATÖR AYARLARININ
BİREYSELLEŞTİRİLMESİNDE KULLANILAN İKİ
FARKLI YÖNTEMİN İNCELENMESİ**

SİNA SAYGILI

**DANIŞMAN
PROF.DR. TONGUÇ SÜLÜN**

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI
TOTAL-PARSİYEL PROTEZLER PROGRAMI**

İSTANBUL-2022

İTHAF

Çocuklarının eğitimi için fedakarlıklar yapan tüm ailelere ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Bilgi ve beceresine sonsuz saygı duyduğum ve bununla beraber benzersiz karakteri sayesinde doktora eğitimim sırasında her zaman önümü açan, yol gösteren, beni eğiten ve daha iyi olmam için teşvik eden, aynı zamanda kişisel gelişimime tarif edilemeyecek şekilde katkısı olan, beni aileden biri gibi hissettirerek yanımda olduğunu bildiğim ve gerçek anlamda danışmanım olan Prof. Dr. Tonguç SÜLÜN'e teşekkür ederim.

Klinik ve akademik tecrübelerini benimle paylaşarak doktora eğitimimde bana çok şey katan hocalarım Prof.Dr. Gülbahar Işık ÖZKOL, Prof. Dr. Tayfun BİLGİN, Prof.Dr. Fatma ÜNALAN, Prof.Dr. Olcay ŞAKAR, Prof.Dr. Onur GEÇKİLİ, Prof.Dr. Canan BURAL'a,

Doktora çalışmamdaki deneklerden biri bile olan, bana maddi manevi her türlü desteği veren, doktora ve sonrasında uzun bir süre daha çözüm ortağım olacak olan ve kötü geçen bir günün katlanılır olmasına yardımcı olan Dr. Gökçen ATEŞ'e,

Doktora eğitim sürecinin başlarında bilgi ve tecrübesinin tamamını aktarmak için uğraşan ve bana çok destek olan Dt. Tuğba BOZ'a, profesyonel kariyerimde geçmişte attığım adımların bugün bir noktaya gelmesinde payı olan Dr. Dilara Şeyma ALPKILIÇ'a, doktora tez çalışmam için deneylerde bana yol arkadaşlığı yapan Dt. Elvan BİREN'e, uzun eğitim süreci içerisinde iş arkadaşlığının ötesine geçtiğimiz Doç.Dr. Çağatay DAYAN, Dr. Ceren Funda TUNCER, Arş.Gör. Berk Bilgen, Dt. Burcu GENCEL ve Dt. Merve CANSIZOĞLU'na,

Azmi, çalışkanlığı ve eğlenceli kişiliği ile pandemi sonrası bize motivasyon kaynağı olan ve kariyerime akademik olarak devam etme arzumda etkili olan Dt. Ayşenur ÖZCAN'a

Kariyerim ve eğitimim için bana sorgusuz destek olarak tüm imkanları seferber etmek için yardımcı olan Prof.Dr. A. Burak ÇANKAYA, Prof.Dr. Hande Şar SANCAKLI, Dr. Uğur ERGİN, TDB Başkanı Tarık İŞMEN'e,

Bir telefon ile çözemediği sorun olmayan, kürsünün gizli kahramanı Nermin AKYÜZ'e,

Doktora çalışması esnasında teknik destek veren 3Shape firması ve Ergün BİRGÜN'e, Modjaw cihazı için imkanlarını kullanıma açan Doç. Dr. İlhan Metin DAĞSUYU'na, Btech Firmasından Kuntay AKTAŞ, Yusuf Şevki KARADAĞ ve Dt. Halit YOSUNÇIĞIR'a, Cronos Dental'den Cdt. Aras TERCAN, Cdt. İbrahim KARAMAN ve ekibine, Ay Tasarım'dan Ayberk YAĞIZ, Seda Büşra BAKIR'a, sevgili Cdt. Mücahit ÖKSÜZ'e,

Tezimin yazım aşamasında gözümünden kaçanları yakalayan ve birebir destekleri sayesinde sürecin yükünü hafifleten Uzm.Dt. Necati ERES ve Uzm.Dt. Derya ORTAÇ'a,

Sadece doktora değil tüm eğitim hayatım boyunca beni gerektiğinde fiziksel gerektiğinde manevi anlamda taşıyan, tüm imkanları ile destekleyen ailem Prof.Dr. Halil SAYGILI, Dt. Ayşe Sema SAYGILI ve Dr. Seha SAYGILI'ya

Bu süreçte bana katkı sağlamış, özellikle ne zaman davet etsem kırmadan, koşarak gelen ancak isimlerini buraya sığdıramadığım tüm deneklerime, bana katkısı olan, destek veren başta arkadaşlarım olmak üzere herkese teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 30695

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	Vİİ
TABLolar LİSTESİ.....	Xİ
ŞEKİLLER LİSTESİ	Xİİ
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	XV
ÖZET	XVİ
ABSTRACT.....	XVİİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. TME ve Özellikleri	3
2.1.1. TME'nin Komponentleri.....	4
2.1.1.1. TME'nin Kemik Komponentleri.....	4
2.1.1.2. TME'nin Yumuşak Doku Komponentleri.....	5
2.1.2. Çiğneme Kasları	6
2.1.2.1. Masseter Kası	6
2.1.2.2. Temporal Kas	7
2.1.2.3. Pterygoid Kas	7
2.1.2.4. Digastrik Kas.....	8
2.2. Alt Çene Hareketleri ve Fizyolojisi.....	8
2.2.1. Rotasyon Hareketi	8
2.2.2. Translasyon Hareketi.....	9
2.2.3. Alt Çenenin Fonksiyonel Hareketleri.....	10
2.2.4. Kondil Yolu Eğimi	12
2.3. Oklüzyon.....	13
2.3.1. Fonksiyonel Oklüzyon	14
2.3.1.1. Dental Arklar.....	15
2.3.1.2. Diş Dizimini Belirleyen Kuvvet ve Faktörler	15

2.3.2. Optimal Fonksiyonel Diş Temasları.....	16
2.3.3. Eksentrik Hareketlerde Optimum Fonksiyonel Diş Temasları	17
2.3.4. Maksimum İnterküspidasyon ilişkisi.....	19
2.3.4.1. Anterior Dişlerin Maksimum İnterküspidasyon İlişkisi.....	19
2.3.4.2. Posterior Dişlerin Maksimum İnterküspidasyon İlişkisi.....	20
2.3.5. Alt Çene Hareketleri Sırasında Oluşan Oklüzal Temaslar	23
2.4. Artikülâtörler.....	24
2.4.1. Artikülâtörlerin Tarihsel Gelişimi	25
2.4.2. Artikülâtörlerin Sınıflandırılması	26
2.4.3. Yüz Arkları.....	28
2.5. Dijital İş Akışı.....	31
2.5.1. Dijital Ağız İçi Ölçü Cihazları	31
2.5.2. Maksimum İnterkuspidasyon Pozisyon ve Sentrik İlişkide Oklüzal Kayıtlar.....	32
2.5.3. Sanal Artikülâtörler	33
2.5.4. Sanal Yüz Arkı	34
2.5.5. Dijital Üretim	36
2.6. Alt Çene Hareketlerinin Analiz Yöntemleri	37
2.6.1. Mekanik Yöntemler.....	37
2.6.2. Fotografik Yöntem	39
2.6.3. Radyografik Yöntem	40
2.6.4. Elektronik Yöntem	40
2.6.5. Manyetik Yöntem.....	42
2.6.6. Optoelektronik Yöntem.....	42
2.6.7. Ultrasonik Yöntem	44
2.6.8. Ağız İçi Tarayıcılar ile Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği Kaydı	45
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	48
3.1. Deneklerin Seçimi.....	48
3.2. Deneklerin Ağız İçi Dijital Ölçülerinin ve Kişiyeye Özel Hareket Kayıtlarının Alınması	49
3.3. Birinci 3 Boyutlu Elektronik Analiz Yöntemiyle Kondil Yolu Eğimlerinin Belirlenmesi	51
3.3.1. Bağlantı Parçasının Alt Çeneye Sabitlenmesi	51

3.3.2. Alt Çene Hareketlerinin Kaydı ve Kondil Yolu Eğimlerinin Belirlenmesi	51
3.4. İkinci 3 Boyutlu Elektronik Analiz Yöntemiyle Kondil Yolu Eğimlerinin Belirlenmesi ve Alt Çene Hareketlerinin Kaydı	54
3.4.1. Bağlantı Parçasının Alt Çeneye Sabitlenmesi	54
3.4.2. Alt Çene Hareketlerinin Kaydedilmesi ve Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniğinin Dijital Verilerinin Elde Edilmesi	54
3.5. Deneklerin Yüz Taramalarının Yapılması	57
3.5.1. Yüz Tarama Öncesi Isırma Çatalının Hazırlanması ve Referans Noktaların İşaretlenmesi.....	57
3.6. Alt ve Üst Çene Dijital Modellerinin Oluşturulması ve Artikülatöre Nakli	58
3.6.1. Sanal Artikülatörde Anterior Stop Bulunan Fonksiyonel Yol Kaydı Apareyinin Tasarlanması.....	59
3.6.2. Sanal Artikülatör Üzerinde Ortalama Değerler ile Oklüzal Splintlerin Tasarımı.....	59
3.6.3. Sanal Artikülatör Üzerine Kondil Yolu Eğimlerinin Değerleri Aktararak Oklüzal Splintlerin Tasarımı	60
3.6.4. Sanal Artikülatör Üzerinde Yüz Tarama ile Modellerin Yerleştirilmesi ve Oklüzal Splintlerin Tasarımı	60
3.6.5. Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği Dijital Verileri ile Sanal Modellerin Birleştirilmesi ve Oklüzal Splintlerin Oluşturulması	61
3.7. Ağız içi Tarama ve Kişiye Özel Hareket Yöntemi ile Köprülerin Tasarlanması	61
3.7.1. Sanal Artikülatör Üzerinde Ortalama Değerler ile Köprülerin Tasarlanması.....	62
3.7.2. Sanal Artikülatör Üzerine Kondil Yolu Eğimlerinin Değerleri Aktararak Köprülerin Tasarlanması	62
3.7.3. Sanal Artikülatör Üzerinde Yüz Taraması ile Köprülerin Tasarlanması	63
3.8. Anterior Stop Bulunan Fonksiyonel Yol Kaydı Apareyinin 3 Boyutlu Baskı ile Üretilmesi.....	63
3.8.1. Apareylerin Oklüzal Yüzeylerinin Deneklerin Alt Çene Hareketleri ile Şekillendirilmesi.....	64
3.8.2. Apareylerin Dijital Ortama Aktarılması	66
3.9. Edilen Oklüzal Splint Tasarımlarının ve Apareyin Yüzeylerinin Karşılaştırılması	66
3.9.1. Elde Edilen Köprü Tasarımlarının Deneklerin Diş Morfolojileri ile Karşılaştırılması.....	67

4. BULGULAR.....	69
4.1. Farklı Cihazlar Tarafından Ölçülen Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimlerinin Karşılaştırılması ve Korelasyonu	69
4.1.1. Farklı Cihazlar Tarafından Ölçülen Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimlerinin Karşılaştırılması	69
4.1.2. Farklı Cihazlar Tarafından Ölçülen Protruziv Ve Lateral Kondil Yolu Eğimlerinin Korelasyonu	71
4.2. Elde Edilen Oklüzal Splint Tasarımlarının ve Apareyin Yüzeylerinin Karşılaştırılması	73
4.3. Sanal Artikülatör Üzerinde Verilerin Yerleştirilerek 5 Farklı Grup İçin Yapılan Köprü Tasarımların Kontrol Modeliyle Karşılaştırılması.....	76
5. TARTIŞMA	79
5.1. Deneklerin Seçimi	79
5.2. Deneklerden Dijital Verilerin Toplanması.....	80
5.3. Oklüzal Apareylerin Tasarımı ve Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği	85
5.4. Köprülerin Tasarımı	86
5.5. Bulgular.....	87
SONUÇLAR.....	97
KAYNAKLAR	98
HAM VERİLER	109
FORMLAR	117
GÖNÜLLÜ ONAY FORMU	125
ETİK KURUL KARARI	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	126
ÖZGEÇMİŞ	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4-1: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Hareketler ile Ölçüm Yaptığı Ortalama Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimleri	69
Tablo 4-2: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sağ Protruziv Kondil Yolu Eğimi)	71
Tablo 4-3: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sol Protruziv Kondil Yolu Eğimi).....	72
Tablo 4-4: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sağ Lateral Kondil Yolu Eğimi).....	72
Tablo 4-5: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sol Lateral Kondil Yolu Eğimi)	73
Tablo 4-6: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan tasarımların kontrol modelleriyle karşılaştırması	74
Tablo 4-7: Köprü Tasarımlarında Gruplar Arasındaki Farkların Karşılaştırılması	77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: TME'nin Açma Kapama Hareketi (1)	3
Şekil 2-2: Temporomandibular Eklem Anatomisi (1).....	3
Şekil 2-3: Kapsüler ligaman ve TML (1)	5
Şekil 2-4: Masseter Kas(1)	7
Şekil 2-5: Masseter Kas(1)	7
Şekil 2-6: Pterygoid Kas(1)	8
Şekil 2-7: Alt Çenenin 3 Eksen Üzerindeki Hareketleri (1).....	9
Şekil 2-8: Alt Çenenin Translasyon Hareketi (1)	10
Şekil 2-9: 1. Posterior açılış sınır hareketi 2. Anterior açılış sınır hareketi 3. Superior temas sınır hareketi 4. Fonksiyonel sınır hareketi (1).....	10
Şekil 2-10: 1. Sol lateral sınır hareketi 2. Protrüzyonla birlikte devam eden sol lateral sınır hareketi 3. Sağ lateral sınır hareketi 4. Protrüzyonla birlikte ile devam eden sağ lateral sınır hareketi (1).....	11
Şekil 2-11: 1.Sol lateral superior sınır hareketi 2. Sol lateral açma sınır hareketi 3. Sağ lateral superior sınır hareketi 4. Sağ lateral açma sınır hareketi (1)	11
Şekil 2-12: Alt çene lateral sınır hareketleri (1)	12
Şekil 2-13: Diş temaslarının kondiler ve mandibular stabiliteye etkisi (1).....	17
Şekil 2-14: Aksiyal Yükleme (1).....	17
Şekil 2-15: Kanin rehberliği (1)	18
Şekil 2-16: Anterior rehberlik (1).....	20
Şekil 2-17: Bukkolingual hat (1)	21
Şekil 2-18: Linguooklüzal hat (1)	21
Şekil 2-19: Santral fossa hattı (1).....	22
Şekil 2-20: Hayali çizgilerin eşleştirilmesi (1).....	22
Şekil 3-1: Ağız içi tarama sırasında 3Shape firmasının önermiş olduğu tarama stratejisi.....	50
Şekil 3-2: Modellerin interküspal pozisyonda dijital görüntüsü ve hareket kaydı için yazılımın görüntü alınması için yönlendirdiği kayıt alanı	50
Şekil 3-3: Metal çatalın alt çene hareketlerinin kaydı öncesinde dişlere sabitlenmesi ..	51
Şekil 3-4: Alt çene hareketlerinin kaydı için kullanılan WinJaw yazılımı.....	52

Şekil 3-5: Cihazın kayıt hareketleri sırasında verilerin alınmasına yardımcı olan araçların denek üzerine yerleştirilmiş hali.	53
Şekil 3-6: Artikülatör raporu çıktısı. Protruziv kondil yolu eğimleri, bennet açılarının kaydedilmesi.	54
Şekil 3-7: Yazılım üzerine aktarılan dijital modellerin görüntüsü ve referans noktaların işaretlenmesi.	55
Şekil 3-8: Cihazın kayıt hareketleri sırasında kameraların görüntüyü takip edebilmesine yardımcı olan araçların denek üzerine yerleştirilmiş hali.	56
Şekil 3-9: Deneğin ısırma çatalı ile beraber tablet bilgisayar sistemi karşısında yüz taramasının tamamlanması	58
Şekil 3-10: Modeller arasında 3 mm mesafenin ayarlanması, ağız içerisi fonksiyonel kayıt apareyinin tasarlanması.....	59
Şekil 3-11: Yüz taramasının sanal modeller ile birleştirilmesi ve yüz arkı kaydına uygun olacak şekilde artikülatöre yerleştirilmesi	60
Şekil 3-12: Modellerin fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği verilerine göre yazılım tarafından şekillendirilmesi ve kesişimlerin kesilmesi	61
Şekil 3-13: 15,16 ve 17 numaralı dişler üzerine hastaya özel hareket kaydı kullanılarak tasarımın yapılması.....	62
Şekil 3-14: Ağız içi fonksiyonel kayıt apareyinin 3 boyutlu baskısının tamamlanması ve işlemler tamamlandıktan sonraki görüntüsü	64
Şekil 3-15: Apareyin ağız içi görüntüsü	65
Şekil 3-16: Stenç mumu ile şekillendirme sonrası ağız içi apareyin görüntüsü.....	65
Şekil 3-17: Trios 3 ağız içi tarayıcı ile apareyin ağız dışarısında 360 derece görüntüsünün alınması.....	66
Şekil 3-18: Rapidform yazılımında modellerin karşılaştırılması ve yüzey farklılıklarının ölçümü	67
Şekil 3-19: Deneklerin orijinal modelleri ile tasarlanan modellerinin önce pre-alignment daha sonra ise local best fit yöntemi ile birleştirilmesi sonrası deviation label seçeneği ile belirlenen noktalardan ölçümü.....	68
Şekil 4-1: Zebris ve Modjaw Cihazının Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimi Ölçümlerinin Karşılaştırması.....	70
Şekil 4-2: Zebris ve Modjaw Cihazının Lateral Kondil Yolu Eğimi Ölçümlerinin Karşılaştırması	70

Şekil 4-3: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modelleriyle karşılaştırmasındaki ortalama mesafe	74
Şekil 4-4: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modeliyle karşılaştırmasındaki ortalamadan sapma	75
Şekil 4-5: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modelleriyle karşılaştırmasındaki genel yüzde	75
Şekil 4-6: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modelleriyle karşılaştırmasındaki 0.3mm altındaki sapma yüzdesi	76
Şekil 4-7: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 5 farklı grup için yapılan köprü tasarımların kontrol modeliyle karşılaştırmasındaki sapma mesafesi (mm)	78

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

TME: Temporomandibular eklem

TML: Temporomandibular Ligaman

İKP: Maksimum İnterkuspidasyon

SO: Sentrik oklüzyon

B-O: Bukkooklüzal

L-O: Linguooklüzal

S-F: Santral fossa

KIBT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

HÖH: Hastaya Özgü Hareket

FOOYT: Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği

STL: Standard Tessellation Language

XML: Extensible Markup Language

Ark: Arkadaşları

ÖZET

Saygılı, S . Sanal Artikülatörlerin Bireyselleştirilmesinde Kullanılan 2 Farklı Yöntemin İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Abd, Total Parsiyel Protezler Bilimdalı Doktora Tezi. İstanbul.2022

Amaç: Protetik tedavilerde klinik başarı için klinik uygulamalar kadar laboratuvar aşamalarındaki hassas üretim süreci de çok önemlidir, bu nedenle kayıtların laboratuvara doğru şekilde aktarılması gerekmektedir. Üretime hazırlanan restorasyonların fonksiyonel uyumlarının daha iyi olabilmesi için artikülatör kullanımı laboratuvar süreci için vazgeçilmezdir. Günümüz teknolojileri ile beraber sanal artikülatörlerin bireyselleştirilmesinde kullanılan yöntemlerin oklüzyona etkisi bilinmemektedir.

Gereç ve Yöntem: 31 denekten dijital ölçüler, yüz tarama kayıtları, 2 farklı cihaz ile alt çene hareketleri kaydedilmiştir. Elde edilen veriler ile sanal artikülatörler bireyselleştirilmiş ve üst çeneye birer oklüzal splint tasarlanmıştır. Deneklere özel üretilen apareyler ile fonksiyonel yol harita kayıtları alınmıştır. Bu kayıtlar ile tasarlanmış olan oklüzal splintler karşılaştırılmış ve oklüzyondaki sapma karşılaştırılmıştır. Çoklu karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testi, ikili karşılaştırmalarında ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular: Ortalama mesafe, ortalamadan sapma, genel yüzde ve 0.3mm altında kalan sapma yüzdesi için Modjaw grubu ile elde edilen oklüzal splint yüzeyleri diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur($p<0.01$). Zebris cihazının sağ ve sol protruziv kondil yolu eğim için ölçmüş olduğu değerler Modjaw cihazının farklı hareketler ile ölçüm yaptığı yöntemler ile, Zebris cihazının sağ ve sol lateral kondil yolu eğimi için ölçmüş olduğu değerler Modjaw cihazının mediotrüzyon kaydı hariç farklı hareketler ile ölçüm yaptığı yöntemler ile istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur (tüm gruplar için $p<0.01$).

Sonuç: Sanal artikülatör üzerinde yapılan ayarların hiçbirisi eksentrik hareketler sırasında oluşmuş olan izlerde anlamlı bir üstünlük göstermemiştir. Modjaw cihazı ile alınan çiğneme kayıtları diğer tüm gruplardan daha az başarı göstermiştir.

Anahtar Kelimeler : Sanal Artikülatör, Alt Çene Hareketleri, Kişiyeye Özgü Hareket, Dinamik Oklüzyon, Sanal Yüz Arkı

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 30695

ABSTRACT

Saygılı, S. Comparison of 2 Different Techniques for Individualization of Virtual Articulators. İstanbul University, Institute of Health Science, Complete and Removable Partial Dentures, Department of Prosthodontics. PhD Thesis. İstanbul. 2022

Aim: For clinical success very sensitive production process in the laboratory stages is as much important as clinical applications. Therefore, accurate records must be transferred to the laboratory. The use of articulators is indispensable for the laboratory process in order to improve the functional compatibility of restorations prepared for production. With today's technologies, the effect of the methods used in the individualization of virtual articulators on occlusion is unknown.

Materials and Methods: Digital impressions, facial scan records, jaw movements were recorded with 2 different devices from 31 subjects. With the data obtained, virtual articulators were individualized and an occlusal splint was designed for the upper jaw. Functionally generated pathway records were taken with the appliances specially produced for the subjects. The occlusal splints designed with these recordings were overlapped and the deviation in occlusion was compared. Kruskal Wallis test was used for multiple group comparisons and Mann Whitney U test was used for pairwise comparisons. Spearman's rho correlation analysis was used to examine the relationships between the parameters. Significance was evaluated at the $p < 0.05$ level.

Results: The occlusal splint surfaces obtained with the Modjaw group were statistically significantly different from all other groups for the mean distance, deviation from the mean, overall percentage and percentage of deviation below 0.3mm ($p < 0.01$). The values measured by the Zebris device for the inclination of the right and left protrusive condylar path was significantly different from Modjaw device with different movements, and the values measured by the Zebris device for the slope of the right and left lateral condylar path were statistically different from Modjaw device measured with different movements, except for the mediotrusion recordings ($p < 0.01$ for all groups).

Conclusion: None of the adjustments made on the virtual articulator showed a significant advantage in the traces formed during eccentric movements. Chewing recordings taken with the Modjaw device showed less success than all other groups.

Key Words: Virtual Articulator, Jaw Motion, Patient Specific Motion, Dynamic Occlusion, Virtual Facebow

The present work was supported by the Research Fund of İstanbul University. Project No. 30695

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Temporomandibular eklem ve ilişkili kaslar çiğneme sisteminin dinamik bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır (4). Alt çene sınır hareketleri gerçekleştirdiği sırada kondil eklem içerisinde bir yol izlemektedir. Alt çenenin öne doğru hareketi sırasında yaptığı hareket protruziv kondil yolu eğimi, yan hareketi sırasında ise çalışmayan taraf kondilin yaptığı yol lateral kondil yolu eğimi olarak tanımlanmaktadır (13). Lateral hareket sırasında artiküler eminens morfolojisi ve bununla oluşan kondil yolu eğimi aynı zamanda oklüzal morfolojinin belirleyicilerine etki etmektedir (12). Lateral hareketler sırasında dişlere istenmeyen horizontal kuvvetler gelir. Dişlerin temporomandibular eklem olan konumu daha yakın ise posterior dişlerin horizontal kuvvetlerden etkilenme olasılığı daha yüksektir. İstenmeyen horizontal kuvvetlerin posterior dişlerde oluşturabileceği bu zararlı etkiler, yapılacak olan tüm protetik restorasyonlarda dikkate alınmalıdır (1).

Artikülatörlerde yer alan eklem komponentleri, eklem morfolojisini tam olarak yansıtamadığı için eklem anatomisi bütünüyle taklit edilememektedir (36). Düz çizgi hareketi, ani yana kayma, fossanın üst ve arka duvar anatomisi ve interkondiler mesafenin tam olarak ayarlanamaması nedeniyle, eksentrik hareketler rutin tedaviler için kullanılan artikülatörler tarafından iyi taklit edilemez (39). Bireylerin kas, temporomandibular eklem, kemik, bağ dokusu ve nöromusküler sistemi doğal şekilde taklit edilebilirse ideal artikülatör kullanım koşulları sağlanabilecektir (36).

Artikülatörlerin bireyselleştirilmesinde kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. Bunlar diş hekimliğinin bilimsel tarihinde kondil yolu eğimlerinin ölçümü, yüz arklarının kullanımı, alt çene hareketlerinin analizi veya fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği oluşturulması gibi yöntemler olmuştur ve araştırmacılar daha iyi bir artikülatör taklit mekanizması için çalışmıştır, ancak bu çalışmaların sonucunda tasarlanan bir protetik ürünün oklüzal farklılıklarıyla ilgili bilimsel veri son derece az bulunmaktadır. Diş hekimliğinde dijital uygulamaların artması ile beraber bu uygulamalar hakkında da son derece az bilgi bulunmaktadır.

Çalışmamız 3 farklı konuda bilgi eksikliklerini gidermek üzere kurgulanmış olup, çalışmanın hipotezleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

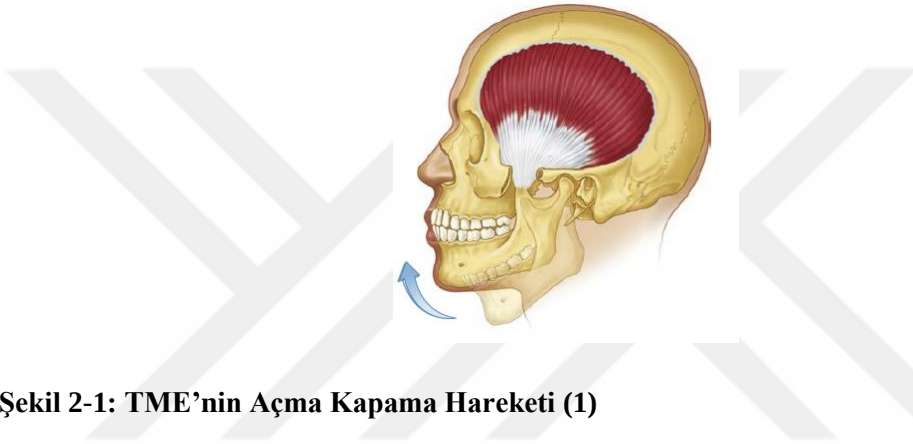
1. Kondil yolu eğimleri ölçümünde farklı yöntemlerin sonuçlarının korele olduğu,
2. Artikulatorlerin bireyselleştirilmesi ile standart bir yarı ayarlanabilir artikulator kullanımının oklüzyonda anlamlı bir fark yaratmayacağı,
3. Artikulator kullanımı olmadan, hastalardan alınan hareket kayıtlarının tasarımda doğrudan kullanılması ile bireyselleştirilmiş artikulatorlerdeki tasarımlar arasında bir fark olmayacağıdır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. TME ve Özellikleri

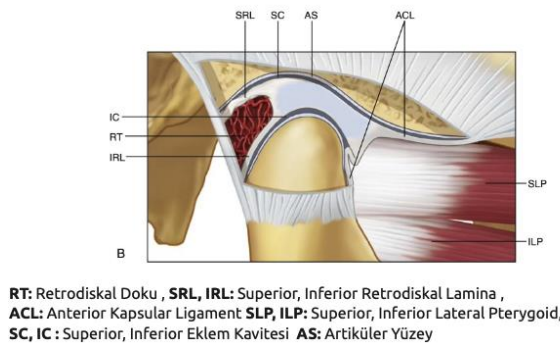
Temporomandibular eklem (TME) veya kraniyomandibular eklem, mandibula ve temporal kemikler arasında yer alır. TME, rotasyon ve translasyon hareketi yapabilmesi ile diğer eklemlere göre daha kompleks bir eklemdir (Şekil 2-1). TME çift taraflı olması ve bu iki tarafın birbirinden bağımsız hareket etmesiyle diğer eklemlerden ayrılmaktadır (1).



Şekil 2-1: TME'nin Açma Kapama Hareketi (1)

Mandibulanın hareketine yardımcı anatomik yapılardan olan kondil başı, temporal kemiğin fossasında yer alır ve hareketi sert dokular arasında bulunan disk sayesinde kolaylaşmaktadır (2).

TME, mandibular kondil, glenoid fossa ve artiküler eminens gibi sert dokulardan; eklem diski, eklem ligamanları ve retrodiskal dokular gibi yumuşak dokulardan oluşmuştur (Şekil 2-2) (3).



Şekil 2-2: Temporomandibular Eklem Anatomisi (1)

2.1.1. TME'nin Komponentleri

2.1.1.1. TME'nin Kemik Komponentleri

- Mandibuler Kondil

Mandibular kondil başı yukarıdan bakıldığında geometrik olarak yuvarlak ya da düz, karşıdan bakıldığında hafif konveks bir görünümündedir. Bu konveks yüzey medial ve lateral olarak iki kutba ayrılmaktadır. Lateral kutba eklem diski ve temporomandibular ligaman tutunmaktadır (4).

Kondiller sentrik ilişkideyken terminal menteşe eksenini adı verilen hat üzerinde yer alır. Bu hat kondillerin medial kutupları arasındadır. Rotasyon hareketinin medial kutuplar üzerinde gerçekleşecek olması ve glenoid fossanın morfolojisinin üçgen şeklinde olması sebebiyle menteşe eksenini medial kutuplardan geçmektedir (4).

- Glenoid Fossa

Glenoid fossa veya mandibular fossa, TME'nin temporal komponentidir. Glenoid fossanın ön duvarını temporal kemiğin artiküler eminensi, arka duvarını ise dış kulak yolunun ön duvarı oluşturur. Bu konkav alan içerisinde kondil ile disk beraber alt çene hareketlerini oluşturmak üzere hareket etmektedir (1). Glenoid fossanın anatomisi her birey için aynı şekilde tanımlanamamaktadır, aynı zamanda kondil başına uyumlu bir şekli bulunmamaktadır. Kondil başı, artiküler fossa ve artiküler eminensin form ve büyüklüğü bireyden bireye değişiklik gösterebilir. Bu nedenle alt çene hareketleri bireylerin eklem morfolojilerine göre farklılaşmaktadır (5).

Artiküler eminens önden ve arkadan hafif konkav, yandan ise konveks görüntüde bir yapıdır. Bu yapının diklik açısı gelişim döneminde giderek artmaktadır. Doğumda düz bir haldeyken, büyüme ile daha belirgin bir hale gelir. 10 yaşında eminens eğimi gelişiminin yaklaşık %70'i, yirmi yaşına kadar ise gelişimi %94,5 tamamlanmış olup gelişim yaklaşık 30 yaşında sona ermektedir. 20 yaşından sonra ise eminensin diklik seviyesindeki artış ve fonksiyonel adaptasyonlar arasında hangisinin gerçekleştiğine karar vermek son derece güçtür (6). Yaş ilerledikçe, uzun süreli fonksiyon sonucu ve diş kayıpları ile beraber yeniden düzleşme eğilimi göstermektedir (7).

2.1.1.2. TME'nin Yumuşak Doku Komponentleri

- Artiküler Disk

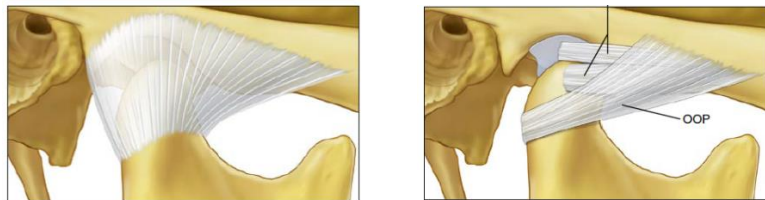
TME diski, artiküler fossa, mandibular kondil ve artiküler eminens arasında yer alan; oval bir şekilde sıkıştırılmış fibröz bağ dokusundan oluşmaktadır. Disk, artiküler fossanın iç yapısı ve kondil başlarının histolojik yapısı ile uyumlu olarak şekillenmiştir. Ağız kapalı pozisyondayken kondilin etrafında bulunan diskin görevi hareket halinde artiküler eminens üzerindeki sürtünmeyi azaltmak ve kuvvet noktalarını kayganlaştırmaktır. Disk, kondilin medial ve lateral kutuplarına tutunur. Ağızın açılması sırasında alt çene ilk 15-20 mm'lik hareket alanındayken ters yönde rotasyon yapar ve kondil ile disk beraber artiküler eminensin eğimini takip ederek aşağı ve ileriye doğru bir translasyon hareketi gerçekleşir (1).

TME diski eklemin sert doku bileşenlerinin uyumsuz anatomik yapılarını tolere edebilecek yapısal özelliklere sahiptir. Diskin yapısı ve bütünlüğü eklemin düzgün bir hareket gerçekleştirmesini sağlar (7).

- Ligamanlar

Tüm eklem tiplerinde olduğu gibi TME'de de bağ dokudan oluşan ligamanlar bulunur ve bu ligamanların görevi çevre yapıları korumaktır. Eklem fonksiyonuna doğrudan katılmasalar da sınır hareketlerinin düzenlenmesi ve bu hareketlerin kısıtlanmasında pasif bir engel oluştururlar (8).

Toplam 3 adet fonksiyonel, 2 adet aksesuar ligaman bulunmaktadır. Fonksiyonel olanlar diskal(kollateral), temporomandibular (TML) veya lateral ligaman ve kapsüler ligaman (eklem kapsülü); aksesuar olanlar ise stilomandibular ligaman ve sfenomandibular ligamanlardır (Şekil 2-3).



Şekil 2-3: Kapsüler ligaman ve TML (1)

Diskal ligaman diskin medial ve lateral duvarları ile kondilin uç kısmına tutunmaktadır. Bu ligamanın görevi, diskin kondilden uzaklaşmasını sınırlandırarak

disk ve kondilin uyum içinde hareketine yardımcı olurken, aynı zamanda eklemin yaptığı rotasyon hareketine katılmaktır(2).

TME'nin kemiksel yapıları ince fibröz bir kapsül ile çevrilidir. Kapsülün lifleri altta kondil boynuna, üstte ise temporal kemiğe yapışmaktadır. Eklem kapsülü artiküler elemanların disloke olabileceği kuvvetler karşısında direnç göstermektedir. Kapsül anterior ve posteriorda gevşek olması sayesinde alt çenenin hareketlerine engel olmamaktadır (9).

TML iki kısımdan oluşmaktadır. Yatay kısım hem laterotrüzyonu hem de retrüzyonu kısıtlarken, dikey kısım ise çenenin açılmasını sınırlandırmaktadır (1).

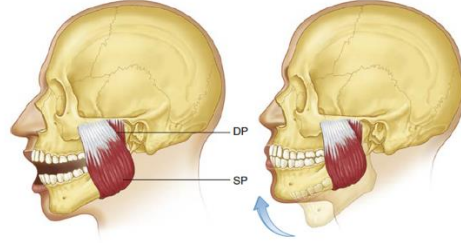
Sphenomandibular ligaman sphenoid kemikten itibaren mandibulanın lingual tarafına yapışır. Mandibular hareketler sırasında bir fonksiyonu yoktur. Stilomandibular ligaman ise stiloid çıkıntı ve mandibular ramus arasında uzanırken genellikle gevşek durumda olup aşırı protruziv hareketi engellemektedir (7).

2.1.2. Çiğneme Kasları

Mandibula hareketlerini dört çift güçlü çiğneme kası ile yapmaktadır. Bunlar; masseter, temporal, iç ve dış pterygoid kaslardır. Ayrıca digastrik kas çiğneme kası olarak görülmesi de, mandibula fonksiyonunda önemli bir rol oynamaktadır. (1). Alt çenenin yaptığı tüm hareketler, çene ekleminin hareketleri ve dişlerin oklüzyona gelmesi bu kasların çalışması sonucu oluşmaktadır. Temporal, masseter ve iç pterigoid kaslar ağzın kapanmasını; dış pterygoid kaslar ve ön digastrik kaslar ise ağzın açılmasını sağlamaktadır. Dış pterygoid kas alt çeneye protruziv hareket yaptırırken, iç pterygoid kas ve temporal kasın arka bölümü ise alt çeneye retruziv hareket yaptırmaktadır. İç ve dış pterygoid kaslar çenenin sağa ve sola hareketinden sorumludurlar (10).

2.1.2.1. Masseter Kası

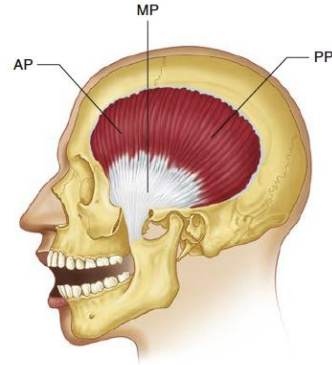
Zigomatik ark ile mandibula alt sınırının lateral kısmına yapışan dikdörtgen şeklinde bir kastır. Yüzeyel ve derin olmak üzere iki kısımdan oluşur. Yüzeyel kısım aşağı ve geriye doğru uzanırken, derin kısım vertikal yöndedir. Masseter kas kasıldığında mandibula yukarı yönde hareket eder ve dişler oklüzyona gelir. Yüzeyel lifler ile mandibulanın protruziv hareketine yardımcı olur (Şekil 2-4).



Şekil 2-4: Masseter Kas(1)

2.1.2.2. Temporal Kas

Temporal fossadan ve kafatasının lateral yüzeyinden başlayan yelpaze şeklinde bir kastır. Temporal kas liflerinin yönüne göre 3 kısma ayrılır (Şekil 2-5). Temporal kasın tüm lifleri bütün olarak kasıldığında mandibula yukarı doğru hareket eder ve dişler oklüzyona gelir. Alt çene sadece ön kısım kasıldığında yukarı, orta kısım kasıldığında kapanarak geriye ve arka kısım kasıldığında ise yine geriye kayma hareketi yapar (3).



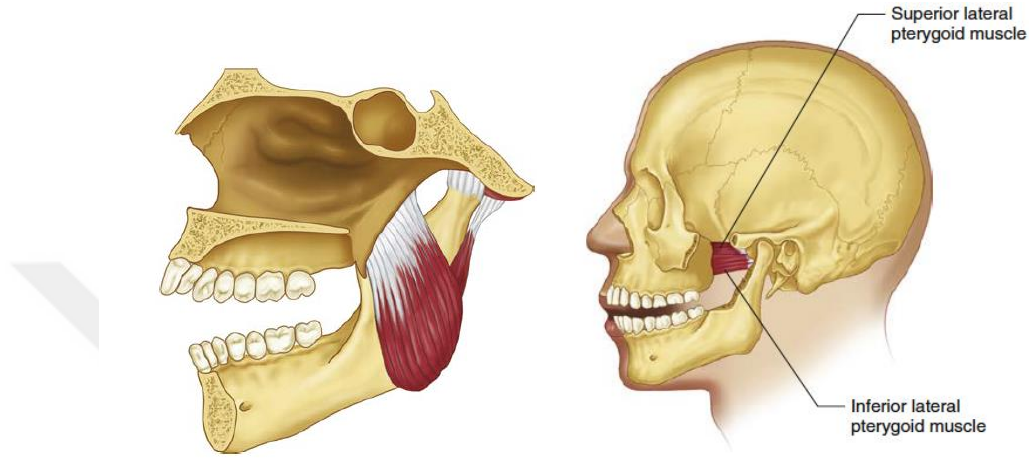
Şekil 2-5: Masseter Kas(1)

2.1.2.3. Pterygoid Kas

İç ve dış olarak iki ayrı ana kas grubundan oluşmaktadır (Şekil 2-6). İç pterygoid kasın lifleri kasıldığında mandibula yukarı yönde hareket eder ve dişler oklüzyona gelir. Bu kas ayrıca mandibula protrüzyon yaptığı sırada da çalışır. Tek taraflı kasılması mandibulayı mediotruziv pozisyona getirir (7).

Dış pterygoid kas ise alt ve üst olarak 2 kısımdan oluşur. Alt kısım kasıldığında kondilleri aşağıya artiküler tüberküle doğru hareket ettirerek alt çeneyi protrüzyona geçirir. Tek taraflı kasılma ise alt çenenin mediotruziv hareketine ve karşıt yöne doğru lateral hareketine sebep olur. Üst karnın kasılmasıyla birlikte disk anteromediale doğru

hareket eder ve diskin posterolateral hareketini kısıtlar. Bu kas ağız açma sırasında pasifken, dişler kapanıştayken yoğun kuvvet uygulanması halinde ağız kapatan kaslar ile birleşerek aktif hale geçer. Retrüzyon ve laterotrüzyon sırasında aktiftir ve kondil disk kompleksini devamlı olarak artiküler eminensin eğimine karşı tutmak için çalışır (4).



Şekil 2-6: Pterygoid Kas(1)

2.1.2.4. Digastrik Kas

Digastrik kas genel olarak çiğneme kasları grubunda anılmasa da mandibula hareketleri üzerinde önemli rolü bulunan bir kastır. Sağ ve sol digastrik kaslar kasıldığında mandibula deprese olup geriye doğru çekilir. Suprahyoid ve infrahyoid kaslar ile birlikte hyoid kemiği yükselterek yutma fonksiyonuna yardımcı olur (1).

2.2. Alt Çene Hareketleri ve Fizyolojisi

Mandibular hareket; her iki temporomandibular eklemin (TME) kombine ve eş zamanlı bir dizi karmaşık, birbiriyle ilişkili, üç boyutlu, rotasyonel ve translasyonel hareketlerin sonucunda oluşmaktadır (1).

2.2.1. Rotasyon Hareketi

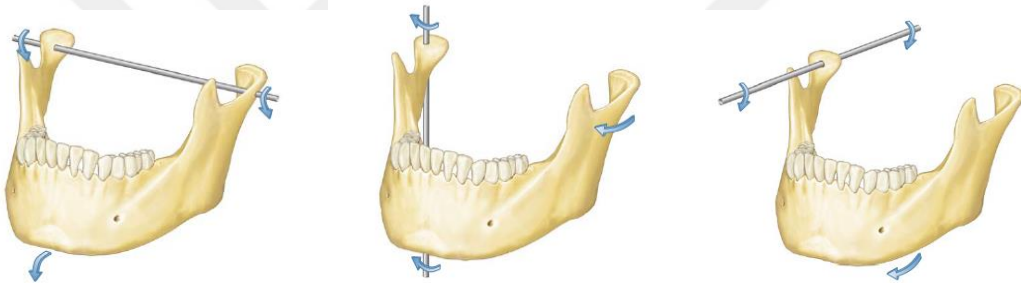
TME’de gerçekleşen rotasyon ağız açıp kapanırken kondillerin sabit bir nokta veya bir eksen etrafında dönmesiyle meydana gelir (Şekil 2-7). Rotasyon hareketi, kondillerin pozisyonu değişmeden dişlerin birbirinden uzaklaşması ve tekrar oklüziona gelebilmesi olarak da özetlenebilir. Bu hareket kondilin üst yüzeyi ile artiküler diskin alt yüzeyi arasında oluşur. Mandibular eklem rotasyonu horizontal, frontal ve sagittal

olmak üzere üç farklı düzlem üzerinde gerçekleştirir. Horizontal eksen üzerindeki rotasyon hareketi açma ve kapama olarak adlandırılır (11).

Menteşe hareketi olarak da isimlendirilen bu hareket mandibulanın yaptığı tek saf rotasyon hareketi olarak kabul edilir. Diğer tüm hareketler kondilin o eksenindeki translasyon hareketinin eşlik etmesiyle gerçekleşir (1).

Kondillerden birinin, karşı taraftaki kondilin dikey eksenini etrafında terminal menteşe pozisyonundan öne doğru hareket etmesiyle dikey eksenindeki rotasyon oluşur. Artiküler eminensin eğiminden dolayı çalışan veya çalışmayan taraf kondilinin bu hareketi tek başına gerçekleştirmesi mümkün değildir (1).

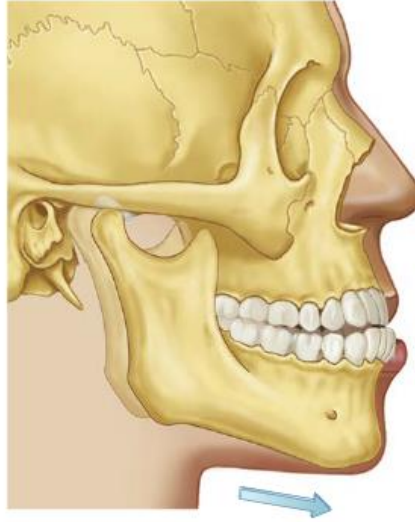
Mandibulanın sagittal eksenindeki rotasyonu ise bir kondil menteşe pozisyonunda sabitken karşıt kondilin aşağıya doğru hareketiyle meydana gelmektedir (1).



Şekil 2-7: Alt Çenenin 3 Eksen Üzerindeki Hareketleri (1)

2.2.2. Translasyon Hareketi

Kondilin fossa içerisindeyken artiküler diskin üst yüzeyi ve fossanın alt yüzeyi arasında meydana gelen, eklem rotasyon hareketi gerçekleştirirken aynı anda kayma hareketi de yapmasıyla oluşan bir harekettir (Şekil 2-8) (2).



Şekil 2-8: Alt Çenenin Translasyon Hareketi (1)

2.2.3. Alt Çenenin Fonksiyonel Hareketleri

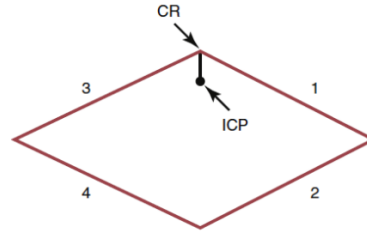
Mandibulanın tüm fonksiyonel hareketleri TME'nin ligamanları, artiküler yüzeyler, dişler ve diğer tüm anatomik yapıları gerçekleştirmektedir. Mandibulanın 3 düzlemde yaptığı sınır hareketleri içerisinde gerçekleşen bu fonksiyonel hareketler maksimum interkuspidasyonda (İKP) sonlandığı için bu noktadan da başladığı kabul edilir (8).

Sagital düzlemde değerlendirildiğinde hareket İKP'de bir damla şeklinde iz düşümü oluşturur (Şekil 2-9). Başın postural pozisyonu öne veya geriye doğru eğik olduğunda bu çizilen yol eğer baş yukarıya doğru eğildiyse hafifçe geride, eğer baş öne doğru eğildiyse hafifçe önde olacaktır. Dişlerin temasları da bu pozisyon ve temas eğrisinden etkilenerek şekillenmektedir (3).



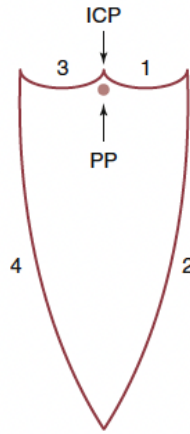
Şekil 2-9: 1. Posterior açılış sınır hareketi 2. Anterior açılış sınır hareketi 3. Superior temas sınır hareketi 4. Fonksiyonel sınır hareketi (1)

Horizontal düzlem sınırı ve fonksiyonel hareketleri sırasında dört farklı komponent baklava biçiminde bir şekil çizecektir (Şekil 2-10).



Şekil 2-10: 1. Sol lateral sınır hareketi 2. Protrüzyonla birlikte devam eden sol lateral sınır hareketi 3. Sağ lateral sınır hareketi 4. Protrüzyonla birlikte devam eden sağ lateral sınır hareketi (1)

Frontal düzlemde alt çene hareketleri incelendiğinde 4 farklı hareket komponenti kalkana benzer bir şekil oluşturmaktadır (Şekil 2-11).

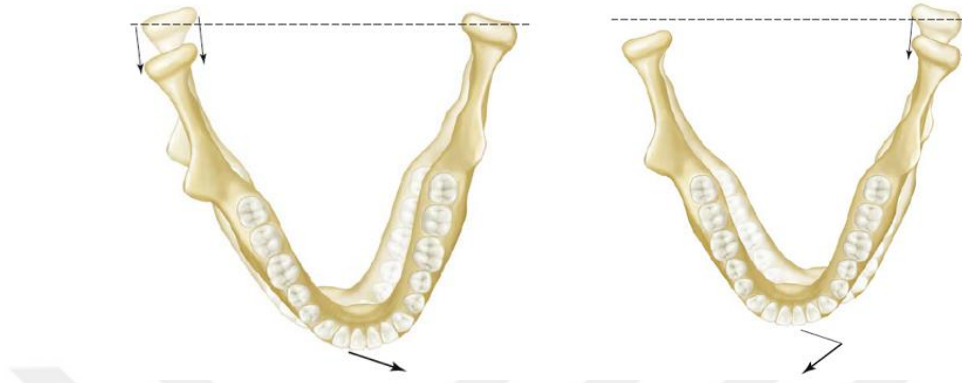


Şekil 2-11: 1.Sol lateral superior sınır hareketi 2. Sol lateral açma sınır hareketi 3. Sağ lateral superior sınır hareketi 4. Sağ lateral açma sınır hareketi (1)

Kondiller menteşe pozisyonundayken sağ dış aşağı pterygoid kasın kasılması ile sağ kondilin öne, aşağı ve içe doğru hareketi gerçekleşmektedir. Sol tarafta bu kasın kasılmaması sol kondilin pozisyonunun değişmemesi ve sol lateral sınır hareketinin oluşmasını sağlayacaktır. Bu durumda sol taraf çalışan, sağ taraf ise çalışmayan taraf olacaktır. Bu hareketler ve kas fonksiyonları ters taraftaki kondiller için gerçekleştiğinde bu kez sağ lateral sınır hareketi oluşmaktadır (12).

Sağ dış aşağı pterygoid kasa sol dış aşağı pterygoid kasın katılması sonucu alt çene sol sınır pozisyonundan tekrar orta hattı yakalayacak şekilde hareket eder. Sol kondil daha önce sağ kondilin yapmış olduğu öne hareketi tekrarlar ve böylece

protruziv hareketin sınırı oluşur. Bu kasların ters şekilde çalıştığı ve buna bağlı olarak hareketlerin ters şekilde olduğu durumda alt çene sağ lateral sınır hareketinden protruziv sınır noktasına ulaşır (Şekil 12) (12).



Şekil 2-12: Alt çene lateral sınır hareketleri (1)

Bu hareketlerin takip edilmesi kolay olmasa da mandibulanın üç boyutlu hareketinin görselleştirilmesi için önemlidir. Alt çene maksimum interkuspal pozisyondan sola veya sağa doğru lateral hareket yapar. Bu yolun oluşumunda sadece eklem morfolojisi ve kaslar değil üst ve alt çene keser dişlerin morfolojileri ve bu dişlerin karşılıklı ilişkileri de hareketin çizdiği yolu etkilemektedir. Bu yolun sınırı alt çene hareketlerini sınırlandıran ligamanlardan çalışan kondile bağlı olanlar tarafından oluşturulur. Sol ve sağ lateral superior sınır hareketleri bu şekilde oluşur (8).

Sol ve sağ lateral açma sınır hareketi ise alt çenenin lateral superior sınır hareketinden çenenin açılması ile dışbükey bir yol çizerek oluşur. Gerilen ligamanlar alt çenenin içe doğru hareketine ve orta hattın tekrar yakalanmasına yardımcı olur (1).

Alt çenenin üç düzlem üzerindeki sınır hareketleri birleşerek bir üç boyutlu hareket diyagramı oluşturabilmektedir. Tüm bu hareketler diyagram içinde gerçekleşirken çevre dokulara zarar gelmesinin önlenmesi için nöromüsküler sistem tarafından kontrol altında tutulmaktadır (7).

2.2.4. Kondil Yolu Eğimi

Alt çene sınır hareketlerini gerçekleştirdiği sırada kondil eklem içerisinde bir yol izlemektedir. Alt çenenin öne doğru hareketi sırasında protruziv kondil yolu eğimi, yan hareketi sırasında ise çalışmayan taraf kondilin yaptığı yol ise lateral kondil yolu eğimi olarak tanımlanmaktadır. Kondil sentrik ilişki pozisyonundan hareket yönüne doğru

ilerlerken fossa yüzeyinin dikliğine göre bir eğim oluşturur. Bu yüzeyin dikliği arttıkça eğimin derecesi de artmaktadır. Genellikle kondilin yan hareketi sırasında yaptığı eğim öne doğru yaptığı harekete göre daha küçüktür. Bu fossanın morfolojisi gereği medial duvarın eğiminin artiküler eminens eğiminden daha az olmasından kaynaklanmaktadır (13).

Protruziv kondil yolu eğim interkusal pozisyonundan 1,3 ve 5 mm'lik eksentrik hareket sırasında anlamlı olarak birbirinden farklı olarak ölçülmüştür (14).

Sağlıklı bireylerde bu kondil yolu eğimi değiştirilemezdir ve oklüzal morfolojinin belirleyecilerinden biridir. Kondilin yaptığı hareket sırasında eğimin büyüklüğüne bağlı olarak tüberkül eğimleri daha sığ veya daha yüksek olabilmektedir (12).

Kondil yolu eğiminin ayarlanmadığı, 22 ile 65 arasındaki ortalama protruziv eğim değerlerinden birinin seçildiği durumlarda daimi restorasyonlarda oklüzal uyumsuzluklar oluşabilmektedir (15).

2.3. Oklüzyon

Oklüzyon alt ve üst çene dişleri arasındaki çiğneme yüzeylerinin veya kesici kenarların herhangi bir teması olarak tanımlanmıştır. Ancak bu kavrama sadece bir temas olarak bakmak yeterli olmaz. Oklüzyon, çiğneme sisteminin komponentleri olan dişler, destek dokular, nöromusküler sistem, temporomandibular eklem morfolojik ve fonksiyonel ilişkisi ile birlikte değerlendirilmelidir (3).

Destek dokuların eksiklik veya bozukluklarında yapılan, çiğneme sisteminin bozulmaması açısından önemli tedavilerde oklüzyon, son derece önemli bir başarı kriteri olarak değerlendirilmelidir. Tek bir diştten tüm çene tedavilere kadar yapılan bu işlemler sırasında üç adet temel amaç bulunmaktadır (4).

- 1) Eksik dokuların anatomiye uygun şekilde tamamlanması
- 2) Dengeli yük dağılımının sağlanması
- 3) Çiğneme, yutkunma, konuşma gibi fonksiyonel durumlardaki uyumun sağlanması

Oklüzyonun klinik olarak anlamlılığını daha iyi tanımlayabilmek için fizyolojik olarak detaylandırılması önemlidir. Üç tip oklüzyon tipinden bahsetmek mümkündür.

Bunlardan ilki fizyolojik veya normal oklüzyon, ikincisi fizyolojik olmayan veya patolojik-travmatik oklüzyon, üçüncüsü ise tedavi edici (terapötik) veya genellikle kullanıldığı ismiyle ideal oklüzyondur (1).

Fizyolojik oklüzyonda sistemin tüm dokuları arasında bir denge söz konusudur ve bu dengenin bozulmasına neden olabilecek tüm faktörler adaptasyon kapasitesi içerisinde. Bu tip oklüzyon genellikle teorik olarak ideal oklüzyon kuralları içerisinde olmasa da çoğu zaman herhangi bir şikayeti olmayan veya hasta olmayan bireylerde tedaviye ihtiyaç duyulmamaktadır (1).

Eskiden ideal dışı bir diş teması veya çene ilişkisinin çiğneme sistemi içerisindeki dokularda bir fonksiyonel rahatsızlığa yol açacağı düşünülmekteydi. Fakat günümüzde toplumun %95'inde çeşitli maloklüzyonların bulunduğu gösterilmiş olup, bunun morfolojik varyasyonlar oluşması ile bir gelişimsel adaptasyon süreci olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle çiğneme sistemi dokularının fonksiyonel dengesini kaybetmiş olduğu durumlardaki çene ilişkisi fizyolojik olmayan oklüzyon tanımlanmaktadır. Bu oklüzyonda dokuların adaptasyonu yetersiz kalmış ve çiğneme sisteminde travma, iltihapsal değişiklikler, iyatrojenik, vb. nedenlerden oluşan bir yapı bozulması gerçekleşmiştir. Bu bireylerde fonksiyonel bozuklukların veya patolojilerin semptomları ortaya çıkmaktadır ve bu dokulardaki değişiklikler sağlığın geri kazanılması ve fonksiyonel dengenin oluşturulması için tedavi edilmesi gerekmektedir (2).

Terapötik oklüzyon fonksiyonun, estetiğin ve fonasyonun tekrar sağlanması amacıyla optimum oklüzyon kurallarına göre mevcut sistemin ideal hale getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Dişlerin ark içerisinde anatomik ve fonksiyonel olarak yerleştirilmesi önemlidir. Yük dağılımının sağlanması kişiye özgü tedavi edici oklüzyonun oluşturulmasında kritik önem taşır (16).

2.3.1. Fonksiyonel Oklüzyon

Doğal dişlerin oklüzyonu, her iki arkın temasa gelecek şekilde karşı karşıya geldiği statik bir pozisyon olarak tanımlanabilir (17). Fonksiyonel oklüzyon ise çiğneme, konuşma ve yutma gibi fizyolojik hareketler sırasında maksiller ve mandibular dişler arasındaki oklüzal temaslar olarak tanımlanmaktadır (18).

Morfolojik ve anatomik olarak ideal oklüzyon; işlevsel bir oklüzal morfoloji, uygun olarak düzenlenmiş arkları, biyomekanik kuralları izleyen arklar arası uyumu

içeren hiyerarşik bir unsur olarak düzenlenir. Ortaya çıkan oklüzal temaslar, daha az yıkıcı ve yapısal sürdürülebilirliğe izin veren işlevlerin oluşmasını sağlarlar, bu temaslar sayesinde alt çene sabit bir pozisyonda konumunu koruyabilir ve kondiler stabilite sağlanır (17).

2.3.1.1. Dental Arklar

Dental arklar, alt çenenin oklüzyona gelirken yerleştiği pozisyona rehberlik ederler. Yutkunduğumuzda, merkezi sinir sisteminin kontrol ettiği kaslar, dişleri temas ettirmek için alt çeneyi yönlendirir ve mandibulanın kafatasına göre konumu belirlenir. Mandibular arkta anterior ve posterior dişler mezial yönde eğimliken maksiller arkta anterior dişler genellikle meziyale, posterior dişler ise distale doğru eğimlidir. Arklar arasındaki iç bükey ve dış bükey hatlar oklüzyona geldiğinde birbirleriyle son derece uyumlu bir düzene girerler. Sonuç olarak, TME'nin konumu dental arkların birbirleriyle olan konumlarıyla yakından ilişkilidir (1).

Çiğneme, yutkunma ve konuşma gibi temel fizyolojik fonksiyonlar, dişlerin ark üzerindeki konumlarından ve arklar arası oklüzal ilişkilerden de etkilenir. Dişlerin ark içerisindeki pozisyonları arkin genişliği, diş boyutu ve çevre yumuşak dokulardan kaynaklanan kuvvetler gibi çeşitli çevresel kuvvetlerden etkilenebilmektedir (1, 17).

2.3.1.2. Diş Dizimini Belirleyen Kuvvet ve Faktörler

Dişlerin ark içerisindeki konumları, dişlerin sürme esnasında veya sonrasında etkili olan pek çok karmaşık kuvvete bağlıdır. Dişler sürerken, çevre kas sisteminden kaynaklanan karşıt kuvvetlerin dengede olduğu bir konuma doğru yönlendirilir. Dengenin oluşmasında dört ana faktör tanımlanmaktadır. Bu faktörlerin dışında oluşabilecek diğer olasılıkların bu dördünün özel durumları olması muhtemeldir (10, 19). Bu dört ana faktör;

1. Dil ve dudaklar tarafından oluşturulan iç kuvvetler
2. Alışkanlıklardan (parmak emme, dil itimi vb.) kaynaklanan dış kuvvetler
3. Dental oklüzyondan kaynaklanan kuvvetler
4. Periodontal membrandan kaynaklanan kuvvetlerdir.

Dişlerin pozisyonlarını stabilize eden en önemli faktörlerden biri ara yüz ve oklüzal temaslardır. Ara yüz temasları dişlerin normal dizilimde kalmasına yardımcı olur. Çiğneme sırasında oluşabilecek bukkolingual veya dikey hareketler arayüz

temaslarının zamanla aşınmasına yol açabilir. Ara yüz temas alanları aşındığında dişlerde orta hatta doğru mezializasyon hareketi gözlenir. Oklüzal temaslar ise, dişlerin sürmesini engelleyerek ark stabilitesini korur. Dişlerin oklüzal yüzeyinde gözlenen aşınmalar veya yıkımlar mevcut olduğunda, periodontal destek yapılar dişin oklüzal temas kurana kadar yer değiştirmesine izin verirler. Sonuç olarak, arayüz ve oklüzal temasların dişlerin dizilimi ve arka stabilitesini sağlamada önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (1, 4).

2.3.2. Optimal Fonksiyonel Diş Temasları

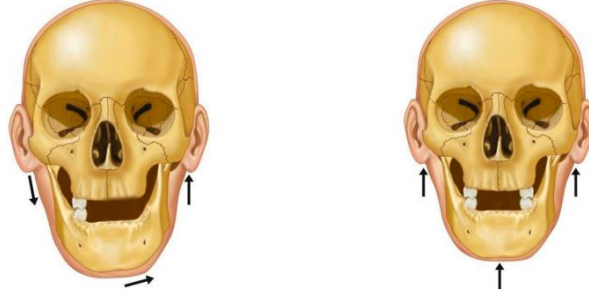
Diş hekimleri ve diş teknisyenlerine, terapötik bir oklüzyon sağlamak amacıyla belirli önerilerin yer aldığı bir rehber oluşturmak gereklidir. 50 yıl önce Beyron tarafından önerilen fonksiyonel olarak optimal bir oklüzyon kavramı, son zamanlarda terapötik oklüzal şemaların tasarımı için tavsiye edilen bir temel olarak kabul görmektedir (19-21).

Bu yazarlar, ideal mandibular pozisyonların, diş ilişkilerinin veya fonksiyonel kılavuz paternlerin yeni ve katı tanımlarını oluşturmak yerine, Beyron'un doğal dişlenmeler hakkındaki ampirik gözlemlerini uyarladılar. Yüzlerce denekte oklüzyonu inceledikten sonra, bu hastaların oklüzyonlarının temel özellikleri aşağıdaki gibi karakterize edilmiştir.

- 1) Herhangi bir çene ilişkisinden bağımsız olarak, maksimum interküspidasyonda maksimum bilateral sentrik stop sayısı
- 2) Alveol içinde optimal kuvvet dağılımı için mümkün olduğunca arka dişlerin farklı eksenlerde yüklenmesi
- 3) Oklüzal temastaki retruziv aralığın serbestliği (1 mm'ye kadar)
- 4) Laterotrüzyon sırasında grup fonksiyonu ve protrüzyon sırasında anterior diş temasları ile oklüzal temas hareketinin çok boyutlu serbestliği
- 5) Yeterli oklüzyon dikey boyutu

Optimum oklüzal durum, kapanışta mevcut olan dişlerin eşit ve eş zamanlı teması ile sağlanır. Bu şekilde kurulan oklüzal ilişkiler sayesinde tek bir dişin maruz kaldığı kuvvet azalırken, alt çene için de maksimum stabilite sağlanmaktadır. Okeson'da optimum fonksiyonel oklüzyon, disklerin uygun biçimde konumlanmasıyla, mandibular kondillerin süperoanterior pozisyonda ve artiküler eminenslerin posterior

eğimlerine karşı istirahat halinde olduğu zaman var olan tüm dişlerin eşit ve eş zamanlı temasta olması olarak özetlenmiştir (Şekil 2-13) (1).

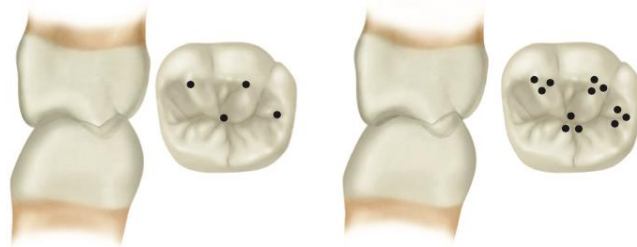


Şekil 2-13: Diş temaslarının kondiler ve mandibular stabiliteye etkisi (1)

Optimum oklüzal durumdaki tüm diş temasları oklüzal kuvvetlerin dişin uzun aksı boyunca yönlendirilmesini yani; aksiyal olarak yüklenmesini sağlar (22).

Kuvvetlerin aksiyal olarak yüklenmesiyle, eksen dışı kuvvetler ortadan kalkmaktadır. Bu durum, kemiğe zarar verebilecek olan olası kuvvetleri azaltmak veya yok etmek için periodontal ligamanlara olanak sağlar (3)

Aksiyal yükleme, tüberkül tepesi ve düz yüzey temasları veya karşılıklı eğimli temaslar (tripodizasyon) tarafından gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 2-14) (1).



Şekil 2-14: Aksiyal Yükleme (1)

2.3.3. Eksentrik Hareketlerde Optimum Fonksiyonel Diş Teması

Eksentrik hareketler sırasında dişlere horizontal kuvvetler gelir. Dişler temporomandibular ekleme yakın ise horizontal kuvvetlerden daha fazla etkilenir. Bu da horizontal kuvvetlerin posterior dişler için daha zararlı olduğu anlamına gelir (Okeson 2013). Eksentrik hareketlerin sebep olduğu zararlı horizontal kuvvetler mümkün olduğunca anterior dişlere yönlendirilmelidir. Çünkü; anterior dişlere uygulanan kuvvetin miktarı, posterior dişlere uygulanabilenden oldukça düşüktür (23-25).

Kanin dişleri hem tüm anterior dişler arasında eksentrik hareketler sırasında oluşan horizontal kuvvetleri karşılayan hem de posterior disklüzyon sağlayarak horizontal kuvveti dağıtmak için en uygun dişlerdir. Kuvveti daha iyi karşılayan kompakt kemikli çevrili olmalarının yanında, uzun ve geniş kökleri sayesinde en iyi kuron kök oranına sahiptir (Standlee, Caputo et al. 1979, Lee 1982).

Kanin dişleri, alt çene sağ veya sol laterotruziv pozisyona hareket ettiğinde hem temas eder ve bu durum oluştuğunda hastanın alt çene hareketleri kanin rehberliğindedir (Şekil 2-15) (3).



Şekil 2-15: Kanin rehberliği (1)

Optimum fonksiyonel oklüzyonda, protrüziv hareketler esnasında anterior dişler temastayken, posterior dişler arasında temassızlık sağlanır. Horizontal kuvvetleri posterior dişlerden daha iyi karşılayabilen anterior dişler, bu sayede posterior dişleri korumaktadır (10).

Laterotruziv hareketlerde, kaninler tek başına horizontal kuvvetleri karşılamak için uygun pozisyonda olmadığına premolar ve molar dişler temasa geçmek zorundadır. Bu oklüzyon grup fonksiyon olarak tanımlanmaktadır. Çalışmayan tarafta oluşan bu mediotrüziv temaslar çiğneme sistemi için yıkıcıdır. Elektromiyografi çalışmaları diş temasları varlığında, kas aktivitesinin inhibe olduğunu göstermiştir. Bu inhibe edici etki, periodontal ligamandaki proprioseptör ve noziseptörlerden kaynaklanmaktadır (26, 27).

En çok istenilen grup fonksiyon oklüzyonu, kanin, küçük azı dişleri ve birinci büyük azı dişin meziobukkal tüberkülünü içine alacak şekilde elde edilmektedir (1).

2.3.4. Maksimum İnterküspidasyon ilişkisi

Maksimal interküspal pozisyon, kondiler pozisyonundan bağımsız olarak karşıt dişlerin tam interküspasyonu olarak tanımlanır ve bazen kondiler pozisyonundan bağımsız olarak dişlerin en iyi uyumu olarak adlandırılır (28).

Maksimal interküspal pozisyonda (sentrik oklüzyon, SO) maksiller ve mandibular dişler tam ve sıkı bir ilişki göstermelidir. Bu ilişki çeneler arası ilişkiye, dişlerin eğilimlerine, dişlerin genişlik ile boyut farkına ve arka dişlerin oklüzal morfolojisine bağlıdır (10).

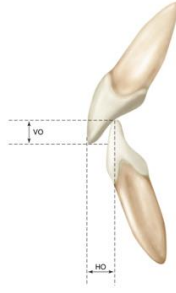
Baş pozisyonunun alt çene pozisyonunu etkilediği, bunun da diş temalarında etkili olduğu bilinmektedir. Baş dik pozisyonu yerine hasta yatar durumdayken dişlerin temasları maksimum interküspal pozisyondan daha posteriorda oluşmasına sebep olmaktadır. Baş pozisyonunun maksimum interküspal pozisyonu etkilediği, bu etkinin de alt çene hareketlerinin analizi için kullanılan cihazlarda sapmaya sebep olup olmadığı araştırılmıştır. Deneklerin yatar pozisyonda temas noktasının bir miktar daha anteriorda bulunduğu belirtilmiştir (29).

2.3.4.1. Anterior Dişlerin Maksimum İnterküspidasyon İlişkisi

Maksiller anterior dişler, maksiller posterior dişler gibi mandibular dişlerin önünde konumlanır. Hem mandibular hem de maksiller ön dişlerin eğimleri (12-28°) labiale doğrudur. Genellikle, normal ilişkide, mandibular keserlerin insizalleri maksiller dişlerin lingual yüzeyleri ile temas eder. Bu temaslar maksiller kesici dişlerin palatinal fossasında ve insizal kenarlardan yaklaşık olarak 4 mm gingivalinde oluşmaktadır. Labialden bakıldığında mandibular dişlerin 3-5 mm'lik kısmı görülmektedir (30).

Ön dişler eğimli olmalarından dolayı, ağır oklüzal kuvvetlere karşı dayanıksız olduğu bilinmektedir. Ön dişlerin oklüzyondaki temel amacı, dikey boyutu korumaktan ziyade alt çenenin eksentrik hareketlerinde alt çeneye yönlendirme yapmaktır. Alt çenenin yönlendirilmesini sağlayan ön diş temaslarına “anterior rehberlik” denir (1).

Anterior rehberlik, çiğneme sisteminin fonksiyonunda önemli rol oynamakla birlikte bu rehberlik dişlerin hem yatay (overjet, yatay örtülü kapanış) hem de dikey (overbite, dikey örtülü kapanış) düzlemlerdeki konumunu ve ilişkisini etkiler (Şekil 2-16)(1)



Şekil 2-16: Anterior rehberlik (1)

Ön dişlerin bir diğer önemli işlevi ise çiğneme eyleminin ilk olarak gerçekleştirildiği dişler olmasıdır. Ön dişler yiyecekleri keserler ve parçalanmanın tamamlanması için posterior dişlere iletirler. Bununla birlikte, ön dişlerin konuşma, dudakı destekleme ve estetik görünümle ilgili önemli görevli bulunmaktadır (1, 18).

2.3.4.2. Posterior Dişlerin Maksimum İnterküspidasyon İlişkisi

- Koronal ve Oklüzal Morfoloji

İnsan dişleri, sürmeyi ve çiğnemeyi kolaylaştırmak, kırık riskini azaltmak, destek dokulara uygulanan kuvvetleri azaltmak gibi fizyolojik gereksinimleri karşılayan dışbükey şekillerden oluşan bir oklüzal morfoloji ile karakterize edilmektedir. (10).

Çiğneme yüzeylerindeki tüberkül sırtları ve tepelerinin konveks yüzeyleri sayesinde karşıtıyla çok noktada temas oluşturur. Bu durum, çiğneme boyunca oluşan yüklerin daha geniş bir alana yayılmasını sağlar. Lateral ve protruziv hareketler esnasında ise temasların kaybolmasıyla, yük dağılımı dişler arasında aktarılır. Bu etkili karşılıklı koruyucu sistem fonksiyonel oklüzyonun temelini oluşturur (31).

Çiğneme etkinliğinin artması için oklüzal morfoloji önemlidir ve restore edilmesi veya yeniden yapılandırılması gerekir (17). Oklüzal yüzeyde yer alan her bir oluşum, üstlendiği işleve yönelik uygun bir forma sahiptir. İşleve yönelik olarak tasarlanmış bu morfoloji sayesinde, verimli çiğnemeye ek olarak kuvvetlerin dişlerin uzun aksına paralel olarak iletilmesi ve bazı hareketlerde çenelerin yönlendirilmesine rehberlik etmesi sağlanır (1).

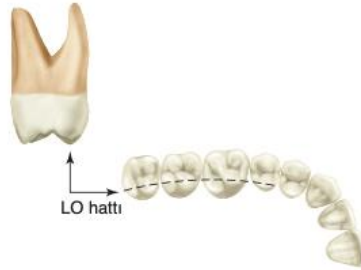
- **Maksimum İnterkuspal Pozisyonda Bukkolingual Yönde Posterior Dişler Arasındaki İlişki**

Mandibular ark üzerinde, alt dişlerin bukkal tüberküller, boyunca hayali bir çizgi oluşturulacak olursa bukkooklüzal (B-O) hat elde edilir (Şekil 2-17). Bukkolingual hat, normal diş kavislerinde düzgün bir süreklilik halindedir (1).



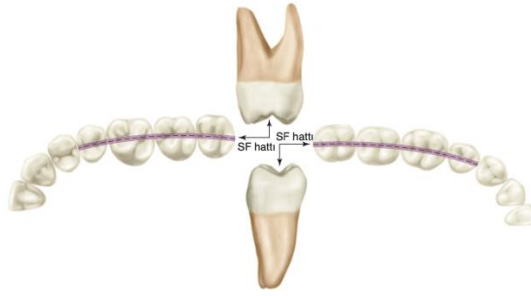
Şekil 2-17: Bukkolingual hat (1)

Maksiller posterior dişlerin lingual tüberkülleri boyunca bir hayali çizgi oluşturulacak olursa linguooklüzal (L-O) hat elde edilir (Şekil 2-18). Linguooklüzal hat, arkın ana hatlarını oluşturma önem arz eder ve normal diş kavislerinde düzgün devamlılık gösterir (1).



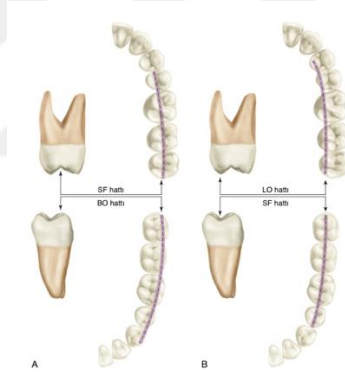
Şekil 2-18: Linguooklüzal hat (1)

Maksiller ve mandibular dişlerin santral gelişimsel olukları aracılığıyla elde edilen hayali çizgi ise santral fossa (S-F) hattı olarak bilinir (Şekil 2-19). Normal kavislerde, bu hat tıpkı diğer iki hat gibi düzgün devamlılık gösterir (1) .



Şekil 2-19: Santral fossa hattı (1)

Oklüzyonda posterior dişlerin bukkolingual ilişkilerini gösterebilmek için, yukarıda bahsedilen uygun hayali çizgilerinin eşleştirilmesi gerekmektedir. Şekilde gösterildiği gibi mandibular dişlerin bukkolingual hattı, maksiller dişlerin santral fossa hattı ile oklüzyondadır. Aynı zamanda, maksiller dişlerin linguoklüzal hattı, mandibular dişlerin santral fossa hattı ile oklüzyondadır (Şekil 2-20)(1).



Şekil 2-20: Hayali çizgilerin eşleştirilmesi (1)

- Maksimum İnterkuspal Pozisyonda Meziodistal Yönde Posterior Dişler Arasındaki İlişki

Sentrik tüberküller, karşıt santral fossa çizgisiyle kontağa geldiği zaman oklüzal temaslar oluşur. Bu tüberküller genellikle, iki bölgede birbirleriyle temas halinde olurlar.

- 1) Tüberkül – Santral Fossa
- 2) Kenar sırt ve embrazür alanları

Tüberkül fossa ilişkisinde bir dişe bir diş ilişkisi mevcuttur ve tüberkül tepeleri karşıt çenedeki antagonistinin santral fossası ile kapanışa gelir. Bu oklüzal ilişki doğal dentisyonlarda çok nadir gözlenir (5, 32).

İkinci tip oklüzal temas, tüberkül tepeleri ve kenar sırtları arasındadır. Arklar arası normal ilişkiye lateralden bakıldığında, mandibular santral keserler ve maksiller üçüncü molarlar dışındaki tüm dişlerin karşısında kalan iki diş ile temasta olduğu görülmektedir. Dişler arasında oluşan “bir dişe iki diş” ilişkisi, oklüzal kuvvetleri daha iyi dağıtmaktadır. Ayrıca; bir dişin kaybedilmesi durumunda geri kalan dişlerde temasın devam edebilmesinden ötürü bu ilişki ark bütünlüğünü korumada oldukça etkilidir. Mandibular santral keserler ve maksiller üçüncü molarlar ise sadece tek bir karşıt diş ile temastadır. Doğal dişli bireylerde ise sıklıkla tüberkül – marjinal sırt ilişkisi mevcuttur (10).

2.3.5. Alt Çene Hareketleri Sırasında Oluşan Oklüzal Temaslar

Temporomandibular eklem ve ilişkili kaslar çiğneme sisteminin dinamik bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Bu hareketler içerisinde dişlerin de yer aldığını unutmamak gerekir. Maksimum interkuspidasyondan başlayarak alt çene hareketleri sırasında oluşan diş temaslari üç temel eksentrik hareket sonucunda oluşmaktadır. Bu hareketler protruziv, laterotruziv ve retruziv hareketler olarak adlandırılır ve sonucunda oluşan diş temaslari oldukça önemlidir (4).

Protruziv hareket sırasında oluşan diş temaslari protruziv temaslar olarak tanımlanmaktadır. Normal bir diş dizisinde protruziv temas genellikle alt çene keser dişlerin insizal kenarlarında ve üst çene keser dişlerin palatinal fossası üzerinde meydana gelir. Posterior dişler üzerinde genellikle çok kısıtlı bir protruziv temas oluşurken üst çene dişlerinin palatinal tüberküllerin distal eğimleri ve karşıt çenedeki fossa ve kenar sırtları arasında oluşur. Ayrıca alt çene bukkal tüberküllerin mezial eğimleri ve karşıt çenedeki fossa ve kenar sırtlarının distal eğimleri arasında da temas oluşabilmektedir (3).

Alt çenenin lateral hareketleri sonucu daha karmaşık diş temas ilişkileri oluşmaktadır. Alt çene sol lateral hareket yaparken, sol üst arka dişlerin bukkal tüberküllerinin iç eğimleri ile alt arka dişlerin bukkal tüberküllerinin dış eğimleri arasında ve üst dişlerin palatinal tüberküllerin dış eğimleri ile alt dişlerin lingual

tüberküllerin iç eğimleri arasında oluşan temaslardır. Bu temaslar laterotruziv temaslar olarak tanımlanmaktadır. Çalışan kondil tarafında gerçekleştiğinden dolayı çalışan laterotruziv temas olarak da açıklanabilmektedir (3).

Aynı hareket sırasında üst dişlerin palatinal tüberküllerinin iç eğimleri ile alt dişlerin bukkal tüberküllerinin iç eğimleri arasında potansiyel olarak oklüzal temaslar oluşur. Buna mediotruziv temas denir. Çalışmayan kondil tarafında gerçekleştiği için çalışmayan temas veya denge teması terimleri de kullanılmaktadır. Bu hareketler ters yönde, yani sağ tarafa doğru olduğunda temaslar tam tersi olacak şekilde değişecektir. Lateral hareketler sırasında ön bölgede kanin dişleri birbirine temas eder. Bu temas alt çene kanin dişlerinin labial yüzeylerinin üst dişlerin palatinal yüzeyi üzerinde kaymasıyla gerçekleşmektedir (16).

Kısıtlı da olsa alt çenede interküspal pozisyonundan daha geri yönde bir hareket meydana gelebilir. Bu hareket kişiden kişiye değişiklik gösterir ve diğer eksentrik hareketlere göre 1-2 mm civarında küçük sayılabilecek bir alanda gerçekleşir. Bu hareket sırasında alt çene arka dişlerin bukkal tüberkülleri üst çene dişlerin oklüzal yüzeyi boyunca distal olarak hareket etmektedir (1).

Lateral hareket sırasında artiküler eminensin eğiminin artışı daha dik tüberkül eğimlerinin oluşmasına, bu tüberkül eğimlerinin etkilenmesi denge tarafında çalışan tarafa göre daha fazla olacaktır. Ayrıca eminensin kurvaturünün eğiminin artışı da benzer bir etki oluşturmaktadır. Çalışan taraf kondilin lateral hareket sırasında yukarıya doğru yaptığı hareket artışı sırasında da aynı tarafta daha sık tüberkül yüksekliklerinin oluşturulması ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bu hareketin dikey komponentindeki değişiklik aşağıya doğru olduğunda ise daha yüksek tüberküllere izin verecektir. İnterkondiller mesafenin artışı, alt çenenin lateral hareketleri sırasında tüberkül tepelerinin transversal ve oblik yolları arasındaki açının da artışına sebep olmaktadır. Ani yana kayma hareketi ise hem çalışan hem de çalışmayan tarafta santral fossanın genişlemesine yol açmaktadır (12).

2.4. Artikülatörler

Bir artikülatör, mandibular hareketlerin tümünü ve/veya bir kısmını simüle etmek için alt ve üst çene modellerin yerleştirilebildiği, temporomandibular eklemleri ve çeneleri taklit eden mekanik bir alettir. Artikülatörler ortalama kondil yolu eğimleri girilerek veya hastalardan elde edilen veriler ile bireyselleştirilebilir (33). Artikülatörler,

hekimlerin hasta başında geçirdiği zamandan tasarruf etmelerine, hasta konforunu artırmalarına, ağız ortamını dışarıya taşıyarak daha rahat çalışabilmelerine ve tedavi verimliliğini artırmalarına olanak tanır (34, 35). Teşhis ve tedavi prosedürlerinin tamamlanabilmesi için alt çene hareketlerinin kullanılan artikülatör tarafından doğru taklit edilebilmesi son derece önemlidir.

Artikülatörler ham madde olarak metalden yapıldığı için metal bünyesindeki aşınma ve yıpranma, doğal kas, diş ve eklem dokularındaki reziliens ve çığneme sırasında olmayan kayma hareketlerini taklit ettiklerinden dolayı bazı kısıtlamaları bulunmaktadır (31).

Artikülatörlerde yer alan kondil komponentlerinin düz yollar üzerinde kaymaları sebebiyle eklem anatomisi tamamıyla taklit edilememektedir. Bu problemin aşılabilmesi için hastaların KIBT'leri alınmış ve eklem anatomileri artikülatör tasarımı ile birleştirilerek hastalara özel kondil morfolojik parçaları belirlenen artikülatör için üretilerek modeller üzerine yerleştirilmiştir. Bununla birlikte kondiler parçalar anatomiye birebir taklit edebilir, hastanın orijinal kondiller arası mesafesi korunabilir, hastaya özel protruziv ve lateral eğim ve hareket yolları eminens eğimlerine uygun şekilde taklit edilebilir, ani yana kayma hareketi taklit edilebilmektedir (36).

2.4.1. Artikülatörlerin Tarihsel Gelişimi

1800'lü yıllarda menteşe hareketi yapan artikülatörler geliştirilmiş olup yıllar içerisinde çene hareketlerinin daha iyi taklit edilebilmesi için yeni tasarımlar ortaya çıkmıştır. 1850'li yıllarda Bonwill, modellerin artikülatörlere hastalarda olduğuna benzer bir şekilde menteşe eksenine göre konumlanmasını amaçlayan yeni bir model tasarlamıştır. Bu artikülatör kondiller arası mesafeyi, insiziv noktayı 10 cm eşit mesafeler olarak planlayan model yerleşimini hedef alarak geliştirilmiştir (37).

Bu tasarım alt çene hareketlerinde son derece önemli olan kondil yolu eğimlerini aktarma konusunda eksik kalmış olup Grittman, Christensen, Kerr, Snow ve Gysi gibi önemli araştırmacılar öne ve aşağı yönde kondil yolu eğimleri olan artikülatörleri geliştirmişlerdir (38).

Yarı ayarlanabilir bir artikülatör, mandibular hareketi doğru bir şekilde taklit edemez. Düz çizgi hareketi ve ani yana kayma veya fossanın üst ve arka duvar ve

interkondiler genişliğin mesafesinin ayarlanamaması nedeniyle, eksentrik hareketler yarı ayarlanabilir artikülatörler tarafından iyi taklit edilemez (39).

1900'lü yılların başlarında Snow tarafından ilk yüz arkı fikri ortaya atılmış, yapılan çizim çalışmalarıyla önemi gösterilmiş olsa da 1908 yılında Bennett'in yaptığı araştırmalar her iki kondilin farklı eksenler etrafında hareket ettiği görülmüştür. Bu nedenle artikülatör tasarımları alt çene hareketlerinin kayıtlarının artikülatör ayarlarının bireyselleştirilmesi amacıyla kullanılabileceği artikülatörler ortaya çıkmıştır. Gysi bu yeni artikülatör ve alt çene hareketlerinin kayıt araçlarını tasarlamıştır. Ancak uzun zaman alması nedeniyle Gysi 1912 yılında Simplex artikülatörünü geliştirmiştir. Simplex artikülatörleri kompleks ayarlamalar yapılmasına izin vermeyen ancak ortalama değerlere sahip ve uygun anatomik ölçülerde olan hastaların tedavilerinde iyi sonuçlar veren bir modeldir. Bu artikülatör günümüz modern artikülatörlerinin temel bir prototipi olarak gösterilebilmektedir (31).

Bu tarihten sonra yapılan değişiklikler artikülatör kullanımının kolaylaştırılması ve ticari firmaların farklılaşmak amacıyla geliştirdiği özelliklerdir. Modern artikülatörlerde vidalarla ayarlanabilen alt çene hareket mekanizmaları geliştirilmiştir. Artikülatörler oklüzal morfolojinin doğru bir şekilde hazırlanabilmesi için kondiler yolları ayarlanabilir, insizal tabla, alt çene hareketlerini taklit edebilmelidir. (13)

Tam ayarlanabilir bir artikülatör ve yarı ayarlanabilir artikülatörlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, yüz arkı kayıtları sonrası tam ayarlanabilir artikülatörlerin sefalometrik görüntüler veya yarı ayarlanabilir artikülatörlere göre daha düz bir oklüzyon düzlemi oluşturduğu görülmüştür. Lateral kondil yolu eğimi sefalometrik analize yarı ayarlanabilir artikülatörde daha yakın bulunmuştur ve yarı ayarlanabilir bir artikülatör kullanımı önerilmiştir (40).

Artikülatörlerin bireyselleştirilmesi çalışmayan taraftaki oklüzal morfolojiyi ve tüberkül eğimlerini etkilemiştir. Tüberkül eğimi en çok etkilenen faktör olmuştur. Kondiler eğim artınca oklüzaldeki protruziv ve çalışmayan taraf tüberkül yükseklikleri artmıştır (41).

2.4.2. Artikülatörlerin Sınıflandırılması

Artikülatörler iki şekilde 2 sınıflandırılabilir. İki 2 sınıflama basit ve çağdaş sınıflama olarak adlandırılmıştır (42, 43)

Basit sınıflama 3 sınıftan oluşmaktadır:

- 1- Sadece menteşe hareketi yapan artikülatörler, Gariot
- 2- Kesici ve kondil yolu eğimleri ortalama bir değere göre önceden ayarlanmış artikülatörler; Bonwill, Gysi Simplex
- 3- Kişiye göre ayarlanabilen artikülatörler

a) Yarı ayarlanabilenler: Hanau Model H, Dentatus, Gerber, Condylator

b) Tam ayarlanabilenler: TMJ, Denar

Çağdaş sınıflamada ise 4 çeşit alt sınıf mevcuttur (42, 43).

Sınıf 1 Artikülatörler: Sadece açma kapama hareketi yapabilme özellikleri vardır. Lateral hareketler mevcut değildir.

Sınıf 2 Artikülatörler: Açma kapama hareketlerine ek olarak lateral hareketler de mevcuttur. Bu grup artikülatörlere yüz arkı transferi mümkün değildir ve temporomandibular ekleme uygun aktarım yapılamaz. Eksentrik hareket kayıt kabiliyetlerine göre 3 alt grupta incelenirler:

Alt grup 1 Artikülatörler: Eksentrik hareketler ortalama değerlere göre yapılmaktadır. Evans, Hayes, Gysi Simplex.

Alt grup 2 Artikülatörler: Eksentrik hareketleri hareket teorilerine göre gerçekleştirir. Bonwill, Monson, Hall.

Alt grup 3 Artikülatörler: Bu aletler eksentrik hareketlerin hastaların kendileri tarafından kazanmış yollar üzerinde gerçekleşir. Wustrow, House, Eichentopf

Sınıf 3: Artikülatörler arcon veya non arcon olabilirler. Arcon artikülatörler rehber yolların üst artikülatör parçasında bulunduğu, kondillerin alt parçada bulunduğu versiyonları ifade eder. Günümüzde kullanılan artikülatörlerin büyük bir çoğunluğu arcon tiptedir. 2 alt grup altında sınıflandırılmaktadır:

Alt grup 1 Artikülatörler: Statik protruziv kayıtlar aktarılabilir. Diğer hareketler ortalama değerlere uygun olarak yapılır. Dentatus, Condylator

Alt grup 2 Artikülatörler: Statik lateral hareket kayıtları aktarılabilir. Bennett, Fischer açısı, kondiller arası mesafeler ayarlanabilir. Tüm bu ayarların aynı artikülatörde yapılması mümkün değildir. Gysi Adaptable, Whip Mix

Sınıf 4 Artikülatörler: Dinamik hareket kayıtları aktarılabilir. Modeller temporomandibular ekleme göre anatomik olarak oryante edilebilir.

Alt grup 1 Artikülatörler: Kondil yolu eğimleri hastalar tarafından yapılan hareketler ile belirlenir, bu hareket kaydının aktarımına stereografik kayıt denilmektedir. Lee ve TMJ artikülatörleri

Alt grup 2 Artikülatörler: Alt çene hareketlerinin grafik olarak kaydedilmesi ve artikülatöre aktarılması gerçekleştirilir. Bu kayda pantografik kayıt adı verilir. Bu artikülatörler kinematik eksen transferi kabul ederler ve kondiller arası mesafe ayarlanabilir. McCollum, Stuart ve Denar artikülatörleri

2.4.3. Yüz Arkları

Protez terimleri sözlüğünde yüz arkı, üst çenenin uzaysal ilişkisini kaydetmek ve bu ilişkiyi artikülatöre nakletmek için kullanılan pergele benzeyen bir alet olarak tanımlanmaktadır (28).

Yarı ayarlanabilir artikülatörler ortalama alt çene hareketlerini taklit edebilmekte olup, genellikle 5 üyeye kadar sabit restorasyonlar veya hareketli protezlerin üretilmesi sırasında kullanılmaktadır. Hastaların menteşe eksenleri horizontal düzlemleri başın doğal pozisyonu ve yüzdeki asimetri sebebiyle artikülatörler ile her zaman aynı noktada duramadığından dolayı artikülatörlerin bireyselleştirilmesi için yüz arkı kayıtları alınmaktadır (44).

Yüz arkları, üst çenenin temporomandibuler eklem ile olan ilişkisini kaydetmek ve bu ilişki dahilinde modelleri artikülatörün açılma eksenine göre doğru konumlandırmak amacıyla kullanılır (7). Protetik tedavilerin laboratuvar aşamalarında alçı modellerin doğru bir şekilde artikülatöre bağlanması oldukça önemlidir. Hastalardan alınan kayıtların artikülatöre aktarılması sırasında yüz arkı kullanımı oluşabilecek hataları azaltabilir (42).

1907 yılında Snow ilk olarak basit yüz arkı olarak tanımladığı aleti tasarlamıştır. Bugün kullanılan yüz arkları Snow yüz arkının modifikasyonlarıdır. Yüz arkı, üzerinde ön ve arka referans noktalarını saptayan parçaları bulunan bir gövde ve ısırma çatalından oluşur (42). Farklı yüz arklarında referans noktaları da değişik olabilir. Örneğin Dentatus artikülatörüne bağlanan yüz arkında arka referans noktaları kabaca sağ ve sol kondil merkezleridir. Ön referans noktası ise infraorbital nokta olarak kabul

edilir. Buna karşın WhipMix ve Artex artikülatörlerinde arka referans noktaları sağ ve sol dış kulak yolları, ön referans noktası ise Glabellar destektir (45).

Basit yüz arkları üst çenenin durumunu kaydetmek ve artikülatöre nakletmek için kullanıldığından ısırma çatalı üst çeneye bağlanır. Basit yüz arklarıyla alt çenenin menteşe eksenini ancak tahmini olarak saptanabilir (46). Menteşe ekseninin merkezi tragustan göz kenarına çizilen çizginin (Canthus of the eye – Tragus of the ear) tragustan itibaren 11-13 mm. ilerisinde bir nokta olarak kabul edilir (47).

Yıllar boyunca menteşe ekseninin yeri ve artikülatöre doğru olarak nakledilebilmesi tartışılmıştır (48, 49) Yapılan çeşitli çalışmalar menteşe ekseninin, basit yüz arkları yardımıyla lokalizasyonunda sapmalar olabileceğini göstermiştir. (33, 50). Piehslinger ve ark. (51) menteşe ekseninin, basit yüz arkı ile saptanan noktadan daha yukarıda ve arkada olduğunu, Palik ve arkadaşları ise menteşe eksenini noktalarının % 56' sının basit yüz arkı ile saptanan noktaların önünde ve altında % 36' sının ise önünde ve yukarısında olduğunu ve sapmaların da daha çok ön-arka yönde olduğunu bildirmişlerdir (33). Preston, ön-arka yönde yapılan hataların üst-alt yönde yapılan hatalarla karşılaştırıldığında, üst-alt yönde yapılan hataların daha büyük sorunlar oluşturabileceğini bildirmiştir (52). Kulak içi yüz arklarının artikülatöre aktarımı sırasında ise tekrarlanabilir olmadığı bildirilmiştir (33).

Kinematik yüz arkları Gnatoloji Cemiyeti'nin kurucusu McCollum tarafından 1930'lardan önce tanıtılmıştır. Bu yüz arkları da pergele benzeyen aletlerdir ve kondil bölgesindeki uçları ayarlanabilir (28). Bu durum menteşe eksen noktasının kesin olarak saptanabilmesini sağlar. Literatürde de kinematik yüz arkları yardımıyla alt çenenin menteşe ekseninin kesin olarak saptanabileceği ifade edilmiştir (33, 53).

Kinematik yüz arklarının, basit yüz arklarından en önemli ayrımı, üst değil alt çeneye bağlanmasıdır. Çünkü kinematik arklar kondillerin rotasyon eksenini lokalize etmek için kullanılır (28).

Yüz arkı kullanımının artikülatör üzerinde dikey boyutun arttırılması ile de bir ilişkisi olduğu söylenebilir (7). Yüz arkı kullanılmamış bir vakada artikülatör üzerinde dikey boyut arttırılırsa, protez ağza uygulandığında arka dişlerde temas, ön dişler arasında açıklık olduğu görülebilir. Modeller artikülatöre ne kadar önde bağlanırsa bu açıklık o oranda azalır. Yüz arkı kullanılmamış vakalarda dikey boyutun artikülatörde değiştirilmemesi gereklidir. Ancak pratikte milimetrik oynamalar büyük bir sakınca

oluşturmaz (7). Modeller yüz arkı kullanılmadan artikülatöre bağlanırsa sentrik ilişkide hiçbir değişiklik olmaz. Ancak lateral ilişkilerde farklılıklar görülebilir. Bu durum artikülatör üzerindeki tüberkül ilişkilerinin ağız içinde aynı olamaması sonucunu doğurmaktadır (36). New Simplex gibi bir artikülatör yüz arkı olmadan ve 3 mm interoklüzal mum kayıt ile kullanılırsa, sentrik oklüzyonda anterior yönde 1 mm'lik bir sapma olacağı tahmin edilebilir. İşlemeden kaynaklanan hatalarla birleşen bu uyumsuzluk, tamamlanmış bir tam protezlerin oklüzal düzeltme için yeni bir sentrik ilişki kaydı ile yeniden artikülatöre alınması ve düzenlenmesi ile düzeltilebilecektir (46).

Konvasiyonel yüz arklarının modellerin doğru aktarımı üzerine yapılmış olan bir başka çalışmada 5 farklı yüz arkı sisteminin sagittal ve koronal düzlemleri tamamen taklit etmede başarısız olmuştur (50).

Konvasiyonel yüz arkı ile yeni bir teknik olarak üretilmiş olan su terazisi bulunan bir aparat ile başın dik pozisyonunda üst çeneden kayıt alınarak karşılaştırılmıştır. Su terazisi aparatı konvasiyonel yüz arkına göre daha başarılı bulunmuştur. Su terazisi aparatı yüz arkına göre referans noktalara yerleştirilme hataları ve kullanıcı tecrübesi ile oluşabilecek dezavantajlar değerlendirildiğinde daha üstün kabul edilmiştir (54).

Eksentrik alt çene hareketlerinde oklüzal yüzeyde oluşan fonksiyon yollarının doğru taklit edilebilmesi ancak yüz arkı kaydı ve bu kaydın artikülatöre transferiyle mümkün olmaktadır. Aksi taktirde, yani yüz arkı kaydı alınmamışsa, kondil yolu eğimleri aynen taklit edilmiş olsa dahi, fonksiyonel yollarda hatalar oluşur. Bu hatalar da bitmiş protezlerin ağızda eksentrik erken temaslarına ve tüberkül çatışmalarına neden olur (55). Konvasiyonel olarak protetik bir tedavi sırasında mekanik artikülatörlerin ayarlanması için modellerin kapanış kayıtlarının yanı sıra protruziv kayıtlar ve yüz arkı kayıtları da restorasyonların kullanımı için kullanılabilir. Bu süreç içerisinde ölçünün, kayıt materyalinin ve alçının deformasyonu gibi faktörler uygulamanın hassasiyetini etkilemektedir (47).

Artikülatörlerin ortalama değer ayarları, uygulamada yaygın olarak kabul edilen tolerans sınırlarını aşan nispeten düşük oklüzal hata riski ile ilişkilidir. Ortalama değer ayarıyla karşılaştırıldığında, kondiler açının ve ilişkilerin yüz arkı kaydı, oklüzal doğrulukta faydalı bir gelişme sağlamayacaktır (Pröschel, Maul ve diğerleri 2000).

2.5. Dijital İş Akışı

Dijital iş akışı, son yıllarda planlamadan uygulamaya kadar kapsamlı bir vakayı tedavi etme sürecini değiştirmiş ve hızlıca gelişim göstermiş bir teknolojidir (56). Dijital iş akışı teknolojisindeki son gelişmeler, artmış doğruluk, daha düşük maliyetler, benzeri görülmemiş hız ve artmış pratiklik vaat etmektedir. Dijital iş akışları, laboratuvar adımlarını en aza indirebilir, özel eğitim ihtiyacını azaltabilir, hasta konforunu ve verimliliği büyük ölçüde artırabilir (57, 58). Bunların yanı sıra bilgisayar destekli ölçü alma, klinikte ve diş laboratuvarında restorasyonların üretimi, dijital olarak diş rengini belirleme, dijital görüntüleme gibi avantajlarından dolayı diş hekimliğinin pek çok alanında benimsenmiştir. Fonksiyonel tanı için kullanılan yazılımlarla beraber bilgisayar destekli sistemlerin tecrübesi az hekimler veya öğrencilerde daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bilgisayar destekli analizler klinik tanı için son derece önemlidir (59).

Cihazlarda yer alan ayarlar sayesinde, dental restorasyonların planlama ve tasarım aşamaları, ağız içi denemeden önce her hastaya özel olarak uygulanabilir (60). Ağız içi tarayıcılar, sanal artikülörler, dijital oklüzal kayıtlar, dijital yüz arklarındaki son gelişmeler sayesinde nihai restorasyonun hem sürecinin hem de tasarımının kontrolü ve doğruluğu artmıştır (61).

2.5.1. Dijital Ağız İçi Ölçü Cihazları

Restoratif malzemelerin dijital üretim yöntemlerinin giderek yaygınlaşması sebebiyle ağız içi verinin dijitalleştirilmesi önemli bir aşamadır. Ağız içi tarayıcıların gelişiminden önce bu aşama genellikle laboratuvar tarayıcıları ile gerçekleştirilmekteydi. Günümüzde ağız içi tarayıcılardaki gelişmelerle beraber, geleneksel ölçüler ile elde edilen modellerin laboratuvar tarayıcılarıyla taranıp veri edilmesine gereksinim azalmış olup artık eş zamanlı görüntü ve bilgi akışı gerçekleştirilebilmektedir (57, 62).

Benzer yıllarda yapılan ağız içi tarama cihazları hakkında başka bir çalışma diş destekli ortodontik apareyler için tam çene taramaların güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (63). Teknolojinin hızlı gelişimi ile ticari olarak bulunan ağız içi tarayıcı cihazlar hızla gelişmektedir. Aradan çok uzun bir süre geçmeden yapılan in-vitro ve in-vivo başka çalışmalar tam çene taramaların artık güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (64-66).

Geleneksel ölçü yöntemlerinde, ölçü materyalinin büzülmesi, alçı modellerin oluşturulması ve modellerin laboratuvar tarayıcısıyla dijital ortama aktarılmasındaki hatalar ve enfeksiyon riski gibi pek çok sorunla karşılaşmaktadır. Dijital tarayıcılardaki gelişmeler sayesinde veri elde etmek için pek çok ara aşama elimine edilmiş ve bu da aşamalar esnasında oluşabilecek hata oranını düşürmüştür (62). Veri toplama sırasında yüksek derecede doğruluk sağlayabilen tarayıcı sistemler restorasyonların uyumu için olmazsa olmaz bir özelliktir (67).

Literatürde yer alan pek çok çalışma, tam ark ağız içi taramanın doğrulunu araştırmış ancak tartışmalı sonuçlar bildirmiştir (68). Keul ve arkadaşlarının ağız içi tarayıcılar ile geleneksel ölçülerin doğruluğunu karşılaştırdığı bir çalışmada, sadece bir tür ağız içi tarayıcı cihazı kullanmanın sınırları dahilinde, optimal koşullar altında diş arklarının doğrudan taranmasının daha yüksek doğruluk gösterdiği sonucuna varılmıştır (64). Dijital ölçülerin bir başka avantajı ise süresiz olarak saklanabilmesi ve bir bilgisayarda yedek dosya olarak kaydedilmesi durumunda birkaç kez yeniden kullanılabilmesidir (69).

Dijital ölçü cihazlarının gelişimi ile birlikte hastaların konfor artışının yanı sıra konvansiyonel yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar verdiği de görülmüştür. Ancak dijital iş akışında çoğu zaman modellerin menteşe eksenine göre konumları ayarlanamamakta olduğundan ortalama kondil yolu eğim değerleri ile işlemler tamamlanır. Alt çene hareketlerini kaydeden dijital cihazlar ise kompleks ve rutin kullanım için pahalı ürünler olduğundan dolayı dijital iş akışında geri planda kalmışlardır (47).

2.5.2. Maksimum İnterkuspasyon Pozisyon ve Sentrik İlişkide Oklüzal Kayıtlar

Protetik iş akışında artikülatöre alınması gereken modeller için kapanış kayıtları alınmalıdır. Konvansiyonel ve sanal olarak kaydedilen oklüzal kayıtlar karşılaştırılmıştır. Modelleri konumlandırmak için laboratuvar tarayıcısı ile elde edilen sanal modellerin oklüzal temaslarının artikülasyon kağıdı kullanılarak elde edilen fiziksel temaslardan daha doğru olduğu gösterilmiştir (70). Özellikle tam ark taramalarını ifade etmek için kullanılan çoklu sanal interoklüzal kayıtlar, tek bir sanal interoklüzal kayıt olarak üretilen "devrilme etkisini" azaltabilir (71).

2.5.3. Sanal Artikülatörler

Sanal artikülatör, mandibular hareketlerin tümünü ve/veya bir kısmını simüle etmek için alt ve üst çene dijital modellerin yerleştirilebildiği, temporomandibular eklemleri ve çeneleri taklit eden mekanik bir alettir (60).

Dijital diş hekimliğindeki gelişmelerle birlikte artikülatörler de tasarım programlarında sanal olarak kullanılmak üzere kodlanmıştır. Sanal artikülatörlerin kullanıldığı dijital iş akışı uygulamaları ile laboratuvar adımları konvansiyonel yöntemlere kıyasla daha az aşamaya indirgenebildiği gibi uygulayıcının özel eğitim ihtiyacı da azaltılabilmektedir. Mekanik artikülatörlerin sınırlamalarından kaynaklanan hataların azalması, ayrıca hasta konforu ve yapılan işlemin verimliliği de dijital iş akışı ile artmaktadır (58).

Güncel dijital dental tasarım programlarının çoğu kullanıcılarına, mekanik artikülatörlerin işlevlerini kopyalamak üzere tasarlanmış sanal artikülatörler sunar. Mekanik artikülatörler gibi sanal artikülatörler de maksiller ve mandibular dişler arasındaki ilişkileri doğru şekilde belirleyebilmek için kullanıcı tanımlı veriler kullanılarak bireyselleştirilebilir. Dijital dental tasarım programları, maksilla ve mandibula arasındaki hareketin dinamik simülasyonunu sağlar. Bu dijital ayarlarla, oklüzyona gelecek dental restorasyonların planlama ve tasarım aşamaları, ağız içi provadan önce her hastaya özel olarak uyarlanabilir (69).

Dijital tasarım sürecinde konvansiyonel mum modelaj teknikleri yerine geliştirilmiş olan algoritmalar sayesinde komşu dişlerden referans alarak veya mevcut diş kütüphanelerinden oklüzal morfolojiler tasarlanmaktadır. Bu tasarımlar inley, onley, kuron ve köprü protezleri gibi birçok endikasyon için kullanılabilir. Morfoloji aynı zamanda antagonist dişlere ve alt çene hareketlerine göre simüle edilerek şekillenerek nihai formuna ulaşmaktadır. Yazılımların ve yapay zekanın gelişmesi ile beraber bu tasarımlar doğal taklit etmekte giderek daha başarılı sonuçlar vermeye başlamıştır. Konvansiyonel modelaj ve dijital diş kütüphaneleri ile yapılan 3 üye bir köprü tasarımının morfolojik değerlendirmeleri karşılaştırıldığında dijital kütüphanelerin konvansiyonel tasarımlar kadar başarılı olduğu bulunmuştur. (72).

Sanal artikülatörler, mekanik artikülatörde var olan sınırlamaları azaltmaktadır. Gerçek hasta bilgilerini simüle etmekte, statik ve dinamik oklüzyonun dijital kayıtlarının kullanılmasına izin vermekte ve çene ilişkilerini terminal menteşe eksenine

uygun yerleşimine göre ayarlanabilmektedir. Böylece, sanal artikülâtörler aracılığıyla elde edilen restorasyonların oklüzal uyumunun ve stabilitesinin yüksek olacağı düşünülmektedir (73).

Bir artikülâtör, tipine ve sınıflandırmasına bağlı olarak, sagittal kondiler eğim, ani yana kayma, insizal pin açıklığı, lateral kondiler eğim ayarları dahil olmak üzere kullanıcı tanımlı ayarları kabul edebilir. Sagittal kondiler eğim, sagittal düzlemde yatay düzleme kıyasla çalışan kondilin izlediği yol tarafından oluşturulduğu açıdır ve artikülâtörün anteroposterior yöndeki hareketini etkiler. Sagittal kondiler eğimin artması, mandibulanın protrüzyon hareketi esnasında “Christensen Fenomeni” olarak da bilinen posterior oklüzal yüzeyler arasında açıklık oluşmasına neden olur. Bu boşluğun ölçülmesi, artikülâtörler için tanımlanmış noktalar üzerindeki sagittal kondil yolu eğimi ayarlarının değiştirilmesinin etkisini değerlendirmeyi mümkün kılar. Bu ayarların mekanik veya sanal artikülâtörde yapılması arasında bir fark bulunmamıştır. (60). Alt çenenin protrüzyon pozisyonunda tarama ve buna göre kondil yolu ayarlanması için modelin yüze ve menteşe eksenine uygun yerleştirilmesi amaçlanmıştır. Jin bu işlemi tomografi, Yang ise yüz tarama ile gerçekleştirmiş, her iki yöntem başarılı bulunmuştur (47, 74).

3 boyutlu tarama cihazlarının yaygınlaşması ile beraber dijital yüz arkı transfer teknikleri de geliştirilmiştir. Bu yöntem ile beraber dijital olarak elde edilen modellerin mekanik artikülâtörlerdeki gibi yerleştirilebilmeleri mümkün olmuştur (47, 74). Dinamik hareketler göz önüne alındığında sanal artikülâtörlerin doğruluğu ve kesinliği ve bunların farklı artikülâtör ayarlarından nasıl etkilendikleri hakkında çok az çalışma bulunmaktadır (60).

2.5.4. Sanal Yüz Arkı

Sanal yüz arklarının kullanımı, dijital modelleri sanal artikülâtörlerde birleştirme sürecinde kritik öneme sahiptir (67). Geleneksel yüz arklarına, dijital alternatifler önerilmiş ve bu konuda karmaşık sonuçlara ulaşılmıştır (53, 75).

Sanal artikülâtörlerin kullanımı için iki farklı iş akışı bulunmaktadır. Çalışma modellerinin artikülâtörlere aktarımı sırasında konvansiyonel iş akışı ile sırasıyla fiziksel modellerin oluşturulması, mekanik artikülâtörlere bağlanması ve masaüstü tarayıcılar ile sanal çalışma ortamına aktarılması mümkün olmuştur. Ağız içi

tarayıcıların gelişmesi ile beraber bu prosedür yerini doğrudan ağız içi verinin dijitalleştirilmesi ve interoklüzal kayıtların alınması ile beraber hızlanmış ve analog iş akışlarındaki veri kayıpları azaltılmaya çalışılmaktadır (67).

Hastaya özel verileri transvers eksen ve estetik referans düzlemleri ile konumlandırma sırasında uygulama içerisinde problemler mevcuttur. Dişsiz ark veya doğrulanabilir bir interoklüzal konum mevcut değilse modeller doğru düzlemde yerleştirilemez. Maksiller ve mandibular modellerin sanal artikülatörde yerleştirilmesi ve mandibular hareketlerin doğru simülasyonu asıl hedeftir. Hastaya özel veriler olmadan, matematiksel olarak simüle edilmiş bir sanal artikülatör, ortalama değer mekanik bir artikülatöre gibi davranır (76).

Sanal artikülatörlere alma aşamasında, modelleri hastanın baş pozisyonuna uygun bir referans düzlemine göre yerleştirmek önemlidir; bu nedenle bir sanal yüz arki kullanılması önerilir. Mekanik yüz arklarına benzer bir şekilde, sanal yüz arkları ortalama değerlerin veya kinematiklerin kullanılmasıyla kategorize edilebilir (77). Günümüzde halen birçok laboratuvar dijital tasarım sistemleri kullansalar bile konvansiyonel yüz arklarını kullanmaktadır. Potansiyel olan teknolojilerin kullanımı için kullanıcıların dikkate alması gereken konular içerisinde başlangıç maliyeti, hassasiyet ve zaman tüketimi bulunmaktadır. Sanal yüz arkları zaman ve kullanıcı hata paylarını ortadan kaldırmaya yardımcı olmaktadır (78).

Sanal artikülatörlerde modellerin yüze göre yerleşimi için frontal ve sagittal 2 boyutlu fotoğrafların kullanımı da literatürde yer almıştır ancak bu yöntemde fotoğrafların distorsiyonu, ön bölge dişlerin eksikliği, fotoğraflarda diş görünmemesi gibi problemler sebebiyle kullanımı nedeniyle sınırlı olsa da ucuz ve kolay bir yöntem olarak tahmini yerleşim için kullanılabilmesi önerilmiştir (55).

Konvansiyonel yüz arkları genellikle uygulaması zaman alıcı, kompleks ve tecrübe gerektirdiğinden dolayı tercih edilmediğinden dolayı araştırmacıların başvurduğu yöntemlerden birisi de KIBT ile beraber modellerin sanal artikülatörlere yerleştirilmesi olmuştur (15, 79).

Dijital iş akışı ile beraber hastaların 3 boyutlu yüz görüntüleri, dijital ölçüleri, tomografi görüntüleri birleştirilerek sanal bir hasta yaratılması mümkün hale gelmiştir. Dijital yüz tarama verileri ile yerleştirilen modellerdeki oklüzyon düzlemindeki sapma oranı konvansiyonel yüz arklarına göre daha az bulunmuştur (44).

3 boyutlu görüntülerin birbirleri ile karşılaştırılması ile beraber sanal hastaların oluşturulması dijital diş hekimliği uygulamaları içerisinde giderek popüler hale gelmektedir. Bu tekniğin en kritik noktalarından bir tanesi de ağız içi ve dışından referans alınmasını sağlayan yüz arkı çatalıdır. Ağız içi referanslar çatal üzerine yerleştirilen ölçü materyali ile sağlanırken, çatalın yüzeyinde yer alan işaretler yüz tarama verileri ile birleştirilmesi için kullanılmaktadır (80). 3 boyutlu tarama sistemlerinin doğruluk ve keskinlik için 0.50 ve 0.04 mm civarında sapma yaptığı, AFT dental sistem protokolünün daha doğru sonuçlar verdiği gösterilmiştir (81). Beyron, Bergstrom, Gysi noktası olarak dental literatürde farklı isimlerle adlandırılan menteşe ekseninin yüz üzerindeki izdüşümü kantus ile tragus arasındaki hayali çizgi üzerinde tragustan 13 mm'lik mesafede yüz tarama verisi üzerinde işaretlenmekte ve yüz dijital artikülatör ile bu şekilde birleştirilmelidir (74).

Yüksek maliyetli ve hantal ürünler yerine günlük kullanımı ile kullanıcı dostu yardımcı olan akıllı telefonlar ile tarama ile taramaların tecrübesiz kullanıcılar için bile iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu çalışmada dijital yüz taramanın analog yüz arklarına göre daha az sapma göstermiştir. Basitleştirilmiş iş akışı tecrübesiz kullanıcıların da yüz arkı uygulamasında başarılı olmasını sağlayabilmektedir (80).

Yüz tarama sistemlerinin başarısı araştırıldığı başka bir çalışmada tarayıcı çözünürlüklerinin başarıyı arttırdığı, ancak kullanılan endüstriyel tarayıcıların da cep telefonu uygulamalarının da tekrarlanabilir ve doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir (82).

2.5.5. Dijital Üretim

Veri toplama ve sonrasındaki tasarım süreçleri bitiminde restorasyon veya uygulanacak olan apaneylerin üretilmesi için ekleme veya çıkarma yöntemleri ile farklı materyallerin uygulanması mümkün olmaktadır. Bu teknikler sayesinde alternatif malzemelerin polimerizasyon büzülmesi ortadan kalkmış, artık monomer salınımı azaltılmış, el hataları ortadan kaldırılmış, süre azalmış ve aynı zamanda model ihtiyacı olmadan tam dijital iş akışı mümkün hale gelmiştir. Ağız içi tarama verileri ile beraber dijital splintlerin yapımı ve uyumları değerlendirildiğinde klinik olarak uygulanabilir olduğu bildirilmiştir (83).

Ekleme ve çıkarma yöntemleri karşılaştırıldığında çıkarma ile üretim teknolojilerinin pahalı ekipman gereksinimi, çok fazla tıbbi atık oluşturmaları ve nispeten uzun üretim süreci gibi dezavantajlarından dolayı, ekleme ile üretim yöntemleri giderek daha popüler hale gelmektedir. 3 boyutlu yazıcılar ile üretilen oklüzal apareylerin uyumu klinik olarak kabul edilebilir bulunmuştur (84).

2.6. Alt Çene Hareketlerinin Analiz Yöntemleri

Kompleks alt çene hareketlerinin kaydedilmesi, analizi ve bunun sonucunda bireyin ağzına daha uyumlu protezler yapılması yıllardır araştırmacıların üzerinde çalıştığı alanlardan biri olmuştur. Teknolojinin gelişimiyle birlikte bu cihazların klinik kullanımı kolaylaşmıştır. Günümüzde, kas ve iskelet sistemi problemlerinin teşhisi ve aynı zamanda alt çene hareket paternlerinin terapötik yaklaşımda kullanılması mümkün olmuştur.

Alt çene hareketlerinin analiz yöntemleri temel çalışma prensiplerine göre sınıflandırılmıştır:

- 1) Mekanik
- 2) Fotografik
- 3) Radyografik
- 4) Elektronik ve Telemetrik
- 5) Manyetik
- 6) Opto-Elektronik
- 7) Ultrasonik

2.6.1. Mekanik Yöntemler

1896'da Ulrich ve Walker alt çene dişlerine sabitlenen bir işaretleme iğnesinin, üst çeneye veya başa takılan bir kartona çizerek oluşturduğu grafik kayıt yöntemini yüz arkına uygulayarak kullanmışlardır. Hesse (1897), birinci alt azı diş eksikliği bulunan bir hastanın bu boşluğuna yerleştirdiği bir iğneyle üst çenedeki ebonit disk üzerinde izler oluşturarak alt çene hareketlerini mekanik olarak kaydetmiştir. Ancak bu yöntemlerin dezavantajı, doğal çene hareketlerine müdahalede bulunmalarıdır (85, 86).

1952'de Posselt, mandibulanın horizontal ve sagittal düzlemlerdeki sınır hareketlerini analiz etmek ve çeşitli faktörlerin mandibulanın retrüzyon ve habitüel

pozisyonları üzerindeki etkisini belirlemek için bir grafik yöntemi kullanmıştır. Posselt horizontal hareketleri kaydetmek için farklı kalınlıklarda mumla kaplanmış, değiştirilebilir bir cam sürgü ile üst çene için vulkanit plakadan oluşan bir ağız içi aparat yapmıştır. Alt çenedeki başka bir vulkanit plaka, alt çene kayıt cihazının çizici ucunu tutmaktadır. Sagital düzlemdeki hareket alanını kaydetmek için ağız dışı takip cihazı ile üst ve alt çenelerde ateller kullanılmıştır (85, 86).

1957'de Stuart, bir pantograf ilkelerine benzer alt çene hareketlerini analiz amaçlı bir aparat tanıtmıştır. Alet, paralelkenar şeklinde düzenlenmiş bir dizi çubuktan meydana gelmiştir. Başın çevresinde birbirine dik açılarda düzenlenmiş altı kayıt ucu ve kayıt plakası bulunmaktadır. Böylece, her bir kayıt plakasının, hareketleri kaydetmek için kendisine dik açılarda bir çizici uç bulunmaktadır. Alt çene hareket ettiğinde, altı kayıt ucunun her biri, ilgili kayıt plakasına bir satır kaydetmektedir. Kayıt tamamlandığında pantografin üst ve alt bileşenleri birbirine yapıştırılmaktadır. Pantografi ağızdan çıkarmadan önce menteşe eksenine ve eksen-yörünge düzlemine yönlendirmek için yüz arkı transferi kullanılmıştır. Böylece kayıtları doğrudan artikülatöre aktarmak mümkün olmuştur (87). Bir pantografin kayıt yapabilmesi için dişlere bağlanması gerekmektedir. Boyutu ve ağırlığı düşünüldüğünde bu durumun şüphesiz doğal çene hareketlerine etkisi olacaktır. Pantografin kayıtlarını analiz etmek için, hareketlerin artikülatörde yeniden tekrarlanması gerekmekte ve bu durum da hareket kayıtlarını daha hatalı hale getirmektedir (85, 86).

1969'da Messerman tarafından çenenin altı hareketini üç boyutlu şekilde kaydedebilen "Case Gnathic Replicator" sunulmuştur. Alt çene hareketlerini tekrar simüle edebilmekte ve bilgisayar analizi için gerekli bilgileri kaydedebilmektedir. Sistem, bir maksiller referans ile alt çeneye sabitlenen bir yüz arkı arasına monte edilmiş foto-optik dönüştürücü ile çene hareketini kaydetmektedir (85, 86, 88). Çeneye sabitlenen dönüştürücülerin ağırlığı sadece 60 g'dır. Ölçüm cihazını dişlere bağlayan parçalar, oklüzal yüzeylere müdahale etmeden ön dişlerin labial yüzeylerine yapıştırılmaktadır. Bu parçalar ağzın kapanması sırasında dudaklara etkisini en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır. Kayıtlar sırasında baş serbest konumdadır ve hasta dik bir şekilde oturmaktadır. Bu sistem ile ağız açma ve kapama yollarının açılarını, anlık dönme merkezlerini, çene pozisyonunu, hızını ve hareket ivmesini ölçmek mümkün olmuştur. 1971 yılında ise Gibbs aynı cihaz ile çiğneme sırasında oluşan alt çene

hareketlerini ve alt-üst çene ilişkilerini kaydedebilmiştir. Ecker ve ark. yaptığı başka bir çalışmada ise protruziv ve lateal mum kayıtlar pantografik kayıtlar ve pantografik analiz sistemleriyle uyumsuz bulunmuştur (89)

2.6.2. Fotografik Yöntem

Luce, ilk olarak 1889'da tek bir kamera ve bir sabit fotoğraf plakası ile fotoğrafik yöntemini tanıtmıştır (85, 86). Referans olarak, mandibular merkezi kesici dişler arasına yerleştirilmiş ahşap bir pine tutturulmuş ve ayrıca kondiller hizasında bir yüz arkı üzerine ekstra oral olarak yerleştirilmiş parlak gümüş boncuklar kullanmıştır. Boncuklar üzerinde parlak bir noktanın yansıması için güçlü güneş ışığı gerekmektedir. Ağızın açılması sırasında hassas fotoğraf plakası açığa çıkmaktadır. Çene hareketi sırasında boncuktan yansıyan parlak nokta sürekli olarak fotoğraflanır ve hareketi temsil eden bir çizgi olarak fotoğraf plakasına kaydedilmiştir. Kayıtlar sagital ve frontal düzlemde yapılmış olup ağızın açılıp kapanması sırasında kondillerin hareketini tanımlamıştır.

Ulrich ve Walker , Munzesheimer yine yüz arkı üzerinde yerleştirilmiş cilalı metal bilyeler biçiminde, kendinden ışıklı veya aralıklı ışıklı belirteçleri ön dişlere, azı dişlerine ve alt çeneye yerleştirmişlerdir. Hareketleri kaydetmek için belirteçler güçlü güneş ışığına veya magnezyum ışığına maruz bırakılmıştır. Kural olarak, fotoğraflama tek bir kamera ile yapılırken, yalnızca Munzesheimer, üç boyutlu bir kayıt elde etmek için birden fazla kamera kullanmıştır (85, 86).

Rudd 1969 yılında bir sinema kamerasının merceğine takılan bir optik cihazı (bir prizma ışın ayırıcını) kullanmıştır. Referans için floresan belirteç küreleri, üst ve alt çene için yapılan çerçevelere sabitlenmiştir. Floresan boyalarla kaplanmış bu küreler orta hatta, lateral olarak sağ birinci molara ve sağ üst eksene yerleştirilmiştir. Fotoğraflama, floresan üretmek için ultraviyole radyasyon kullanılarak karanlık bir odada gerçekleştirilmiştir (85, 86).

Genel olarak bu yöntem bugün yetersiz olarak nitelendirilebilir. Hareketleri takip için dişlerde büyük ve ağır apareyler kullanılmıştır. Bu yöntem, serbest alt çene hareketlerini incelemek için uygun olabilir, ancak apareyler doğal çene hareketlerini engellediğinden çiğneme için uygun değildir (85, 86).

2.6.3. Radyografik Yöntem

Bu yöntemin temeli X ışınlarının kullanımına dayanmaktadır. Klatsky 1939 yılında bir röntgen cihazı, bir görüntü ekranı ve 16-mm bir kamera kullanmıştır. Görüntüler ön arka yönden ve lateral kesitten alınmaktadır. 1953 yılında Jankelson bu tekniği daha da geliştirmiş ve X ışını dozunu azaltmıştır. 1989'da Tobey ve Lincks, maksiller defektleri olan bir grup hastada oral motor fonksiyonu çiğneme, yutma ve konuşma açısından incelemek için video-floroskopik yöntemini tanıtmıştır. Bu yöntemde obtüratör protezlere takılan indikatörler kullanılmış, tüm protetik yapıların fonksiyon sırasında yeterince stabil olduğu bulunmuştur. 1992'de Palmer ve arkadaşları, farklı kıvam ve sivilara sahip test gıdalarının alımı sırasında çiğneme, oral taşıma ve yutma koordinasyonunu incelemek için EMG ile aynı anda video-floroskopi kullanmışlardır (85, 86).

Kondil yolu eğimlerinin ölçümü için birçok yöntem bulunmakla beraber 3 boyutlu radyografik görüntülemeler de önerilmiştir. Bu yöntemlerdeki ana avantaj uygulayıcının tecrübesizliğini ve hastanın nöromusküler kontrol hata payı ve kullanılan materyallerdeki boyutsal stabilite eksiklikleri ortadan kalkmış olacaktır. Yapılan çalışmada KIBT ve protruziv mum kapanış kayıtları arası protruziv kondil yolu ölçümlerinde fark bulunmamıştır (15).

Radyografik yöntemler protezlerin işlevini ve hareketliliğini incelemek için yardımcı olabilir. Çoğu durumda kontrast maddeli bir test gıdası kullanmak gerektiğinden bu durum doğal olmayan tat nedeniyle hareketlerin doğasını etkileyebilir. Bu tür çalışmaların yapılmasına karar hastanın maruz kaldığı radyasyonla ilgili diğer faktörler tartıldıktan sonra verilmelidir, ancak absorbe edilen radyasyon dozunun yaralanmalara neden olma olasılığı düşük olarak kabul edilebilir. Yine de bir araştırma etik kurulunun bugün bu tür deneysel amaçlar için x ışınlarının kullanımına izin vereceği şüphelidir (85, 86).

2.6.4. Elektronik Yöntem

1953'te Jankelson tarafından diş temaslarının sıklığını araştırmak için elektronik bir yöntem tanıtılmıştır. Paslanmaz çelik ortodontik bantlar, kuronlu dişlere sabitlenmiş ve ağızdan gerçekleştirilen ve bir EMG osilografına bağlanan plastik kaplı bir bakır tele lehimlenmiştir. Kuronlara teller aracılığıyla bir elektrik akımı uygulanmıştır. Karşıt

kuronlar temas ettiğinde devre kapatılmış ve hareket grafiksel olarak kaydedilmiştir. Böylece çiğneme sırasındaki oklüzal temasların sıklığını belirlemek mümkün olmuştur (51).

Yurkstas ve Emerson, arka dişlerde delikler açtıkları çalışmada, teller yerleştirilmiş ve amalgam ile sabitlenmiş protezler kullanmışlardır. Kablolar bir pile ve bir grafik ampermetreye bağlanmıştır. Her temas, hareketli bir kağıt şerit üzerinde bir sapma olarak kaydedilmiştir. 1961'de Brewer ve Hudson, tam protezlere yerleştirilen radyo vericilerini kullanan bir yöntem tanıtmıştır. Verici cihaz, bir osilatör, bir pil ve bir ünite de birleştirilmiş bir anahtardan oluşmaktadır. Pil, herhangi bir diş temasında devreyi kapatacak şekilde bağlanmış ve verici ile aynı frekansa ayarlanmış anten tarafından alınan bir sinyal ile sonuçlanmıştır. Alınan sinyaller deneğin görüş alanı dışında yüzüne monte edilmiş küçük bir neon ampülü yakmak için güçlendirilmiştir (85, 86).

Graf ve Zander minyatürize edilmiş vericileri anahtar interkuspal konumda ve retrüziv temas konumunda karşıt bir diştten gelen teması kaydedecek şekilde konumlandırmış, çıkarılabilir bir köprünün pontiğine tek bir verici yerleştirmeyi mümkün kılmışlardır. 1967'de Neill, bir alt çene protezine minyatür radyo vericileri dahil etmiştir. Devrenin açık uçları, birinci molar dişlerin izole edilmiş metal çıkıntısı ile oluşturulmuştur. Bu uçlar arasındaki iletim, karşıt dişlerin metal ucu aracılığıyla gerçekleştiğinde verici açılmıştır. Glickman ve ark., çok katmanlı anahtarın geliştirilmesiyle sistemi daha da küçültmeyi başarmıştır. Bu sistem, bir vericinin her kontağa farklı bir frekans vererek üç farklı oklüzal pozisyon kaydetmesini sağlamıştır. Birden fazla anahtarın konumuna bağlı olarak, sagittal ve lateral kayma hareketlerini kaydetmek mümkün olmuştur. Anahtar, yalnızca karşıt diş ucuna yerleştirilmiş küçük bir altın parça temas ettiğinde kapatılmıştır. Sinyaller bir anten tarafından alınmış ve bir osilografa bağlı bir alıcıya verilmiştir. Çoğu çiğneme teması alışılmış oklüzzyonda meydana gelmiştir ve sadece birkaçı bu temasın arkasındadır. Ayrıca birkaç lateral kayma ve geriye doğru kayma hareketi gerçekleşmiştir. Lateral hareketler sırasında tekrarlayan diş teması paternleri kaydedilmemiştir (85, 86).

1969'da Glickman ve arkadaşları, anahtar sisteminin beş kontaklı yeni bir versiyonunu tanıtmışlardır. Bu çalışmanın amacı, tek bir temas ile kayma hareketleri

arasında ayırım yapmaktır. 1970 yılında Pameijer ve arkadaşları, doğal dişlerin yutma sırasındaki temas noktalarını incelemek için aynı yöntemi kullanmışlardır (85, 86).

2.6.5. Manyetik Yöntem

1974'te Lewin ve arkadaşları, alt çenenin merkezi kesici dişleri arasına labial yüzeye tutturulmuş küçük bir mıknatıs kullanarak bir kayıt yöntemi geliştirmiştir. Bu cihazda, E. H. Hall tarafından 1879'da keşfedilen "Hall etkisi"nden yararlanan üç çift dönüştürücü, alt çene dinlenme konumundayken mıknatıstan sabit bir mesafede bulunan dikdörtgen bir plastik çerçeve üzerine monte edilmiştir. Dönüştürücüler, manyetik kutup çenenin hareketiyle birlikte hareket ettikçe değişen polaritede ve büyüklükte sinyaller üretmişlerdir. Bu yöntem ile kondillerin hareketlerinin önceden tanımlı bir ekseninde analizi gerçekleştirilememektedir (85, 86).

2.6.6. Optoelektronik Yöntem

1977'de Karlsson bir opto-elektronik hareket kayıt sistemini tanıtmıştır (Selspot, Selcom AB, Göteborg, İsveç). Bu sistem ışık yayan diyotlar (LED), kameradaki konuma duyarlı dedektör ve kamera arayüzüne sahip bir bilgisayar olmak üzere üç temel birimden oluşmaktadır. LEDler, yumuşak dokulara nüfuz edebilen kızılötesi ışık yaymaktadır. Bu sinyaller, dijital impulslara dönüştürülen kameralardaki ışığa duyarlı bir yüzeye odaklanır. Hassas dedektör, yüzeyine odaklanan herhangi bir ışık noktasının verisini alır. Birbirine dik açılarla yerleştirilmiş iki kamera kullanılarak, bir hareketin üç boyutlu koordinatları hesaplanabilir. Kayıtlar için alt kesici dişler arasına bir diyot yerleştirilir. Referans diyot alına takılır. Jemt ve Karlsson, tedaviden önce ve sonra maksiller ve mandibular tam protez kullananlarda alt çene hareketlerini incelemek için bu sistemi kullanmışlardır. Üç düzlemde kayıt için iki kamera kullanılmıştır. Bu sefer hareketli LED çeneye yerleştirilmiştir (85, 86).

1985 yılında Mesqui ve Palla tarafından herhangi bir mandibular noktanın fonksiyonel hareketlerini izlemek için farklı bir optoelektronik sistem (JAWS-3D) tasarlanmıştır. Sistem, özel yapım metal çatallar aracılığıyla alt ve üst çeneye bağlanan iki üçgen çerçeveye monte edilen altı LED'in konumunu kaydeden üç kameradan oluşmaktadır. Üst çerçeve, başın hareketlerinden oluşabilecek hataları tolere etmektedir. Sistem, kondiler rotasyon ve translasyon arasındaki ilişkiyi incelemek için kullanılmıştır. Sonuçlar, sağlıklı temporomandibular eklemlere sahip deneklerde açma

ve kapama sırasında kondiler rotasyon ve anterior translasyon arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir. Eklemelerin tıklanmasında hareket çoğunlukla rotasyonla başlamış ve belirgin bir döner bileşenle sona ermiştir. 1994 yılında Airoidi, laboratuvar koşulları altında JAWS-3D'nin doğruluğunu ölçmüştür. Kaydedilen yolun rapor edilen hatası %0,11 ile %1,33 arasında değişmektedir (90).

"Mac Reflex" (Qualisys AB, Partile; İsveç) olarak adlandırılan yeni opto-elektronik sistem, 1996 yılında Hamborg & Karlsson tarafından tanımlanmıştır. Bu ekipman; kızılötesi ışığa duyarlı bir algılama merceğine sahip iki video kamera, bir video işlemcisi ve bir Macintosh bilgisayardaki yazılım paketinden oluşmaktadır. Objektifin etrafına yerleştirilmiş, elektronik obtüratörle senkronize edilmiş bir kızılötesi el feneri, görüş alanını aydınlatmaktadır. Kişiye takılan reflektörler, kızılötesi ışığı kameralara geri yansıtmaktadır. Kafa hareketlerinin etkisini dışlamak için, L şeklinde hizalanmış ve bir çerçeveye tutturulmuş üç yansıtıcı kullanılmıştır (85, 86).

Başka bir yöntem olarak Kwon ve ark dişlerin labial yüzeylerine yapıştırılan belirtleçler ile beraber ekartörler yardımıyla kameraların dişleri takip edebildiği bir alt çene hareket kaydı gerçekleştirmişlerdir. Bu yöntemin avantajlarından birisi de alt çeneye bağlı olmayan aparat sebebiyle hareketlerin ve aynı zamanda hastaların rahatsız olabileceği dişlere bağlanan uygulamaların da önüne geçilebilmektedir. Alt ve üst çene modellerinin yazılıma aktarılması ve KIBT (konik ışınlı bilgisayarlı tomografi) görüntüleri ile karşılaştırılması ile beraber alt çene hareketlerinin bilgisayarda tam taklit edilmesi mümkün olmuştur (91).

Carossa ve arkadaşları yaptıkları pilot çalışmada alt çene hareketlerini ağız içi referans apareyleri ile kameralar eşliğinde kaydetmiş ve bunu taklit edebilecek robotik bir artikülatör geliştirmişlerdir. Böylece artikülatöre yerleştirilen modeller alt çenenin gerçek hareketlerini taklit edebilmiş ve dinamik oklüzyonda benzer sonuçlara yaklaşmışlardır. Böylece konvansiyonel pantografların sınırlamaları geride bırakılabilmekte olup alt çene hareketleri birebir modellere yansıtılabilmektedir. Ayrıca alt çene hareketlerinde ağız dışı referans noktalarının kameralar tarafından tanınmama ihtimaline karşı ağız içi noktalar kullanılmıştır (92). Başka bir çalışmada 4 boyutlu analiz yöntemi olarak kameralar ile diş yüzeylerindeki hareketler kaydedilmiştir. Bu hareket kaydının izdüşümü kodları tasarım programında kullanılabilir dosyalar olarak dışarıya aktarılabilmektedir (93).

Son olarak 4 Boyutlu analiz yöntemleri ticari firmalar tarafından üretilmiştir. Bu cihazlar Modjaw (Villeurbanne, Fransa) ve SDiMatriX (Zürich, İsviçre) olarak isimlendirilmiştir firmalar olup genel konsept olarak optoelektronik yöntem olarak kabul edilmektedir. Cihazlar benzer konseptlerde çalışmakta olup alt çene hareketlerini takip eden 2 adet kamera, bunların bağlı olduğu bir bilgisayar sistemi ve yazılım olarak donanım kısmı bulunmaktadır. Kameraların takip edebilmesi için kullanılan bir ağız içine sabitlenen çatal, bir de başa sabitlenen parçaları bulunmaktadır. Bu cihazların diğerlerinden temel farkı kaydedilen 3 boyutlu hareketleri bir dijital dosya uzantısı olarak doğrudan tasarım programına aktarabilmeleri, böylece yapılacak protetik tasarımlar sırasında artikülatörler yerine hastaların doğrudan kendi çene hareketlerini taklit etmeleri temeline dayanmaktadır.

2.6.7. Ultrasonik Yöntem

Ultrasonik yöntemde, alt çene hareketleri ses dalgalarının kullanılmasıyla alıcı ve verici parçalardan oluşan bağlantı parçalarının verilerinin bilgisayara aktarılması sonucu kaydedilir. Bu hareketlerin kaydedilmesi sonucu hekim bir rapor olarak alt çene analizi yapabilirken bu sistemlerin geliştirilmesi sonucu en büyük yenilik .xml verisi ile beraber dental laboratuvar yazılımlarında kişinin modelleri üzerinde yapılacak protetik tasarımlarda birleştirilmesi ve sonrasında alt çene hareketlerine göre şekillendirilmiş restorasyonların freze yöntemi ile veya 3 boyutlu yazıcılar yardımı ile üretimi mümkün olmuştur (94). Hugger (95), Uchida (96) yaptıkları çalışmalarda cihazların doğruluğunun kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Ratzmann yaptığı çalışma ile protruziv kondil yolu eğimini Zebis JMA ile ölçmenin geleneksel mum kayıtlara göre daha güvenilir olduğunu göstermiştir (97).

Alt çene hareketlerinin analizinde kullanılan cihazın, alt çene fonksiyonları üzerinde herhangi bir etkisinin olmaması gerekmektedir. Ayrıca ölçümlerin yapıldığı kişilere herhangi bir zarar vermemeli veya kalıcı bir değişiklik yaratmamalıdır. Hekimlerin rahatlıkla kullanabileceği özellikte olması gereken bu cihazlar günümüzde içerisinde optoelektronik, manyetik ve ultrasonik yöntemler dahil olan sistemlerde taşınmaktadırlar (98).

Alt çene hareketlerinin kayıt sistemleri kapsamlı protetik tedavilerde dinamik oklüzyon hatalarını en aza indirmek ve artikülatörün taklit yeteneğini arttırmak amaçlı kullanılmaktadır. Ancak bu kayıtların tedavi için faydası çokça tartışılmış, bugüne kadar

klirik durumla ilgili kanıtlar yetersizdir. Bunların bir sebebi de yetersiz güvendir. Doğruluk (geçerlilik) ve tekrarlanabilirlik (güvenilirlik), çene hareket modellerini ve bu sistemlerin geçerliliği ve güvenilirliği in vitro ve in vivo olarak test edilmiştir. Geçerliliği esas olarak in vitro olarak araştırılmış olsa da in vivo deneyler, güvenilirlik hem genel popülasyonda hem de temporomandibular bozukluğu olan hastalarda kanıtlanmıştır

Protruziv kondil yolu eğimi ölçümünde cihazlar güvenilir bulunmuştur. Protetik tedavi ihtiyacı duyan hastalarda pantografların güvenilirliğini veya mandibular diş sayısına bağımlılığı değerlendirildiğinde kalan diş sayısının bir önemi bulunmamaktadır (99).

Alt çene hareketlerinin kayıt yöntemleri yıllardır mevcut bir yöntemdir. Ancak 2 boyutlu verilerin 3 boyutlu ister konvansiyonel ister dijital olarak kullanılması için gerekli bağlantı kurulamamıştır (94). Ruge alt çene hareketlerini kaydetmiş ve bu hareketlerin analiz izlenimlerini sanal modeller ile kombine etmiş, kondil pozisyonu olmadan, artikülatör kısıtlaması olmadan doğrudan hareket kaydı ile çalışma yöntemini çalışmasında göstermiştir (100). Ruge bu kez 2011’de yaptığı çalışma ile beraber hareket kayıtlarından morfolojik analizlerin yapılabilmesine, böylece temas noktalarının nerede olması gerektiğine, fossa genişliklerine, tüberkül yüksekliklerine ve özetle çiğneme sırasında dişlerin doğru morfolojik özelliklerde tasarlanmasına yardımcı olacaktır (101).

2.6.8. Ağız İçi Tarayıcılar ile Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği Kaydı

Konvansiyonel bir artikülatör kullanarak, anatomik ilişkiyi yeniden oluşturmak amacıyla kullanılmakla beraber tam ayarlanabilir bir artikülatör bile fonksiyonel alt çene hareketlerini tam olarak kopyalayamaz (38). Bu soruna, bireyin fonksiyonel hareketine karşılık gelen uyumlu bir oklüzal ilişki için ve eksentrik hareketlerin daha doğru bir şekilde yeniden yapılandırılması için, fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği (FOOYT) tekniği geliştirilmiştir (102).

Bu teknik, dişler arasına bir kayıt materyalinin yerleştirildiği ve hastanın ağızında fonksiyonel hareket sırasında gerçek oklüzal yolun kaydedilmesini ifade etmektedir. Tekniğin oluşturulmasındaki temel teori ise doğaya uyumlu ve dengeli oklüzal yüzeylerin elde edilmesi, kasların alt çeneyi herhangi bir yönlendirme olmadan kontrol

edebilmesidir. Bununla birlikte, bu tekniğin sınırlaması, klinik prosedürün karmaşık olması ve ek laboratuvar çalışmasının gerekli olması olup, ayrıca kayıt materyalinin doğru konusu tartışmalıdır (103).

Alt çene hareketleri analiz sistemlerinde kullanılan çatallar yerine dişlerin takip edilerek dijital modeller ile birleştirildiği ve bunların fonksiyonel olarak oluşturulmuş Yol tekniği için kullanılabildiği yöntemler kullanılmıştır. Konvansiyonel FOOYT tekniğinde kayıt materyallerindeki distorsiyon ve modellerin oluşturulması prosedürün zorluğu olarak görülebilmektedir. Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği için alt çene hareketlerinin kayıtları sonrası dijital modellerin oluşturulması ve bunların 3 boyutlu yazıcılardan çıkarılması sonrası konvansiyonel iş akışına devam edilebilmesi mümkün olmuştur (104).

Son yıllarda, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımı ve tarama ekipmanı gibi dijital diş teknolojisi, doğruluğu artırmak ve hastanın koltukta geçirdiği süreyi azaltmak için diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır (105) Oklüzal tasarımın iyileştirilmesi için sanal artikülatör modülü kullanılabilmesine rağmen, sanal artikülatör ile mekanik artikülatör arasındaki temel mekanizma benzer olduğundan, alt çene fonksiyonel hareketin tam bir yeniden üretimi mümkün değildir (106). Bu nedenle, tamamlanmamış bir oklüzal üremenin neden olduğu etkileşimi ortadan kaldırmak için hala zaman alıcı klinik ayarlamalar gereklidir (107).

Son zamanlarda, bireysel fonksiyonel hareketi oklüzal morfolojiye entegre etmek için optik cihazlar kullanılarak alt çene hareket takibine dayalı yeni yöntemler tanıtılmıştır. Hastaya Özgü Hareket (PSM, 3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka), bir ağız içi tarayıcı aracılığıyla kullanılan, işaretli bir alt çene hareket izleme sistemidir. HÖH, eksantrik hareket sırasında hastanın kendi dinamik oklüzyon kaydını sağlar. Bir ağız içi tarayıcı kullanılarak hastanın ağzında art arda toplanan alt çene hareket veri seti kaydedilir. Kaydedilen dijital veri seti, sadece alt çene hareketini görselleştirmek için değil, aynı zamanda tasarım yazılımında oklüzal tasarımdaki olası oklüzal hataları ayarlamak için kullanılır. Bu şekilde, HÖH, yazılımda fonksiyonel alt çene hareketlerini artikülatör olmadan eksantrik hareketlerde daha uyumlu bir oklüzal yüzey oluşumuna yardımcı olabilir. Ancak bu sistemler ile ilgili bir vaka raporu ve bir klinik çalışma dışında başka bir bildiri yapılmamıştır (108, 109) . Ek olarak, HÖH'nin, mekanik bir artikülatör veya statik bir oklüzyon konseptine dayalı mevcut tasarım yazılımı kullanan

mevcut yöntemlerden daha iyi ağız içi klinik uyumu en aza indirmeye klinik olarak daha iyi katkıda bulunup bulunamayacağı bilinmemektedir.

Artikülatörlere ihtiyaç kalmadan, hastaların kendi alt çene hareketleri üzerinden kaydedilmesi ve sonrasında buna uygun restorasyonların tamamlanması konseptinden önce yüz tarama veya konvansiyonel olarak artikülatöre alınmış modellerin taratılması ile öncelikle sanal artikülatörlerin bireyselleştirilmesi tartışılmış olsa da son dönemlerde görülen alt çene hareketlerinin analiz sistemleri ile birlikte doğrudan kondilin yaptığı hareketin kaydı ve bunun tasarımda kullanılması mümkün olmuştur. Ağız içi uyumlama sırasındaki dinamik oklüzyon bozukluklarının engellenmesine, sonuç olarak daha güvenilir, etkin, restorasyonun kalitesinin artmasına ve klinik zamanın azalmasına yardımcı olmaktadır (108, 110, 111).

HÖH kaydı ile beraber oklüzal hatalarda azalma bulunmuştur, ancak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Hata noktaları genellikle tüberkül eğimleri ve sırtlarda bulunmuş olup HÖH sayesinde şekillendirilmiştir. HÖH kaydı tek veya yarım çene uygulamalarında başarılı bir uygulama olabilme potansiyeli göstermektedir (109).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, deneklerin seçimini takiben sırasıyla aşağıdaki veri toplama, tasarım, üretim ve değerlendirme aşamaları gerçekleştirilmiştir.

- 1-) Deneklerin Seçimi
- 2-) Ağız içi tarama cihazı kullanılarak sanal dişlerin modellerinin elde edilmesi
- 3-) Deneklerin Yüzlerinin Taranması
- 4-) Alt çenenin 2 farklı 3 boyutlu elektronik analiz yöntemiyle kayıtlarının alınması
- 5-) Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği kaydının gerçekleştirilmesi için oklüzal apareyin tasarımı ve üretimi
- 6-) Elde edilen tüm veriler ile çalışma grupları içerisinde değerlendirilecek olan tasarımların oluşturulması
- 7-) Oluşturulan tasarımlar, Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği kayıtlarının ve deneklerin orijinal diş modellerinin ile karşılaştırılması
- 8-) İstatistiksel Analiz

3.1. Deneklerin Seçimi

Çalışmanın örneklem sayısı MedCalc Statistical Software version 18 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium; <http://www.medcalc.org>; 2018) isimli program ile hesaplanmıştır. Daha önce yapılmış “Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts” (112) isimli çalışmanın Tablo 1 sonuçlarına (CM-C1 ve C1-IR gruplar arası ortalama alan farklarına dayanarak), gruplar arası beklenen ortalama alan farkı 0.24, beklenen alan fark standart sapması 0.22, maksimum izin verilen fark ortalama değeri 0.9 mm² dikkate alınarak , %80 güç ve %2.5 Tip I hata payı ile Bland Altman Yöntemi için, örneklem sayısı n= 31 olarak hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi öğrencileri arasından seçilen Angle Sınıf I oklüzyona sahip 21 kadın, 10 erkek birey olmak üzere

toplam 31 birey dahil edilmiştir. Araştırma kapsamında seçilen bireyler için aşağıda belirtilen kriterler dikkate alınmıştır:

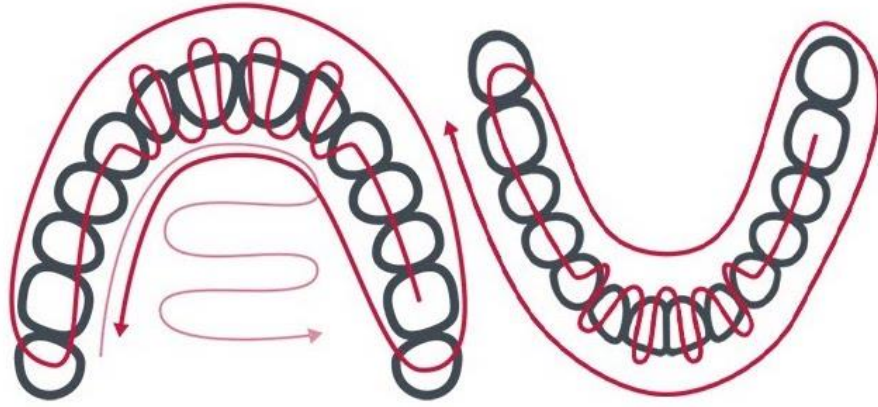
1. Tüm sürekli dişlerin mevcut olması (8 nolu dişler hariç)
2. Artı veya süt dişlerin olmaması
3. Dişlerde kuron veya köprü restorasyonlarının olmaması
4. Dişlerde var olan konservatif restorasyonların oklüzyonu ve diş dizisini bozmaması
5. Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması,
6. Kondiler bölge ve çiğneme kaslarında hassasiyet bulunmaması,
7. TME’de fonksiyonel sorunların (Hipomobilité, hareket kısıtlılığı veya deviasyon vb.) bulunmayan ve daha önce eklem tedavisi görmemiş olan

Her deneğe 01-31 arasında bir numara verilmiş ve denekler araştırma süresince bu numaralar ile tanımlanmıştır. Tüm deneklere yapılacak işlem detaylı olarak anlatılmış ve kendilerinden gönüllü olarak çalışmamıza katıldıklarına dair beyan alınmıştır(Ek) Deneklerin klinik muayenesinde Dworkin’in hazırladığı Temporomandibular Rahatsızlık/Araştırma Teşhis Kriterleri (TMR/ATK) formu kullanılmıştır (58) (Ek-1). Tüm deneklere yapılacak işlem detaylı olarak anlatılmış ve kendilerinden gönüllü olarak çalışmamıza katıldıklarına dair beyan alınmıştır (Ek-2).

3.2. Deneklerin Ağız İçi Dijital Ölçülerinin ve Kişiyi Özel Hareket Kayıtlarının Alınması

Sanal artikülatörlerin kullanımı ve 3 boyutlu analiz yöntemlerinin kullanımı için deneklerin sanal modellerinin oluşturulması amacıyla TRIOS 3 (3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) cihazıyla ağız içi üst ve alt çene dijital taramaları gerçekleştirilmiştir.

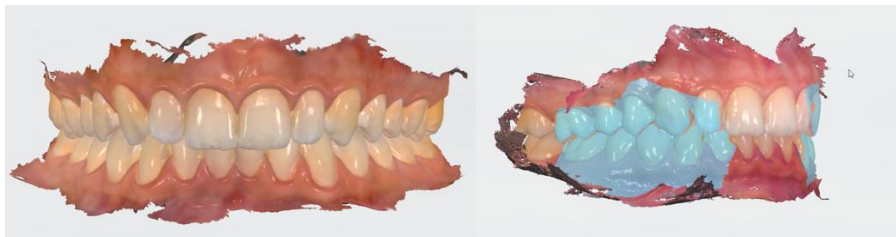
Windows işletim sistemi kurulu olan bir bilgisayar üzerinden 3Shape Dental Desktop (3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) yazılımında deneklerin bilgileri girilmiştir. Ağız içi tarayıcının hazır olması için kamera ucunun ısınması beklenmesinin ardından önce alt çenenin daha sonra üst çenenin taramaları yazılımda gösterildiği gibi yapılmıştır (Şekil 3-1). Ağız içi taramalar sırasında firmanın önermiş olduğu tarama stratejisi izlenmiştir.



Şekil 3-1: Ağız içi tarama sırasında 3Shape firmasının önermiş olduğu tarama stratejisi

Alt ve üst çene taramalarının tamamlanması sonrasında yazılımın yönlendirmesi ile hasta interkusal pozisyonda iken önce sağ azılar bölgesinden tarama yapılarak yazılımın otomatik eşleştirmesi sağlanmıştır. Daha sonra sol azılar bölgesinden tarama yapılarak statik oklüzal kayıtlar tamamlanmıştır.

Bu taramalar tamamlandıktan sonra “Hastaya Özgü Hareket” kaydına geçilmiştir. Bu kaydın gerçekleştirilmesi öncesinde deneklerin protruziv, laterotruziv hareketler yaptırılarak ölçüm sırasında hata yapılmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Statik oklüzon kaydının alındığı ve yazılımın belirttiği turkuaz ile boyalı bölgelerde (Şekil 3-2) sabit bir şekilde tutulan ağız içi kamera kayda başladığında denekler önce protruziv, daha sonra sırasıyla sağ ve sol laterotruziv hareketleri ve retruziv hareketi 3'er kez tekrar etmişlerdir.



Şekil 3-2: Modellerin interkusal pozisyonda dijital görüntüsü ve hareket kaydı için yazılımın görüntü alınması için yönlendirdiği kayıt alanı

Bu hareket kaydı iki farklı dosya olarak önce sağ daha sonra sol taraf için yapılarak kaydedilmiştir. İlk kaydın tamamlanmasından sonra dosyanın bir kopyası

oluşturulmuştur. Daha önce kaydedilen hareket kaydı silinmiş ancak diğer veriler korunmuştur. Bu verilerin üzerine yeni bir hareket kaydı hastanın sol tarafından alınmıştır. Dosya kaydedilmiş, modeller 3 boyutlu dosya formatı olan STL olarak bilgisayar masaüstüne aktarılmıştır. Ayrıca alt çene hareket kaydının 3Shape Dental Software (3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) üzerinde kullanılabilmesi amacıyla firma yazılımına özel olan 3.oxz formatında yine dışarıya aktarılarak daha sonra kullanılmak üzere bilgisayar üzerinde arşivlenmiştir.

3.3. Birinci 3 Boyutlu Elektronik Analiz Yöntemiyle Kondil Yolu Eğimlerinin Belirlenmesi

3.3.1. Bağlantı Parçasının Alt Çeneye Sabitlenmesi

Cihazın ultrasonik sinyalleri verici parçasının ağız içerisi ile birleşecek parçaya oturtulabilmesi için firmanın ürettiği T şeklindeki metal çatal otopolimerizan akrilik reçine (Temdent Geçici Kuron Köprü Akriliği, Schütz Dental GmbH, Rosbach, Almanya) hamur kıvamındayken alt çene dişlerin vestibül yüzeylerine bastırılmıştır. Akrilik reçinenin statik ve dinamik oklüzal ilişkileri bozmaması bu nedenle hareketlere engel olmaması için oluşan fazlalıklar bir canavar frez yardımıyla aşındırılmıştır. Sentrik ve eksentrik hareketlerde engel olmadığı kontrol edildikten sonra çatalın ölçüm sırasında hareket etmemesi ve ölçümlerin sonuçlarını etkilememesi için çatal dişlerin vestibül yüzeylerine çabuk sertleşen yapıştırıcı ile sabitlenmiştir (Şekil 3-3).

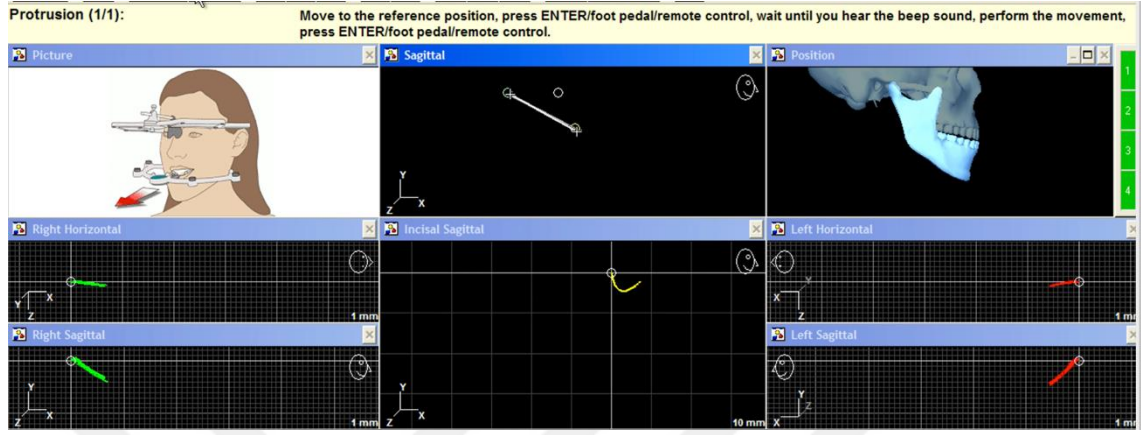


Şekil 3-3: Metal çatalın alt çene hareketlerinin kaydı öncesinde dişlere sabitlenmesi

3.3.2. Alt Çene Hareketlerinin Kaydı ve Kondil Yolu Eğimlerinin Belirlenmesi

3 Boyutlu Elektronik Analiz cihazı olan Jaw Motion Analyzer (Zebris Medical GmbH, Isny, Almanya) ile alt çene hareketlerinin analizini yapabilmek için bilgisayar yazılımı kullanılmıştır (Şekil 3-4). WinJaw 10.6 (Zebris Medical GmbH, Isny, Almanya), Windows işletim sistemi kurulu bilgisayar üzerinde açıldıktan sonra denek

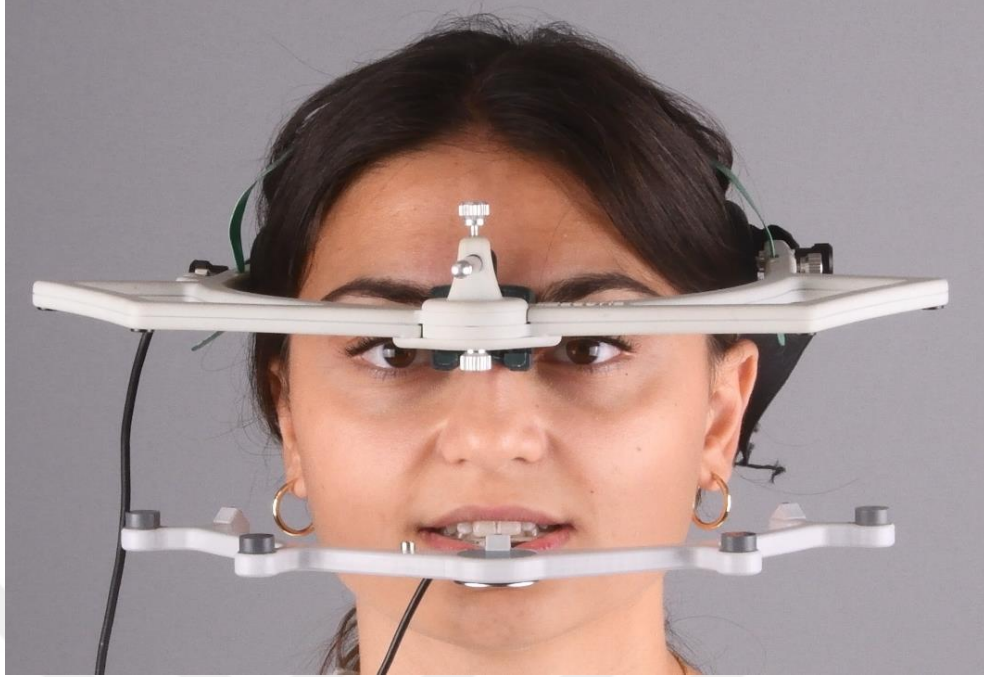
bilgileri girilerek Artikulator modu seçilmiştir. Ultrasonik verici ve alıcı arasında yapılacak veri alışverişi için dalga boyu ve diğer ayarlamalar yazılım tarafından otomatik olarak belirlenmektedir.



Şekil 3-4: Alt çene hareketlerinin kaydı için kullanılan WinJaw yazılımı

Fonksiyonel analiz öncesinde ölçüm yapılacak olan denek uygulayıcının tam karşısına dik bir sandalyeye, Frankfurt horizontal düzlemi yer düzlemine paralel olacak şekilde oturtulmuştur. Cihazın alıcı kısmı olan ve kafaya yerleştirilen parçası oturtulmuş ve aparey üzerindeki vidalar ile hareket etmemesi için sıkı bir şekilde sabitlenmiştir.

Kullanılacak eksenlerin yazılıma tanıtılması için her iki tarafta tragusun ön kısmında Tragus-Chantus hattı üzerinde tahmini bir kondil noktasının ve sağ infraorbital noktanın işaretlenmesi gerçekleştirilmiştir. Cihazın ultrasonik verici parçasına takılabilen metal bir işaretleyici çubuk ilgili noktalarda sabitlenmiş ve bu sırada cihaza ayak pedalı ile sinyal gönderilerek işaretlemeler tamamlanmıştır. Verici parça, üzerinde bulunan mıknatıslar yardımıyla hastanın ağzına daha önce dişler üzerine sabitlenen çatala tutturulmuştur (Şekil 3-5).



Şekil 3-5: Cihazın kayıt hareketleri sırasında verilerin alınmasına yardımcı olan araçların denek üzerine yerleştirilmiş hali.

Hareketlere başlamadan önce deneklere protruziv, laterotruziv hareketler yaptırılarak ölçüm sırasında hata yapılmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Yazılımın yönlendirdiği hareketler sırasıyla deneklere bildirilerek deneklerden bunları yapmaları istenmiştir. Veri alışverişinin başlaması için ayak pedalına basıldıktan sonra denekler test aşaması için sırayla;

1. Kalibrasyon için ağız açma-kapama
2. Açma-kapama ve daha sonra sırasıyla protruziv, sağ ve sol laterotruziv hareketler
3. Üç kez açma kapama

Ölçümü bitir komutu verildikten sonra yazılım üzerinde kullanılacak artikülatör seçilerek rapor çıktısı elde edilmiştir. Bu rapor üzerinde ölçülmesi istenilen protruziv ve lateral kondil yolu eğimleri yer almaktadır (Şekil 3-6).

#1 26-08-2021 Articulator 2		Parameters	ARTEX AR
Sagittal Condylus Inclination	left		25.0
	right		13.0
Retrusion	left		2.0
	right		0.0
ISS	left		0.0
	right		0.0
Bennett Angle	left		3.9
	right		3.6
Sagittal Front Table Inclination			80.0
Front Table Inclination Left			5.8
Front Table Inclination Right			58.9

Şekil 3-6: Artikülatör raporu çıktısı. Protruziv kondil yolu eğimleri, bennet açılarının kaydedilmesi.

3.4. İkinci 3 Boyutlu Elektronik Analiz Yöntemiyle Kondil Yolu Eğimlerinin Belirlenmesi ve Alt Çene Hareketlerinin Kaydı

3.4.1. Bağlantı Parçasının Alt Çeneye Sabitlenmesi

Cihazın ultrasonik sinyalleri verici parçasının ağız içerisi ile birleşecek parçaya oturtulabilmesi için firmanın ürettiği T şeklindeki plastik çatal (Modjaw, Villeurbanne, Fransa) otopolimerizan akrilik reçine (hamur kıvamındayken alt çene dişlerin vestibül yüzeylerine bastırılmıştır. Akrilik reçinenin statik ve dinamik okluzal ilişkileri bozmaması bu nedenle hareketlere engel olmaması için oluşan fazlalıklar bir canavar frez yardımıyla aşındırılmıştır. Sentrik ve eksentrik hareketlerde engel olmadığı kontrol edildikten sonra çatalın ölçüm sırasında hareket etmemesi ve ölçümlerin sonuçlarını etkilememesi için çatal dişlerin vestibül yüzeylerine çabuk sertleşen yapıştırıcı ile sabitlenmiştir.

3.4.2. Alt Çene Hareketlerinin Kaydedilmesi ve Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniğinin Dijital Verilerinin Elde Edilmesi

3 Boyutlu elektronik aksiyograf cihazı ile alt çene hareketlerinin analizini yapabilmek için cihazın bağlı olduğu ünite içerisindeki bilgisayar üzerinde yazılımı açılmıştır. Modjaw yazılımı Windows işletim sistemi kurulu bilgisayar üzerinde açıldıktan sonra denek bilgileri girilerek dosya açılmıştır. Üniteye bağlı olan 2 kameranın çalışma prensipleri gereği deneklerin daha önce elde edilen ağız içi dijital ölçülerinden aktarılan STL dosyaları bir USB yardımı ile ana bilgisayara yüklenmiştir (Şekil 3-7).



Şekil 3-7: Yazılım üzerine aktarılan dijital modellerin görüntüsü ve referans noktaların işaretlenmesi.

Model dosyalarından alt çene modeli üzerinde; sağ ve sol, distal ve mezial taraf olmak üzere toplam 4 referans nokta her denekte aynı olacak şekilde işaretlenmiştir. Distal referans noktaları 37 ve 47 nolu dişlerin santral fossaları, mesial referans noktaları ise 34 ve 44 nolu dişlerin mesial fossaları olarak seçilmiştir.

Kelebek parça, klips sistemi yardımıyla hastanın ağzına daha önce sabitlenen çatala tutturulmuştur. Fonksiyonel analiz öncesinde ölçüm yapılacak olan denek uygulayıcının yanında bir ünite Frankfurt horizontal düzlemi yer düzlemine paralel olacak şekilde dik olarak oturtulmuştur. Cihazın kamerasının hareket sırasında kayıt yapabilmesi için cihazın üzerinde noktalar bulunan parçası, deneğin başına yerleştirilmiş ve bu parça hareket etmesinin önlenmesi için sıkıştırma vidaları yardımıyla sabitlenmiştir (Şekil 3-8).



Şekil 3-8: Cihazın kayıt hareketleri sırasında kameraların görüntüyü takip edebilmesine yardımcı olan araçların denek üzerine yerleştirilmiş hali.

Kamera deneğin tam karşısına 80 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Bu işlem sonrasında cihazın işaretleyici kalibrasyon çubuğu, başın üzerine takılan apareyin üzerinde hazırlanmış olan yuvaya yerleştirilmiş ve yazılımın yönlendirmesiyle beraber yuva üzerine yerleştirildikten sonra saat yönünde 30 saniye çevrilerek kameranın bu apareyi algılaması sağlanmış ve böylece kalibrasyonu tamamlanmıştır.

Kullanılacak eksenlerin yazılıma tanıtılması için her iki tarafta tragusun ön kısmında Tragus-Chantus hattı üzerinde tahmini bir kondil noktasının ve subnasal noktanın işaretlenmesi gerçekleştirilmiştir. Tüm referans nokta takip aparatlarının denek üzerine yerleştirilmesinden sonra daha önce ağız içerisinde belirlenmiş olan referans noktaları kalibrasyon aparatı ile işaretlenmiş ve yazılıma tanıtılmıştır. Dişler tamamen kapalı olacak şekilde yazılımda son kontrol yapıldıktan sonra hareket kaydı ara yüzüne geçilmiştir.

Daha sonra hareketlere başlamadan önce deneklere protruziv, laterotruziv hareketler yaptırılarak ölçüm sırasında hata yapılmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır. Yazılımın menüsünden açma kapama, protrüzyon, sağ ve sol lateral hareketler, çiğneme hareketleri ayrı ayrı açılarak kayıt tuşuna basılmıştır. Veri alışverişinin başlaması için kayıt tuşuna basıldıktan sonra denekler sırasıyla test aşamasında bu hareketleri 3'er kez tekrar etmişlerdir Çiğneme hareketlerinin kaydı için deneklere eşit boyutta (3cmx5cm) çikolatalı gofret (Ülker, İstanbul, Türkiye) verilmiş ve ölçüm boyunca çiğnemeleri istenmiştir.

Denek tekrar dişlerini kapattıktan sonra cihaza kaydı bitir komutu verilip yapılan kayıt kontrol edilmiştir. Hareket kayıtlarının her birinden XML formatında çıktı alınmıştır. Bu formattaki dosya kayıtlar sırasındaki hareketin dijital bir izi olup daha sonra laboratuvar yazılımında kaydedilen alt çene hareketlerini taklit için kullanılacaktır. Aynı zamanda her hareket kaydının bulunduğu ekranda sol ve sağ lateral kondil yolu eğimleri ve Bennett açıları ölçülmüş ve not alınmıştır.

3.5. Deneklerin Yüz Taramalarının Yapılması

3.5.1. Yüz Tarama Öncesi Isırma Çatalının Hazırlanması ve Referans Noktaların İşaretlenmesi

AFT Dental System (Sevilla, İspanya) 4 ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar Huawei tablet bilgisayar (Huawei Technologies Co. Ltd. Shenzhen, Çin) buna kablo ile bağlanan Bellus3D Face Camera Pro Tarayıcı(Bellus 3D Inc, Kaliforniya, Birleşik Amerika Devletleri), tarama sırasında referans noktaları bulunan kafa bandı ve ağız içi plastik çataldır. Deneklerin yüz taramaları gerçekleştirilmeden önce plastik çatalın ağız içerisinde uyumlandırması yapılması gerekmektedir. Bu uygulama için kondansasyon silikon esaslı ölçü malzemesi (Zetaplus, Zhermack, Bovazecchino, İtalya) katalizör ile karıştırıldıktan sonra çatalın üst ve alt tarafına yerleştirilmiş, çatal hastanın üst çenesine konumlandırılıp hastadan sentrik kapanışına yakın olacak şekilde dişlerini kapatması istenmiştir. 1.ölçü (heavy body) maddesinin sertleşmesi sonrası 2.ölçü (light body) ölçü malzemesi karıştırılmış ve sadece üst çene dişlerinin izlerinin çıktığı alana konulmuş ardından tekrar ağza yerleştirilmiştir.

Deneklerin yüz taramaları gerçekleştirilmeden önce tragusun ön kısmında Tragus-Kantus hattı üzerinde silinebilir bir asetat kalemi ile tahmini bir kondil noktası işaretlenmiştir. Denek, tablet bilgisayarın karşısına ve odanın iyi ışık alan bir noktasında döner sandalyeye oturtulmuştur. Tablet bilgisayar tutucu aparatı üzerine konumlandırılmış ve tarama cihazına özel yazılım açılmıştır. Yazılım üzerinde yüz tarama modülü açılmış ve kayıt başlatılmıştır. Yazılımın yönlendirmesiyle beraber denek önce sola, daha sonra sağa 90 derece baş pozisyonu değişmeyecek şekilde çevirilmiştir (Şekil 3-9).



Şekil 3-9: Deneğin ısırma çatalı ile beraber tablet bilgisayar sistemi karşısında yüz taramasının tamamlanması

Taramanın tamamlanmasının ardından denek numarası girilerek dosya kaydedilmiştir. Bu kaydedilen dosya OBJ. renkli formatta dışarıya aktarılarak bluetooth yardımıyla bilgisayara transfer edilmiştir.

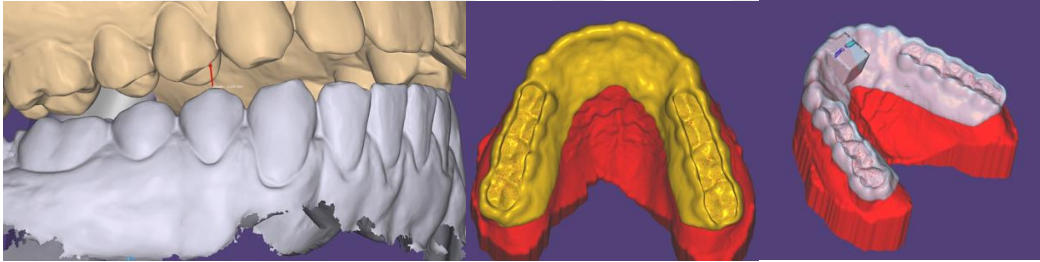
Ağız içerisine uyumlandırılmış olan çatal daha sonra TRIOS 3 ile ağız dışarısında taranarak STL formatında yine denek numarasına uygun olacak şekilde kaydedilmiştir.

3.6. Alt ve Üst Çene Dijital Modellerinin Oluşturulması ve Artikülatöre Nakli

Ağız içi dijital tarama cihazı ile elde edilmiş olan STL dosyalar Exocad 2.4 Plovdil (Exocad GmbH, Darmstadt, Almanya) yazılımında splint tasarım modülü açıldıktan sonra programa eklenmiştir. Artikülatör modu açılarak alt ve üst çene modelleri Artex CR (Amann Girrbach AG, Koblach, Avusturya) yarı ayarlanabilir artikülatör referans düzlemine uygun, alt çene santral dişlerin insizal kenarları ve 1. Büyük azı dişlerin mesiopalatinal tüberkül tepeleri referans düzleme temas edecek şekilde, yerleştirilmiştir.

3.6.1. Sanal Artikülatörde Anterior Stop Bulunan Fonksiyonel Yol Kaydı Apareyinin Tasarlanması

Modeller artikülatör üzerinde yerleştirildikten sonra 44 nolu dişin bukkal tüberkül tepesi ile 14 nolu dişin santral fossası arasındaki mesafe 3 mm olana kadar dikey boyut açılmıştır. Giriş yolu belirlendikten sonra block out yapılmıştır. Form 2 (Formlabs, Sommerville, Birleşik Amerika Devletleri) 3 boyutlu yazıcı üretici firmasının önermiş olduğu 0,15 mm offset miktarı splint tasarımı sırasında uygulanmıştır. Splint için dişlerin bukkal sınırlarında ekvator hattını geçmeyecek şekilde ve palatinal bölgede dişeti sınırından 3 mm aşağıda olacak şekilde sınırlar çizilmiştir. 3 boyutlu yazıcıda üretilcek olan apareyin oluşturulması için yazılımda hazır olarak bulunan bir kutu şeklindeki sanal nesne rampa görevi görmek üzere splintin üzerine eklenmiştir. Anterior deprogrammer tasarımına benzer olacak şekilde, alt anterior dişlere dik olarak yerleştirilmiş ve splint ile birleştirilmiştir. Oklüzal mesafede yerleştirilecek stenç mumuna yer bırakmak üzere tüm yüzey üzerinde bir oluk tasarım olarak yapılmış ve STL formatında 3D baskı için dışarıya aktarılmıştır (Şekil 3-10).



Şekil 3-10: Modeller arasında 3 mm mesafenin ayarlanması, ağız içersi fonksiyonel kayıt apareyinin tasarlanması

3.6.2. Sanal Artikülatör Üzerinde Ortalama Değerler ile Oklüzal Splintlerin Tasarımı

Daha önce bitirilmiş olan apareyin işlem basamaklarında geriye dönmüş ve eklenen rampa silinmiştir. Oklüzalde yer alan oluk işlemi de iptal edilmiş olup splintin sadece tasarlanmış ham hali elde edilmiştir. İnsizal tabla düz, 0 derece olarak tüm grupların tasarımında seçilmiştir. Bu ham haldeki tasarıma yazılım üzerinde bulunan dinamik oklüzal hareket özelliği ile yüzey şekillendirmesi yapılmıştır. Herhangi bir manuel müdahale yapılmadan yazılımın vermiş olduğu oklüzal splint bu şekilde STL olarak dışarıya aktarılmıştır.

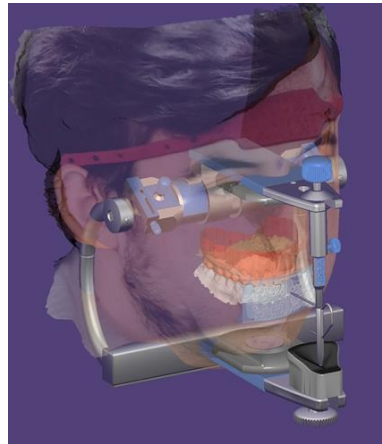
3.6.3. Sanal Artikülatör Üzerine Kondil Yolu Eğimlerinin Değerleri Aktarılarak Oklüzal Splintlerin Tasarımı

Kondil yolu eğimleri ölçülmüş olan deneklerin dosyalarından lateral kondil yolu eğimleri ve bennett açıları yazılım üzerindeki artikülatörde yer alan ayarlar kısmına girilmiştir. Bu ayarların onaylanması sonrasında yazılım üzerinde bulunan dinamik oklüzal hareket özelliği ile yüzey şekillendirmesi yapılmıştır. Herhangi bir manuel müdahale yapılmadan yazılımın vermiş olduğu oklüzal splint bu şekilde dışarıya aktarılmıştır.

3.6.4. Sanal Artikülatör Üzerinde Yüz Tarama ile Modellerin Yerleştirilmesi ve Oklüzal Splintlerin Tasarımı

Mevcut dosya üzerinde yeniden geriye dönülerek modellerin artikülatöre alınmış olduğu ilk aşamaya geçilmiştir. Yüz tarama sırasında kullanılan çatalın tarama STL dosyası yazılıma aktarılmış olup üst dişler ve ölçü yüzeyindeki referans noktalar seçilerek model çatal ile birleştirilmiştir.

Yüz taramasının OBJ. dosya formatı yazılıma aktarılmıştır. Bu birleştirme sonrası çatalın dışarıya bakan ve yüz taramasında bulunan dış yüzeyindeki referans noktaları, yüz taramasında bulunan çatalın yüzeyi ile aynı yöntemle birleştirilmiştir. Böylece modeller, çatal ve yüz taraması birleştirilmiştir ve tarama öncesi işaretlenmiş sembolik kondil noktaları kullanılarak üst çene modelleri yüz arkı aktarımına uygun şekilde sanal artikülatöre yerleştirilmiştir (Şekil 3-11).

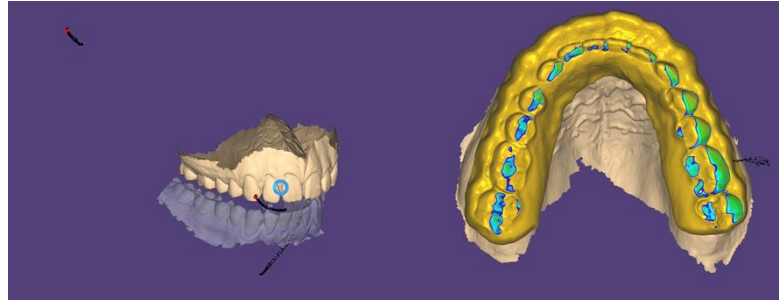


Şekil 3-11: Yüz taramasının sanal modeller ile birleştirilmesi ve yüz arkı kaydına uygun olacak şekilde artikülatöre yerleştirilmesi

Oklüzal splint için dişlerin bukkal sınırlarında ekvator hattını geçmeyecek şekilde ve palatinal bölgede dişeti sınırından 3 mm aşağıda olacak şekilde sınırlar çizilmiştir. Tasarıma yazılım üzerinde bulunan dinamik oklüzal hareket özelliği ile yüzey şekillendirmesi yapılmıştır. Herhangi bir manuel müdahale yapılmadan yazılımın vermiş olduğu oklüzal splint bu şekilde dışarıya aktarılmıştır.

3.6.5. Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği Dijital Verileri ile Sanal Modellerin Birleştirilmesi ve Oklüzal Splintlerin Oluşturulması

44 nolu dişin bukkal tüberkül tepesinden 14 nolu dişin fossasına 3 mm mesafe olana kadar açılmış olan modellerin pozisyonlarını bozmamak üzere modeller dışarıya STL formatında aktarılmıştır. Denek için yeni bir dosya açılarak splint modu seçilmiştir. Artikülatör modu kapatılmıştır. Modjaw cihazından elde edilmiş olan XML dosya çene hareketleri modülü üzerinden yazılıma eklenmiştir. Üst çene modeli üzerinde diğer tasarımlarda olduğu gibi ara aşamalar tamamlanmıştır. Tasarımın oklüzal morfoloji aşamasında her bir hareketin kaydı, protrüzyon, lateral hareket ve çiğneme hareketi seçilerek bu aşamalardaki kesişimler kesilmiştir (Şekil 3-12). Herhangi bir manuel müdahale yapılmadan yazılımın vermiş olduğu oklüzal splint bu şekilde dışarıya aktarılmıştır.

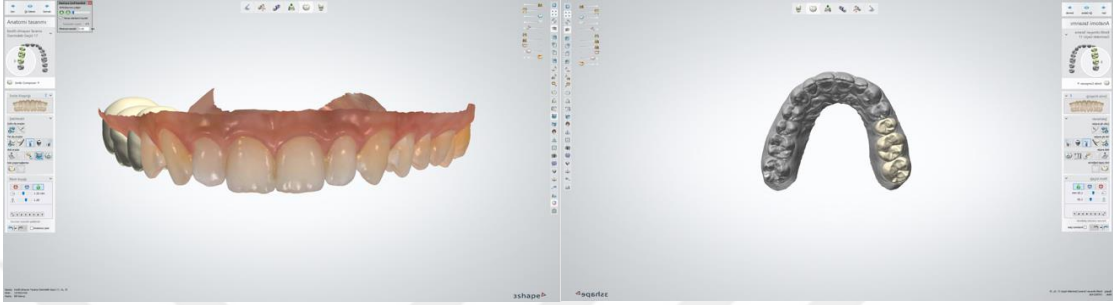


Şekil 3-12: Modellerin fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği verilerine göre yazılım tarafından şekillendirilmesi ve kesişimlerin kesilmesi

3.7. Ağız içi Tarama ve Kişiyeye Özel Hareket Yöntemi ile Köprülerin Tasarlanması

Deneklerin ağız içi verilerinin alınmış olduğu 3Shape Dental Desktop yazılımı üzerinden kaydedilmiş olan 3.oxz formatındaki kapalı dosya formatları yine aynı firmanın Dental System laboratuvar yazılımına aktarılmıştır. “wax-up” modülü seçilmiştir. Her denek için açılan ayrı dosyalarda 15, 16 ve 17 numaralı dişler serbest modelaj yöntemi ile ortalama 2 mm kısaltılacak şekilde oklüzyondan çıkarılmıştır. Daha

sonra bu dişler üzerine modelaj yapılmaya başlanmıştır. Yazılıma dosya ile beraber aktarılmış olan hareket kaydının kullanılabilmesi için artikülatör modu devre dışı bırakılmıştır. Bu kayıt kullanılarak modelajların statik ve dinamik oklüzyon ayarlamalarının otomatik olarak sistem tarafından belirlenmesi sağlanmıştır. Tasarım tamamlandıktan sonra modelin STL hali dışarıya aktarılmıştır (Şekil 33).



Şekil 3-13: 15,16 ve 17 numaralı dişler üzerine hastaya özel hareket kaydı kullanılarak tasarımın yapılması

Aynı işlem, hareket kaydı alınan diğer taraf için de tekrarlanmıştır. Bu sayede 2 farklı hareket kaydından oluşturulan 2 farklı model ile birlikte çalışmanın 2 grubu elde edilmiştir.

3.7.1. Sanal Artikülatör Üzerinde Ortalama Değerler ile Köprülerin Tasarlanması

Yazılıma aktarılmış modeller bu kez artikülatör modu açılarak Artex CR (Amann Girschbach, Koblach, Avusturya) yarı ayarlanabilir artikülatör referans düzlemine uygun, üst çene santral dişlerin insizal kenarları ve 1. büyük azı dişlerin mesiopalatinal tüberkül tepeleri referans düzleme temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. 15-16-17 nolu dişler yine aynı şekilde oklüzyondan çıkarılmış ve modelaj işlemi yapılmıştır. Artikülatörün dinamik hareket modunda çalıştırılması sonrası oklüzyon şekillendirmesine manuel bir müdahale yapmadan üst çene modeli STL hali ile dışarıya aktarılmıştır.

3.7.2. Sanal Artikülatör Üzerine Kondil Yolu Eğimlerinin Değerleri Aktararak Köprülerin Tasarlanması

Mevcut dosya üzerinde geriye dönülerek modellerin artikülatöre alınmış olduğu ilk pozisyon elde edilmiştir. Kondil yolu eğimleri ölçülmüş olan deneklerin dosyalarından lateral kondil yolu eğimleri ve bennett açıları yazılım üzerindeki

artikülatörde yer alan ilgili bölüme girilmiştir. 15, 16, 17 numaralı dişler yine aynı şekilde oklüzyondan çıkarılmış ve modelaj işlemi yapılmıştır. Artikülatörün dinamik hareket modunda çalıştırılması sonrası oklüzyon şekillendirmesine manuel bir müdahale yapmadan üst çene modeli STL hali ile dışarıya aktarılmıştır.

3.7.3. Sanal Artikülatör Üzerinde Yüz Taraması ile Köprülerin Tasarlanması

Mevcut dosya üzerinde geriye dönülerek modellerin artikülatöre alınmış olduğu ilk pozisyon elde edilmiştir. Yüz tarama sırasında kullanılan dijital olarak taranmış çatalın STL dosyası, yazılıma aktarılmış olup üst dişler ve ölçü yüzeyindeki referans noktalar seçilerek model, çatal ile birleştirilmiştir.

Yüz taramasının OBJ. dosya formatı yazılıma aktarılmıştır. Çatalın ve yüz taraması üzerinde bulunan referans noktalar aynı yöntemle birleştirilmiştir. Yapılan tarama öncesi işaretlenmiş sembolik kondil noktaları kullanılarak üst çene modelleri yüz arkı aktarımına uygun şekilde sanal artikülatöre yerleştirilmiştir.

15, 16, 17 numaralı dişler yine aynı şekilde oklüzyondan çıkarılmış ve modelaj işlemi yapılmıştır. Artikülatörün dinamik hareket modunda çalıştırılması sonrası oklüzyon şekillendirmesine manuel bir müdahale yapmadan üst çene modeli STL hali ile dışarıya aktarılmıştır.

3.8. Anterior Stop Bulunan Fonksiyonel Yol Kaydı Apareyinin 3 Boyutlu Baskı ile Üretilmesi

Tasarımı tamamlanmış olan STL dosyaları Form2 marka 3 boyutlu baskı cihazında firmanın kendi üretimi olan splint reçinesi (Dental LT, Formlabs, Sommerville, Birleşik Amerika Devletleri) ile birlikte üretilmesi için yazılım üzerinde tablaya 8'erli olacak şekilde dizilmiştir. Preform (Formlabs, Sommerville, Birleşik Amerika Devletleri) yazılımında dizilim tamamlanıp destek yolları ve noktaları onaylandıktan sonra cihaza baskı için bilgisayar üzerinden komut verilmiştir.

Baskı işleminin tamamlanmasının ardından üretim tablası cihazdan çıkarılmış (Şekil 34) ve izopropil alkol banyosunda temizlenmiştir Daha sonra üretici firmanın önerileri doğrultusunda tam kürlleme işlemi gerçekleşmeden bağlantı kanalları kesilmiş ve sonrasında UV ışık kaynağı ile apareylerin tam sertliğine ulaşması sağlanmıştır.



Şekil 3-14: Ağız içi fonksiyonel kayıt apareyinin 3 boyutlu baskısının tamamlanması ve işlemler tamamlandıktan sonraki görüntüsü

3.8.1. Apareylerin Oklüzal Yüzeylerinin Deneklerin Alt Çene Hareketleri ile Şekillendirilmesi

Apareylerin üretimi sonrası deneklere yeni bir randevu oluşturulmuştur. Bu seansta apareylerin öncelikle ağız içi uyumları değerlendirilmiştir. Stabilite problemi olmayana kadar uyumlandırma yapılmış ve plağın ön stop üzerindeki hareket temasları sırasında hareket etmediğinden emin olunmuştur.

Apareyin stopuna alt keser dişlerin dik bir şekilde teması kontrol edildikten sonra posterior ve kanin bölgesinde şekillendirilecek olan malzemeye yeterli mesafe olduğundan, ayrıca herhangi bir çatışma olmadığı kontrol edilerek gerekli ayarlamalar yapılmıştır (Şekil 3-15). Şekillendirmeye başlamadan önce deneklere protruziv, laterotruziv hareketler yaptırılarak işlem sırasında hata yapılmasının önüne geçilmeye çalışılmıştır.



Şekil 3-15: Apareyin ağız içi görüntüsü

Stenç mumu (Kerr Impression Compound Red Cake 227G/8, Kaliforniya, Birleşik Amerika Devletleri) ispirto ocağı yardımıyla ısıtılmış, daha sonra sıcak su ile şekillendirilerek hazırlanan oluklara yerleştirilmiştir. Aparey deneklerin ağzına tekrar yerleştirilerek sırasıyla protruzyon, sağ ve sol lateral hareketler deneklere bildirilerek bunları yapmaları istenmiştir. Denekler şekillendirme aşamasında hareketleri sırasıyla 3'er kez tekrar etmişlerdir. Stenç şekillendikten ve soğuması beklendikten sonra ağızdan çıkarılmıştır (Şekil 3-16).



Şekil 3-16: Stenç mumu ile şekillendirme sonrası ağız içi apareyin görüntüsü

3.8.2. Apareylerin Dijital Ortama Aktarılması

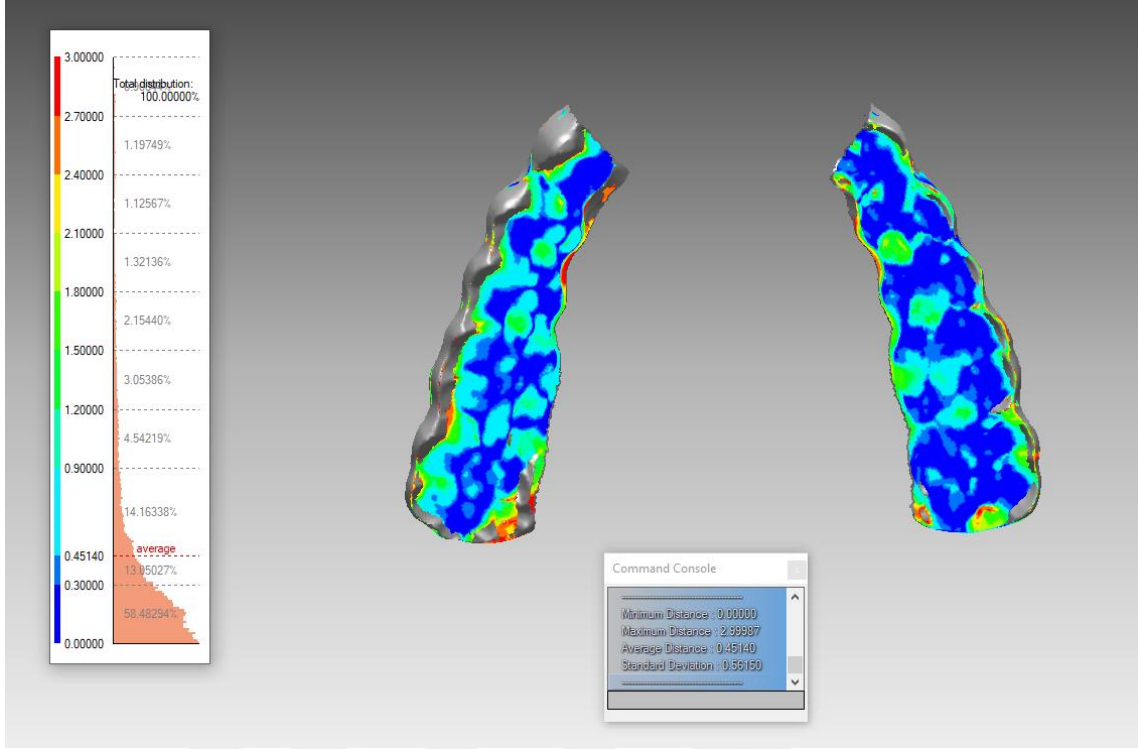
Elde edilen apareyler şeffaf olması nedeniyle CAD/CAM tarama tozuyla (CAD/CAM Scan Spray White, Mat Kimya End. Ürünleri Gıda ve Kozmetik San. Ve Tic., İstanbul, Türkiye) mat hale getirilmiştir. Deneklerin Dental Desktop üzerindeki dosyaları açılarak TRIOS 3 cihazı ile iç ve dış yüzeyleri beraber olacak şekilde 360 derecelik bir tarama gerçekleştirilmiştir (Şekil 3-17). Tarama kontrol edildikten sonra STL dosyası olarak dışarıya aktarılmıştır.



Şekil 3-17: Trios 3 ağız içi tarayıcı ile apareyin ağız dışarısında 360 derece görüntüsünün alınması

3.9. Edilen Oklüzal Splint Tasarımlarının ve Apareyin Yüzeylerinin Karşılaştırılması

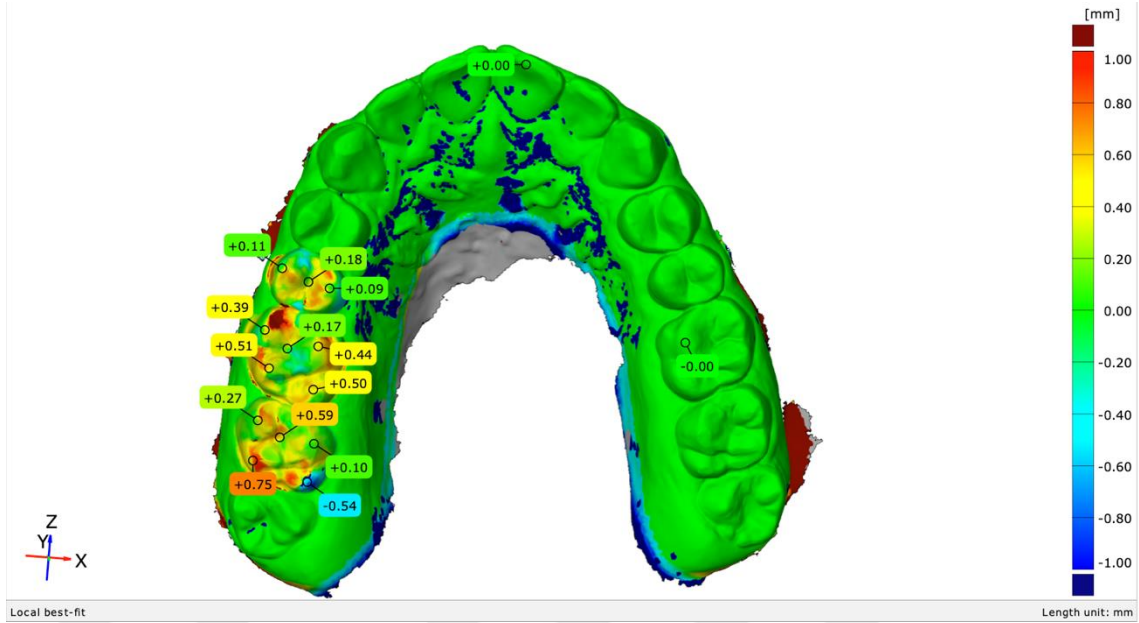
Oluşturulan sanal splintlerin ve ağız içerisinden kaydı alınan apareyin dijital verilerinin oklüzal yüzeyleri haricinde kalan tüm yüzeyleri 3 boyutlu bir tasarım programında (Meshmixer, Autodesk Inc, Kaliforniya, Birleşik Amerika Devletleri) kesilmiştir. Kesilen dosyalar daha sonra Rapidform 2006 (INUS Inc, 3D Systems, Kaliforniya, Birleşik Amerika Devletleri) yazılımı kullanılarak “Surface Registration” yöntemi ile çakıştırılmıştır. Üretilen apareylerin ve tasarlanan splintlerin iç yüzeyleri referans noktalar olarak seçilerek bu çakıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çakıştırma sonrasında karşılaştırılma yapılmak istenen modeller arasında “Shell/Shell Deviation” ölçümü yapılmıştır. Bu ölçüm sırasında 3 mm hesaplama toleransı ve 0.3 mm azami menzil değerleri kullanılmıştır. Ölçümlerde Absolute Color Legend seçeneği kullanılmıştır. Elde edilen verilerin ekran görüntüsü alınarak bu veriler deneklere göre dosyalanmıştır (Şekil 3-18).



Şekil 3-18: Rapidform yazılımında modellerin karşılaştırılması ve yüzey farklılıklarının ölçümü

3.9.1. Elde Edilen Köprü Tasarımlarının Deneklerin Diş Morfolojileri ile Karşılaştırılması

Oluşturulan modeller GOM Inspect (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Almanya) yazılımı üzerine deneklerin orijinal diş morfolojileri olan kontrol modelleri yüklenerek “CAD Body” olarak seçilmiştir. Sonrasında tasarım modelleri sırasıyla yazılıma yüklenmiştir ve “Mesh” olarak kaydedilmiştir. Bu modeller prealignment özelliği kullanılarak modelin aynı yüzeylerinin yazılım tarafından otomatik tanınması ile beraber hizalanmıştır. Deviasyonun azaltılması için model üzerindeki tasarım yapılmamış olan 14-27 numaralı dişler arasındaki yüzeyler seçilerek ana model ile “local best fit” uygulaması yapılmış ve bu bölgelerin sapması sıfırlanmıştır. “Surface Comparison on CAD” opsiyonu ile iki model arasındaki fark ölçümü yapılmıştır. Daha sonra 15, 16 ve 17 numaralı dişler üzerinde toplam 13 referans nokta olmak üzere her bir tüberkül tepesi ve santral fossalara deviasyon ölçümü için “deviation label” seçeneği ile işaretlemeler yapılmış ve bu değerler ekran görüntüleri ile beraber not alınmıştır (Şekil 3-19).



Şekil 3-19: Deneklerin orijinal modelleri ile tasarlanan modellerinin önce pre-alignment daha sonra ise local best fit yöntemi ile birleştirilmesi sonrası deviation label seçeneği ile belirlenen noktalardan ölçümü

3.10 İstatistiksel İncelemeler

Çalışmadaki veriler değerlendirilirken, istatistiksel analizlerin yapılması için IBM SPSS Statistics 26 programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlardan yararlanılmıştır (ortalama, standart sapma). Çalışma verilerinin normal dağılım şartlarını yerine getirip getirmediğini belirlemek için Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Bağımsız grupların çoklu karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, ikili karşılaştırmalarında ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır. Anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Farklı Cihazlar Tarafından Ölçülen Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimlerinin Karşılaştırılması ve Korelasyonu

Çalışmanın bulguları 3 alt başlık altında sunulmuştur.

4.1.1. Farklı Cihazlar Tarafından Ölçülen Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimlerinin Karşılaştırılması

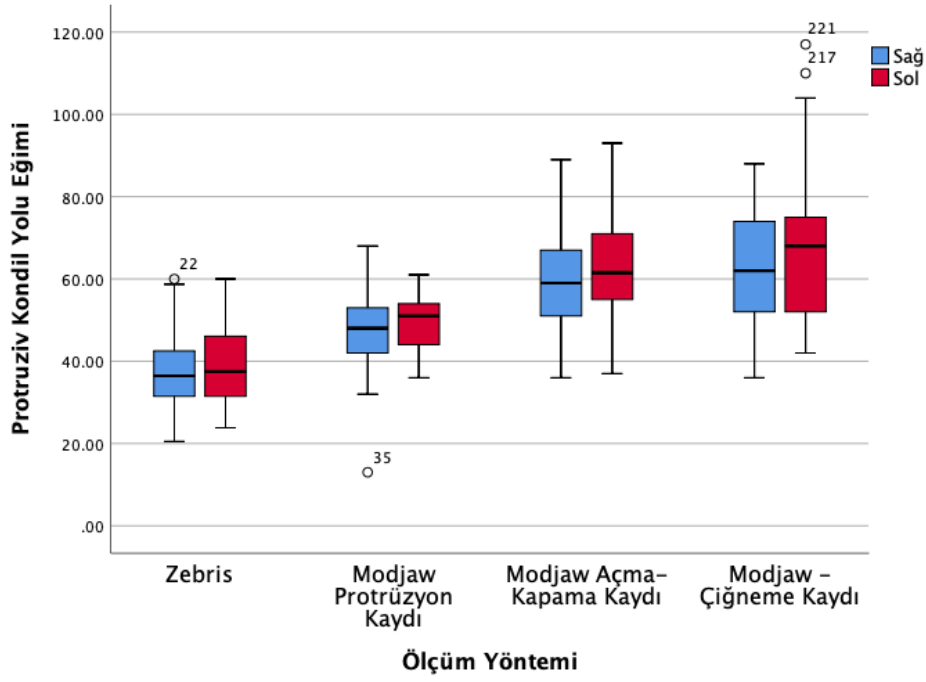
Zebris ve Modjaw cihazlarının farklı hareket kayıtları ile yapmış oldukları yazılımsal hesaplamalar sonucu vermiş oldukları sırasıyla sağ ve sol protruziv kondil yolu eğimi, sağ ve sol lateral kondil eğimi ölçümleri Tablo 4-1’te ve Şekil 4-1 ve 4-2’de verilmiştir. Zebris cihazının sağ ve sol protruziv kondil yolu eğim için ölçmüş olduğu değerler Modjaw cihazının farklı hareketler ile ölçüm yaptığı yöntemler ile istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur (tüm gruplar için $p<0.01$).

Zebris cihazının sağ ve sol lateral kondil yolu eğimi için ölçmüş olduğu değerler Modjaw cihazının mediotrüzyon kaydı hariç farklı hareketler ile ölçüm yaptığı yöntemler ile istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur (tüm gruplar için $p<0.01$).

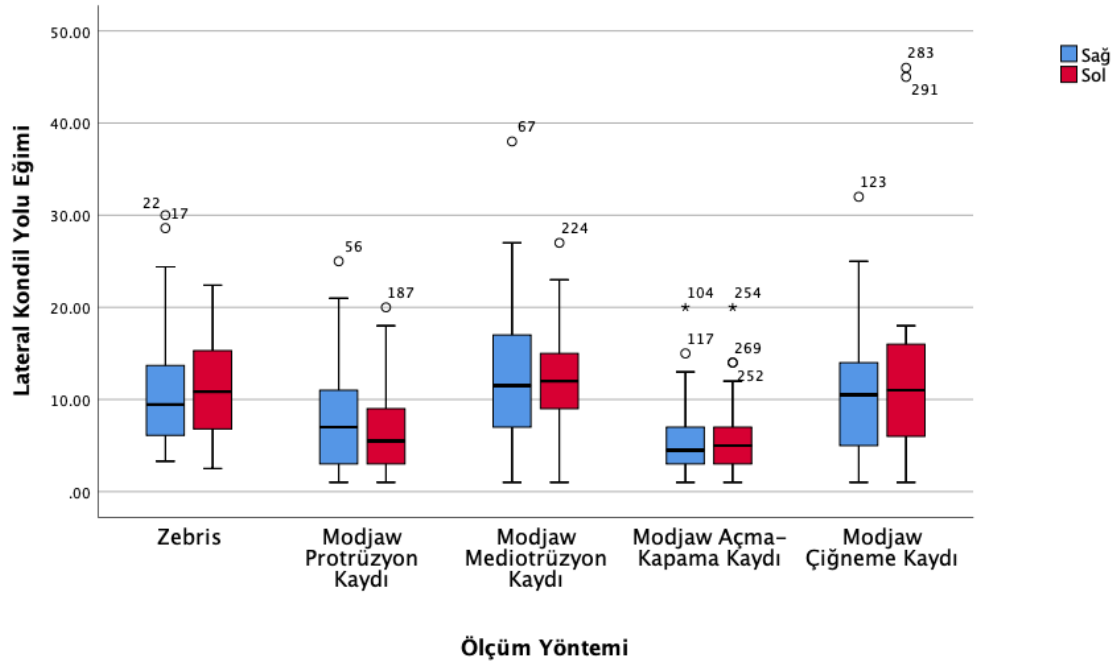
Tablo 4-1: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Hareketler ile Ölçüm Yaptığı Ortalama Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimleri

	Zebris ¹	Modjaw Protrüzyon Kaydı ²	Modjaw Mediotrüzyon Kaydı ³	Modjaw Açma Kapama ⁴	Modjaw Çiğneme Kaydı ⁵	p
Protruziv Kondil Yolu Eğimi Sağ, (Ort±SD, min, max)	37.82±9.76 20.50 60.00	47.70±11.01 13.00 68.00	-	60.03±12.24 36.00 89.00	62.67±14.66 36.00 88.00	$p^{1-2}<0.01$ $p^{1-4}<0.01$ $p^{1-5}<0.01$
Protruziv Kondil Yolu Eğimi Sol, (Ort±SD, min, max)	38.90±9.86 23.80 60.00	49.60±6.51 36.00 61.00	-	63.30±13.63 37.00 93.00	69.43±20.49 42.00 117.00	$p^{1-2}<0.01$ $p^{1-4}<0.01$ $p^{1-5}<0.01$ $p^{2-4}<0.01$ $p^{2-5}<0.01$
Lateral Kondil Yolu Eğimi, Sağ (Ort±SD, min, max)	11.67±7.09 3.30 30.00	7.77±5.86 1.00 25.00	12.90±8.29 1.00 38.00	5.57±4.48 1.00 20.00	11.07±7.63 1.00 32.00	$p^{1-2}=0.02$ $p^{1-4}<0.01$ $p^{2-3}<0.01$ $p^{3-4}<0.01$ $p^{4-5}<0.01$
Lateral Kondil Yolu Eğimi, Sol (Ort±SD, min, max)	11.67±5.57 2.50 22.40	6.57±4.83 1.00 20.00	12.10±6.39 1.00 27.00	5.77±1.00 20.00	12.63±10.25 1.00 46.00	$p^{1-2}<0.01$ $p^{1-4}<0.01$ $p^{2-3}<0.01$ $p^{2-5}<0.01$ $p^{3-4}<0.01$ $p^{4-5}<0.01$

Gruplar arasında Mann-Whitney U testi sonucunda anlamlı fark bulunan grupların p değerleri tabloda verilmiştir.



Şekil 4-1: Zebris ve Modjaw Cihazının Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimi Ölçümlerinin Karşılaştırması



Şekil 4-2: Zebris ve Modjaw Cihazının Lateral Kondil Yolu Eğimi Ölçümlerinin Karşılaştırması

4.1.2. Farklı Cihazlar Tarafından Ölçülen Protruziv ve Lateral Kondil Yolu Eğimlerinin Korelasyonu

Zebris ve Modjaw cihazlarının farklı hareket kayıtları ile yapmış oldukları yazılımsal hesaplamalar sonucu vermiş oldukları sırasıyla sağ ve sol protruziv kondil yolu eğimi, sağ ve sol lateral kondil eğimlerinin gruplar arasındaki korelasyonu Tablo 4-2, 4-3, 4-4 ve 4-5'te verilmiştir. Zebris cihazının sağ protruziv kondil yolu eğimi ölçümleri Modjaw cihazının farklı hareketler ile yapmış olduğu ölçümlerin hiçbirisi ile korele olmayıp, Modjaw cihazının ölçüm grupları içerisinde korelasyon görülmüştür.

Tablo 4-2: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sağ Protruziv Kondil Yolu Eğimi)

	Zebris		Modjaw Protrüzyon Kaydı		Modjaw Açma Kapama Kaydı		Modjaw Çiğneme Kaydı	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Zebris			0.06	0.76	-0.01	0.97	-0.05	0.81
Modjaw Protrüzyon Kaydı	0.06	0.76			0.51	<0.01	0.59	<0.01
Modjaw Açma Kapama Kaydı	-0.01	0.97	0.51	<0.01			0.55	<0.01
Modjaw Çiğneme Kaydı	-0.05	0.81	0.59	<0.01	0.55	<0.01		

Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır.

Zebris cihazının sol protruziv kondil yolu eğimi ölçümleri Modjaw cihazının farklı hareketler ile yapmış olduğu ölçümlerin hiçbirisi ile korele olmayıp, Modjaw cihazının ölçüm grupları içerisinde olan protrüzyon kaydı ile açma kapama ve açma kapama ile çiğneme kaydı arasında korelasyon görülmüştür.

Tablo 4-3: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sol Protruziv Kondil Yolu Eğimi)

	Zebris		Modjaw Protrüzyon Kaydı		Modjaw Açma Kapama Kaydı		Modjaw Çiğneme Kaydı	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Zebris			0.25	0.18	0.07	0.72	-0.05	0.78
Modjaw Protrüzyon Kaydı	0.25	0.18			0.43	0.02	0.22	0.25
Modjaw Açma Kapama Kaydı	0.07	0.72	0.43	0.02			0.46	0.01
Modjaw Çiğneme Kaydı	-0.05	0.78	0.22	0.25	0.46	0.01		

Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır.

Zebris cihazının sağ lateral kondil yolu eğimi ölçümleri Modjaw cihazının farklı hareketler ile yapmış olduğu ölçümlerden sadece mediotrüzyon kaydı ile korelasyon bulurken, Modjaw cihazının ölçüm grupları içerisindeki hiçbir hareket kaydından elde edilen ölçümler arasında korelasyon görülmemiştir.

Tablo 4-4: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sağ Lateral Kondil Yolu Eğimi)

	Zebris		Modjaw Protrüzyon Kaydı		Modjaw Mediotrüzyon Kaydı		Modjaw Açma Kapama Kaydı		Modjaw Çiğneme Kaydı	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Zebris			0.21	0.28	0.40	0.03	0.12	0.53	-0.22	0.25
Modjaw Protrüzyon Kaydı	0.21	0.28			0.04	0.82	0.20	0.29	-0.25	0.19
Modjaw Mediotrüzyon Kaydı	0.40	0.03	0.04	0.82			0.02	0.90	0.29	0.12
Modjaw Açma Kapama Kaydı	0.12	0.53	0.20	0.29	0.02	0.90			-0.15	0.43
Modjaw Çiğneme Kaydı	-0.22	0.25	-0.25	0.19	0.29	0.12	-0.15	0.43		

Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır.

Zebris cihazının sol lateral kondil yolu eğimi ölçümleri Modjaw cihazının farklı hareketler ile yapmış olduğu ölçümlerden hiçbirisi ile korele değilken, Modjaw cihazının ölçüm grupları içerisindeki protrüzyon kaydı ile açma kapama ve mediotrüzyon kaydı ile açma kapama arasında elde edilen ölçümler arasında korelasyon görülmüştür.

Tablo 4-5: Zebris ve Modjaw Cihazlarının Farklı Kondil Yolu Eğimleri Ölçümleri Arasındaki Korelasyonu (Sol Lateral Kondil Yolu Eğimi)

	Zebris		Modjaw Protrüzyon Kaydı		Modjaw Mediotrüzyon Kaydı		Modjaw Açma Kapama Kaydı		Modjaw Çiğneme Kaydı	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Zebris			-0.01	0.96	<0.01	0.10	0.17	0.38	0.01	0.97
Modjaw Protrüzyon Kaydı	-0.01	0.96			0.13	0.48	0.45	0.01	0.20	0.30
Modjaw Mediotrüzyon Kaydı	<0.01	0.10	0.13	0.48			0.39	0.03	-0.04	0.84
Modjaw Açma Kapama Kaydı	0.17	0.38	0.45	0.01	0.39	0.03			0.07	0.72
Modjaw Çiğneme Kaydı	0.01	0.97	0.20	0.30	-0.04	0.84	0.07	0.72		

Spearman's rho korelasyon analizi kullanılmıştır.

4.2. Elde Edilen Oklüzal Splint Tasarımlarının ve Apareyin Yüzeylerinin Karşılaştırılması

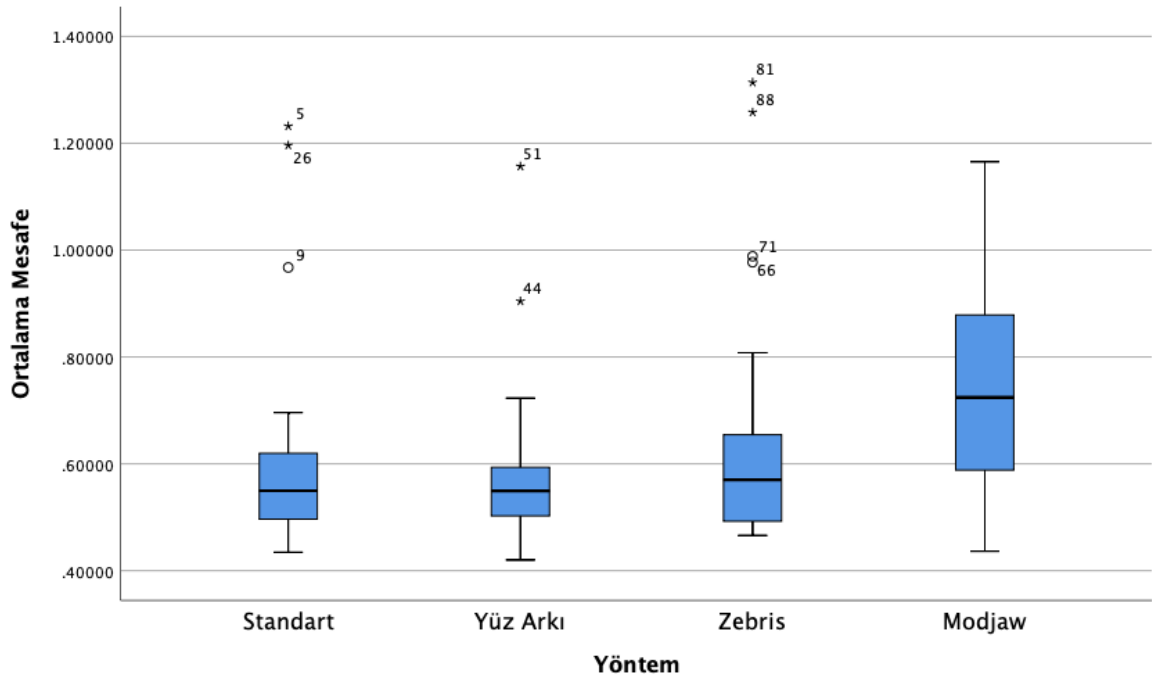
Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan tasarımların kontrol modelleriyle karşılaştırması sonucu elde edilen bulgular Tablo 6 ve Şekil 4-3, 4-4, 4-5 ve 4-6'da verilmiştir.

Ortalama mesafe, ortalamadan sapma, genel yüzde ve 0.3mm altında kalan sapma yüzdesi için Modjaw grubu ile elde edilen oklüzal splint yüzeyleri diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur($p<0.01$).

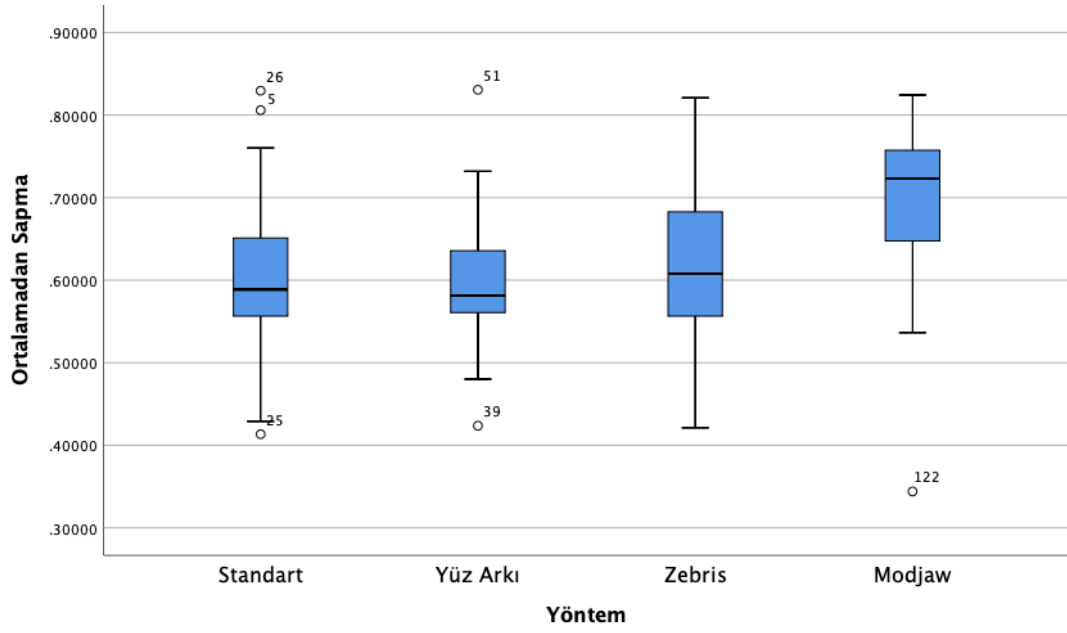
Tablo 4-6: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan tasarımların kontrol modelleriyle karşılaştırması

	Standart ¹	Yüz Arkı ²	Zebris ³	Modjaw ⁴	p
Ortalama mesafe (Ort±SD, min, max)	0.60±0.19 0.43 1.23	0.58±0.14 0.42 1.16	0.64±0.22 0.47 1.31	0.75±0.19 0.43 1.17	p ¹⁻⁴ <0.01 p ²⁻⁴ <0.01 p ³⁻⁴ <0.01
Ortalamadan sapma (Ort±SD, min, max)	0.60±0.09 0.41 0.83	0.59±0.08 0.42 0.83	0.62±0.09 0.42 0.82	0.70±0.10 0.34 0.82	p ¹⁻⁴ <0.01 p ²⁻⁴ <0.01 p ³⁻⁴ <0.01
Genel Yüzde (Ort±SD, min, max)	65.08±9.70 18.13 74.28	66.31±3.48 56.72 73.05	65.30±4.86 52.96 73.33	62.99±3.67 56.04 71.13	p ¹⁻⁴ <0.01 p ²⁻⁴ <0.01 p ³⁻⁴ <0.01
0.3mm altındaki yüzde (Ort±SD min, max)	44.42±11.13 13.73 60.56	45.46±10.21 17.08 61.60	42.72±12.40 12.70 59.47	37.16±11.99 15.72 55.28	p ¹⁻⁴ <0.01 p ²⁻⁴ <0.01 p ³⁻⁴ <0.05

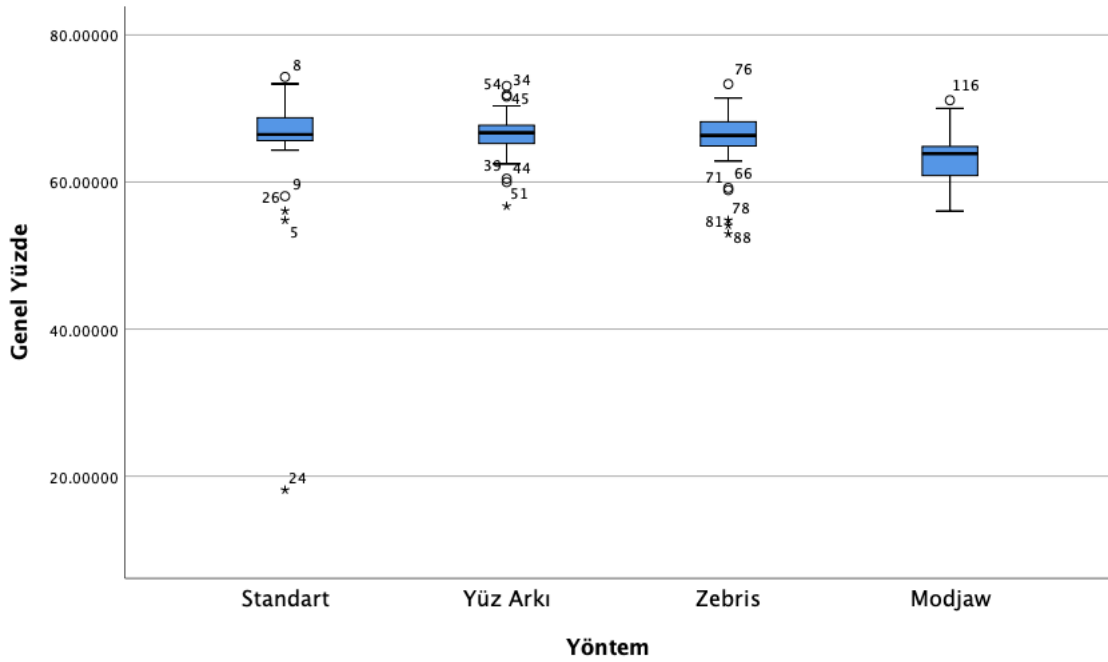
Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.



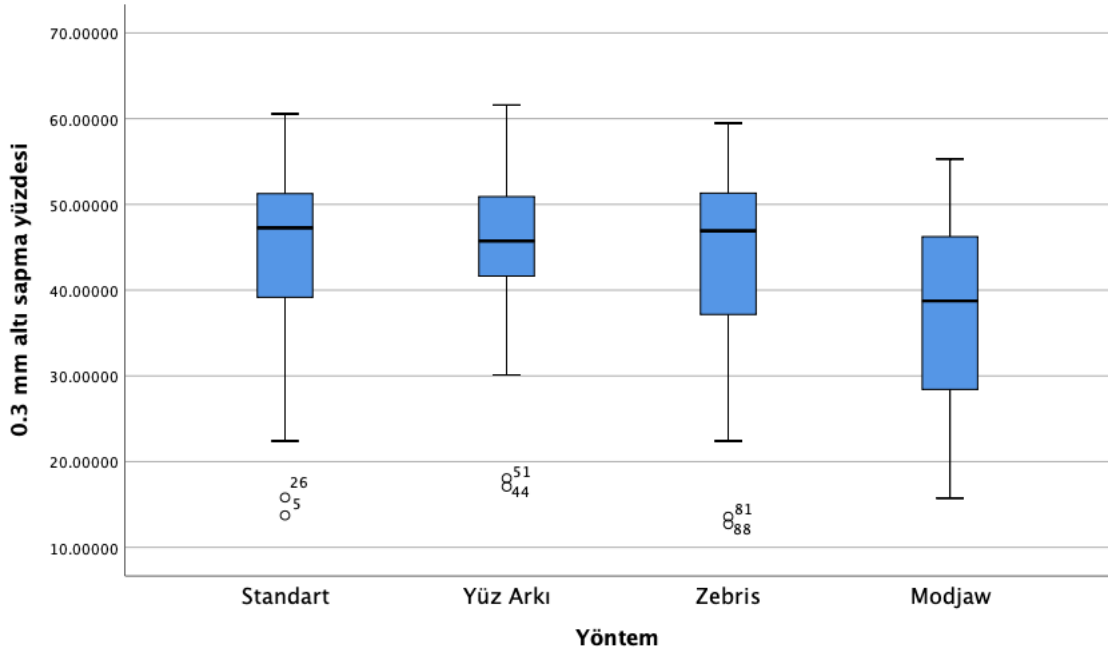
Şekil 4-3: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modelleriyle karşılaştırmasındaki ortalama mesafe



Şekil 4-4: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modeliyle karşılaştırmasındaki ortalamadan sapma



Şekil 4-5: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modelleriyle karşılaştırmasındaki genel yüzde



Şekil 4-6: Sanal artikülatör üzerinde verilerin yerleştirilerek 4 farklı grup için yapılan oklüzal splint tasarımlarının kontrol modelleriyle karşılaştırmasındaki 0.3mm altındaki sapma yüzdesi

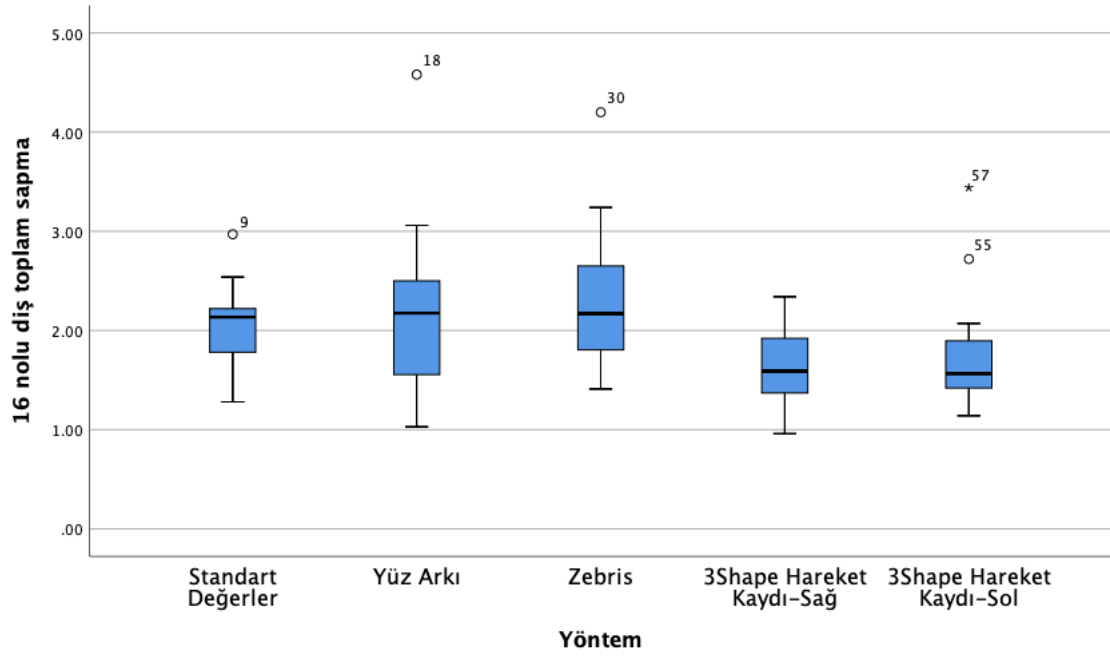
4.3. Sanal Artikülatör Üzerinde Verilerin Yerleştirilerek 5 Farklı Grup İçin Yapılan Köprü Tasarımların Kontrol Modeliyle Karşılaştırılması

Sanal artikülatörlerin standart değerleri, yüz tarama, zebris ve ağız içi tarayıcı ile alınan sağ ve sol kapanış kayıtları ile yazılım üzerinde oluşturulan sanal modellerde tasarlanan köprülerin kontrol modeli ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen bulgular Tablo 7 ve Şekil 46'da verilmiştir. Tüm gruplar içinde sadece 16 nolu diş için elde edilen 5 farklı noktadan toplam sapma miktarı için Kruskal-Wallis testi sonucunda anlamlı fark bulunmuş olup, standart ve ağız içi tarayıcıdan alınan sağ kayıt ile, zebris ile ağız içi tarayıcının hem sağ hem de sol kaydı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Tablo 4-7: Köprü Tasarımlarında Gruplar Arasındaki Farkların Karşılaştırılması

	Standart ¹	Yüz Tarama ²	Zebris ³	Ağız içi tarayıcı, sağ kayıt ⁴	Ağız içi tarayıcı, sol kayıt ⁵	p
KB (Ort±SD, min, max)	0.35±0.27 0.02 0.83	0.29±0.26 0.05 1.04	0.33±0.27 0.04 0.96	0.35±0.26 0.04 0.94	0.27±0.18 0.07 0.64	
KF (Ort±SD,min,max)	0.60±0.52 0.09 1.42	0.83±0.67 0.13 2.45	0.96±0.85 0.14 2.48	0.98±0.94 0.10 3.51	0.61±0.54 0.03 1.91	
KP (Ort±SD, min, max)	0.18±0.13 0.00 0.47	0.37±0.81 0.04 2.93	0.15±0.11 0.03 0.37	0.20±0.14 0.02 0.44	0.21±0.15 0.02 0.52	
K_Total (Ort±SD min, max)	1.14±0.62 0.33 2.23	1.48±1.23 0.47 4.20	1.44±0.93 0.54 2.94	1.53±0.92 0.58 4.04	1.09±0.58 0.33 2.39	
AMB(Ort±SD, min, max)	0.64±0.31 0.18 1.17	0.59±0.34 0.02 1.40	0.71±0.38 0.10 1.33	0.46±0.28 0.07 0.94	0.49±0.37 0.04 1.34	
ADB(Ort±SD, min, max)	0.40±0.18 0.15 0.68	0.35±0.20 0.12 0.80	0.31±0.19 0.05 0.60	0.23±0.15 0.01 0.46	0.26±0.21 0.02 0.72	
AF(Ort±SD, min, max)	0.49±0.30 0.03 0.94	0.58±0.24 0.17 0.97	0.54±0.30 0.04 0.98	0.47±0.27 0.12 1.06	0.48±0.18 0.19 0.83	
AMP(Ort±SD, min, max)	0.22±0.12 0.02 0.44	0.37±0.67 0.03 2.47	0.46±0.78 0.05 2.91	0.24±0.23 0.04 0.91	0.27±0.16 0.07 0.59	
ADP(Ort±SD, min, max)	0.31±0.18 0.04 0.64	0.31±0.24 0.11 0.95	0.30±0.19 0.09 0.67	0.22 0.01 0.58	0.29±0.17 0.08 0.57	
A_Total (Ort±SD, min, max)	2.06±0.45 1.28 2.97	2.20±0.96 1.03 4.58	2.32±0.78 1.41 4.20	1.63±0.42 0.96 2.34	1.78±0.67 1.14 3.44	P ¹⁻⁴ =0.046 P ³⁻⁴ =0.013 P ³⁻⁵ =0.023
YMB(Ort±SD, min, max)	0.45±0.45 0.01 1.47	0.46±0.42 0.02 1.53	0.50±0.44 0.13 1.59	0.30±0.16 0.08 0.64	0.36±0.30 0.11 0.90	
YDB(Ort±SD, min, max)	0.55±0.32 0.11 1.22	0.52±0.32 0.03 1.00	0.53±0.43 0.09 1.49	0.37±0.17 0.10 0.62	0.41±0.24 0.03 0.91	
YF(Ort±SD, min, max)	0.67±0.24 0.22 1.06	0.63±0.26 0.17 1.01	0.66±0.34 0.04 1.32	0.59±0.37 0.08 1.19	0.61±0.33 0.09 1.34	
YMP(Ort±SD, min, max)	0.22±0.18 0.03 0.58	0.28±0.18 0.06 0.64	0.25±0.24 0.03 0.80	0.27±0.18 0.06 0.66	0.26±0.16 0.07 0.58	
YDP(Ort±SD, min, max)	0.62±0.51 0.11 1.97	0.64±0.49 0.11 1.90	0.63±0.49 0.01 1.83	0.47±0.34 0.09 1.16	0.51±0.41 0.01 1.23	
Y_Total(Ort±SD, min, max)	2.50±0.98 1.11 4.10	2.54±0.91 0.92 4.06	2.56 1.29 4.24	1.99±0.54 0.90 2.70	2.15±0.67 1.18 3.51	

Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.



Şekil 4-7: Sanal artikülâtör üzerinde verilerin yerleştirilerek 5 farklı grup için yapılan köprü tasarımların kontrol modeliyle karşılaştırmasındaki sapma mesafesi (mm)

5. TARTIŞMA

5.1. Deneklerin Seçimi

Çalışma kapsamına dahil edilen deneklerin aşağıdaki kriterlere sahip olması gerekliliği ön koşul olarak belirlenmiştir.

1. Tüm sürekli dişlerin mevcut olması (8 nolu dişler hariç)
2. Artı diş veya süt dişlerin olmaması
3. Dişlerde kuron veya köprü restorasyonlarının olmaması
4. Dişlerde var olan konservatif restorasyonların oklüzyonu ve diş dizisini bozmaması
5. Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması,
6. Kondiler bölge ve çiğneme kaslarında hassasiyet bulunmaması,
7. TME’de fonksiyonel sorunların (Hipomobilité, hareket kısıtlılığı veya deviasyon vb.) bulunmayan ve daha önce eklem tedavisi görmemiş olan

Araştırmacılar sağlıklı bireyler üzerinde alt çene hareketleri, kapanış kayıtları ve kondil yolu eğimlerinin ölçümleri ile ilgili in vivo çalışmalar yapmışlardır. İlgili çalışmaların tümünde deneklere bağlı değişkenlerin deney sonuçlarını en az etkilemesi amaçlanmıştır. Çalışmamızın amacı doğrultusunda sağlıklı deneklerin seçimi araştırma konusunda daha bağımsız sonuçlar oluşturmak için kritiktir (29, 99, 113). Deneklerin seçimi yukarıdaki kriterlere uyacak şekilde yapılmıştır.

Çalışmamızda deneyler için yapılacak olan ölçüm ve kayıtların tamamlanması için birden çok seansa ihtiyaç duyulmuştur. Deneklerin kolay ulaşılabilir olması iş akışını kolaylaştırmıştır. Aynı zamanda diş hekimliğinden uzak bireylerin protrüzyon, laterotrüzyon ve retrüzyon gibi hareketlere aşina olmadıkları için hareketi doğru yapmayı bilen diş hekimliği fakültesi öğrencileri tercih edilmiştir. Kayıtlar sırasında kaydedilen alt çene hareketlerinin doğru uygulanması deneylerin sonucunu birebir etkileyeceğinden dolayı son derece kritiktir. Benzer çalışmalarda da öğrencilerin denek olarak tercih edildiği görülmektedir (114, 115).

Alt çene hareketleri kayıt edilirken hastalara uygulanan çatalların düşük konforlu olması ve uygulama zorluğu sebebiyle farklı yöntemler denenmiştir. Bunlardan birisi de dişlerin labial yüzeylerine kameraların takip edebileceği belirtleçler

konularak olmuştur. Çalışmada kullanılan yöntem bir pilot çalışma olup, alt çene hareketlerinin diğer kayıt yöntemleri ile karşılaştırılmamıştır (91). Yöntem ile ilgili son derece başarılı alt çene hareketlerini kayıt etmek bildirilmiş olsa da derin kapanışı olan hastalarda kullanımı güç olacağından dolayı ve ağız içi tarayıcılardaki gibi referans sayısında görülen azalma başarısız sonuçlara sebep olabilecektir. Çalışmamızda kullanılan deneklerin Angle Class I kapanışta olması sebebiyle ağız içi dijital ölçü cihazı ile beraber kameranın hareket takip için kullandığı referans noktaların yeterli sayıda olması kayıtların başarılı alınmasına destek olmuştur.

5.2. Deneklerden Dijital Verilerin Toplanması

Aynı hastadan alınan 10 adet konvasiyonel ve dijital olarak alınan ölçülerin karşılaştırıldığı bir çalışmada ölçüler arasındaki sapmalar karşılaştırılmıştır. Ortalama sapma 50 mikron seviyesinde bulunmuştur. Elde edilen veriler üzerinde diş destekli apareyler için tam çene taramaların güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (63). Yapılan benzer in-vitro ve in-vivo başka çalışmalarda yine konvasiyonel ve dijital ölçüler karşılaştırılmış, tam çene taramaların artık güvenle kullanılabileceği bildirilmiştir (64-66). Çalışmamızda herhangi bir restoratif uygulama olmadığı ve aynı zamanda bir oklüzal aparey üretimi gerçekleştirileceği için dijital ölçü cihazı güvenle kullanılmıştır.

Deneklerin modellerinin artikülatörlere aktarımı sırasında konvasiyonel iş akışı ile sırasıyla fiziksel modellerin oluşturulması, mekanik artikülatörlere bağlanması ve masaüstü tarayıcılar ile sanal çalışma ortamına aktarılması da bir yöntemdir. Çalışmamızda ara basamaklarda bulunan ölçü, alçı, konvasiyonel artikülatöre aktarım gibi aşamalardaki veri kayıpları azaltılmaya çalışılmaktadır. Literatürde de tam dijital güncel iş akışında veri kaybının azaltılması için doğrudan dijitalizasyon önerilmektedir (67, 115) . Tam ayarlanabilir bir artikülatör ile yarı ayarlanabilir bir artikülatörde yüz arkları ile bağlanan modellerin incelendiği bir çalışmada yarı ayarlanabilir artikülatörlerde doğruluk daha yüksek bulunmuştur. Bu da iş akışında sürecin ve kullanılan ürünlerin basitleştirilmesinin sonuca olan etkisinin de daha az olabileceğini ve komplikasyonları önleyebileceğini göstermektedir (40). Literatürdeki bilgiler dahilinde çalışmamızda yarı ayarlanabilir bir sanal artikülatör tercih edilmiştir.

Das ve ark. yaptıkları çalışmada kondil yolu eğimlerinin elde edilmesi için fiziksel oklüzal kayıtlar ile KIBT ile ölçüm yöntemlerini 40 denek üzerinde karşılaştırmışlardır. Çalışmada sağ ve sol protruziv kondil yolu ölçümlerinde herhangi

bir anlamlı farklılık gösterilememiş olup KIBT yarı veya tam ayarlanabilir artikülörler için güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmiştir (15). Park ve ark. ise sanal artikülörlerin bireyselleştirilmesi için yüz arkı kullanımını KIBT ile uygulanabilecek bir teknik bildirmişlerdir (79). Başarılı olsalar da deneklerin ALARA prensipleri gereği doz alımının uygun olmaması sebebiyle rutin protetik tedavilerde kontraendike oldukları ilgili yayınlarda da bildirilmiştir. Bu nedenle bu yöntem çalışmamız grupları içerisinde değerlendirmek için tercih edilmemiştir.

Alt çene hareketi kayıt cihazlarından olan ultrasonik yöntemler içinden tercih ettiğimiz Zebris cihazı Ratzmann ve ark.'nın 23 kişi üzerinde yaptığı çalışmasında ağız içi protruziv mum kayıtlar ile karşılaştırdığında ve Schierz ve ark.'nın ise 65 kişi üzerinde yaptığı dişli, kısmi dişsiz ve dişsiz hastalar üzerindeki ölçümlerde kondil yolu eğimi hesaplamaları için son derece güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlar vermiştir (97, 99). Zebris cihazının kondil yolu eğimlerinin ölçümünde kullanımı başarılıdır. Çalışmamızda artikülörlerin bireyselleştirilmesi için tercih edilmiştir.

Konvansiyonel yüz arkları ile modellerin bağlanmasında sistemlerin tekrarlanabilirlik ve gerçek düzlemleri yansıttasındaki hataların gösterildiği çalışmalar bulunmaktadır. 5 farklı yüz arkı ile modellerin artikülöre aktarımında sagittal ve frontal düzlemlere göre sapma göstermiştir ve anlamlı fark bulunmuştur (50). Bu nedenle ve tam dijital iş akışında konvansiyonel elemanların yer alamaması sebebiyle çalışmamızda konvansiyonel yüz arkları gruplara dahil edilmemiştir. 19 uygulayıcının aynı hastadan elde edilen modelleri artikülörlere aktarması üzerine yapılan ve yüz arkı olan veya olmayan uygulamaların karşılaştırıldığı randomize kontrollü kör bir çalışmada yüz arkı ile transferin daha güvenilir sonuçlar verdiği, bunun da üst çenenin doğru konumunu belirtmek için gerekli olduğu belirtilmiştir (116). Ancak diğer yüz arkı çalışmalarında olduğu gibi bu doğru üst çene aktarımının oklüzyona etkisi araştırılmamıştır.

Yüz arkı uygulamalarında sıklıkla meydana gelen ara işlemlerdeki veri kayıpları ve kullanıcının tecrübe eksiklikleri teknolojik gelişmeler ile giderilebilmektedir. Aynı zamanda günümüz diş hekimliğinde rutin olarak uygulanan dijital tasarım ve monolitik üretim süreçlerinde, elle müdahale olmadan üretilen restorasyonlar için bu araçların kullanımı konvansiyonel yöntemlerdeki gibi sanal artikülörlerin bireyselleştirilmesine yardımcı olmaktadır (80). Yüz tarama sistemleri içerisinde yer alan “AFT Dental

System” iş akışı ve araçları 10 kişi üzerinde farklı tarama cihazları ve KIBT ile karşılaştırılmıştır. İlgili cihaz 0.5-1.6 mm ortalama sapma göstermiştir. Yüz taramalarının tasarım programında modeller ile birleştirilmesi sırasında uygulanan protokol de ilgili çalışmada tanımlanmıştır (81). Ayrıca kondil pozisyonu belirlenirken Beyron, Bergstrom, Gysi noktası olarak dental literatürde farklı isimlerle adlandırılan menteşe ekseninin yüz üzerindeki izdüşümü kantus ile tragus arasındaki hayali çizgi üzerinde tragustan 13 mm’lik mesafede yüz tarama verisi üzerinde işaretlenmesi sonrası dijital artikülör ile bu şekilde birleştirilmiştir (74). Dijital yüz tarama sistemleri ile beraber kullanıcıların tekrarlanabilir kayıtlar alabilmesi ve laboratuvarı yoruma açık olmayan ve hata payının azaldığı iş akışları yaratabilmek mümkündür. Konvansiyonel yüz arklarına göre daha başarılı veri aktarımının yapıldığı gösterilmektedir (44). Çalışmamızda sanal yüz arklarının yeterince başarılı bir model yerleşimine izin verdiği kabul edilerek, bu yöntemin literatür desteği sebebiyle oklüzyondaki etkisine bakılabilecek geçerli bir dijital iş akışı yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca yüz arkı grubu için bu sistemin tercih edilme sebeplerinden bir diğeri de ilgili yüz tarama sisteminin dünyanın her yerinde rahatlıkla ulaşılabilen, sadece araştırma aracı olabilecek kompleks olmayan, bir tablet bilgisayar ve kamera sistemi ile çalışmasından dolayı tercih edilmiştir.

Artikülörler her ne kadar bireyselleştirilmeye çalışılsa da hastaların eminens eğimlerinin gerçek izdüşümünün alınamamasından dolayı uyumlu restorasyonlar oluşturulmasında yeterince başarılı olamayacaktır. 42 katılımcı üzerinde ağız içi temaslar yarı ayarlanabilir bir artikülöre yerleştirilen modeller ile karşılaştırılmıştır. Yarı ayarlanabilir artikülör üzerindeki temaslar güvenilir gibi gözükmesine rağmen çalışmayan taraf erken teması ve posterior çatışmalar konusunda eksiklikler göstermiştir. Kondil yolunun birebir haritasının oluşturularak tasarımda kullanılması önerilmiştir (39). Araştırmacıların uzun yıllardır kullandığı yöntemlerden birisi de fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği oluşturma tekniğidir. Bu teknikle beraber sadece statik oklüzal kayıtlar değil, dinamik oklüzal haritanın oluşturulması ve böylece artikülörün eklem morfolojisini yansıtmadaki sınırlamalarının ortadan kalkması aşılabilir. Müller yaptığı çalışmada fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği tekniğinin 3 boyutlu tarama, tasarım ve üretim yöntemleri ile kullanımı hakkında bir vaka raporu ve iş akışı yayınlamıştır (117). Suzuki ve ark. yaptıkları bir çalışmada ise implant üstü bir restorasyon için fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği ile

fonksiyonel basınç altında aldıkları kapanış kayıtları ile implantlardaki hassas oklüzal uyumlamaların laboratuvar ortamında daha başarılı yapabilecekleri bir teknik tarif etmişlerdir (118). Vaka raporlarından öteye geçen çalışmalardan birisi 2015 yılında Suzuki ve ark. yaptığı ve diğeri ise 2018 yılında Shimizu ve ark. yaptığı çalışmalar olmuştur. Suzuki ve ark. yaptığı çalışmada 12 hastada premolar veya molar diş eksikliğinde yapılmış olan implantların protetik tedavilerinde 2012’de yapmış olduğu teknik ile dişleri restore etmiştir. Konvansiyonel üretim yönteminde dişin temas alanı %54 başarılı olmuşken, ilgili teknik ile %96’lık bir başarı bulunmuştur (119). Shimizu ve ark. ise tek kuron ve tek taraflı hareketli bölümlü protezler ve tam ark için aynı yöntem ile konvansiyonel üretim iş akışını fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği tekniği ile karşılaştırmıştır. Restorasyonlar ve hareketli bölümlü protezlerin ve tam çene ölçüler konvansiyonel yöntemle göre lateral hareketler sırasında daha fazla çatışma oluşturan oklüzal temaslar göstermişlerdir (120). Belirtilen çalışmalarda da görüldüğü üzere fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği için daha fazla çalışma gerekmede ve dijital teknolojilerin yaygınlaşması ve bu kayıt yöntemlerinin artık dijital tasarım programlarında rahatlıkla kullanılabilmesi, tamamen dijital iş akışı sebebiyle konvansiyonel olarak elde edilen fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği tekniklerine bu çalışmada yer verilmemiştir. Ancak fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği yönteminin kontrol grubu olarak kullanılması ve alt çene hareketleri sırasında deneklerden elde edilebilen en uygun yöntem olabileceğine karar verilmiştir. Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği oluşturmak için 3Shape firmasının yazılım özelliği olan hastaya özgü hareket kaydı ve Modjaw cihazının hareket kayıt özellikleriyle beraber tasarım programında kullanılmak üzere verdiği harita dosyası kullanılmaya karar verilmiştir.

Hastaların verilerinin tam olarak doğru işlenmesi ve hassasiyetin artırılması için hastanın anatomik verilerinden yararlanmak mümkün olmuştur. Bu verilerin tasarım süreci sonrası 3 boyutlu yazıcılar ile hastaya özel artikülatörler üretilmektedir (36). Ancak bu konuda ekstra yazılım gereksinimleri ve üretim maliyetleri bulunmaktadır, rutin tedavilerde kullanımı tartışmalıdır. Ayrıca tam dijital iş akışı kolaylıklarından faydalanma için tekrar konvansiyonel dünyaya geçiş yapmak verimi düşürecektir (64).

Çalışmamızda deneklerin tüm verileri frankfurt düzleminin yere paralel, yani başın dik pozisyonunda alınmıştır. Statik oklüzal kayıtların ve oklüzal temasların

doğruluğu çalışmanın temel hedefi olmadığından dolayı, alt çene hareketlerinin kaydı sırasında bir etkisi olmadığı düşünülmesi üzerine bu şekilde uygulanmıştır. Yamamoto ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada farklı baş pozisyonlarında aldığı kayıtlarda oklüzal temasların yatay veya dik pozisyondan etkilendiği belirtilmiş ancak alt çene hareketleri üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma bulunmamıştır (29). 3 eksen üzerinde yapılan hareketlerin kaydedilmesi mümkün olduğundan başlangıç noktasının anteroposterior yöndeki değişimi çalışmanın sonuçlarını dinamik oklüzal yollar üzerinde etkilemeyecektir.

Çalışmamızda kullanılan Modjaw cihazı hakkında literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak benzer cihazların kullanımı literatürde tanımlanmıştır, elde edilen verilerin doğrudan tasarım programında kullanımı tarif edilmiştir (93). Modjaw cihazı ile beraber kaydedilen hareketler içerisinde yer alan çiğneme kayıtları sırasında hastalardan gofret yemeleri istenmiştir. Literatürde yumuşak ve sert gıdaların çiğnenmesi ile ilgili örnekler bulunmaktadır. Deneklere bademli kurabiye ve sakızlı şeker çiğnetilmiş, bu çiğneme kayıtları sırasında yiyecek tipinin de çiğneme yönünü ve kuvvetini etkilediği bildirilmiştir (101). Çalışmamızda sert gıda tercih edilmesi hastaların daha fazla kuvvet ile daha uzun süre çiğnemesini sağlamıştır. Bu sayede çiğneme kayıtları daha uzun süre ile alınabilmektedir. Seçilen yiyeceğin sertliği alt çenenin kapanma darbelerinde çenenin laterale doğru hareketini arttıracak şekilde düşünülmüş ve tercih edilmiştir (1).

Çalışmamızda elde edilen verilerden 2 farklı deney düzeneği oluşturularak farklı tasarımlar yapılmasının iki temel sebebi bulunmaktadır. Daha büyük veya daha küçük protetik endikasyonlardaki sapmaların incelenmesi, aynı zamanda ağız içi kamera ile beraber alınan kayıtların hastanın sağ veya solundan alınarak kullanılabilmesi ve firma tarafından sadece bir bölgedeki tasarımlar için uygun olduğunun ifade edilmesidir. Diğerleri ise Modjaw ve 3Shape firmalarının fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği kayıtlarının farklı tasarım programlarında çalıştırılabilmesidir. Bu nedenle iki kayıt yöntemi ancak iki farklı deney düzeneğinde aynı gruplar üzerinde ancak farklı endikasyonlar ile tamamen bağımsız olarak test edilmiştir.

5.3. Oklüzal Apareylerin Tasarımı ve Fonksiyonel Olarak Oluşturulmuş Yol Tekniği

Çalışmamızda kontrol grubunun oluşturulabilmesi için deneklerin oluşturduğu fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği ile elde edilmeye çalışılmıştır. Bunun gerçekleştirilmesi için deneklerden elde edilmiş olan sanal modeller üzerinde kişiye özel apareyler tasarlanmıştır. Oklüzyonda herhangi bir temas bulunmadan, bir anterior jig yerleştirilmiş olan splintler 3 boyutlu yazıcılar ile üretilmiştir. Tasarımda kullanılan jig alt kesici dişlere dik olarak yerleştirilmiştir. Literatürde en çok belirtilen sentrik ilişki kaydın alınmasına yardımcı yöntemler jig ile beraber mandibulanın manüplasyonu, jig ile beraber çene ucundan manüplasyon ve gotik ark aparey bir çalışmada karşılaştırılmıştır. Tekrarlanabilirlik ve doğru kayıt için en başarılı sonucun anterior jig ile sağlanabildiği bildirilmiştir (113). Bizim çalışmamızda da oklüzal apareylerin tasarımı ve fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniğinin oluşturulması sırasında apareyin ön bölgesinde bir jig olmasına karar verilmiş ve tasarımı tamamlanmıştır. 3 boyutlu yazıcılardan elde edilen oklüzal apareylerin ağız içerisinde kullanımının uygun olduğu ve biyouyumluluk standartlarını sağladığı bilinmektedir (84).

Tüm bu tasarımlar sırasında kayıt materyali için oklüzalda bir mesafe gerektiğinden dolayı tüm modellerde standart olması için 1. premolar dişler arasında 3 mm mesafe olana kadar dikey boyut çubuğu açılmıştır. Dikey boyut değişikliği ile oklüzal kondiler eğim ölçümünde bir fark bulunmadığından dolayı (121) çalışmamızda bu dikey boyut değişikliği ile beraber alt çene hareketlerinin yaratmış olduğu oklüzal izler ve tasarımlar değerlendirmeye uygun bulunmuştur. Ayrıca çalışmamızda Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği ile kontrol gruplarının oluşturulması sırasında da bu dikey boyut değişikliği de taklit edileceği için karşılaştırmanın yapılabilmesi için ihmal edilebilir ve aynı zamanda çalışmanın bir sınırlaması olarak görülebilir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda doğrudan üretilecek protetik restorasyonlar için aynı çalışma yönteminin dikey boyut değişikliği olmadan tekrarlanması önerilebilir.

FOOYT tekniği için mum denenmiştir ancak istenilen gibi stabil kalmadığı ve şekillendirme problemlerinden dolayı stenç kullanımı tercih edilmiştir. Meyer tam protezlerin yapımı sırasında alt çene hareketlerinin tam olarak taklit edilebilmesi için bu tekniği kullanmıştır. Oklüzal yollar ve tüberkül tepelerinde mekanik artikülatör ile FOOYT tekniği arasında fark bulmuştur. Araştırmacı da çalışmasında FOOYT tekniğini uygularken stenç ile şekillendirme yapmıştır (102).

Oklüzal apareylerin tasarımı sırasında literatürde belirtildiği gibi dijital modeller sanal artikülatorlere yerleştirilmiştir (74, 81). Splintlerin tasarımı yapılmış olan çalışmalarda iş akışları ile aynı olacak şekilde tamamlanmıştır (83). Oklüzyonun sanal olarak şekillendirilebilmesi için 0 derecelik insizal tabla seçimi saf lateral hareketin gerçekleştirilmesine, böylece ağız içinde kayıt alınan Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniğine en yakın modelajın oluşturulmasını sağlamıştır. Yazılım üzerinde tasarım sırasında şekillendirmeler tamamen otomatik ayarlar ile yapılmış, artikülatorün dinamik oklüzyon özelliklerinin verdiği sonuçlar herhangi bir müdahale olmadan değerlendirilebilmiştir.

5.4. Köprülerin Tasarımı

HÖH ile ilgili yapılmış vaka raporların dışındaki tek araştırma tek kuronlar üzerine yapılmıştır. 15 hastada artikülator kullanılarak, HÖH ve sadece oklüzal kayıtlar ile posterior bölgede tek kuronlar tasarlanmıştır. Bu kuronların toplam oklüzal sapmaları arasında bir fark bulunamamıştır. Ancak sadece statik oklüzal kayıtlara göre oklüzal hata oranı daha az bulunmuştur (109). Lee'nin çalışmasında da belirtildiği üzere daha geniş bir sonuç verebilmesi ve için üç üyeli bir köprü düzeneği kurulmuştur. Lin ve ark. 10 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada da FOOYT ile üretilen restorasyonların hasta memnuniyetini arttırdığını, klinikte geçen zamanı ve uyumlama gerekliliğini azalttığını belirtmiştir, ancak tekniğin basitleştirilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır (122). Yapılan bir diğer çalışmada 3 üye köprü protezlerinin tasarımı araştırılmış, seçilen dişler 2 premolar ve 1 molar diş olmuştur (72). Klinik iş akışında mediotruziv ve laterotruziv erken temaslarda daha çok görülen çatışmalar molar bölgesinde olmakta ve restorasyonlarda veya dişlerde komplikasyonlara sebebiyet verebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda tasarım yapılacak dayanaklar 1 premolar 2 molar diş olarak tercih edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda kontrol grubu olarak Muric ve ark. yaptıkları çalışmada konvasiyonel modelaj veya farklı dijital diş kütüphaneleri ile yapılan modelajlar arasında bir fark olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmalarında elde ettikleri yüzey morfolojilerini sağlıklı deneklerinin fizyolojik olarak sağlıklı olmalarından dolayı doğal dişli modellerinin kullanımı uygun görülmüşlerdir (72). Çalışmamızda benzer bir kontrol grubu tercihi seçimini desteklemektedir.

5.5. Bulgular

Çalışmamızın da kondil yolu eğimlerinin ölçümünde kullanılan 2 farklı analiz yöntemi karşılaştırılmıştır. Zebris cihazı yapılmış benzer çalışmalarda klinik olarak güvenle ve tekrarlanabilir olarak kullanılabileceğini göstermiş olsa da Modjaw cihazı daha yeni nesil olan ve henüz üzerinde bir bilimsel çalışma yapılmamış bir cihazdır (97, 99). Bu cihazın sıkça alt çene hareketlerinin farklı modüllerinde yaptığı kayıtlar, alt çenenin farklı pozisyonlarında modellerin dışarıya aktarılan tasarım programlarında farklı dikeye boyut veya pozisyonlarında çalışılabilmesine imkan vermesi sebebiyle son derece ilgi çekici olmuştur. Bu cihazlar arasında alt çene hareketlerinin kayıtlarının analizi için yazılımlarının yaptıkları hesaplamalar farklıdır. Zebris cihazının yazılımı alt çenenin protrüzyon, laterotrüzyon ve açma kapama hareketlerini sırasıyla yaptırırken, modjaw cihazında hareket kayıtları farklı modüller içerisindedir. Böylece proturüzyon, açma kapama, sağ ve sol laterotrüzyon veya çiğneme kayıtları gibi farklı modüllerde kondil yolu eğimlerinin kaydı gerçekleştirilebilmektedir.

Çalışmamızda bulguların kaydedilmesi ve karşılaştırılması sırasında Zebris cihazının sağ ve sol protruziv kondil yolu eğim için ölçmüş olduğu değerler Modjaw cihazının farklı hareketler ile ölçüm yaptığı yöntemler ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı bulunmuştur (tüm gruplar için $p<0.01$). Aynı zamanda Zebris cihazının sağ ve sol lateral kondil yolu eğimi için ölçmüş olduğu değerler Modjaw cihazının mediotrüzyon kaydı hariç farklı hareketler ile ölçüm yaptığı yöntemler ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklı bulunmuştur (tüm gruplar için $p<0.01$). Yazılımların algoritmalarının farklı hesaplama stratejileri sebebiyle ve firmaların bu algoritmalarını net olarak açıklamamaları ölçümlerin cihazlar arasında farklı bulunmasına bir cevap olabilecektir. Modjaw cihazının kendi ölçümleri içerisinde de protruziv kondil yolu eğimleri arasında da fark bulunmaktadır. Yazılım özellikle açma kapama ve çiğneme kayıtları protruziv harekete göre daha yüksek kondil yolu eğimi değerleri hesaplamıştır. Bu hareketler sırasında kondilin fossa içerisinde protrüzyon hareketindeki kadar aşağı ve öne yöndeki hareketi gerçekleşmeyeceğinden dolayı bu açı farklılığının sebebi olduğu iddia edilebilir. Bilgin ve ark. yaptığı çalışmada kafataslarında yaptıkları ölçümlerde glenoid fossanın posterior kısmının eğiminin daha yüksek olarak ölçülmüştür. Dos Santos ve ark yaptığı çalışmada da alt çene hareketlerini kayıt sistemleriyle yaptıkları ölçümlerde eminensin ilk 2 mm'sinde en dik olan konum olduğu belirlenmiştir (123, 124). Çalışmamızda glenoid fossa morfolojisinden dolayı kondilin

yapmış olduğu yol üzerindeki ölçümlerde kondilin yapmış olduğu hareket sırasında ölçümlerin daha yüksek değerlere sebep olabilecektir. Tüm bu unsurlar gruplar arasında oluşan anlamlı farkların olası açıklamaları olabilir.

Tek tek kuronların tasarlanması için çalışma modelleri hazırlanmıştır. Modeller taratılmış ve sonrasında sanal artikülatör üzerinde protruziv kondil yolu eğimleri 40,50,60, lateral kondil yolu eğimi ise 15,20,25 olarak değiştirilmiş, kontrol grubu olarak ise 30 ve 10 dereceler seçilmiştir. Ani yana kayma ise 0.5 ve 1.5 olarak değiştirilmiştir. Kuronların tasarımı sonrası protruziv kondil yolu eğiminin dişlerin morfolojisini etkilediği, ancak kanin ve molar morfolojilerinin en çok lateral kondil yolu eğimi ve ani yana kayma değerlerinden etkilendiği ortaya çıkmıştır (125). Belirtilen çalışmadaki dereceler 30'dan 60'a, 10'dan 25'e değişmektedir. Çalışmamızda denek grubumuzun yakın yaş gruplarında olmasından dolayı kondil yolu eğimlerindeki ortalama değerlerde bu kadar değişiklik beklenmemiştir. Zaten bulgularımız da bu yönde olmuştur. İlgili çalışma posterior kontrol faktörlerinin oklüzal morfolojiyi etkilediğini belirtmek için uygun ancak çalışmamızın bulgularıyla karşılaştırmak için tam uyumlu görülmemektedir. Benzer bir durum Olthoff'un çalışmasında 0 ila 60 arasındaki protruziv kondil yolu eğimi ve 0-30 derece kondil yolu eğimlerindeki değişimler ile gerçekleştirilen çalışmalar için söylenebilir (107).

Lateral kondil yolu eğimi değerleri hesaplamalarında ise Modjaw cihazının m-Mediotrüzyon kaydı haricindeki tüm diğer hareket kayıtları ölçüm değerlerinin hesaplamalarında anlamlı fark bulunmuştur. Mediotrüzyon kaydı sırasında alt çenenin yapmış olduğu lateral hareketler kaydedilmiştir. Lateral hareketlerdeki ölçümlerin Zebris cihazıyla uyumlu çıkması öngörülen ve uyumlu olması şaşırtıcı olmayan bir durumdur. Zebris cihazının ölçümü sırasında lateral hareketler ile Modjaw cihazının ölçümlerindeki hareketler birebir aynıdır. Yapılan hareketler ve kayıt farklılıklarından doğan istatistiksel farkı açıklayan bir diğer unsur ise şudur: Zebris ve Modjaw cihazları arasında protruziv kondil yolu ölçümlerinde hiçbir korelasyon görülmezken, lateral hareketlerin birebir aynı olması ve aralarında istatistiksel fark olmaması ve aynı zamanda sağ lateral kondil yolu ölçümlerinde korelasyon görülmesi bu teoriyi doğrulamaktadır. Modjaw cihazının kaydetmiş olduğu farklı hareketlerde hareket komponentlerinin diğer hareketlerde de olmasından dolayı kayıtların her farklı grubunda korelasyonlar görülmüştür. Beklendiği gibi mediotrüzyon kaydı ile diğer

modjaw gruplarında korelasyon görülmemiştir. Ancak sol kondil yolu ölçümünde bu korelasyon görülmüş ve bir nedene bağlanamamıştır.

Modjaw cihazının çiğneme hareketlerinin kaydı sırasında kullanılan gofret bilinçli olarak seçilmiştir. Çalışmamızda sert gıda tercih edilmesi hastaların daha fazla kuvvet ile daha uzun süre çiğneme kaydı almamıza yardımcı olacağı, aynı zamanda yiyecek ne kadar sertse alt çenenin kapanma darbesi o kadar laterale doğru olacağıdır (1). Çiğneme fonksiyonu sırasında gofret bitip yutkunduklarında deneklerden dişlerini kapatmaları istenmiştir. Bu çiğneme fonksiyonu sırasında bir zaman ölçümü yapılmamakla birlikte diğer tüm kayıtlardan daha uzun sürmüştür. Süre kriteri düşünüldüğünde çiğneme hareketinin kayıtları alınırken alt çene diğer fonksiyonlara göre çok daha fazla hareket etmiştir. Verilen gofret ilk etapta büyük bir parçayken parçalandıkça daha küçük ve dar bir çiğneme döngüsü oluşması sonucu kondil glenoid fossanın içerisinde sentrik ilişki pozisyonundan tüm yönler daha az hareket etmiştir. Daha önce belirtildiği gibi glenoid fossanın posterior segmentinin daha dik olması bilgisine dayanarak çiğneme fonksiyonunda ölçülen protruziv kondil yolu eğimleri diğer tüm gruplardan daha yüksek ortalama vermiştir. Sert gıdalar çiğnenirken çenenin daha lateral darbelerle gıdayı çiğnemesinden dolayı alt çene saf lateral hareketin bazı komponentlerini tekrarlamak zorunda kalmıştır. Bu nedenle lateral kondil yolu ölçümlerinde Zebris ve Modjaw mediotrüzyon kayıtları birbirleriyle korele olmamasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark vermemiştir.

Elde edilen veriler ile oluşturulan oklüzal splintlerin tasarım dosyaları elde edilen FOOYT apareyleri ile karşılaştırılarak sapma ölçümü yapılmıştır. Genel yüzeydeki sapmalar ortalama mesafe, ortalamadan sapma, genel yüzde ve 0.3 mm'nin altındaki yüzdelere karşılaştırılarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Yapılan değerlendirmelerde Standart, Yüz Arkı ve Zebris ile elde edilen verilerle bireyselleştirilmiş artikülatörlerde yapılan tasarımlar arasında istatistiksel olarak anlamlı hiçbir fark bulunmamıştır. Ancak Modjaw cihazından elde edilen FOOYT ile yapılan tasarımlar diğer gruplardan anlamlı bir istatistiksel fark ortaya çıkarmıştır. FOOYT ile alınan kayıtlar diğer gruplardan daha başarısız olmuştur. Modjaw cihazı ile kaydedilen tüm hareketler FOOYT üzerinde etki etmektedir. Modjaw cihazı ile beraber kaydedilen çiğneme hareketleri sırasında alt çenenin özellikle lateral yönde yaptığı hareketler sırasında lateral ve protruziv yüzey izleri tasarıma yansımıştır. Tasarımlarda modjaw cihazıyla tasarlanan oklüzal splintlerin

yüzeylerinin görsel olarak da diğerlerinden daha farklı olduğu görülebilmektedir. Bunun sebebi de Ruge ve ark. yaptığı çalışmada olduğu gibi çiğneme sırasında yumuşak sakız ve sert bademli kek gibi gıdalar yedirdikleri hastalarda takip edilen oklüzal yüzeylerde ve diş temaslarındaki lateral yöndeki genişleme olarak ifade edilebilecektir (101). Tasarımların arasındaki istatistiksel farklılık çiğneme hareket kaydından geldiği tahmin edilebilir, bunun bir diğer sebebi de ağızda kontrol grubunu oluşturmak için konvansiyonel olarak elde edilen FOOYT apareyinde sadece alt çenenin rutin sınır hareketlerinin kaydedilmiş olup çiğneme kaydının yer almaması olarak değerlendirilebilecektir. Eğer protetik diş hekimliği uygulamaları için yiyecek endüstrisi ile de beraber çalışarak çiğneme kayıtlarından oluşturulabilecek bir veri tabanı oluşturulabilirse, ortalama fonksiyonel haritalar çıkarılabilir, bu haritalar ile beraber restorasyonlar üretilmeden önce tahmini eksentrik prematür temaslar ortadan kaldırılabilecektir (126). Belki de bu yazılımsal gelişmelerle birlikte artık hastaların protetik tedavileri için muayeneleri sırasında yaş ve beslenme alışkanlıkları, hangi tarafla çiğnemeyi daha çok sevdikleri gibi kriterler de değerlendirmeye alınacaktır. Daha küçük lokmalar tüketen veya çiğneme hareketini daha geniş uyguladığını bildiren hastalarda buna uygun çiğneme simülasyonları tercih edilerek restorasyonların tasarımları tamamlanacaktır. Alt çene hareketlerinin sadece düz bir çizgi gibi düşünülerek artikülatörde bir düzlem üzerinde kaymasını referans alarak oluşturduğumuz tasarımlar 3 boyutlu alt çenenin kombine hareketini tam olarak yansıtamamaktadır. Yine aynı şekilde eklem morfolojisinin tam olarak yansıtılamaması bugün mekanik artikülatörlerdeki gibi sanal artikülatörlerde de bulunmaktadır. Tüm bu bilgiler ile birlikte çalışmamızda çiğneme kayıtları ile oluşturulan yüzeyler diğer gruplara göre başarısız olarak görülse de aradaki fark bir uçurum değildir. Bu konudaki yazılımların kayıt ve taklit yetenekleri geliştikçe daha iyi sonuçlar vereceği kesindir. Ortodontik tedavilerde kullanılan şeffaf plak yöntemlerindeki yazılımların yapay zeka ile beraber yapılmış vakaların sisteme tanıtımı sonrası artık daha gerçekçi sonuçları simüle etmekte ve bu şekilde gerçekçi tedavi planları ortaya çıkabilmektedir. Yine aynı şekilde dijital tasarım programlarındaki restoratif uygulamalarda yapılan restoratif tasarımlarda yıllar içinde marjinin otomatik tanınması, oklüzal morfolojinin diğer dişlerdeki morfolojiyi tanıyarak benzerini oluşturmaya çalışması gibi gelişmeler göz önüne alındığında bahsettiğimiz çiğneme kayıtları ve bunların tasarımlara aktarılması umut vaad etmektedir.

Köprü tasarımlarının karşılaştırılması sırasında ölçüm için tasarım modelleri deneklerin orijinal diş morfolojileri karşılaştırılmıştır. Karşıtırmalardaki ölçümler Muric ve ark. yaptığı yöntem ile 5 farklı noktadan sapmalar not edilerek yapılmıştır. Ölçüm yapılan noktalardaki veriler örnek çalışmadaki gibi toplam olarak değil nokta nokta olarak değerlendirilmiştir. Yöntemdeki değişikliğin yapılmasının sebebi ise çalışmanın sonuçlarında alt çene hareketlerinin farklı taklitlerinde belirgin bir bölgede sapma farklılığının olup olmayacağının görölmek istenmesidir (72). Lee ve ark. tek kuronlar üzerine yaptığı çalışmada HÖH ile beraber artikülatör kullanım gereksiniminin ve sanal artikülatörde yapılacak olan düzenlemelerin yerini kişinin kendi alt çene hareketlerinin simüle edilerek yapmasının benzer sonuçlar verdiğini göstermiştir (109) . Muric ve ark. da farklı tasarım kütüphaneleri ile yaptıkları muhlamalarda bir fark bulamamıştır. Çalışmamızın bulguları bu çalışmaları bulgularıyla da desteklenmiştir .

Çalışmamızdaki tüm gruplar ile anlamlı fark bulunmamasına rağmen gruplar arasında fark çıkan tek diş olan 16 numaradaki sapma değerleri olarak 5 farklı noktadan ölçülen değerlerin toplamında en düşük olan iki grup HÖH kaydı ile beraber yapılan tasarımlar olmuştur (72, 109). Yapılan bir başka araştırmada HÖH ile beraber restorasyondaki uyumsuzluk daha az bulunmuştur (109). Çalışmamızda bulunduğu gibi oklüzal hatalar hastaya özgü hareket kaydında daha az bulunmuş olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Premolar bölgesinde istatistiksel bir fark bulunamamışken, molar bölgesinde anlamlı bir fark görölmüştür (72). Çalışmamızda da gruplar arasında yalnızca 1. molar dişin meziopalatinal tüberkülünde gruplar arasında fark bulunmuştur.

Ağız içi tarayıcı ile beraber alınan hareket kayıtlarında hareket kaydının sağdan veya soldan alınarak, restorasyon tarafından hareket kaydının yapılıp yapılmamasının etkisi de bir diğer merak konusu olmuştur. Araştırmacıların beklentisinin aksine hareket kaydının yeri sonucu etkilememiştir. Ancak dijital iş akışında bölgesel ölçülerin alınabilmesi, bu alınan ölçülerin model olarak üretilmeden de tedavinin tamamlanabilmesi gibi avantajlar sebebiyle hareket kaydının restorasyon yapılacak taraftan alınması daha makul görünmektedir.

Protetik tedavilerde yüz arkının kullanımının klinik performansı artırıp arttırmadığı ile ilgili çok az kaynak ve çalışma bulunmaktadır. 57 sağlıklı denekte yapılan ölçümlerde yüz arkı ile bireyselleştirilmiş sanal artikülatörlerde de oklüzyonda

herhangi istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (127). Tam protezlerin yapımında yüz arkı kullanımının klinik başarıyı arttırmadığı bildirilirken, ortognatik cerrahi gibi uygulamalarda kullanımı gereklidir. Sabit protezlerde yüz arkı kullanımı ile beraber daha başarılı oklüzal morfolojiler elde edilmesinin mümkün olduğu, hasta memnuniyetini nasıl değiştirdiğiyle ilgili bilgilerimiz eksiktir (128, 129). Oklüzal splintlerin yapımı sırasında yüz arkı kullanımının gerekliliği tartışılmıştır. 20 hastada modeller yüz arkı ve yüz arksız olarak aktarılmış ve aynı hastaya 2 farklı michigan splinti üretilmiştir. Süre ve oklüzal temasların karşılaştırılması sonrasında klinik olarak fayda sağlayacak bir fark bulunamamıştır, araştırmacılar bu uygulamanın atlanabileceğini bildirmişlerdir (130). Konvansiyonel yüz arkları ile modellerin bağlanmasında sistemlerin tekrarlanabilirlik ve gerçek düzlemleri yansıtmasındaki hataların gösterildiği çalışmalar bulunmaktadır. 5 farklı yüz arkı ile modellerin artikülatöre aktarımında sagittal ve frontal düzlemlere göre sapma göstermiştir ve anlamlı fark bulunmuştur. Yine yapılan başka bir çalışmada yüz arklarının modellerin aktarımındaki etkisine bakılmıştır. Farklı uygulayıcıların 2 yüz arkı ile uygulamalarında modellerin pozisyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (45). Yine farklı çalışmalarda yüz arkları ve alternatif yöntemler modellerin uzay düzleminde yerleşimini incelerken oklüzyon üzerine nasıl bir etkilerinin olduğu araştırılmamıştır (50, 55, 131). 19 uygulayıcının aynı hastadan elde edilen modelleri artikülatörlere aktarması üzerine yapılan ve yüz arkı olan veya olmayan uygulamaların karşılaştırıldığı randomize kontrollü kör bir çalışmada yüz arkı ile transferin yüz arkı olmadan transfere göre daha güvenilir sonuçlar verdiği, bunun da üst çenenin doğru konumunu belirtmek için gerekli olduğu belirtilmiştir (116). 2 farklı yüz arkı tipinin modellerin yerleştirilmesindeki farklılıklarına bakılmış, ancak aralarında bir fark bulunamamıştır (40). Ancak diğer yüz arkı çalışmalarında olduğu gibi doğru üst çene aktarımının oklüzyona etkisi araştırılmamıştır. Tüm yüz arkı çalışmalarında aslında artikülatörlerin bireyselleştirilmesi ile beraber çalışmayan taraftaki oklüzal morfolojiyi ve tüberkül eğimlerini tekrarlamak amaçlanmaktadır. Ağız içerisindeki posterior ve anterior morfolojinin belirleyecilerini artikülatöre yansıtmak yegane amaç olmuştur. Bu belirleyicilerin etkisi en çok tüberkül eğimi üzerine olmuştur. Kondiler eğim artınca oklüzaldeki protruziv ve çalışmayan taraf tüberkül yükseklikleri artmıştır (41) Yüz arkları ile beraber bu eğim ve modifikasyonların daha iyi olacağı varsayılsa da

çalışmamızda daha üstün bulunmamıştır. Bunun sebepleri arasında deneklerin sağlıklı olması da önemli ve göz ardı edilmemesi gereken bir unsurdur.

Dijital yüz tarama sistemleri ile beraber kullanıcıların tekrarlanabilir kayıtlar alabilmesi ve laboratuvarda yoruma açık olmayan ve hata payının azaldığı iş akışları yaratabilmek mümkündür. Konvansiyonel yüz arklarına göre daha başarılı veri aktarımının yapıldığı gösterilmektedir (44). Başka bir çalışmada da sanal yüz arkı kullanımının konvansiyonel yüz arkı ile karşılaştırılması sonucu modellerin yerleşiminde başarılı sonuçlar alınabildiği bildirilmiştir (78). Yüz arkları ile ilgili başarılı model yerleşiminin elde edilebildiği kanıtlanan ancak tam tersinin de savunulduğu çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızda başarılı bir model yerleşimine izin verdiği kabul edilerek yüz arkı grubu için dijital bir sistem tercih edilmiştir (81). Dijital bir yüz arkının çalışmada test edilme sebeplerinden bir diğeri de ilgili yüz tarama sisteminin dünyanın her yerinde rahatlıkla ulaşılabilen, sadece araştırma aracı olabilecek kompleks olmayan, bir tablet bilgisayar ve kamera sistemi ile çalışmasından dolayı tercih edilmiştir. Çünkü konvansiyonel yüz arkları ile ilgili bir diğer problem hekim laboratuvar arasındaki mesafelerin ortadan kalktığı, artık dijital araçlar sayesinde herhangi bir hekimin herhangi bir teknisyen ile mesafe tanımaksızın çalışabildiği modern dünya koşullarında laboratuvara aktarımı giderek zorlaşmaktadır. Artikülatörlerin bireyselleştirilmesindeki konvansiyonel iş akışları olan kondil yolu eğimi ölçümü, yüz arkı transferi gibi konular giderek yerlerini alt çene hareketlerinin kaydı, yüzün taranması ve sanal hasta oluşturma konseptine doğru değişmektedir (80).

Çalışmamızda görüldüğü üzere sadece yüz arkı ile beraber sanal artikülatörlerin bireyselleştirilmesi oklüzyonda anlamlı bir fark yaratmamıştır. Çalışmamızdaki her iki düzenek için yüz arkı grupları diğer grupların hiçbirinden daha üstün oklüzal performans göstermemiştir. Yüz arkı gruplarında elde edilen oklüzal kontaklar ve morfolojiler diğer gruplar ile benzerdir ve diğerlerinden üstün değildir. Yüz arkları ile elde edilmeye çalışılan hassas çalışma dış hekimliğindeki mikron seviyesindeki hataların toleransı için yeterli olmayabilir. Aynı zamanda deneklerimizin sağlıklı olmaları, anatomik olarak asimetrik düzensizliklere sahip olmamaları sebebiyle yüz arkları ile modellerin yerleştirilmesi sırasında muhtemelen yarı ayarlanabilir bir artikülatördeki standart konumlara yakın yerleştirmelerine de neden olmuş olabilir. Modellerin sağlıklı ve sağlıklı deneklerde yüz arkı aracılığı ile yerleştirilerek

sapmaların ölçümü başka bir kapsamlı çalışmanın konusudur. Çalışmamızın yüz arklarının oklüzyon performansına odaklanması bize klinik bir ipucu verse de daha fazla çalışma ve senaryonun test edilmesi gerekmektedir.

Kondil eğiminin alt çeneyi yönlendirdiği yola bağlı olarak tüberkül eğimi ve yüksekliklerinde değişiklikler olur (12). Çalışmamızın amaçlarından bir tanesi de kondil yolu eğimlerinin sanal artikülatorlerde bireyselleştirilmesi ile beraber dinamik oklüzal yollarda farklı sonuçların ortaya çıkıp çıkmadığını araştırmaktır. Oklüzyonun temel kurallarına rağmen çalışmamızda artikülator ayarlarındaki protruziv ve lateral kondil yolu eğimleri oklüzal morfoloji ve fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır.

Diş hekimliği lisans eğitiminde protetik tedaviler öğrencilere temel düzeyde tanıtılabilmektedir. Öğrenciler rutin tedaviler gerçekleştirmekte, daha kompleks tedaviler lisansüstü eğitimlerde verilmektedir. Ancak ülkelerin politik yaklaşımları ve sağlık personeli istihdam projeleri sebebiyle mezun olan öğrencilerin aldıkları temel eğitimden daha fazlasını yapabilmeleri beklenmektedir. Dijital teknolojilerin avantajlarından tanı ve tedavi sürecinden yararlanılması anlamlı fayda sağlamaktadır (59). Çalışmamızda kullanılan ağız içi tarayıcılar ile beraber fonksiyonel kayıtların da başarılı bir şekilde alınabilmesi ve uygun oklüzal morfolojilerin yaratılmasına yardımcı olması sebebiyle diş hekimlerinin rutin ve kompleks tedavilerinde başarıyı arttırabilen unsurlardan birisi olabilir.

Alt çene hareketlerini analizi sırasında tasarım yapılan yazılımların bu hareketler ile diş temas ve dinamik oklüzal hareketleri birleştirebilmeleri ve buna uygun simülasyon yapabilmeleri gereklidir. Bu zorluğun aşılabilmesi için hareketi birebir uygulayabilen sanal artikülatorlere veya robotik artikülatorlere ihtiyaç bulunmaktadır. Böylece konvansiyonel pantografların sınırlamaları geride bırakılabilmektedir. Alt çene hareketlerini taklit edebilen ve robotik artikülatorler ile veya fonksiyonel yol kaydı ile şekillendirilmiş modellerin konvansiyonel iş akışına aktarılması denemeleri yapılmıştır (92, 104). Bu hareket kaydının ancak sanal artikülatorlerde uygulanabilmesi ve dijital üretimin gerçekleştirilmesi daha gerçekçi olacaktır.

Artikülatorlerde yer alan eklem komponentleri, eklem morfolojisini tam olarak yansıtamadığı için eklem anatomisi tamamıyla taklit edilememektedir (36). Düz çizgi hareketi, ani yana kayma, fossanın üst ve arka duvar anatomisi ve interkondiler

mesafenin tam olarak ayarlanamaması nedeniyle, eksentrik hareketler rutin tedaviler için kullanılan artikulatorler tarafından iyi taklit edilemez. (39). Bireylerin kas, temporomandibular eklem, kemik, bağ dokusu ve nöromusküler sistemi doğal şekilde taklit edilebilirse ideal artikulator kullanım koşulları sağlanabilecektir. (36). Alt çene hareketlerinin hareket kaydı ve dijitalleştirme, kondil disk ilişkisinin ve TME biyomekaniğinin yapılacak restorasyonlara daha iyi aktarılarak fizyolojik oklüzyona uyulmasına yardımcı olacaktır (90). Böylece oluşturulan restorasyonlardaki kırık veya diğer problemlerin de önüne geçilebilecektir (106).

FOOYT ile elde edilen restorasyonlar ile daha az uyumlama yapılmasının mümkün olduğu çalışmalar bildirilmiştir. Memon yaptığı çalışmada ise konvansiyonel yöntemler ile FOOYT oluşturarak üretilen restorasyonlar üzerinden hasta memnuniyetini, klinik zamanı bir molar diş restorasyonu yaparak değerlendirmiştir. Bu değerlendirmede klinik zaman prosedürün uzamasından dolayı artmışken, gereken uyumlama, harcanan zaman azalmış, bu nedenle de hasta memnuniyetinde pozitif korelasyon görülmüştür (109, 132). Çalışmamızdaki yöntemler içerisinde kullanılan Zebris, Modjaw, AFT Dental sistem gibi uygulamalar klinik zamanı arttıran, ek cihaz kullanımı gerektiren uygulamalardır. Ancak ağız içi tarayıcılar ile beraber elde edilen FOOYT'nin yazılımda doğrudan tasarımı düzenleyebilmesi ve aynı zamanda artikulator ihtiyacını ortadan kaldırarak monolitik restorasyonların bu kadar popülerleştiği dijital iş akışında klinikte daha fazla yer bulacaktır.

Tek dezavantajı tüm çene hareketlerinin kayıtları için yetersiz olması sebebiyle sadece tek taraflı daha az sayıda uygulama için geçerli olması olacak, ancak gelecek yazılımsal güncellemeler, iki taraflı hareket kaydının alınabilmesi gibi olanaklar tedavinin daha geniş restoratif uygulamalar için kullanılabilmesini sağlayacaktır. Modjaw cihazı ile de çene hareketlerinin kaydı ve FOOYT tekniği ile uygulamalar gerçekleştirilerek tasarımlarda sanal artikulator kullanımının yavaş yavaş yerini bu tekniklere bırakabileceği görülebilmektedir. Uygulamaların tasarımlarda yarı ayarlanabilir bir artikulörden üstün olmaması sebebiyle bugün ek maliyetleri, yazılım öğrenilmesi gibi sebeplerden dolayı rutin kullanımda yaygınlaşması zaman içinde olacaktır, ancak ağız içi tarayıcılar ile alınan hareket kayıtları ile tam dijital iş akışında yer alan hekimlere büyük kolaylık sağlayacak ve ek bir zaman/maliyet veya öğrenme kaygısı oluşturmayacaktır.

Çalışmamızın sınırlamaları dahilinde sağlıklı bireylerde fizyolojik oklüzal morfolojinin taklit edilmesi üzerine farklı yöntemler karşılaştırılmıştır. Sağlıklı bireylerde ölçülen kondil yolu eğimleri yarı ayarlanabilir artikülörlerde kullanılan ortalama değerlere çok yakın bulunmuştur. Yüz arkı uygulamasında sağlıklı deneklerin anatomik olarak çok az asimetri göstermeleri de modellerin yarı ayarlanabilir artikülörlerdeki önerilen yerleşimine yakın yerleştirilmesini sağlamıştır. Bu yöntemler artikülörlerin bireyselleştirilmesinde bölgesel veya tam çene protetik uygulamalarda yapılan tasarımların için anlamlı bir fark yaratmamıştır. Çalışmamıza ek olarak sağlıklı deneklerde veya anatomik varyasyonlu bireylerde bu uygulamaların oklüzyona ne kadar etkisi olduğu ayrıca araştırılmalıdır. Ortalama değerlere yakın olacağı tahmin edilen, çalışmamıza kabul edilen deneklerin kriterlerine yakın hastalarda, rutin sabit protetik tedavilerde yüz arkı kullanımı, kondil yolu eğimi ölçümü gibi yöntemler yerine yarı ayarlanabilir bir artikülör kullanımı yeterli kabul edilebilecektir. Artikülörlerin bireyselleştirilmesinde kullanılan yöntemler oklüzyondaki mikron seviyesinde hassasiyet için yeterli faydayı sağlamamaktadır. Yine aynı şekilde bu uygulamaların ve yarattığı oklüzal farklılıkların hasta memnuniyeti ve klinik çalışmalar konusundaki kanıtları da eksiktir. Farklı klinik senaryolar ve hasta grupları üzerinde yeni çalışmalara ve kanıtlara ihtiyaç vardır.

SONUÇLAR

1. Kondil yolu eğimleri ölçümünde farklı yöntemlerin sonuçlarının istatistiksel anlamlı farklar vermiş olsalar da bölgesel veya tam çene protetik uygulamalarda bu ölçümlerden yapılan tasarımların anlamlı bir fark yaratmamıştır.
2. Artikülatörlerin bireyselleştirilmesi ile standart bir yarı ayarlanabilir artikülatör kullanımının oklüzyonda anlamlı bir fark yaratmamış, yarı ayarlanabilir artikülatörler rutin tedavilerde ve normal sayılan anatomik çene ilişkilerinde hala basit ve güvenilir bir yöntemdir.
3. Kondil yolu eğimi ölçümlerinde cihazların yazılım algoritmaların ölçümleri farklı hesaplamaktadır. Ölçüm yöntemleri ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
4. Fonksiyonel olarak oluşturulmuş yol tekniği basitleştirilerek hem bölgesel hem de tam çene protetik uygulamalar için artikülatörsüz uygulamalar için gelecek vadetmektedir.
5. Sabit protetik tedavilerin laboratuvar aşamalarında basitleştirilmiş, yarı ayarlanabilir artikülatörler ile uygulamalar klinik rutinde birçok tedavide yeterli performansı gösterecektir.

KAYNAKLAR

1. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion-E-book: Elsevier Health Sciences; 2019.
2. dos Santos Jr J. Occlusion. Principles and treatment Chicago, Berlin, Tokyo, London, Paris, Milan, Barcelona, Istanbul, Sao Paulo, Mumbai, Moscow, Prague, and Warsaw: Quintessence Publ Co, Inc. 2007:100-14.
3. McNeill C. Science and practice of occlusion: Quintessence Publishing (IL); 1997.
4. Dawson PE. Functional occlusion: from TMJ to smile design: Elsevier Health Sciences; 2006.
5. Klineberg I, Eckert S. Functional occlusion in restorative dentistry and prosthodontics: Elsevier Health Sciences; 2015.
6. Katsavrias EG. Changes in articular eminence inclination during the craniofacial growth period. Angle Orthod. 2002;72(3):258-64.
7. Çalikkocaoğlu S. Dişsiz hastaların protetik tedavisi: klasik tam protezler: Quintessence; 2010.
8. Bumann A, Lotzmann U, Mah J. TMJ disorders and orofacial pain: the role of dentistry in a multidisciplinary diagnostic approach: Thieme Medical Publishers; 2002.
9. Fernandes PR, de Vasconsellos HA, Okeson JP, Bastos RL, Maia ML. The anatomical relationship between the position of the auriculotemporal nerve and mandibular condyle. Cranio. 2003;21(3):165-71.
10. Allen KL. Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion. New York State Dental Journal. 2003;69(9):58.
11. Mehl A. The determination of the terminal hinge axis: a fundamental review and comparison of known and novel methods. Int J Comput Dent. 2018;21(3):201-14.
12. Aull AE. Condylar determinants of occlusal patterns. J Prosthet Dent. 1965;15(5):826-49.
13. Schweitzer JM. An evaluation of 50 years of reconstructive dentistry. Part I: Jaw relations and occlusion. J Prosthet Dent. 1981;45(4):383-8.

14. Matsumura H, Tsukiyama Y, Koyano K. Analysis of sagittal condylar path inclination in consideration of Fischer's angle. *J Oral Rehabil.* 2006;33(7):514-9.
15. Das A, Muddugangadhar BC, Mawani DP, Mukhopadhyay A. Comparative evaluation of sagittal condylar guidance obtained from a clinical method and with cone beam computed tomography in dentate individuals. *J Prosthet Dent.* 2021;125(5):753-7.
16. Davies S, Gray R. What is occlusion? *British dental journal.* 2001;191(5):235-45.
17. Duminil G, Laplanche O, Carlier J, Ré J, Simonet P, Orthlieb J. *L'occlusion: Espace Id;* 2013.
18. Clark JR, Evans RD. Functional occlusion: I. A review. *J Orthod.* 2001;28(1):76-81.
19. Beyron H. Occlusion: point of significance in planning restorative procedures. *J Prosthet Dent.* 1973;30(4 Pt 2):641-52.
20. Bryant SR. The rationale for management of morphologic variations and nonphysiologic occlusion in the young dentition. *Int J Prosthodont.* 2005;18(4):284-7.
21. Klineberg I, Stohler CS. Introduction to study group reports. *Int J Prosthodont.* 2005;18(4):277-9.
22. Brill N, Schübeler S, Tryde G. Influence of occlusal patterns on movements of the mandible. 1962. *J Prosthet Dent.* 2005;93(3):207-11.
23. Lee R. *Advances in occlusion.* Postgraduate Dental Handbook Series Boston, Bristol, London: John Wright S. 1982;51:351-79.
24. Standlee JP, Caputo AA, Ralph JP. Stress transfer to the mandible during anterior guidance and group function eccentric movements. *J Prosthet Dent.* 1979;41(1):35-9.
25. Koriath TW, Hannam AG. Effect of bilateral asymmetric tooth clenching on load distribution at the mandibular condyles. *J Prosthet Dent.* 1990;64(1):62-73.
26. Ramfjord SP. Dysfunctional temporomandibular joint and muscle pain. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 1961;11(2):353-74.
27. Ramfjord SP. Bruxism, a clinical and electromyographic study. *J Am Dent Assoc.* 1961;62:21-44.

28. Terms TGoP. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent. 2017;117(5s):e1-e105.
29. Yamamoto T, Nishigawa K, Bando E, Hosoki M. Effect of different head positions on the jaw closing point during tapping movements. J Oral Rehabil. 2009;36(1):32-8.
30. Scheid RC. Woelfel's dental anatomy: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
31. Rosenstiel SF, Land MF. Contemporary fixed prosthodontics-e-book: Elsevier Health Sciences; 2015.
32. Keskin H, Özdemir T, Tuncer N, Aksoy C. Gnatoloji. İstanbul: İÜ Basımevi ve Film Merkezi. 1997:89-92.
33. Palik JF, Nelson DR, White JT. Accuracy of an earpiece face-bow. J Prosthet Dent. 1985;53(6):800-4.
34. Nagy WW, Smithy TJ, Wirth CG. Accuracy of a predetermined transverse horizontal mandibular axis point. J Prosthet Dent. 2002;87(4):387-94.
35. Rashedi B, Petropoulos VC. Preclinical complete dentures curriculum survey. J Prosthodont. 2003;12(1):37-46.
36. Azer SS, Kemper E. The patient-specific anatomical articulator. J Prosthet Dent. 2021.
37. Dieter Schulz DOW. Basiswissen zur Datenübertragung. 2004.
38. Ak V, Ali M, Chaturvedi S, Naeem A, Amrit R. Articulators-A review article. International Journal of Applied Research. 2014;1:6-8.
39. Jeong MY, Kim MJ, Lim YJ, Kwon HB. Evaluation of eccentric tooth contact on a semi-adjustable articulator by using an occlusal analysis system. J Prosthet Dent. 2022.
40. Palaskar JN, Joshi N, Gullapalli P, Shah P. Comparative evaluation of sagittal inclination of the occlusal plane with Frankfort horizontal plane in facebow transfers to semiadjustable and fully adjustable articulators. J Prosthet Dent. 2020;123(2):299-304.
41. Price RB, Kolling JN, Clayton JA. Effects of changes in articulator settings on generated occlusal tracings. Part I: Condylar inclination and progressive side shift settings. J Prosthet Dent. 1991;65(2):237-43.

42. Starcke EN. The history of articulators: the appearance and early history of facebows. *J Prosthodont.* 2000;9(3):161-5.
43. Koyano K, Tsukiyama Y, Kuwatsuru R. Rehabilitation of occlusion - science or art? *J Oral Rehabil.* 2012;39(7):513-21.
44. Lam WYH, Hsung RTC, Choi WWS, Luk HWK, Cheng LYY, Pow EHN. A clinical technique for virtual articulator mounting with natural head position by using calibrated stereophotogrammetry. *J Prosthet Dent.* 2018;119(6):902-8.
45. Bowley JF, Michaels GC, Lai TW, Lin PP. Reliability of a facebow transfer procedure. *J Prosthet Dent.* 1992;67(4):491-8.
46. Thorp ER, Smith DE, Nicholls JI. Evaluation of the use of a face-bow in complete denture occlusion. *J Prosthet Dent.* 1978;39(1):5-15.
47. Hong SJ, Choi Y, Park M, Paek J, Pae A, Kim HS, et al. Setting the Sagittal Condylar Inclination on a Virtual Articulator Using Intraoral Scan of Protrusive Interocclusal Position and Cone Beam Computed Tomography. *J Prosthodont.* 2020;29(2):185-9.
48. Yatabe M, Zwijnenburg A, Megens CC, Naeije M. The kinematic center: a reference for condylar movements. *J Dent Res.* 1995;74(10):1644-8.
49. Ferrario VF, Sforza C, Miani A, Jr., Serrao G, Tartaglia G. Open-close movements in the human temporomandibular joint: does a pure rotation around the intercondylar hinge axis exist? *J Oral Rehabil.* 1996;23(6):401-8.
50. Maveli TC, Suprono MS, Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Bahjri K. In vitro comparison of the maxillary occlusal plane orientation obtained with five facebow systems. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):566-73.
51. Piehslinger E, Celar A, Celar R, Jäger W, Slavicek R. Reproducibility of the condylar reference position. *J Orofac Pain.* 1993;7(1):68-75.
52. Preston JD. A reassessment of the mandibular transverse horizontal axis theory. *J Prosthet Dent.* 1979;41(6):605-13.
53. Nagy WW, Goldstein GR. Facebow Use in Clinical Prosthodontic Practice. *J Prosthodont.* 2019;28(7):772-4.
54. Almeida MG, Nassar MSP, Bataglion CAN, De Mello Filho FV, Terreri AL, Bataglion C. Comparison reproducibility between the facebow and a new technique based on a spirit level device. *Cranio.* 2021;39(4):344-50.

55. Petre A, Drafta S, Stefanescu C, Oancea L. Virtual facebow technique using standardized background images. *J Prosthet Dent*. 2019;121(5):724-8.
56. Coachman C, Blatz MB, Böhner L, Sesma N. Dental software classification and dento-facial interdisciplinary planning platform. *J Esthet Restor Dent*. 2021;33(1):99-106.
57. Patzelt SB, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig*. 2014;18(6):1687-94.
58. Masri R, Driscoll CF. *Clinical applications of digital dental technology*: John Wiley & Sons; 2015.
59. Becker K, Jakstat HA, Ahlers MO. Quality improvement of functional diagnostics in dentistry through computer-aided diagnosis: a randomized controlled trial. *Int J Comput Dent*. 2018;21(4):281-94.
60. Hsu MR, Driscoll CF, Romberg E, Masri R. Accuracy of Dynamic Virtual Articulation: Trueness and Precision. *J Prosthodont*. 2019;28(4):436-43.
61. Solaberrieta E, Minguez R, Etxaniz O, Barrenetxea L. Improving the digital workflow: direct transfer from patient to virtual articulator. *Int J Comput Dent*. 2013;16(4):285-92.
62. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *Br Dent J*. 2008;204(9):505-11.
63. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144(3):471-8.
64. Keul C, Güth JF. Accuracy of full-arch digital impressions: an in vitro and in vivo comparison. *Clin Oral Investig*. 2020;24(2):735-45.
65. Michelinakis G, Apostolakis D, Pavlakis E, Kourakis G, Papavasiliou G. Accuracy of IOS in Full-Arch Dentate Patients Compared to CBCT Cast-Scanning. An In-Vivo Study. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2019;27(3):122-30.
66. Osnes CA, Wu JH, Venezia P, Ferrari M, Keeling AJ. Full arch precision of six intraoral scanners in vitro. *J Prosthodont Res*. 2020;64(1):6-11.
67. Lepidi L, Galli M, Mastrangelo F, Venezia P, Joda T, Wang HL, et al. Virtual Articulators and Virtual Mounting Procedures: Where Do We Stand? *J Prosthodont*. 2021;30(1):24-35.

68. Giachetti L, Sarti C, Cinelli F, Russo DS. Accuracy of Digital Impressions in Fixed Prosthodontics: A Systematic Review of Clinical Studies. *Int J Prosthodont.* 2020;33(2):192-201.
69. Gärtner C, Kordass B. The virtual articulator: development and evaluation. *Int J Comput Dent.* 2003;6(1):11-24.
70. Iwaki Y, Wakabayashi N, Igarashi Y. Dimensional accuracy of optical bite registration in single and multiple unit restorations. *Oper Dent.* 2013;38(3):309-15.
71. Edher F, Hannam AG, Tobias DL, Wyatt CCL. The accuracy of virtual interocclusal registration during intraoral scanning. *J Prosthet Dent.* 2018;120(6):904-12.
72. Muric A, Gokcen Röhlig B, Ongul D, Evlioglu G. Comparing the precision of reproducibility of computer-aided occlusal design to conventional methods. *J Prosthodont Res.* 2019;63(1):110-4.
73. Solaberrieta E, Garmendia A, Brizuela A, Otegi JR, Pradies G, Szentpétery A. Intraoral Digital Impressions for Virtual Occlusal Records: Section Quantity and Dimensions. *Biomed Res Int.* 2016;2016:7173824.
74. Yang S, Feng N, Li D, Wu Y, Yue L, Yuan Q. A Novel Technique to Align the Intraoral Scans to the Virtual Articulator and Set the Patient-Specific Sagittal Condylar Inclination. *J Prosthodont.* 2022;31(1):79-84.
75. Kalman L, Chrapka J, Joseph Y. Digitizing the Facebow: A Clinician/Technician Communication Tool. *Int J Prosthodont.* 2016;29(1):35-7.
76. Morneburg TR, Pröschel PA. Impact of arbitrary and mean transfer of dental casts to the articulator on centric occlusal errors. *Clin Oral Investig.* 2011;15(3):427-34.
77. Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Etxaniz O. Direct transfer of the position of digitized casts to a virtual articulator. *J Prosthet Dent.* 2013;109(6):411-4.
78. Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpétery A. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent.* 2015;113(3):191-7.
79. Park JH, Lee GH, Moon DN, Kim JC, Park M, Lee KM. A digital approach to the evaluation of mandibular position by using a virtual articulator. *J Prosthet Dent.* 2021;125(6):849-53.

80. Li J, Chen Z, Decker AM, Wang HL, Joda T, Mendonca G, et al. Trueness and Precision of Economical Smartphone-Based Virtual Facebow Records. *J Prosthodont*. 2022;31(1):22-9.
81. Revilla-León M, Zandinejad A, Nair MK, Barmak BA, Feilzer AJ, Özcan M. Accuracy of a patient 3-dimensional virtual representation obtained from the superimposition of facial and intraoral scans guided by extraoral and intraoral scan body systems. *J Prosthet Dent*. 2021.
82. Amezua X, Iturrate M, Garikano X, Solaberrieta E. Analysis of the impact of the facial scanning method on the precision of a virtual facebow record technique: An in vivo study. *J Prosthet Dent*. 2021.
83. Dedem P, Türp JC. Digital Michigan splint - from intraoral scanning to plasterless manufacturing. *Int J Comput Dent*. 2016;19(1):63-76.
84. Marcel R, Reinhard H, Andreas K. Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing. *Clin Oral Investig*. 2020;24(12):4607-15.
85. Soboļeva U, Lauriņa L, Slaidiņa A. Jaw tracking devices--historical review of methods development. Part I. *Stomatologija*. 2005;7(3):67-71.
86. Soboļeva U, Lauriņa L, Slaidiņa A. Jaw tracking devices--historical review of methods development. Part II. *Stomatologija*. 2005;7(3):72-6.
87. Clayton JA, Kotowicz WE, Zahler JM. Pantographic tracings of mandibular movements and occlusion. *J Prosthet Dent*. 1971;25(4):389-96.
88. Howell PG, Ellis S, Johnson CW, Watson IB, Klineberg I. The recording and analysis of EMG and jaw tracking. II. Reproducibility of jaw tracking. *J Oral Rehabil*. 1993;20(1):33-43.
89. Ecker GA, Goodacre CJ, Dykema RW. A comparison of condylar control settings obtained from wax interocclusal records and simplified mandibular motion analyzers. *J Prosthet Dent*. 1984;51(3):404-6.
90. Airoidi RL, Gallo LM, Palla S. Precision of the jaw tracking system JAWS-3D. *J Orofac Pain*. 1994;8(2):155-64.
91. Kwon JH, Im S, Chang M, Kim JE, Shim JS. A digital approach to dynamic jaw tracking using a target tracking system and a structured-light three-dimensional scanner. *J Prosthodont Res*. 2019;63(1):115-9.
92. Carossa M, Cavagnetto D, Ceruti P, Mussano F, Carossa S. Individual mandibular movement registration and reproduction using an optoelectronic jaw movement

- analyzer and a dedicated robot: a dental technique. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):271.
93. Lauren M. A new 4-dimensional imaging system for jaw tracking. *Int J Comput Dent*. 2014;17(1):75-82.
 94. Kurbad A. Three-dimensional registration of real jaw motion tracking data and its therapeutic consequences. *Int J Comput Dent*. 2018;2018;21(1):57-70.
 95. Hugger A, Bölöni E, Berntien U, Stüttgen U. Accuracy of an ultrasonic measurement system for jaw movement recording. *J Dent Res*. 2001;80.
 96. Uchida T, Sakai J, Okamoto Y, Watanabe T, Kitagawa T, Aida M, et al. [Studies evaluating measurement accuracy of CMS-JAW, a jaw motion tracking device with six degrees of freedom using an ultrasonic recording system]. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*. 2008;52(3):350-9.
 97. Ratzmann A, Mundt T, Schwahn C, Langforth G, Hutzen D, Gedrange T, et al. Comparative clinical investigation of horizontal condylar inclination using the JMA electronic recording system and a protrusive wax record for setting articulators. *Int J Comput Dent*. 2007;10(3):265-84.
 98. Kurbad A. Three-dimensional registration of real jaw motion tracking data and its therapeutic consequences. *Int J Comput Dent*. 2018;21(1):57-70.
 99. Schierz O, Klinger N, Schön G, Reissmann DR. The reliability of computerized condylar path angle assessment. *Int J Comput Dent*. 2014;17(1):35-51.
 100. Ruge S, Kordass B. 3D-VAS--initial results from computerized visualization of dynamic occlusion. *Int J Comput Dent*. 2008;11(1):9-16.
 101. Ruge S, Quooss A, Kordass B. Variability of closing movements, dynamic occlusion, and occlusal contact patterns during mastication. *Int J Comput Dent*. 2011;14(2):119-27.
 102. Meyer FS. The generated path technique in reconstruction dentistry: Part II. Fixed partial dentures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1959;9(3):432-40.
 103. Mehl A. A new concept for the integration of dynamic occlusion in the digital construction process. *Int J Comput Dent*. 2012;15(2):109-23.
 104. Kim JE, Park JH, Moon HS, Shim JS. Complete assessment of occlusal dynamics and establishment of a digital workflow by using target tracking with a three-dimensional facial scanner. *J Prosthodont Res*. 2019;63(1):120-4.

- 105.D'Haese R, Vrombaut T, Roeykens H, Vandeweghe S. In Vitro Accuracy of Digital and Conventional Impressions for Full-Arch Implant-Supported Prostheses. *J Clin Med*. 2022;11(3).
- 106.Sornsuwan T, Swain MV. Influence of occlusal geometry on ceramic crown fracture; role of cusp angle and fissure radius. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2011;4(7):1057-66.
- 107.Olthoff L, Meijer I, de Ruiter W, Bosman F, van der Zel J. Effect of virtual articulator settings on occlusal morphology of CAD/CAM restorations. *Int J Comput Dent*. 2007;10(2):171-85.
- 108.Valenti M, Schmitz JH. A reverse digital workflow by using an interim restoration scan and patient-specific motion with an intraoral scanner. *J Prosthet Dent*. 2021;126(1):19-23.
- 109.Lee Y-C, Lee C, Shim J, Park J-M, Shin Y, Kim JH. Comparison Between Occlusal Errors of Single Posterior Crowns Adjusted Using Patient Specific Motion or Conventional Methods. *Applied Sciences*. 2020;10:9140.
- 110.Li Q, Bi M, Yang K, Liu W. The creation of a virtual dental patient with dynamic occlusion and its application in esthetic dentistry. *J Prosthet Dent*. 2021;126(1):14-8.
- 111.Sun A, Yang Y, Gao H, Lin WS, Chen L, Tan J. Integrating Facial and Intraoral Scans for Digital Esthetic and Occlusal Design: A Technical Report. *J Prosthodont*. 2021;30(8):729-33.
- 112.Delong R, Ko CC, Anderson GC, Hodges JS, Douglas WH. Comparing maximum intercuspal contacts of virtual dental patients and mounted dental casts. *J Prosthet Dent*. 2002;88(6):622-30.
- 113.Keshvad A, Winstanley RB. Comparison of the replicability of routinely used centric relation registration techniques. *J Prosthodont*. 2003;12(2):90-101.
- 114.Kiseri B, Dayan S, Yıldız M, Sülün T. The correlation between direction and amount of retrusive movement and condyle position and joint space. *Cranio*. 2018;36(4):250-6.
- 115.Koch GK, Gallucci GO, Lee SJ. Accuracy in the digital workflow: From data acquisition to the digitally milled cast. *J Prosthet Dent*. 2016;115(6):749-54.
- 116.Ahlers MO, Edelhoff D, Jakstat HA. Reproduction accuracy of articulator mounting with an arbitrary face-bow vs. average values-a controlled, randomized, blinded patient simulator study. *Clin Oral Investig*. 2019;23(3):1007-14.

- 117.Müller H. FGP technique with Cerec 3D. *Int J Comput Dent.* 2006;9(4):333-8.
- 118.Suzuki Y, Shimpo H, Ohkubo C, Kurtz KS. Fabrication of fixed implant prostheses using function bite impression technique (FBI technique). *J Prosthodont Res.* 2012;56(4):293-6.
- 119.Suzuki Y, Shimpo H, Ohkubo C. Occlusal contact of fixed implant prostheses using functional bite impression technique. *Implant Dent.* 2015;24(1):42-6.
- 120.Shimizu S, Sato Y, Shirai M, Matsumoto T, Abe M, Ohkubo C. Occlusion accuracy of restorations and removable partial dentures fabricated using the impression under occlusal force with functionally generated path recording. *J Oral Sci.* 2018;60(4):484-92.
- 121.Alsawaf MM, Garlapo DA. Influence of tooth contact on the path of condylar movements. *J Prosthet Dent.* 1992;67(3):394-400.
- 122.Lin PT, Jiao Y, Zhao SJ, Wang F, Li L, Yu F, et al. Occlusion and Disocclusion Time Changes in Single Unit Crowns Designed by Functional Generated Path Technique: A Randomised Clinical Trial. *Sci Rep.* 2017;7(1):388.
- 123.Bilgin T, Sülün T, Ergin U, Kursoglu P, Beyli M, von Fraunhofer JA. Evaluation of the slope of the articular eminence and the transverse angle of the glenoid fossa in an Anatolian population. *Cranio.* 2000;18(3):220-7.
- 124.dos Santos J, Jr., Nelson S, Nowlin T. Comparison of condylar guidance setting obtained from a wax record versus an extraoral tracing: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2003;89(1):54-9.
- 125.Oancea L, Stegaroiu R, Cristache CM. The influence of temporomandibular joint movement parameters on dental morphology. *Ann Anat.* 2018;218:49-58.
- 126.Röhrle O, Waddell JN, Foster KD, Saini H, Pullan AJ. Using a motion-capture system to record dynamic articulation for application in CAD/CAM software. *J Prosthodont.* 2009;18(8):703-10.
- 127.Pröschel PA, Maul T, Morneburg T. Predicted incidence of excursive occlusal errors in common modes of articulator adjustment. *Int J Prosthodont.* 2000;13(4):303-10.
- 128.Carlsson GE. Some dogmas related to prosthodontics, temporomandibular disorders and occlusion. *Acta Odontol Scand.* 2010;68(6):313-22.
- 129.von Stein-Lausnitz M, Schmid S, Blankenstein FH, Peroz I, Beuer F, Sterzenbach G. Influence of a face-bow on oral health-related quality of life after changing the

vertical dimension in the articulator: a randomized controlled trial. Part II. Clin Oral Investig. 2018;22(1):433-42.

130. Shodadai SP, Türp JC, Gerds T, Strub JR. Is there a benefit of using an arbitrary facebow for the fabrication of a stabilization appliance? Int J Prosthodont. 2001;14(6):517-22.
131. Lux LH, Thompson GA, Waliszewski KJ, Ziebert GJ. Comparison of the Kois Dento-Facial Analyzer System with an earbow for mounting a maxillary cast. J Prosthet Dent. 2015;114(3):432-9.
132. Memon S. A Comparative Evaluation of the Effect of Double Casting Technique Using Functionally Generated Path and Conventional Single Casting with Respect to Functional Articulation, Patient Satisfaction and Chair Side Time, in Single Unit Molar Teeth: An In Vivo Study. J Indian Prosthodont Soc. 2014;14(Suppl 1):119-25.

HAM VERİLER

Grup.prot.: zebprotsag	Grup.prot.: zebprotsol	grup.sol.ha zebbensag	grup.sag.ha zebbensol
1.00	24.50	1.00	33.40
1.00	31.10	1.00	28.20
1.00	42.10	1.00	31.50
1.00	43.50	1.00	39.50
1.00	37.10	1.00	37.40
1.00	31.10	1.00	27.80
1.00	25.40	1.00	23.80
1.00	32.00	1.00	42.10
1.00	33.90	1.00	35.70
1.00	35.70	1.00	46.80
1.00	50.30	1.00	49.80
1.00	38.10	1.00	37.60
1.00	20.50	1.00	32.90
1.00	33.60	1.00	40.70
1.00	45.40	1.00	47.90
1.00	34.10	1.00	31.30
1.00	30.40	1.00	35.30
1.00	36.70	1.00	38.10
1.00	40.70	1.00	30.40
1.00	31.50	1.00	32.20
1.00	36.20	1.00	34.60
1.00	60.00	1.00	60.00
1.00	43.50	1.00	48.40
1.00	39.70	1.00	37.60
1.00	58.70	1.00	60.00
1.00	57.30	1.00	59.90
1.00	42.50	1.00	42.30
1.00	23.30	1.00	26.80
1.00	40.20	1.00	46.10
1.00	35.50	1.00	28.90
2.00	48.00	2.00	47.00
2.00	52.00	2.00	47.00
2.00	68.00	2.00	54.00
2.00	48.00	2.00	36.00
2.00	13.00	2.00	52.00
2.00	50.00	2.00	44.00
2.00	66.00	2.00	54.00
2.00	38.00	2.00	58.00
2.00	35.00	2.00	43.00
2.00	32.00	2.00	48.00
2.00	48.00	2.00	58.00
2.00	51.00	2.00	52.00
2.00	43.00	2.00	53.00
2.00	44.00	2.00	49.00
2.00	53.00	2.00	57.00
2.00	48.00	2.00	44.00
2.00	49.00	2.00	52.00
2.00	52.00	2.00	57.00
2.00	67.00	2.00	55.00
2.00	55.00	2.00	50.00
2.00	42.00	2.00	39.00

2.00	45.00	2.00	48.00	2.00	11.00	2.00	9.00
2.00	38.00	2.00	46.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.00	43.00	2.00	43.00	2.00	7.00	2.00	3.00
2.00	58.00	2.00	56.00	2.00	4.00	2.00	4.00
2.00	54.00	2.00	54.00	2.00	25.00	2.00	1.00
2.00	41.00	2.00	41.00	2.00	9.00	2.00	9.00
2.00	57.00	2.00	52.00	2.00	1.00	2.00	1.00
2.00	53.00	2.00	61.00	2.00	12.00	2.00	10.00
2.00	40.00	2.00	38.00	2.00	7.00	2.00	7.00
3.00	67.00	3.00	68.00	3.00	19.00	3.00	11.00
3.00	64.00	3.00	52.00	3.00	12.00	3.00	11.00
3.00	76.00	3.00	65.00	3.00	10.00	3.00	15.00
3.00	63.00	3.00	37.00	3.00	12.00	3.00	2.00
3.00	51.00	3.00	52.00	3.00	9.00	3.00	13.00
3.00	55.00	3.00	60.00	3.00	16.00	3.00	11.00
3.00	63.00	3.00	71.00	3.00	38.00	3.00	23.00
3.00	43.00	3.00	70.00	3.00	4.00	3.00	9.00
3.00	36.00	3.00	53.00	3.00	7.00	3.00	3.00
3.00	39.00	3.00	61.00	3.00	11.00	3.00	10.00
3.00	59.00	3.00	90.00	3.00	6.00	3.00	8.00
3.00	89.00	3.00	74.00	3.00	15.00	3.00	22.00
3.00	71.00	3.00	58.00	3.00	17.00	3.00	17.00
3.00	49.00	3.00	47.00	3.00	1.00	3.00	27.00
3.00	70.00	3.00	67.00	3.00	10.00	3.00	14.00
3.00	59.00	3.00	55.00	3.00	7.00	3.00	1.00
3.00	66.00	3.00	63.00	3.00	27.00	3.00	16.00
3.00	48.00	3.00	68.00	3.00	12.00	3.00	3.00
3.00	82.00	3.00	93.00	3.00	25.00	3.00	21.00
3.00	54.00	3.00	80.00	3.00	19.00	3.00	18.00
3.00	55.00	3.00	78.00	3.00	16.00	3.00	5.00
3.00	46.00	3.00	78.00	3.00	8.00	3.00	3.00
3.00	55.00	3.00	56.00	3.00	10.00	3.00	12.00
3.00	51.00	3.00	62.00	3.00	21.00	3.00	14.00
3.00	58.00	3.00	51.00	3.00	9.00	3.00	14.00
3.00	66.00	3.00	82.00	3.00	12.00	3.00	15.00
3.00	74.00	3.00	56.00	3.00	1.00	3.00	12.00
3.00	71.00	3.00	58.00	3.00	24.00	3.00	11.00
3.00	57.00	3.00	57.00	3.00	6.00	3.00	12.00
3.00	64.00	3.00	37.00	3.00	3.00	3.00	10.00
4.00	63.00	4.00	70.00	4.00	4.00	4.00	2.00
4.00	62.00	4.00	51.00	4.00	5.00	4.00	5.00
4.00	78.00	4.00	68.00	4.00	4.00	4.00	3.00
4.00	86.00	4.00	75.00	4.00	3.00	4.00	5.00
4.00	53.00	4.00	49.00	4.00	4.00	4.00	4.00
4.00	61.00	4.00	72.00	4.00	11.00	4.00	9.00
4.00	84.00	4.00	110.00	4.00	7.00	4.00	6.00
4.00	40.00	4.00	63.00	4.00	4.00	4.00	2.00
4.00	79.00	4.00	104.00	4.00	1.00	4.00	1.00
4.00	36.00	4.00	47.00	4.00	6.00	4.00	8.00
4.00	46.00	4.00	117.00	4.00	1.00	4.00	2.00
4.00	66.00	4.00	58.00	4.00	12.00	4.00	14.00
4.00	72.00	4.00	99.00	4.00	5.00	4.00	5.00

4.00	45.00	4.00	42.00	4.00	20.00	4.00	20.00
4.00	67.00	4.00	69.00	4.00	5.00	4.00	5.00
4.00	71.00	4.00	68.00	4.00	5.00	4.00	4.00
4.00	66.00	4.00	64.00	4.00	7.00	4.00	7.00
4.00	52.00	4.00	60.00	4.00	3.00	4.00	5.00
4.00	74.00	4.00	71.00	4.00	2.00	4.00	4.00
4.00	54.00	4.00	60.00	4.00	2.00	4.00	6.00
4.00	57.00	4.00	86.00	4.00	7.00	4.00	4.00
4.00	54.00	4.00	101.00	4.00	1.00	4.00	3.00
4.00	44.00	4.00	52.00	4.00	5.00	4.00	8.00
4.00	51.00	4.00	51.00	4.00	5.00	4.00	6.00
4.00	62.00	4.00	55.00	4.00	2.00	4.00	2.00
4.00	88.00	4.00	89.00	4.00	2.00	4.00	2.00
4.00	60.00	4.00	46.00	4.00	15.00	4.00	12.00
4.00	82.00	4.00	71.00	4.00	3.00	4.00	1.00
4.00	82.00	4.00	72.00	4.00	13.00	4.00	14.00
4.00	45.00	4.00	43.00	4.00	3.00	4.00	4.00
				5.00	13.00	5.00	1.00
				5.00	5.00	5.00	9.00
				5.00	32.00	5.00	18.00
				5.00	11.00	5.00	15.00
				5.00	13.00	5.00	8.00
				5.00	10.00	5.00	13.00
				5.00	9.00	5.00	12.00
				5.00	1.00	5.00	2.00
				5.00	20.00	5.00	11.00
				5.00	12.00	5.00	4.00
				5.00	20.00	5.00	18.00
				5.00	1.00	5.00	17.00
				5.00	25.00	5.00	46.00
				5.00	1.00	5.00	16.00
				5.00	11.00	5.00	6.00
				5.00	10.00	5.00	16.00
				5.00	20.00	5.00	9.00
				5.00	8.00	5.00	5.00
				5.00	4.00	5.00	2.00
				5.00	15.00	5.00	10.00
				5.00	22.00	5.00	45.00
				5.00	6.00	5.00	16.00
				5.00	3.00	5.00	5.00
				5.00	14.00	5.00	11.00
				5.00	4.00	5.00	5.00
				5.00	6.00	5.00	8.00
				5.00	12.00	5.00	8.00
				5.00	13.00	5.00	14.00
				5.00	2.00	5.00	14.00
				5.00	9.00	5.00	15.00

cins	yaş	yontem	ort	max	sd	yuzde	yuzde0.3
	2	26	1	0.49571	2.99909	0.53494	66.04198
	2	34	1	0.58146	2.99998	0.56390	66.94130
	2	25	1	0.60956	2.99930	0.68626	72.89719
	1	25	1	0.62979	2.99953	0.61120	65.69298
	2	24	1	1.23200	2.99983	0.80588	54.80710
	2	25	1	0.64573	2.99978	0.64109	67.36404
	2	23	1	0.56318	2.99794	0.58871	66.45868
	1	26	1	0.57858	2.99977	0.58875	74.28453
	1	26	1	0.96759	2.99942	0.76024	58.07569
	2	31	1	0.64921	2.99985	0.65935	65.58430
	2	23	1	0.51288	2.99993	0.60804	66.17055
	2	23	1	0.54806	2.99994	0.57662	67.01673
	2	23	1	0.43437	1.75162	0.42887	66.50720
	1	23	1	0.47348	2.99969	0.63242	71.52662
	1	24	1	0.46674	2.99929	0.57323	70.01350
	2	23	1	0.69605	2.99922	0.66377	67.71742
	1	23	1	0.46620	2.99999	0.57163	68.91537
	2	26	1	0.53105	2.99890	0.54263	66.15397
	1	23	1	0.55031	2.99942	0.57233	68.93686
	2	23	1	0.54959	2.99999	0.49975	64.47450
	2	23	1	0.49697	2.99871	0.53479	66.34167
	2	23	1	0.56885	2.99990	0.64293	66.01305
	2	23	1	0.51919	2.99997	0.60953	69.56374
	1	23	1	0.52183	2.99946	0.56556	18.13047
	1	23	1	0.45281	1.84382	0.41344	73.34920
	2	23	1	1.19608	2.99998	0.82949	56.08417
	2	23	1	0.63141	2.99948	0.66715	66.40688
	2	29	1	0.49528	2.99910	0.50216	64.33158
	2	27	1	0.52588	2.99996	0.59141	68.14309
	1	28	1	0.59267	2.99921	0.69523	65.02541
	2	25	1	0.47595	2.99964	0.54915	68.57200
	2	26	2	0.53355	2.99985	0.54997	65.34798
	2	34	2	0.54937	2.99945	0.52277	65.15216
	2	25	2	0.52498	2.99983	0.64172	71.84055
	1	25	2	0.59830	2.99978	0.63620	66.68733
	2	24	2	0.50818	2.99951	0.58518	69.31458
	2	25	2	0.64573	2.99978	0.64109	67.36404
	2	23	2	0.55214	2.99956	0.59056	67.15036
	1	26	2	0.49129	1.92702	0.42365	60.44824
	1	26	2	0.55063	2.99795	0.51310	62.75924
	2	31	2	0.58881	2.99951	0.57394	66.42700
	2	23	2	0.48791	2.99979	0.57855	66.34530
	2	23	2	0.56807	2.99972	0.57320	66.87144
	2	23	2	0.90437	2.99990	0.66297	59.98219
	1	23	2	0.47049	2.99977	0.63523	73.05315
	1	24	2	0.56797	2.99992	0.57773	66.59892
	2	23	2	0.72284	2.99979	0.64466	64.58246
	1	23	2	0.44847	2.99960	0.51832	67.21772
	2	26	2	0.56764	2.99913	0.59893	65.54740
	1	23	2	0.54311	2.99929	0.57821	69.96907
	2	23	2	1.15670	2.99998	0.83063	56.71602

2	23	2	0.72222	2.99951	0.73200	62.48033	41.71730
2	23	2	0.57165	2.99989	0.64070	66.77801	48.42041
2	23	2	0.49353	2.99987	0.60836	71.61722	58.48294
1	23	2	0.48021	2.99971	0.54424	66.99101	50.95209
1	23	2	0.60261	2.99978	0.62710	65.67331	43.49262
2	23	2	0.50924	2.99967	0.57633	67.82332	50.61783
2	23	2	0.60947	2.99965	0.62850	66.01718	43.72112
2	29	2	0.51486	2.99998	0.50434	63.09233	41.56828
2	27	2	0.50628	2.99984	0.57134	67.84813	50.85917
1	28	2	0.42032	1.71830	0.48008	67.63067	54.11936
2	25	2	0.49879	2.99995	0.58135	70.36000	50.75000
2	26	3	0.49261	2.99988	0.54476	66.77400	49.22511
2	34	3	0.57393	2.99953	0.54847	65.96191	37.15749
2	25	3	0.60368	2.99985	0.68278	67.26637	51.58607
1	25	3	0.98854	2.99995	0.79405	59.20042	23.38819
2	24	3	0.52387	2.99946	0.60604	71.41579	50.30906
2	25	3	0.61388	2.99834	0.62283	68.20622	40.66267
2	23	3	0.56943	2.99954	0.59000	66.01048	45.74980
1	26	3	0.49507	1.92383	0.42105	65.02380	40.04237
1	26	3	0.97727	3.00000	0.76498	58.88779	22.39812
2	31	3	0.66513	2.99954	0.60970	65.08740	32.41530
2	23	3	0.51019	2.99980	0.60073	66.88163	52.83042
2	23	3	0.54802	2.99962	0.57516	66.74677	46.95829
2	23	3	0.57049	2.99973	0.63835	68.20567	51.11435
1	23	3	0.47503	2.99910	0.62044	73.32843	59.47316
1	24	3	0.47862	2.99961	0.59000	69.98482	56.22385
2	23	3	0.72278	2.99906	0.64510	54.81544	30.17641
1	23	3	0.46603	2.99878	0.55648	69.11708	53.55772
2	26	3	0.51216	2.99964	0.52530	65.74303	46.86117
1	23	3	1.31379	2.99994	0.82108	52.96082	12.70280
2	23	3	0.80789	2.99980	0.71478	62.85016	29.20695
2	23	3	0.48795	2.99942	0.51963	66.54706	49.09909
2	23	3	0.57614	2.99975	0.65365	66.16531	48.85411
2	23	3	0.49123	3.00000	0.58814	69.36630	54.91875
1	23	3	0.53503	2.99939	0.57878	66.51515	47.59702
1	23	3	0.65437	2.99986	0.68812	66.07612	41.65821
2	23	3	1.25784	2.99993	0.81595	54.10686	13.57555
2	23	3	0.62541	2.99919	0.66144	66.97284	44.38776
2	29	3	0.48439	2.99970	0.48921	64.10741	44.18200
2	27	3	#NULL!	#NULL!	#NULL!	#NULL!	#NULL!
1	28	3	0.59902	2.99988	0.69788	64.89786	54.11936
2	25	3	0.47537	2.99975	0.55613	69.71600	51.30700
2	26	4	0.90575	2.99991	0.82440	62.50267	30.54854
2	34	4	0.57189	2.99978	0.56587	64.69720	41.34256
2	25	4	0.72433	2.99996	0.74403	65.30504	39.51575
1	25	4	0.73414	2.99978	0.70107	64.39503	35.12656
2	24	4	0.68041	2.99924	0.64683	62.88649	38.73750
2	25	4	0.73823	2.99977	0.73541	65.10161	38.46722
2	23	4	0.71363	2.99970	0.64821	63.97329	32.76196
1	26	4	0.66310	2.99978	0.63225	64.71245	36.86881
1	26	4	0.85186	2.99923	0.70928	61.37424	25.05790
2	31	4	0.78983	2.99978	0.80649	63.95740	41.22640

2	23	4	0.53144	2.99986	0.53647	62.22775	44.64918
2	23	4	0.91436	2.99982	0.72315	60.19003	22.34283
2	23	4	0.62836	2.99976	0.74690	70.00665	52.32362
1	23	4	0.65941	2.99888	0.72951	63.44649	50.24122
1	24	4	0.58348	2.99965	0.64133	62.95635	52.03459
2	23	4	0.91202	2.99978	0.77741	61.88827	26.29174
1	23	4	0.53823	2.99944	0.55227	65.21436	46.09947
2	26	4	1.16557	3.00000	0.79413	56.03587	15.72406
1	23	4	0.96866	2.99984	0.79771	57.75185	19.09814
2	23	4	1.16098	2.99977	0.81513	56.96672	16.03815
2	23	4	1.07915	2.99993	0.80311	57.35269	19.29145
2	23	4	0.57614	2.99975	0.65365	66.16531	48.85411
2	23	4	0.56766	2.99990	0.70481	71.12723	55.27859
1	23	4	0.99514	2.99994	0.73547	57.70001	19.83123
1	23	4	0.74408	2.99951	0.73347	58.32158	38.76906
2	23	4	0.66735	2.99971	0.76467	68.65106	49.15827
2	23	4	0.78861	2.99993	0.71267	64.17837	31.27510
2	29	4	0.76149	2.99928	0.74996	63.85032	38.14868
2	27	4	0.43658	1.40146	0.34403	60.36654	45.92277
1	28	4	0.58070	2.99991	0.67270	64.96122	54.46525
2	25	4	0.59304	2.99959	0.63275	64.56600	46.37100

Denek	grup	KB	KF	KP	K_Tot	AMB	ADB	AF	AMP	ADP	A_Tot	YMB	YDB	YF	YMP	YDP	Y_Total
1.00	1.00	0.55	0.61	0.04	1.20	0.65	0.67	0.83	0.22	0.17	2.54	0.30	0.51	0.98	0.34	0.94	3.07
2.00	1.00	0.11	0.18	0.09	0.38	0.39	0.51	0.17	0.44	0.50	2.01	0.27	0.75	0.59	0.10	0.54	2.25
3.00	1.00	0.69	1.34	0.20	2.23	0.65	0.43	0.77	0.11	0.21	2.17	0.26	0.21	0.59	0.07	0.80	1.93
4.00	1.00	0.02	0.15	0.32	0.49	0.49	0.22	0.27	0.35	0.48	1.81	0.28	0.73	0.63	0.49	0.93	3.06
5.00	1.00	0.27	0.32	0.47	1.06	0.18	0.19	0.57	0.30	0.04	1.28	0.01	0.19	0.22	0.58	0.11	1.11
6.00	1.00	0.66	0.25	0.04	0.95	0.78	0.68	0.19	0.23	0.26	2.14	0.03	0.27	1.06	0.10	0.51	1.97
7.00	1.00	0.16	1.41	0.20	1.77	0.61	0.43	0.94	0.13	0.16	2.27	1.08	0.86	0.90	0.21	0.19	3.24
8.00	1.00	0.25	0.79	0.27	1.31	1.02	0.32	0.49	0.16	0.14	2.13	1.47	1.22	0.78	0.18	0.38	4.03
9.00	1.00	0.34	1.42	0.16	1.92	1.17	0.49	0.79	0.16	0.36	2.97	0.87	0.55	0.68	0.03	1.97	4.10
10.00	1.00	0.28	0.09	0.22	0.59	0.30	0.50	0.03	0.02	0.64	1.49	0.15	0.59	0.35	0.03	0.42	1.54
11.00	1.00	0.83	0.56	0.00	1.39	1.04	0.15	0.31	0.20	0.45	2.15	0.38	0.11	0.63	0.22	0.22	1.56
12.00	1.00	0.08	0.12	0.13	0.33	0.40	0.20	0.48	0.32	0.35	1.75	0.29	0.62	0.63	0.26	0.39	2.19
1.00	2.00	0.16	0.68	0.04	0.88	0.58	0.80	0.78	0.06	0.39	2.61	0.30	0.51	1.01	0.35	0.75	2.92
2.00	2.00	0.24	0.13	0.10	0.47	0.30	0.12	0.26	0.24	0.11	1.03	0.30	0.45	0.47	0.06	0.85	2.13
3.00	2.00	0.33	0.96	0.09	1.38	0.51	0.46	0.72	0.30	0.23	2.22	0.28	0.23	0.48	0.26	0.85	2.10
4.00	2.00	0.08	0.13	0.31	0.52	0.48	0.14	0.35	0.32	0.42	1.71	0.16	0.85	0.63	0.64	0.93	3.21
5.00	2.00	0.33	1.14	0.41	1.88	0.02	0.12	0.69	0.27	0.14	1.24	0.08	0.03	0.17	0.53	0.11	0.92
6.00	2.00	0.16	0.43	0.06	0.65	0.54	0.28	0.34	2.47	0.95	4.58	0.02	0.08	0.77	0.39	0.29	1.55
7.00	2.00	0.25	1.42	0.12	1.79	0.69	0.45	0.97	0.08	0.13	2.32	0.82	0.86	0.76	0.26	0.11	2.81
8.00	2.00	0.29	0.84	0.06	1.19	0.73	0.53	0.68	0.06	0.13	2.13	1.53	1.00	0.92	0.07	0.54	4.06
9.00	2.00	0.14	1.13	2.93	4.20	1.40	0.51	0.76	0.03	0.36	3.06	0.60	0.58	0.42	0.14	1.90	3.64
10.00	2.00	0.05	0.32	0.10	0.47	0.28	0.28	0.17	0.16	0.51	1.40	0.19	0.28	0.31	0.35	0.46	1.59
11.00	2.00	1.04	2.45	0.09	3.58	0.73	0.24	0.55	0.03	0.16	1.71	0.68	0.75	0.82	0.19	0.28	2.72
12.00	2.00	0.40	0.27	0.09	0.76	0.79	0.29	0.66	0.41	0.24	2.39	0.59	0.57	0.84	0.17	0.62	2.79
1.00	3.00	0.18	0.63	0.05	0.86	0.71	0.45	0.82	0.15	0.10	2.23	0.50	0.56	1.32	0.17	0.31	2.86
2.00	3.00	0.18	0.26	0.10	0.54	0.76	0.10	0.15	0.21	0.50	1.72	0.19	0.34	0.41	0.04	0.79	1.77
3.00	3.00	0.66	0.95	0.13	1.74	0.55	0.26	0.74	0.17	0.22	1.94	0.14	0.23	0.46	0.08	0.78	1.69
4.00	3.00	0.08	0.14	0.32	0.54	0.48	0.05	0.33	0.50	0.53	1.89	0.22	0.58	0.53	0.80	0.91	3.04
5.00	3.00	0.30	1.73	0.37	2.40	0.10	0.16	0.66	0.40	0.09	1.41	0.30	0.09	0.04	0.59	1.02	2.04
6.00	3.00	0.34	0.27	0.09	0.70	0.55	0.30	0.19	2.91	0.25	4.20	0.14	0.17	0.84	0.27	0.41	1.83
7.00	3.00	0.20	2.48	0.26	2.94	1.04	0.49	0.98	0.19	0.14	2.84	1.07	1.49	0.88	0.25	0.01	3.70
8.00	3.00	0.18	0.77	0.03	0.98	1.12	0.45	0.75	0.05	0.09	2.46	1.59	1.20	0.90	0.12	0.43	4.24
9.00	3.00	0.04	2.24	0.11	2.39	1.33	0.49	0.84	0.23	0.35	3.24	0.69	0.58	0.61	0.44	1.83	4.15
10.00	3.00	0.60	0.19	0.16	0.95	0.17	0.60	0.04	0.14	0.67	1.62	0.13	0.48	0.32	0.03	0.33	1.29
11.00	3.00	0.96	1.59	0.14	2.69	1.12	0.07	0.44	0.14	0.36	2.13	0.51	0.47	0.72	0.10	0.16	1.96
12.00	3.00	0.29	0.21	0.08	0.58	0.61	0.33	0.55	0.44	0.28	2.21	0.55	0.11	0.89	0.10	0.54	2.19
1.00	4.00	0.21	1.13	0.04	1.38	0.09	0.36	0.58	0.20	0.22	1.45	0.35	0.42	1.10	0.39	0.34	2.60
2.00	4.00	0.41	0.85	0.07	1.33	0.64	0.38	0.35	0.19	0.01	1.57	0.15	0.10	0.59	0.07	0.89	1.80
3.00	4.00	0.45	1.15	0.02	1.62	0.35	0.46	0.12	0.32	0.28	1.53	0.22	0.20	0.18	0.15	0.83	1.58
4.00	4.00	0.26	0.20	0.12	0.58	0.36	0.04	0.36	0.10	0.10	0.96	0.38	0.44	0.59	0.66	0.63	2.70
5.00	4.00	0.44	0.21	0.44	1.09	0.44	0.17	1.06	0.20	0.15	2.02	0.31	0.54	0.63	0.45	0.09	2.02
6.00	4.00	0.09	1.87	0.26	2.22	0.07	0.28	0.37	0.91	0.13	1.76	0.11	0.14	0.68	0.27	0.17	1.37
7.00	4.00	0.12	3.51	0.41	4.04	0.75	0.01	0.79	0.04	0.02	1.61	0.64	0.62	0.90	0.10	0.13	2.39
8.00	4.00	0.14	0.88	0.18	1.20	0.67	0.37	0.58	0.04	0.49	2.15	0.29	0.39	1.19	0.11	0.35	2.33
9.00	4.00	0.51	0.87	0.33	1.71	0.56	0.20	0.66	0.20	0.20	1.82	0.51	0.42	0.08	0.32	1.16	2.49
10.00	4.00	0.04	0.55	0.13	0.72	0.07	0.04	0.17	0.15	0.58	1.01	0.32	0.27	0.20	0.38	0.54	1.71
11.00	4.00	0.94	0.46	0.28	1.68	0.94	0.31	0.35	0.28	0.46	2.34	0.08	0.34	0.19	0.06	0.23	0.90
12.00	4.00	0.53	0.10	0.13	0.76	0.58	0.15	0.29	0.25	0.02	1.29	0.19	0.55	0.73	0.29	0.24	2.00
1.00	5.00	0.11	0.59	0.02	0.72	0.09	0.33	0.42	0.07	0.23	1.14	0.13	0.19	0.58	0.16	0.26	1.32
2.00	5.00	0.64	0.78	0.30	1.72	0.60	0.02	0.29	0.36	0.28	1.55	0.12	0.18	0.67	0.23	0.55	1.75
3.00	5.00	0.25	1.00	0.15	1.40	0.35	0.30	0.59	0.12	0.25	1.61	0.35	0.35	0.45	0.15	0.86	2.16

4.00	5.00	0.19	0.20	0.40	0.79	0.27	0.07	0.44	0.32	0.24	1.34	0.30	0.54	0.49	0.58	0.56	2.47
5.00	5.00	0.20	0.17	0.52	0.89	0.21	0.04	0.61	0.19	0.14	1.19	0.18	0.44	0.30	0.25	0.01	1.18
6.00	5.00	0.39	0.19	0.29	0.87	0.54	0.23	0.19	0.59	0.52	2.07	0.50	0.53	0.80	0.36	0.14	2.33
7.00	5.00	0.26	1.10	0.25	1.61	0.82	0.72	0.83	0.27	0.08	2.72	0.90	0.64	0.71	0.11	0.20	2.56
8.00	5.00	0.07	0.65	0.09	0.81	0.60	0.09	0.56	0.13	0.12	1.50	0.68	0.91	0.62	0.07	1.23	3.51
9.00	5.00	0.31	1.91	0.17	2.39	1.34	0.49	0.65	0.39	0.57	3.44	0.83	0.19	0.09	0.29	1.22	2.62
10.00	5.00	0.11	0.03	0.19	0.33	0.30	0.40	0.31	0.18	0.53	1.72	0.12	0.46	0.32	0.32	0.42	1.64
11.00	5.00	0.55	0.41	0.03	0.99	0.76	0.12	0.36	0.16	0.17	1.57	0.11	0.03	1.34	0.08	0.10	1.66
12.00	5.00	0.21	0.25	0.14	0.60	0.04	0.28	0.49	0.44	0.31	1.56	0.11	0.50	0.94	0.50	0.58	2.63



FORMLAR

Ek-1. Temporomandibular Rahatsızlık/Araştırma Teşhis Kriterleri (TMR/ATK) formu

ANAMNEZ FORMU

Adı ve Soyadı:
Tarih:

Tel.No:

Lütfen her soruyu dikkatle okuyunuz. Her soru için sadece bir şıkkı işaretleyiniz.

1) Genel olarak sağlığınız hakkında aşağıdakilerden hangisini söyleyebilirsiniz?

Mükemmel	1
Çok iyi	2
İyi	3
Orta	4
Kötü	5

2) Genel olarak ağız sağlığınız hakkında aşağıdakilerden hangisini söyleyebilirsiniz?

Mükemmel	1
Çok iyi	2
İyi	3
Orta	4
Kötü	5

3) Geçen ay içinde yüzünüzde, çenenizde, şakağınızda, kulağınızın ön kısmında ya da kulağınızda ağrı oldu mu?

Hayır	0
Evet	1

(Eğer cevabınız "Hayır" ise 14.soruya geçiniz). Cevabınız "Evet" ise.

4.a) İlk olarak kaç yıl önce yüzünüzde ağrı başladı?

..... yıl

(Eğer bir yıl veya daha fazla zaman önce oldu ise 5. soruya geçiniz) (eğer bir yıldan daha az zaman önce oldu ise 00 yazınız.

4.b) Yüzünüzdeki ağrı ilk kez kaç ay önce başladı?

..... ay

5) Yüzünüzdeki ağrı,

Devamlı mı?	1
Tekrarlayan tarzda mı?	2
Sadece bir kez mi oldu?	3

6) Yüzünüzdeki ağrı veya acı, sızı için hiç doktora ya da diş hekimine gittiniz mi?

Hayır	1
Evet, son 6 ay içinde	2
Evet, 6 aydan daha önce	3

7) Şu anda yüzünüzdeki ağrıyı 0'dan 10'a kadar kaç numarayla değerlendirirsiniz?

(0 "hiç ağrınız yok", 10 "olabilecek en kötü ağrı"yı ifade etmektedir)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8) Son 6 aydır yüzünüzde hissettiğiniz en fazla ağrının şiddeti ne idi? (0 "hiç ağrınız yok", 10 "olabilecek en kötü ağrı"yı ifade etmektedir)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

9) Son 6 ay içinde yüzünüzde hissettiğiniz ağrının şiddeti ortalama ne kadardı?

(0 "hiç ağrınız yok", 10 "olabilecek en kötü ağrı"yı ifade etmektedir)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10) Son 6 ay içinde kaç gün kadar hissettiğiniz ağrı nedeniyle her zamanki işlerinizden ayrı kaldınız (okul, iş, ev işleri v.s)?

..... Gün

11) Son 6 ay içinde yüzünüzde oluşan ağrı, günlük aktivitelerinizi ne kadar aksattı?

(0 "hiç aksatmadı", 10 "hiçbir aktiviteyi yapamadım")

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

12) Son 6 ay içinde yüzünüzdeki ağrı eğlencelere katılmanızı, sosyal ve ailesel aktivitelerde bulunmanızı ne kadar etkiledi?

(0 "değişiklik olmadı", 10 "Aşırı derecede etkiledi"yi ifade etmektedir)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

13) Son 6 ay içinde yüzünüzdeki ağrı çalışma kabiliyetinizi (ev işleri dahil olmak üzere) ne kadar değiştirdi?

(0 "değişiklik olmadı", 10 "Aşırı derecede etkiledi"yi ifade etmektedir)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14.a) Hiç çenenizde ağzınızı tam olarak açmanızı engelleyen, kilitlenme veya takılma oldu mu?

(Eğer ağzınızı tam olarak açmada bir problem yok ise 15.soruya geçiniz)

Hayır 0
Evet 1

Cevabınız Evet ise,

14.b) Ağzınızı açmadaki kısıtlılık yemek yiyebilmenizi zorlaştıracak kadar fazla oldu mu?

Hayır 0
Evet 1

15.a) Ağzınızı açıp kaparken veya yemek yerken çenenizden kısa süreli "klik" ya da "pop" gibi bir ses geliyor mu?

Hayır 0
Evet 1

15.b) Ağzınızı açıp kaparken veya yemek yerken çenenizden bir sürtünme sesi, parşömen kağıdı buruşturulduğunda çıkan ses gibi bir ses geliyor mu?

Hayır 0
Evet 1

15.c) Hiç uyurken dişlerinizi gıcırdattığınızı veya sıkıldığınızı farkettiniz mi, başkası tarafından uyarıldığınız oldu mu?

Hayır 0
Evet 1

15.d) Gün içinde dişlerinizi gıcırdattığınız ya da sıkıldığınız olur mu?

Hayır 0
Evet 1

15.e) Sabah uyandığınızda çenenizde ağrı ya da bir sertlik hissi olur mu?

Hayır 0
Evet 1

15.f) Kulaklarınızda çınlama ya da ses olur mu?

Hayır 0
Evet 1

15.g) Isırmanızda bir rahatsızlık hissi ya da dişlerinizin eskisi gibi kapanmadığı hissi olur mu?

Hayır 0
Evet 1

16.a) Eklem romatizması, deri veya mukoza tüberkülozu veya başka tür bir sistemik eklem rahatsızlığınız var mı?

Hayır 0
Evet 1

16.b) Ailenizde "16.a" daki rahatsızlıklardan herhangi birinin olduğunu bildiğiniz biri var mı?

Hayır 0
Evet 1

16.c) Kulaklarınıza yakın olan eklemeleriniz (Çene Eklemi) dışında ağrılı olan veya şişme gösteren eklem(ler)iniz var mı? (Eğer ağrılı ya da şişme gösteren bir eklemınız yoksa 17.a'ya geçiniz).

Hayır 0
Evet..... 1

Cevabınız Evet ise

16.d) Eklem(ler)inizde hissettiğiniz ağrı en azından bir yıldır devamlı mı?

Hayır 0
Evet..... 1

17.a) Son zamanlarda yüzünüzde ya da çenenizde yaralanma oldu mu? (Son zamanlarda bir yaralanma, darbe ile karşılaşmadı iseniz 18.soruya geçiniz)

Hayır 0
Evet..... 1

Cevabınız Evet ise,

17.b) Yüzünüzdeki yaralanmadan önce çenenizde ağrı olur muydu?

Hayır 0
Evet..... 1

18) Son 6 ay içinde baş ağrısı ya da migren probleminiz oldu mu?

Hayır 0
Evet..... 1

19) Çenenizde mevcut olan problem aşağıdaki hangi aktiviteleri yapmanızı önlemekte ya da kısıtlamaktadır?

a) Çiğneme
Hayır 0
Evet..... 1
b) Bir şey içmek
Hayır 0
Evet..... 1

c) Egzersiz yapmak
Hayır..... 0
Evet..... 1

d) Sert yiyecekler yemek
Hayır..... 0
Evet..... 1

e) Yumuşak yiyecekler yemek
Hayır..... 0
Evet..... 1

f) Gülmek, kahkaha atmak
Hayır..... 0
Evet..... 1

g) Seksüel aktivite
Hayır..... 0
Evet..... 1

h) Dişleri ya da yüzü temizlemek
Hayır..... 0
Evet..... 1

i) Esnemek
Hayır..... 0
Evet..... 1

j) Yutkunmak
Hayır..... 0
Evet..... 1

k) Konuşmak
Hayır..... 0
Evet..... 1

l) Yüzünüzün normal görünüşünde kalması
Hayır..... 0
Evet..... 1

20) Geçen ay içinde aşağıdaki şikâyetler size ne kadar sıkıntı verdi:
(Hiç=0/Az=1/Orta derece=2/
Epeyce=3/Çok fazla aşırı=4)

a) Baş ağrısı 0 1 2 3 4
b) Sekse ilgide veya zevk almada azalma 0 1 2 3 4
c) Baş dönmesi veya bayılma 0 1 2 3 4
d) Göğsünüzde veya kalbinizde ağrı 0 1 2 3 4
e) Enerjinizde azalma hissi ya da yavaşlama 0 1 2 3 4
f) Ölüm ya da ölme düşüncesi, endişesi 0 1 2 3 4
g) İştahsızlık 0 1 2 3 4
h) Kolayca ağlama 0 1 2 3 4
i) Suçluluk hissi 0 1 2 3 4

j) Bel ağrısı	0 1 2 3 4
k) Yalnızlık hissi	0 1 2 3 4
l) Hüzün duymak	0 1 2 3 4
m) Olaylar karşısında çok fazla endişelenmek	0 1 2 3 4
n) Hiçbir şeye ilgi duymamak, ilgisizlik	0 1 2 3 4
o) Mide bulantısı ya da mide bozukluğu	0 1 2 3 4
p) Kaslarınızda acı	0 1 2 3 4
q) Uykuya dalma güçlüğü	0 1 2 3 4
r) Nefes alma güçlüğü	0 1 2 3 4
s) Zaman zaman hissedilen sıcaklık ya da soğukluk nöbetleri	0 1 2 3 4
t) Vücudunuzun bir yerinde uyuşukluk ya da karıncalanma	0 1 2 3 4
u) Boğazınızda bir şeyin düğümlemesi	0 1 2 3 4
v) Gelecek hakkında ümitsizlik hissi	0 1 2 3 4
w) Vücudunuzun bazı yerlerinde kuvvetsizlik hissi	0 1 2 3 4
x) Kol ve bacaklarınızda ağırlık hissi	0 1 2 3 4
y) Hayatınızın sonlanması endişesi	0 1 2 3 4
z) Aşırı yemek yemek	0 1 2 3 4
aa) Sabahın erken saatinde (uyanmanız gerekmediği halde) uyanmak	0 1 2 3 4
bb) Rahatsız bir uyku ya da uykuda bölünme	0 1 2 3 4
cc) Her şeyin bir çabalamadan ibaret olduğu hissi	0 1 2 3 4
dd) Değersizlik (işe yaramazlık) duygusu	0 1 2 3 4
ee) Yakalanmışlık veya tuzağa düşürülmüşlük duygusu	0 1 2 3 4
ff) Suçluluk duygusu	0 1 2 3 4

21) Genel sağlığınıza özen göstermekle ne kadar iyi bir iş yaptığınızı düşünüyorsunuz?

Mükemmel	1
Çok iyi	2
İyi	3
Orta	4
Kötü	5

22) Ağız sağlığınıza özen göstermekle ne kadar iyi bir iş yaptığınızı düşünüyorsunuz?

Mükemmel	1
Çok iyi	2

İyi	3
Orta	4
Kötü	5

23) Ne zaman doğdunuz?
Ay Gün Yıl

24) Cinsiyetiniz nedir?

a) Bay	1
b) Bayan	2

25) Nerede doğdunuz?

Şehir:
Bölge:

26) Son 10 yıldır nerede yaşıyorsunuz?

Şehir:
Bölge:

27) Öğrenim durumunuz nedir? Kaçınıcı sınıfa kadar öğrenim gördünüz?

İşaretleyiniz:

Hiç okula gitmedim 00

veya sadece anaokuluna gittim

İlköğretim: 1 2 3 4 5 6 7 8

Lise: (H) 1 2 3

Üniversite: (H) 1 2 3 4 5 +

28a) Son iki hafta süresince bir işte çalıştınız mı? (Para almadan baba mesleğinde, çiftliğinde çalışmak ev işi yapmak çalışma olarak değerlendirilmemektedir)

Hayır	0
Evet	1

(Cevabınız Evet ise 29.soruya geçiniz)

28.b) Son iki haftadır çalışmamış olsanız bile, bir işiniz ya da mesleğiniz var mı?

Hayır	0
Evet	1

(Cevabınız evet ise 29.soruya geçiniz)

28.c) Son iki haftadır iş aradınız mı
veya işten çıkarıldınız mı?

- | | |
|--|---|
| Evet, iş arıyorum | 1 |
| Evet, geçici olarak işsizim | 2 |
| Evet, geçici olarak işsizim ama
iş arıyorum | 3 |
| Hayır | 4 |

29) Medeni haliniz nedir?

- | | |
|---|---|
| Evli-eşler aynı evde yaşıyor . | 1 |
| Evli-eşler aynı evde
yaşamıyor | 2 |
| Dul | 3 |
| Boşanmış | 4 |
| Ayrı yaşıyor | 5 |
| Hiç evlenmemiş | 6 |

30) Aylık gelirinizi nereden
karşılıyorsunuz? Ne kadar?
..... TL.

31)

- a) Anne-babanız sağ, birlikte yaşıyor
- b) Anne-babanız sağ, ayrı yaşıyorlar
- c) Anneniz yaşamıyor
- d) Babanız yaşamıyor

28.c) Son iki haftadır iş aradınız mı
veya işten çıkarıldınız mı?

- | | |
|--|---|
| Evet, iş arıyorum | 1 |
| Evet, geçici olarak işsizim | 2 |
| Evet, geçici olarak işsizim ama
iş arıyorum | 3 |
| Hayır | 4 |

29) Medeni haliniz nedir?

- | | |
|---|---|
| Evli-eşler aynı evde yaşıyor . | 1 |
| Evli-eşler aynı evde
yaşamıyor | 2 |
| Dul | 3 |
| Boşanmış | 4 |
| Ayrı yaşıyor | 5 |
| Hiç evlenmemiş | 6 |

30) Aylık gelirinizi nereden
karşılıyorsunuz? Ne kadar?
..... TL.

31)

- a) Anne-babanız sağ, birlikte yaşıyor
- b) Anne-babanız sağ, ayrı yaşıyorlar
- c) Anneniz yaşamıyor
- d) Babanız yaşamıyor

Ek.2 Gönüllü Onam Formu

“Bu gereklilikleri yerine getirirken, araştırmanın amacı ve yöntemine göre gönüllü olur formunun gerektiğinde hastaların yanı sıra çocuklar, kısıtlılar ve bilinci kapalı bireyler gibi onam yeteneği olmayan ya da kısıtlı olanlar, hasta yakınları, ve sağlıklı kişiler için ayrı ayrı ve dili tıbbi kelimelerden arındırılarak, katılımcıların anlayabileceği şekilde hazırlanmasına özen gösterilmelidir”

I-Araştırmayla İlgili Bilgi Verilmesi ;(bu bölüm hastanın anlayabileceği bir dille tıbbi terimlerden kaçınarak yazılmalıdır)

“Sanal Artikülatör Ayarlarının Bireyselleştirilmesinde Kullanılan 2 Farklı Yöntemin İncelenmesi” başlıklı çalışmamızda ama bir sanal artikülatörün protruziv ve lateral kondil yolu eğimi ayarlamalarının ve kullanılan yöntemlerin doğru oklüzyon üzerine etkilerini araştırmaktır. Bu verilerin oluşturulması için farklı 2 yöntemin kullanılması ve bunun dışında standart değerler olan protruziv ve lateral eğim 30 ve 15 derece ile oluşturulan oklüzal temasların ve fasetlerin gerçeği taklit kapasitesi ve aralarındaki sapma miktarlarının karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Protezler veya koruma amaçlı üretilen oklüzal splintler yapılırken protruziv ve lateral kondil yolu eğiminin oklüzyon üzerindeki etkisinin önemi bilinmektedir. Bu eğimlerin ölçümü için kullanılan farklı yöntemlerin sanal artikülatörler ve yazılım üzerinden üretilen restorasyon, splint gibi oklüzal uyumu yüksek olması beklenen ürünlerde sapma miktarları üzerindeki etkisinin ölçülmesi, klinik uygulanabilirliğinin tespit edilmesi ile beraber bu uygulamaların kullanımının gerekliliği ve dijital teknolojilere güvenin artmasının daha da mümkün olduğunun gösterilmesi beklenmektedir.

Kullanılacak dijital ölçü ve ölçüm sistemlerinde – ağız içi kameralarda ağız içi ve ağız dışı herhangi bir canlı dokuya temas ve etrafındaki dokular üzerinde olumlu/olumsuz bir etki oluşması söz konusu değildir.

Çalışmamız dahilinde yapılacak oklüzal splint üzerinde herhangi bir risk faktörü bulunmamaktadır. Alınan ölçümler sadece sapma miktarlarının ölçümü ve yöntemleri karşılaştırılması için kullanılacaktır.

Ölçülerin alınması ve uygulamalar çalışma grubu dahilinde belirlenen 31 hastadan alınacak, bilimsel olarak değerlendirilecektir. Bu ölçülerin alınması işlemi bir gün içerisinde bir kaç saat sürebileceği gibi, iki ya da üç seansa da bölünebilir.

Çalışmamızın ulusal ve uluslararası platformda henüz eşinin olmadığını ve dişhekimliğine katkısının olacağını belirtmek gerekmektedir.

Sizi bilgilendirmek ve tedavinize başlamak için onayınızı almak üzere hazırlanmış olan bu formu okuyarak sonundaki bölümleri doldurmanız ve imzalamanız gerekmektedir.

Katılımınız ve zaman ayırdığınız için teşekkür ederiz.

II-Gönüllünün Haklarıyla İlgili Bilgi Verilmesi

- Gönüllü hasta, araştırmaya katılmayı red etme ya da istediği anda araştırmacıya haber vererek çalışmadan hakkına sahiptir. Aynı şekilde araştırmacı tarafından gerek görüldüğünde araştırma dışı bırakılabilir.
- Gönüllü hasta araştırmayı kabul etmezse veya herhangi bir nedenle çalışma programından

çıkarılırsa veya çıkarsa, tedavisinde bir aksama olmayacaktır.

- Gönüllü hasta, araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmeyecektir ve ayrıca kendisine de bir ödeme yapılmayacaktır.
- Gönüllü hastadan alınacak kayıtlar yalnızca adı geçen çalışmada kullanılacaktır ve kimlik bilgileri tamamen gizli tutulacaktır.

Katılımcının/Hastanın Beyanı

Sayın Dt. Sina Saygılı tarafından İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (denek) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim.) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dt. Sina Saygılı'ya İÜDHF Protetik Diş Tedavisi ABD'nden ya da 0212 414 2020/ 05333527052 nolu telefondan ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakıma ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

6. GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

“Sanal Artikülâtör Ayarlarının Bireyselleştirilmesinde Kullanılan 2 Farklı Yöntemin İncelenmesi” araştırması kapsamında alınan ağız içi ölçü kayıtlarımın ;

- ☐ Sadece yukarıda bahsi geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ İleride yapılması planlanan tüm araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ Hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon no., faks no,...)

**Araştırma ekibinde yer alan ve yetkin bir araştırmacının
Adı-soyadı/ İmzası/ Tarih**

Dt. Sina Saygılı

**Gerekliyse olur işlemine tanık olan kişinin Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi
(varsa telefon no., faks no,...)**

**Gerekliyse yasal temsilcisinin Adı-soyadı/ İmzası/Tarih/ Adresi (varsa telefon
no., faks no,...)**

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

SANAL ARTİKÜLATÖRLERİN BİREYSELLEŞTİRİLMESİNDE KULLANILAN 2 FARKLI YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 8	% 7	% 1	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
2	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	% 1
3	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	% 1
4	ejfm.trakya.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
6	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	<% 1
7	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<% 1
8	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1

cyberleninka.ru