T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

OKLÜZAL SPLİNT TASARIMINDA FARKLI DİJİTAL PROGRAMLARIN HASSASİYETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DT. SERRA OKUTAN

DANIŞMAN
PROF. DR. BİLGE GÖKÇEN-RÖHLİG

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANA BİLİM DALI

İSTANBUL-2023

ITHAF

Canım Babam ve Aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca hep yanımda olan, kendisinden hem meslek hem hayat hakkında çok şey öğrendiğim, benim için bir danışan hocadan çok daha fazlası olan sevgili Prof. Dr. Bilge Gökçen-Röhlig'e,

Doktora eğitimim boyunca desteğini her zaman hissettiğim sevgili Prof. Dr. Gülümser Evlioğlu'na,

Doktora eğitimim boyunca tüm teorik ve pratik bilgi birikimini benimle paylaşan, beni geliştiren Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'ndaki tüm öğretim üyeleri ve yardımcılarına,

Bu tez çalışması ve diğer akademik çalışmalarda yardımını esirgemeyen sevgili Altınbaş Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Öğretim üyesi Dr. Demet Çağıl Ayvalıoğluna,

Doktora eğitimime başladığım ilk günden bu güne; iyi , kötü her durumda yanımda olan, yakın dostlarım Dr. Duygucan Peçenek, Dt. Görkem Göksoy, Dr. Elif Hopur Kılıç, Dr. Büşra Kayaoğlu, Dr. Müge Yargıcı, Dr. Helin Kaya, Dr. Ersin Arıcan, Dr. Banu Özel, Dt. Doğukan Ekici, Dr. Pelin Göçmez, Dt. Selin Abay ve diğer tüm asistan arkadaşlarıma,

Her başım sıkıştığında koştuğum bana gerçek bir abla olan, sevgili Nazlı Sarı'ya,

Hayatım boyunca benden desteklerini hiç esirgemeyen, her durumda arkamda duran canım annem Dt. Nalan Okutan'a,

Hayatım boyunca üzerimde maddi manevi çok emeği olan, bana hep yol gösteren, örnek olan canım abim Dr. Serhan Okutan, ablalarım Dr. Rümeysa Okutan ve Prof. Dr. Ülkü Başer'e,

Her zaman bana destek olan, ben inanmadığımda bile bana inanan, artık yanımızda olamasa da hayatımda etkisini hala hissettiğim canım babam Dt. Rıza Bülent Okutan'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN ..... HATA! YER İŞARETİ TANIMLI DEĞİL.

İTHAF **3**

TEŞEKKÜR **4**

İÇİNDEKİLER **5**

TABLOLAR LİSTESİ **9**

ŞEKİLLER LİSTESİ **10**

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ **11**

ÖZET **12**

ABSTRACT **13**

GİRİŞ VE AMAÇ **14**

GENEL BİLGİLER **17**

2.1. ÇIĞNEME SISTEMI ELEMANLARI VE BIYOMEKANIĞI 17

2.1.1. Çiğneme Kasları 17

2.1.1.2. Temporal Kas 19

2.1.1.3. Medial Pterygoid Kas 19

2.1.1.4. Lateral Pterygoid Kas 20

2.1.1.5. Digastrik Kas 20

2.1.2. Temporomandibular Eklem 21

2.1.2.1. Kemikler 21

2.1.2.2. Sinovial Membran ve Sinovial Sıvı 21

2.1.2.3. Artiküler Kapsül 22

2.1.2.4. Artiküler Kıkırdak Yapılar 23

2.1.3. Eklem Bağları ve İlgili Dokular 23

2.1.3.1. Eklem Ligamentleri 23

2.1.3.2. Retrodiskal Dokular 24

2.2.1. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları Etiyolojisi ve Semptomları 26

2.2.2. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları Sınıflandırılması 28

2.2.3. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları Tedavi Yöntemleri 29

2.2.3.1. Faz I (Reversible) Tedavisi 30

2.2.3.1.1. Farmakolojik Tedavi 30
2.2.3.1.2. Fizik tedavi 31
2.2.3.1.3. Oklüzal Splint Tedavisi 32
2.2.4.2. Faz II (Irreversible) Tedavi 32
2.2.4.2.1. Oklüzal Aşındırma 33
2.2.4.2.2. Restoratif Tedavi 33
2.2.4.2.3. Protetik Tedavi 33
2.2.4.2.4. Ortodontik Tedavi 34
2.2.4.2.5. Ortognatik Cerrahi ve Diğer Cerrahi Tedaviler 34
2.3. OKLÜZAL SPLİNTLER 35
2.3.1. Oklüzal Stabilizasyon Splintlerinin Etki Mekanizması 36
2.3.2. Oklüzal Splint Çeşitleri 38
2.3.2.1. Stabilizasyon Splinti (Kas gevşetici splint, Michigan splinti) 38
2.3.2.2.Anterior Repozisyon Splinti 39
2.3.2.3. Anterior Isırma Plağı 39
2.3.2.4. Posterior Isırma Plağı 40
2.3.2.5. Pivolu Splint 40
2.3.2.6. Yumuşak Plaklar 41
2.3.3. Oklüzal Stabilizasyon Splintlerinin Tasarım Yöntemleri 41
2.3.3.1. Oklüzal Splint Tasarımında Geleneksel Yöntem 42
2.3.3.2. Oklüzal Splint Tasarımında Kullanılan Dijital Programlar 44
2.3.3.2.1. Exocad 45
2.3.3.2.2. 3-Shape 45
2.3.4. Oklüzal Splint Üretim Yöntemleri 45
2.3.4.1. Oklüzal Splint Üretiminde Geleneksel Yöntemler 46
2.3.4.1.1.Artikülatör Üzerinde Sıcak Akrilik Plak (Muflalama) Tekniği 46
2.3.4.1.2. Vakum ile Şeffaf Vinil Akrilik Plak (Vakumlama) Tekniği 46
2.3.4.2. Oklüzal Splint Üretiminde CAD-CAM 47
2.3.4.2.1. Eksiltme (Milling, Subractive) Yöntemi 47
2.3.4.2.2. Eklemeli (Additive, Printing) Yöntem 48

GEREÇ VE YÖNTEM 50
3.1.ÇALIŞMA GRUPLARININ OLUŞTURULMASI 50
3.2. KLINIK MUAYENE 51

3.3. SPLINTLERIN TASARIM VE ÜRETIMI 52
3.3.1. GRUP A: Geleneksel Oklüzal Splintler 52
3.3.2. GRUP B: ”Exocad-Splint Module” Tasarım Splintler 56
3.3.3. GRUP C:”3-Shape-Splint Studio” Tasarımı Oklüzal Splintler 61
3.4. OKLÜZAL SPLINT DEĞERLENDIRME YÖNTEMLERI 66
3.4.1. Oklüzal Splint Değerlendirme Formlarının Oluşturulması 66
3.4.1.a. Giriş Yolu Doğru Mu? 67
3.4.1.b. Düz Oklüzal Yüzey Var Mı? 67
3.4.1.c. İstenilen Dikey Boyut Artışını Sağlıyor Mu? 67
3.4.1.d. Adaptasyon İhtiyacı Var Mı? 68
3.4.1.e. Kanin Koruyuculu Oklüzyon Varlığı 68
3.4.1.f. Anterior Rehber Rampa Var Mı? 69
3.4.1.g. Lateral Hareketlerde Erken Temas Var Mı? 69
3.4.1.h. Sentrikte Oklüzal Temasların Değerlendirilmesi 70
3.4.2. Oklüzal Splintlerin, Kondillerin Anatomik Hareket Yollarına Etkilerinin Değerlendirilmesi 70
3.4.3. Oklüzal Splintlerin Arka Uyumunun Dijital İncelenmesi 72
3.4.4. Oklüzal Splint Üretim Sürelerinin İncelenmesi 74
3.4.5. Gönüllü, Hekim ve Teknisyen Memnuniyetlerinin Değerlendirilmesi 75
3.4.6. Oklüzal Splint Üretiminde Kullanılan Materyallerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi 75
3.4.7. İstatistiksel Olarak Sonuçların Değerlendirilmesi 76
BULGULAR 77
4.1. OKLÜZAL SPLINT DEĞERLENDIRME FORMUNUN ANALIZI 77
4.1.1. Karşıt Dental Ark ile Kontakt Bulguları 77
4.2. ANTERIOR, POSTERIOR, VESTIBÜL KALINLIK BULGULARI 79
4.3. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK BULGULARI 82
4.4. NITEL DEĞERLENDIRME BULGULARI 83
4.5. SÜRE BULGULARI 84
4.5.1. Hasta Başında Geçen Süre Bulguları 85
4.5.2. Laboratuarda Geçen Süre Bulguları 86
4.6. GÖNÜLLÜ, HEKIM VE TEKNISYEN MEMNUNIYETI BULGULARI 88

4.7. OKLÜZAL SPLINTLERIN OTURMA YÜZEYLERININ, DENTAL ARK TARAMA VERILERIYLE ÇAKIŞTIRILMA BULGULARI 90
4.8. OKLÜZAL SPLINTLERIN, KONDILLERIN ANATOMIK HAREKET YOLLARINA ETKILERININ DEĞERLENDIRILME BULGULARI 91

TARTIŞMA 99
5.1. ÇALIŞMA GRUPLARININ OLUŞTURULMASI: 100
5.2.SPLINT ÜRETIM IŞ AKIŞI 101
5.2.1. Splint tasarım metodu: 103
5.2.2. Splint üretim metodu: 105
5.3. OKLÜZAL SPLINTLERIN SAHIP OLMASI GEREKEN ÖZELLIKLER: 106
5.4. MEMNUNIYET (HASTA, HEKIM, DIŞ TEKNISYENI): 109
5.5. SPLINTLERIN KONDILLERIN ANATOMIK HAREKETLERI ILE UYUMU 111
5.6. KLINIK VE LABORATUAR SÜRELERI: 111

SONUÇLAR 114

KAYNAKLAR 117

FORMLAR 125

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI ..... HATA! YER İŞARETİ TANIMLI DEĞİL.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Oklüzal splintlerin karşıt dental ark ile kontakt bulgularının tanımlayıcı istatistiksel analizi 78
Tablo 2. Oklüzal splintlerin karşıt dental ark ile kontakt bulgularının gruplar arası değerlendirmesi 78
Tablo 3.Karşıt dental ark ile kontakt bulgularından elde edilen istatistiksel farkın hangi gruplar arasında olduğunun değerlendirilmesi 79
Tablo 4. Grupların kalınlık değerleri 80
Tablo 5. Anterior, posterior, vestibül kalınlık bulgularının gruplar arası istatistiksel değerlendirilmesi 81
Tablo 6. Anterior ve Vestibül Kalınlık değerlerinin Post Hoc test incelemesi 82
Tablo 7. 3D print reçine ve soğuk akrilik silindirlerin pürüzlülük değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi 83
Tablo 8. Nitel verilerin değerlendirilmesi 84
Tablo 9. Hekimin Hasta Başında Geçirdiği Süre Ve Laboratuarda Süreleri İncelemesi 85
Tablo 10. Hasta başında geçen sürelerinin istatistiksel değerlendirilmesi 86
Tablo 11. Hasta başında geçen sürenin gruplar arasında ikili karşılaştırılması 86
Tablo 12. Laboratuarda geçen sürenin gruplar arasında ikili karşılaştırılması 87
Tablo 13. Laboratuar Sürelerinin Mann Whitney Testi İle Değerlendirilmesi 87
Tablo 14. VAS skor verilerinin istatistiksel değerlendirilmesi 88
Tablo 15. VAS skor verilerinin gruplar arası istatistiksel değerlendirilmesi 89
Tablo 16. Karşılaştırma değerlendirme noktaları verilerinin Kruskal-Wallis testi ile istatistiksel değerlendirilmesi 90
Tablo 17. Mandibulanın sağ yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması 92
Tablo 18. Mandibulanın sağ yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlarının Post Hoc Testi ile değerlendirilmesi 93
Tablo 19. Mandibulanın sol yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlanın istatistiksel olarak karşılaştırılması 94
Tablo 20. Mandibulanın sol yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlanın Post Hoc Testi ile değerlendirilmesi 95
Tablo 21. Mandibulanın protrüziv kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlanın istatistiksel olarak karşılaştırılması 97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.Okeson'un TMD sınıflaması (5) 29
Şekil 2.Oklüzal Stabilizasyon Splinti 38
Şekil 3.Block-out yapılmış üst çene alçı modelleri 53
Şekil 4.Şeffaf akrilik plakların, alçı modellere uyumlanması 53
Şekil 5.Şeffaf akrilik plak basılmış üst çene alçı modeli 54
Şekil 6.Soğuk akrilik eklemeleri yapılmış plakların, oklüzal temas noktaları kontrolü 56
Şekil 7.3-Shape, TRIOS® 3 Wireless cihazı ile elde edilen dijital veriler 57
Şekil 8.Oklüzal splintlerin dijital ortamda tasarlanması 58
Şekil 9."Exocad-Splint Module" tasarımı oklüzal splint 59
Şekil 10.3D Printer (W2P Engineering GmbH, Solflex 150) 59
Şekil 11.Üretimleri tamamlanan 3D Print oklüzal splintler 60
Şekil 12.Ozon gazıyla (Otoflash G171 N2) post-cure uygulama cihazı 60
Şekil 13.Exocad Çalışma Grubu (Grup B) Oklüzal Splintler 61
Şekil 14.Üst çene dijital modelinin oklüzal düzleme yerleştirilmesi 62
Şekil 15.Dijital Artikülatör (ACR" Artex compatible") 63
Şekil 16.Dijital Block-out uygulaması 63
Şekil 17.Oklüzal Splintlerin, "Cross Section" görüntüleri alınarak, kalınlıklarının kontrolü . 64
Şekil 18.Mandibular hareketlerin dijital artikülatörde değerlendirilmesi 65
Şekil 19.3-Shape Çalışma Grubu (Grup C) Oklüzal Splintler 66
Şekil 20.Sentrikte Oklüzal Temas Noktaları (Exocad) 70
Şekil 21.Zebris JMA (Zebris Medical GmbH, Isny, Germany)ile mandibular ölçümler 71
Şekil 22.3-Shape Trios 3 cihazı ile elde edilmiş üst çene tarama görüntüleri 73
Şekil 23.Solutionix C500 (Medit, Optical 3D Measuring System, 2018, South Korea) tarama cihazı ile taranmış oklüzal splint tarama görüntüleri 73
Şekil 24.20x10 mm standart silindir model STL 76
Şekil 25.Silindir modellerin yüzey pürüzlülük ölçümleri 76
Şekil 26. Hasta başında geçen sürenin gruplara göre grafik ile incelenmesi 85
Şekil 27. Laboratuarda geçen sürenin gruplara göre grafik ile incelenmesi 88
Şekil 28. Karşılaştırma Değerlendirme Noktaları 91

SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ

TME: Temporomandibular Eklem

TMD: Temporomandibular Eklem Düzensizlikleri

VAS: Görsel Analog Skala

CAD-CAM: Bilgisayar Destekli Tasarım, Bilgisayar Destekli Üretim

3D: Üç Boyutlu

DC/TMD: Temporomandibular Eklem Düzensizlikleri Teşhis Kriterleri

mm: Milimetre

µm: Mikrometre

ADA: Amerikan Diş Hekimleri Birliği

JMA: Çene Hareketi Analizörü

SLS: Seçici Lazer Sinterleme

SLE: Seçici Lazer Ergitme

FDM: Birleştirilmiş Birikim Modelleme

DLP: Dijital Işık İşleme

PEEK: Poliariletereterketon

CNC: Bilgisayarlı Sayısal Kontrol

CMP: Karşılaştırma Değerlendirme Noktası

STL: Standart Üçgensel Dil

ÖZET

Okutan S. Oklüzal Splint Tasarımında Farklı Dijital Programların Hassasiyetlerinin Değerlendirilmesi . İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Protetik Diş Tedavisi Abd. Doktora Tezi. İstanbul. 2023.

Dijital diş hekimliği ve dijital iş akışı, son yıllarda özellikle yazılım programlarındaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak ilerleme kaydetmiştir. Buradan hareketle bu doktora tezinin amacı dijital oklüzal splint tasarım programlarının oklüzal splintlerden beklentileri karşılamadaki etkinliğini değerlendirmektir.

Bu prospektif, çift kör klinik çalışmaya 16 sağlıklı birey (14 kadın, 2 erkek, yaşları 28±5) dahil edilmiştir. İki farklı tasarım programı (Splint Module; Exocad, DentalCAD 3.0 Galway, SplintStudio; 3-Shape, Dental System 2021) ile tasarlanan oklüzal splintler, tamamen geleneksel yöntemlerle tasarlanan ve hekim tarafından hasta başında adapte edilen oklüzal splintlerle karşılaştırılmıştır. Çalışma gruplarında splint üretimi için tamamen dijital iş akışı seçildi; ağız içi taramalar elde edildi (Trios 3, 3-Shape) ve splintler, biyouyumlu splint reçine malzemesi kullanılarak 3D Yazıcı (Solflex 350,W2P Engineering GmbH) ile üretildi. Mandibular hareket yolları Zebris JMA Sistemi (Zebris Medical GmbH) ile kaydedildi. Oklüzal splint kalınlığı, anterior ve kanin rampaları, oklüzal temas noktaları, süre, splintlerin genel uyumu ve subjektif değerlendirmelerin VAS skorları değerlendirildi. Bu çalışmada elde edilen veriler IBM SPSS 28 (MAC OS) programı ile analiz edilmiştir. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodlar (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) kullanılmıştır.

Oklüzal splintlerin anterior ve vestibül kalınlıkları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark görülmüştür ($p<.001$). Sonuçlar; klinisyenin hasta başında geçirdiği sürenin, kontrol grubunda (28,31 ± 8) dijital gruplara (8.06± 8 ve 9.87±4) göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Ancak üretim sürecinde herhangi bir fark hesaplanmadı. One-way ANOVA testi, VAS skorları ($p<.001$) ve oklüzal temas sayısı ($p<.001$) açısından gruplar arasında anlamlı sonuçlar ortaya kondu. Mandibular hareketler ve splintlerin uyumunda herhangi bir farklılık görülmedi.

Anahtar Kelimeler : CAD-CAM, Oklüzal Splintler, TMD, Dijital Diş Hekimliği, TME

ABSTRACT

Okutan S. Evaluation Of Different Digital Programs In Occlusal Splint Design. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Prosthetic Dentistry Thesis. Istanbul. 2023.

Digital dentistry and workflow have advanced in recent years due to technological progress, especially in software programs. From this point of view, the aim of this study is to evaluate the efficiency of digital occlusal splint design programs in fulling of splint requirements.

16 healthy individuals (14 women, 2 men age 28±5 years) were participated in this prospective, double blind clinical study. Two different design programs (Splint Module; Exocad, DentalCAD 3.0Galway, SplintStudio; 3-Shape, DentalSystem2021) were compared with conventional full arch stabilization splints fabricated with a traditional vacuum pressing machine and adapted by the physician at chairside . For the fabrication of splints in study groups, fully digital workflow was chosen; intraoral scans were obtained (Trios 3, 3-Shape) and the splints were produced with a 3D Printer (Solflex 350, W2P Engineering GmbH) using biocompatible splint resin material. The mandibular trajectories were recorded with the Zebris JMA System (Zebris Medical GmbH). Occlusal splint thickness, anterior and canine ramps, occlusal contact points, time, overall fitting of the splints as well as VAS scorings of subjective evaluations were evaluated.

There was a significant difference between the groups in anterior and vestibular thicknesses of the occlusal splints ($p<.001$). The results demonstrated that the clinician spent more chair time in control group (28.31± 8) than in digital groups (8.06± 8 and 9.87±4). However, no difference was calculated in fabrication time. One-way ANOVA test demonstrated significant results among the groups in terms of VAS scorings ($p<.001$) and number of contacts ($p<.001$). Mandibular movements and fit of the splints did not demonstrate any difference.

Key Words: CAD-CAM, Occlusal Splint, TMD, Digital Dentistry, TMJ

GIRIŞ VE AMAÇ

Çiğneme sistemi; vücudun çiğneme, konuşma, yutkunma gibi fonksiyonlarından sorumlu bir ünitedir. Bu fonksiyonel sistem ayrıca tad alma, soluk alma ve konuşma gibi eylemlerde de yardımcı rol oynar. Çiğneme sistemi komponentlerinden olan temporomandibular eklem ve çiğneme kaslarında meydana gelen problemler; ağrı ve fonksiyon bozuklukları meydana getirmektedir. Günümüzde stres ve bruksizm kaynaklı en sık rastlanan çiğneme sistemi problemleri, temporomandibular eklem hastalıklarıdır (1,2).

Temporomandibular hastalıkların tedavisinde kullanılan yöntemler; Faz I ve Faz II olarak ikiye ayrılmaktadır. Faz I tedaviler; hasta eğitimi, fizyoterapi, oklüzal splint tedavisi, farmakolojik ve psikolojik tedavilerdir ve Faz II tedavi yöntemlerine göre daha minimal invaziv, konservatif ve etkili yöntemlerdir. Bu nedenle TMD (Temporomandibular Eklem Düzensizlikleri) tedavisinde Faz I tedavi yöntemleri daha fazla tercih edilmektedir (3).

Faz I tedavi yöntemlerinde klinikte en çok tercih edilen ve diş hekimleri tarafından en çok uygulanan tedavi yöntemi oklüzal splintlerdir. Oklüzal splint tedavisinde diş hekimleri tarafından hastaların alt veya üst dişlerinin oklüzal ve insizal yüzeyini kaplayan ve karşıt arktaki dişlerle de temasta olan çoğunlukla sert akrilikten bir ısırma plağı yapılır. Oklüzal splint tedavisinde amaçlar; oklüzyon kaynaklı kas spazmlarını hafifletmek, optimum kondil-disk pozisyonunu yakalamak için mandibulaya yeni bir konum vermek, bruksizm hastalarında karşıt arklardaki dişlerin biribirine zarar vermesini engellemek ve kısa süreli kullanımda (24-48 saat) ağrının çiğneme kasları kaynaklı olup olmadığını anlamak olarak sayılabilir (4).

Geçmişten günümüze Faz I tedavi yönteminde kullanılan bu oklüzal splintlerin tasarım ve üretiminde diş hekimleri ve diş teknisyenleri tarafından bir çok çeşitli yöntem kullanılmıştır. Hastadan alınan ölçülerden elde edilen modeller üzerinde "Okeson'un Oklüzal Splint Prensipleri"ne uygun olarak üretilen splintler "Altın Standart" olarak kabul edilmektedir (5).

Diş hekimliğinin hemen her alanında kullanılan bilgisayar teknolojileri, oklüzal splint tasarımları ve üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Oklüzal splint tasarımında; 3Shape-Splint Studio, Exocad-Bite Splint Module, Amann Girrbach-Ceramill Splintec, Dental Wings vb. gibi bir çok dijital tasarım programı bulunmaktadır. Günümüzde yeni kullanılmaya başlanan bu dijital yöntemlerde hastanın alt-üst diş arkından dijital veya konvansiyonel ölçü ve

kapanış kaydı alınarak dijital modeller oluşturulur, uygun diş arkı seçilerek oklüzal splint tasarımı bu tasarım programlarında tamamen dijital ortamda yapılır (6). Dijital iş akışıyla tasarlanan bu oklüzal splintlerin üretiminde CAD-CAM (bloktan kazıma) ve 3D Printer (reçine ekleme) sistemleri kullanılmaktadır.

Bu doktora tezinin amacı, temporomandibular eklem hastalıklarında Faz I tedavi yöntemlerinden olan oklüzal splintlerin tasarım ve üretiminde günümüzde kullanımı yeni dijital iş akışını incelemektir. Çalışmamızda dijital iş akışında kullanılan bu tasarım programlarından klinikte en çok tercih edilen porgramlar olan Exocad Splint Module ve 3-Shape Splint Studio inceledik, bu programları birbirleriyle ve konvansiyonel yöntemle karşılaştırdık.

Araştırmamıza çene-eklem şikayeti bulunmayan, çene-eklem muayenesi sonucu sağlıklı görülen 16 gönüllü dahil edildi. Çalışmada Temporomandibular Düzensizlikler İçin Tanı Kriterleri (DC/TMD) formuna göre kas ağrısı, lokal kas ağrısı, kas-fasya ağrısı, TMD'ye bağlı baş ağrısı ve eklem ağrısı bulunmayan, doğal dentisyona, Class I kapanışa sahip (protetik tedavi görmemiş) ve kendilerine uygulanacak protokolleri kabul eden, 18-60 yaşları arasındaki gönüllüler yer almıştır. Çalışma grubuna dahil edilen gönüllülerin alt ve üst çenelerinden dijital ölçüler (3- Shape Trios 3) ve aljinat ölçüler yardımcı araştırmacı tarafından alınmış, dijital ve alçı modeller elde edilmiştir. Kapanış kayıtları kapanış silikonu ve ağız içi tarayıcı ile saptanmıştır. Bu seansta ayrıca yardımcı araştırmacı Klinik Muayene Formu ve Demografik Bilgiler Formunu doldurmuştur.

Gönüllülerden elde edilen dijital modeller ve kapanış kayıtları ile Exocad Splint Module ve 3-Shape Splint Studio programlarıyla splint dizaynları dijital ortamda tasarlanmıştır. Dijital ortamda tasarlanan bu splint dizaynları 3D Printer (W2P Solflex)'da üretilmiştir.

Değerlendirme Kriterleri: yüzey özellikleri (pürüzlülük), dental arka uyum ve tutuculuk, hekimin hasta başında geçirdiği süre, laboratuarda geçen süre, mandibular anatomik hareket yollarına uyum, karşıt arkla kontakt miktarı, splint materyalinin kalınlığı, hasta, hekim ve teknisyen memnuniyetidir.

GENEL BILGILER

2.1. Çiğneme Sistemi Elemanları ve Biyomekaniği

İnsanda; konuşma, çiğneme, yutkunma gibi hayati görevleri bulunan çiğneme sistemi; kemikler, kaslar, ligamanlar, dişler, komşu yumuşak dokular ve bunların innervasyonundan sorumlu nörolojik sistem elemanlarından oluşmaktadır (7).

Çiğneme, konuşma, yutkunma fonksiyonlarının her birinin gerçekleşmesi için çiğneme sistemi elemanlarının kombine çalıştığı kompleks mandibular hareketlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu mandibular hareketlerin gerçekleşmesi sırasında gereken enerji, kendine özgü nörolojik kontrol sistemi bulunan çiğneme kasları tarafından karşılanmaktadır. Bu hareketlerin doğru ve etkin gerçekleşebilmesi için, baş boyun bölgesinde bir çok kasın aynı anda ve birlikte kasılmaları gerekmektedir. Kas kontraksiyonlarının denetimi için bu bölgeye özel bir innervasyon sistemi gelişmiştir. Kaslar ve sinirlerin senkronize çalıştığı bu karmaşık sistem bu nedenle nöromusküler sistem olarak isimlendirilmiştir (8).

Çiğneme sistemi fonksiyonları ve hareketlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için, bu karmaşık sistemi oluşturan elemanların anatomi ve fonksiyonlarının bilinmesi gerekmektedir.

2.1.1. Çiğneme Kasları

İnsan vücudunun yaklaşık %40'ını iskelet kasları oluşturmaktadır. Baş ve boyun bölgesinde bulunan ve bu gruba dahil olan çiğneme kasları, birbirleriyle ve diğer iskelet kaslarıyla bağlantılı ve etkileşim içerisindendir (9). Çiğneme kaslarının anatomisi ve fonksiyonların anlaşılabilmesi için baş ve boyun bölgesindeki iskelet kaslarının temel ilişkilerinin bilinmesi önemlidir.

İskelet kasları, epimisyum adı verilen iletken bir doku ile sarılı olan kas lif demetlerinden (fasiculus) meydana gelmektedir. Bu kas demetleri yaklaşık 150 kas lifinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu kaslar dinlenme durumunda da olsa hafif bir kontraksiyonda bulunmaktadır, bulundurdukları bu gerginlik tonus olarak isimlendirilmektedir. Tonus durumu kaslarda

yorgunluk oluşmaması amacıyla her kas hücresinin sırasıyla kasılma durumu olarak açıklanabilir (10).

Omurga iskeleti üzerinde kafatasının dengeli ve dik durabilmesini bay boyun bölgesi kasları sağlamaktadır. Kasların bulunmaması durumunda kafatasının servikal omurga üzerinde dengede durması söz konusu değildir. Kafatasının bu dik ve dengede konumunu, omurga ve omuz kısmında bulunan boyun kasları (trapezius, sternocleidomastoid, splenus capitis ve longus capitis) kasılarak sağlamaktadır. Bu kaslara antagonist çalışan boyunun ön bölgesinde bulunan kasların da (masseter, suprahyoid ve infrahyoid kaslar) bu baş pozisyonunun korunması için, birbiriyle uyumlu bir çalışma içerinde bulunması gerekmektedir (11).

İskelet kasları, istemsiz kasılamayan kaslardır. Bu kasların kasılabilmesi için sinirsel uyarılar oluşturulması gerekmektedir. Bu uyarılar, sinir hücreleri (nöron) tarafından oluşturulmaktadır (12).

Masseter, medial pterygoid, temporal ve lateral pterygoid kasları çiğneme kasları olarak sınıflandırılmaktadır. Masseter, medial pterygoid, temporal kasları mandibulanın kapanma hareketini sağlarken, lateral pterygoid kası çenenin açılma hareketinin başlamasında rol oynar. Mandibulanın açılma hareketinde yardımcı diğer kaslar; suprahyoid ve infrahyoid kaslarıdır (13).

2.1.1.1. Masseter Kas

Mandibular kemiğin ramus bölümünde alt lateral kenarında bulunan tuberositas masseterica'ya tutunarak sonlanan, başlangıcı zigomatik arkın alt kenarında bulunan kalın, dört köşeli, dikdörtgenimsi bir kas olan masseter kası; çiğneme sisteminin temel elemanlarından biridir ve trigeminal sinirin mandibular (n. mandibularis) bölümünün ön kısmı (n. massetericus) tarafından innerve edilir (14).

Masseter kasının yüzeyel (Pars Superficialis) ve derin (Pars profunda) olmak üzere iki kısmı bulunmaktadır. Yüzeyel kısım zigomatik arkın prosesunda yer alırken, daha kalın ve kaslı bölümü olan derin kısmı, zigomatik kemiğin median kısmının tamamını kaplamaktadır (15).

Masseter kasının zigomatik arkın prosesunda kalan yüzeyel kısmını oluşturan kas lifleri, aşağı ve geri yönlüdür. Bu kaslar kasıldıklarında mandibulanın protrüzyon hareketini sağlarlar. Zigomatik kemiğin median kısmını oluşturan derin bölgesinde bulunan kas lifleri ise vertikal yönlüdür. Derin kas lifleri kasıldığında, mandibulayı yukarı kaldırır, çeneyi kapatır, kondillerin artiküler eminenste doğru konumlanmasını sağlamaktadır (16).

2.1.1.2. Temporal Kas

Temporal kemiğin fossasından başlayıp, mandibulanın proc. coronoideus'unda sonlanan, fossa temporalisi tamamen dolduran yelpaze şeklinde kalın bir kastır. Trigeminal sinirin n. mandibularis dalının, r. anterior ve posterior, n. temporalis profundus yan dalları tarafından innerve edilir. Temporal kası oluşturan lifler, ön parça dikey lifler, orta parça oblik lifler ve arka parça yatay lifler olmak üzere üç bölüme ayrılır (17).

Temporal kas tüm kas lif bölümleriyle kasıldığı zaman mandibula yukarı yönde hareket eder, çene kapanır ve dişler temasa gelir. Dikey liflerden oluşan ön bölüm tek başına kasıldığında ise mandibula dikey yukarı hareket eder çene kapanır, oblik liflerden oluşan orta kısım tek başına kasıldığında mandibula kasılarak geriye gider. Yatay liflerden oluşan arka kısım ise mandibulanın dengesinin sağlanmasında masseter kası ile beraber büyük rol oynar (14).

2.1.1.3. Medial Pterygoid Kas

Başlangıç tutunma yeri Sphenoid kemiğin proc. pytergoidei lamina lateralisi olan, angulus mandibulanın tuberositas pterygoidea bölümünde sonlanan, dikdörtgen biçimli bir kastır. Lig. sphenomandibulare, a. ve v. maxillaris, n. lingualis ile a., v. ve n. alveolaris inferior gibi anatomik oluşumlar bu kasın üst bölümü ve mandibula arasında konumlanmaktadır. Trigeminal sinirin n. mandibularis dalının, n. pterygoideus medialis yan dalı tarafından innerve edilir (18).

Medial pterygoid kasın çift taraflı kasılması sırasında mandibula yukarı hareket eder ve çene kapanır.Bu kas tek taraflı kasıldığında ise mandibula kasılan tarafa doğru hareket eder.Ayrıca bu kas mandibulanın protrüziv hareketinde de rol oynamaktadır (19).

2.1.1.4. Lateral Pterygoid Kas

Fossa infratemporalis'in ön yüzeyinden başlayıp mandibulanın fovea pterygoideasında sonlanır. Trigeminal sinirin n. mandibularis dalının n. pterygoideus lateralis yan dalı tarafından innerve edilir.

Superior ve inferior olarak iki kısımdan oluşur.Superior kısım dişler birbirleriyle temas ederken aktiftir.İnferior kısmın çift taraflı kasılması durumunda kondiller artiküler eminensten aşağı kayar ve mandibula protrüze olur.Tek taraflı kasılması durumu ise kasılan taraftaki kondilin laterotruziv hareketine sebep olur ve mandibula karşı tarafa doğru lateral hareket eder (20).

Yukarıda bahsedilen temel çiğneme kasları haricinde çenenin açılmasına yardımcı kaslar aşağıda belirtilmiştir.

Suprahyoid Kaslar	İnfrahyoid Kaslar
1)M. Digastricus Venter Posterior	1)M. Sternohyoideus
2)M. Digastricus Venter Anterior	2)M. Sternothyroideus
3)M. Stylohyoideus	3)M. Omohyoideus Venter Superior
4)M. Mylohyoideus	4)M. Omohyoideus Venter İnferior
5)M. Geniohyoideus	5)M. Thyrohyoideus

2.1.1.5. Digastrik Kas

Temel çiğneme kasları içerisinde bulunmasa da digastrik kas mandibulanın hareketleri için önemli bir kastır. Mandibulanın iç bölümünde bulunan fossa digastrica'dan başlayan küçük ön karın ve mandibulanın altında bulunan incisura mastoide'dan başlayan büyük arka karın olmak üzere iki kompartmandan oluşmaktadır. Bu ön ve arka kompartmanların ikisi de hyoid kemiğe bağlanarak sonlanmaktadır.

Digastrik kasın posterior karnı fasiyal sinirin bir dalı tarafından, anterior karnı ise trigeminal sinirin bir dalı olan mandibular sinirin bir yan dalı tarafından innerve edilir.

Sağ ve sol digastrik kaslar çift taraflı kasıldığında, supra ve infra hyoid kaslar tarafından hyoid kemik stabilize edilir ve alt çenenin aşağı hareketi gerçekleşir. Temporal ve lateral inferior pyterigoid kaslar mandibulayı stabilize ettiğinde, digastrik kaslar supra ve infra hyoid kaslar yardımıyla yutkunmayı sağlar (21).

Çiğneme sistemini oluşturan temel elemanlar olan çiğneme kasları ve temporomandibular eklem arasındaki ilişki hakkında birçok araştırma yapılmış ve çok sayıda teori geliştirilmiştir. Ancak günümüzde en çok kabul gören genel görüş lateral pterygoid kasın üst liflerinin temporomandibular diskin antero-medial kısmına bağlandığıdır.

2.1.2. Temporomandibular Eklem

Temporomandibular eklem, şekli ve fonksiyonları gereği hem ginglimus (konkav ve konveks eklem yüzleri birbirine uygunluk gösteren eklem tipi), hem de di-arthrosis (bir eklem yüzünün düz, hafif konkav olduğu diğer eklem yüzünün onun üzerinde kayma hareketi yaptığı eklem tipi) eklem grupları içerisinde bulunan bir eklemdir. Bu nedenle ginglimodiartrosis eklem olarak sayılmaktadır.

Temporomandibular eklem çiğneme sisteminin en önemli elemanlarından biridir ve kemikler, ligamanlar, disk ve kapsülden oluşmaktadır. Temporomandibular eklem hareketlerinde ligamanlar ve çiğneme kasları önemli rol oynamaktadır (22).

2.1.2.1. Kemikler

Temporamandibular eklemin üst bölümü temporal kemikte alt bölümü ise mandibulada bulunur. Üst bölümün önde ve konveks kısmına tuberculum articulare, arka konkav kısmına glenoid fossa denir. Alt eklem bölümü çaput mandibula olarak isimlendirilir (23).

2.1.2.2. Sinovial Membran ve Sinovial Sıvı

Sinovial membran, artiküler sistemin alt ve üst eklem yüzeylerini tamamen kaplayan düzgün ve parlak fibröz bir membrandır. Çoğunlukla düzgün ve parlak olan bu membran eklemin bazı

bölgelerin iç yüzeylere doğru girintiler oluşturur ancak temporal kemiğin eklem yüzeyinde bulunmaz.

Sinovial membran üç katmandan oluşur. En iç kısımda yer alan katman eklem yüzeyleri ile en çok ilişkide bulunan kısımdır. Orta kısım subsinovial kısım olarak adlandırılır. En dış tabaka ise kapsüldür. En iç ve subsinovial kısımda hücreler ve minik kapillerler bulunurken en dış kapsül tabakada hiç hücre bulunmaz. Bu en dış kapsül tabaka kalın kollojen bir banttan meydana gelir (24).

Sinovial membran, içerisinde sinovial sıvı adı verilen yoğun bir plazma bulundurur. Sinovial sıvı içeriği müsin, protein ve hyalüranik asit bulundurur.Bu sıvıların haricinde içeriğinde lenfoid ve makrofaj tipi hücreler de bulunmaktadır. Sinovial sıvı dokuların metabolik ihtiyaçlarını karşılar. İçeriğinde bulunan yüksek viskozite sağlayan hyolüronik asit sayesinde eklem yüzeylerinde kayganlaştırıcı bir etkisi vardır. Eklem yüzeyleri sürtünmenin olabildiğince az olması için düz yapılıdır ve sinovial sıvı da sürtünmenin daha da azalmasını sağlamaktadır (25).

2.1.2.3. Artiküler Kapsül

Üst kısmı, artiküler tüberkül ve petrotympanic fossa dışarda kalacak şekilde mandibular fossayı çevreler. Alt kısmı ise mandibular collum'a yapışır.

Arka yüzü uzun elastik liflerden oluşan bu kapsül, çenenin açılması sırasında caput mandibulanın ileri hareketini engellemez, çenenin kapanması sırasında caput mandibulanın yerine geri dönmesini sağlar. Artiküler disk, eklem kapsülünün caput mandibulaya yakın bölümüyle bağlantıdadır.

Kapsülün görevi, mandibulanın hareketleri sırasında eklemin yerinden çıkabileceği aşırı hareketleri engellemektir. Artiküler kapsülü lateral yönde temporomandibular ligaman güçlendirir (26).

2.1.2.4. Artiküler Kıkırdak Yapılar

Artikülasyon hareketi sırasında, eklem yapan kemikler yüzeysel olarak temas etmektedir. Temas eden bu yüzeylerde, koruma ve kayganlık sağlama amaçlı 2-5 mm kalınlığında hiyalin kıkırdak kaplaması bulunmaktadır. TME arasında bir eklem diski bulundurduğu için, vücuttaki diğer eklemlerden farklı olarak hiyalin kıkırdak yerine fibröz bir kıkırdak ile kaplıdır.

Sinoviyal tip bir eklem olan TME'nin eklem yüzeyleri arasında eklem yapan kemiklerin uyumunu sağlayan, eklem diski adı verilen kıkırdak bir yapı bulunmaktadır. Ön kısmı 2 mm, orta kısmı 1 mm ve arka kısmı 3 mm olan bu eklem kıkırdağı, TME'in en önemli anatomik elemanıdır. Translasyon hareketi sırasında, diskin yer değişimini engelleyen ince bir orta katmanı bulunmaktadır. Arka ve ön sınırları kalın olan bikonkav lifli bir yapıya sahiptir (27).

Eklem diskinin ön yüzeyi kollajen liflerle artiküler kapsüle bağlanırken, bu yüzeyin anterior kısmı kapsülün dışından lateral pterygoid kasın üst kısmına bağlanır. Lateral pterygoid kasın kasılmasıyla gerçekleşen mandibular protrüzyon hareketi sırasında; eklem diski, eklem kapsülü ile birlikte öne doğru hareket eder. TME'de eklem yapan kemikler arasında bir hava yastığı görevi yapan bu diskal yapı, ekleme gelen kontrolsüz ve yüksek stresler sonucunda şekil veya poziyon değişimine uğrayabilmektedir. Bu diskal dokunun hareketi veya deplasmanı sonu TME eklem fonksiyonları etkilenir ve bu da TME bozukluklarına sebep olur (28).

2.1.3. Eklem Bağları ve İlgili Dokular

2.1.3.1. Eklem Ligamentleri

Eklem yapan kemikleri birbirine bağlayan ve bir arada tutan yapılara eklem ligamentleri denilmektedir. Bu ligamentler eklem kapsülü ile ilişkileri göz önünde bulundurularak, interkapsüler ve ekstrakapsüler ligamentler olarak iki grup altında incelenir. TME'de üç adet ekstrakapsüler ligament bulunmaktadır, bu ligamentler elastik olmayan kollajen bağ dokusu sayesinde mandibula hareketleri sırasında pozisyonları koruyan ve eklem hareketlerini kısıtlayan yapılardır. İnterkapsüler ligamanlar mandibula hareketleri sırasındaki rolleri göz önünde bulundurularak; fonsiyonel ve yardımcı olmak üzere iki grupta incelenir. Fonksiyonel

interkapsüler ligamanlar; temporomandibular ligament, kapsüler ligament ve kollateral ligamentlerdir. Stylomandibular ligament, sfenomandibular ligament ve retinaküler ligament ise yardımcı ligamentlerdir (29).

Temporomandibular ligament, dış eğik ve iç yatay yüzey olmak üzere iki bölümden oluşur. Dış eğik yüzeyi; mandibular yüzeyin posterior bölümüne, artiküler eminensin dış yüzeyinden başlayarak kondilin alt yüzeyi boyunca ilerleyerek uzanır. Görevi rotasyon yönünde gerçekleşen çene hareketini kısıtlayarak, kondilin aşırı ileri hareketini engellemektir. İç yatay yüzey; kondile lateral bir şekilde, artiküler eminensin dış yüzeyi ve temporal kemiğin zigomatik parçasından başlayarak yatay ve arkaya doğru bağlanır. Kondil ve eklem diskinin posterior hareketler sırasında aşırı hareketlerini engelleyerek, retrodiskal dokuları korur.Ayrıca lateral pterygoid kasın fasla uzayıp, gerilmesini engeller (30).

Sfenomandibular ligament, üstten sfenoid kemiğe bağlanarak aşağı doğru uzanıp genişler ve mandibula lingulasına bağlanır. Mandibula boynu ile arasından, inferior nörovasküler demet , maksiller arter ve ven geçer. Görevi, çenenin açılıp kapanma hareketleri sırasında; mandibular kanal içerisinde bulunan mandibular sinire gelen baskıları engellemektir. Mandibulaya durağan bir destek sağlar. Konumu sebebiyle çene açıklığının sınırlandırılmasında görev alır.

Retinaküler ligament, parotis bezi ve mandibula ramusu arasında yukarıdan aşağı doğru uzanır. Temporomandibular ligamentin dış yüzeyine, retrodiskal dokuya, mandibular kondile ve artiküler eminensin ön ve arka yüzeylerine bağlanır. Görevi; masseter kasının kasılması sırasında oluşan gerilimi, TME ve retrodiskal dokuya iletmektir (31).

Eklem kapsülünün kendisi de ek olarak, kapsüller ligament olarak isimlendirilmektedir. İçerisinde kollateral ligamentler bulundurur. Bu ligamentler kısa kollajen liflerden oluşur ve rotasyon hareketin alt eklem boşluğunda kısıtlanmasını ve diskin kondil ile beraber hareketini sağlar.

2.1.3.2. Retrodiskal Dokular

TME diskinin arka yüzeyi, yoğun ven ve sinir uçlarının lokalize bulunduğu gevşek bir bağ dokusuna komşuluk etmektedir. Bu bölge retrodiskal doku olarak isimlendirilmektedir. Eklem

diskinin arka üst bölümünden retrodiskal dokulara bağlandırğı üst retrodiskal laminası, yoğun elastik liflerden oluşur ve mandibular fossanın arkasına doğru uzanır. Bu lamina aşırı mandibular açılma hareketleri sırasında diskin konumunu korumasını sağlar. Diskin alt yüzeyinden mandibular procese bağlanan kollajen yapılı lifler ise alt retrodiskal lamina olarak isimlendirilir. Diskin kondil üzerinde aşırı dönme hareketini engeller. Ağız kapandığında alt retrodiskal lamina gerilerek, üst retrodiskal lamina gevşer. Ağız açıldığında ise bu gerilimler tersine döner.

Laminalar arasında bulunan bölgenin inferiorunda yer alan retrodiskal lamina, eklem diskinin eklem kapsülü sayesinde mandibula boyun bölgesine bağlanmasını sağlayarak; inferior eklem boşluğunun arka sınırını oluşturur. Bu bölge sıkı kollajen lifleri ve zengin vaskülarize yapısıyla laminelerin, ağız açıp kapama hareketiyle meydana gelen pompalama kuvvetleriyle beslenmesini sağlar (32).

2.2. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları

Çiğneme sisteminin fonksiyonel bozuklukları, artikülasyon hareketin gerçekleşmesini sağlayan eklem ve çiğneme elemanlarını kapsayan çiğneme sistemini etkileyen fonsiyonel bozuklukları nitelendiren bir terimdir. Bu terim Amerikan Orofasiyal Ağrı Akademisi tarafından, Temporomandibular Eklem Disfonksiyonu (TMD) olarak tanımlanmaktadır. Çiğneme sistemini oluşturan kaslarda yorgunluk, orofasiyel bölgede ağrı, TME fonksiyon bozuklukları, TME fonksiyonları sırasında oluşan sesler ve ağrılar, ağız açıklığında kısıtlılık, kulak çınlaması gibi karakterize semptomları bulunmaktadır. Bu bozukluklar ve semptomlar toplumun %70'inde en az bir kere görülmektedir (33).

Toplumun çoğunluğunun hayatının en az bir döneminde meydana gelebilen bu bozuklukların doğru tespit ve tedavisi çok önemlidir. Bu bozuklukların tespiti ve doğru tedavi yöntemlerinin seçilebilmesi için bu hastalıkların etiyolojik faktörlerinin hekimler tarafından bilinmesi gerekmektedir.Etiyolojik faktörleri tespit edilmeyen bu bozukluklarının etkili ve devamlı tedavisi söz konusu değildir.

2.2.1. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları Etiyolojisi ve Semptomları

Tarihte, TMD hakkında dental profesyonellerin yaptığı ilk araştırma 1934 yılında Dr. James Costen tarafındandır. Dr. Costen 11 adet vakasını göz önünde bulundurarak, hastalarının dental durumlarının kulak semptomlarına sebep olduğunu önermiş bir kulak burun boğaz uzmanıdır (34). 1930'ların sonları 1940'ların başlarında az sayıda diş hekimi, Dr. Costen'ın bu tespitini önemsemiş ve bu konu hakkında tedaviler geliştirmeye çalışmıştır. O dönemde kabul edilen ve en çok kullanılan terapi yöntemi Dr. Costen'ın kendi önerisi olan oklüzyon yükseltici araçlardı.1950'lerin başında dental profesyoneller, mandibular disfonksiyonların tedavisinde bu oklüzyon yükselticilerin kullanılıp kullanılamayacağını araştırmaya başlamışlarıdır. Mandibular disfonksiyonların araştırılmaya başlandığı bu dönemde, dental profesyoneller oklüzal interferansların mandibular disfonksiyonların oluşumunda en önemli etiyolojik sebep olduğuna dikkat etmişlerdir (35).

1950'lerin sonunda, çiğneme sistemi bozuklukları hakkında ilk ders kitabı yayınlanmıştır (36). En fazla betimlenen semptom, çiğneme kasları ağrı bozukluklarıdır. Bu bozuklukların düşünülen en önemli etiyolojisi oklüzal bozukluklar olarak tanımlanmıştır. 1970'lere kadar oklüzal bozukluklar ve emosyonel stres bu fonksiyonel bozuklukların en büyük etiyolojik sebebi olarak kabul edilmiştir.1980'lerde temporomandibular eklem bölgesi ve interkapsüler alan bu bozuklukların ortaya çıktığı bölge olarak tespit edilmiş, dental profesyoneller ilgilerini temporomandibular alana yöneltmiş ve bu bölgenin karmaşıklığını kabul etmiştir (37). TMD ve orofasial ağrıların tedavisinde bu kompleks yapının oynadığı rolü tespit etmek için dental profesyoneller günümüzde hala çabalamaktadır.

1990 ve 2000'lerde dental profesyoneller kanıta dayalı tedavi sistemini kabullenmiştir, bu kabullenmeyle temporomandibular eklem bozukluklarıyla ilgilenen hekimlerin daha iyi eğitim alması gereklikliği ortaya çıkmıştır. Bir çok üniversitede, TMD hakkında ileri eğitim programları açılmıştır.

Çiğneme sistemi bozukluklarının rastlanan bir çok semptomu bulunmasına rağmen, etyolojilerinin anlaşılması çok karmaşık olabilmektedir. Bu belirti ve semptomları oluşturan tek bir etiyolojik sebep yoktur (38). Bu bozuklukların, etkili tedavilerinin gerçekleştirilebilmesi ve

bu bozukluklardan kaynaklanan semptomların ortadan kaldırılabilmesi için hastalığın etyolojisinin ve bu hastalığı oluşturan etkenlerin tespiti gerekmektedir. Bu tespitlerin doğru bir şekilde yapılabilmesi için, eklem ve çiğneme sistemi yapılarının, bu yapıları etkileyen elemanların ve bu yapılara gelen kuvvetlerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. TMD etiyolojisi karmaşık ve multifaktöriyeldir (39). TMD riskini artıran faktörlere predispozan faktörler, TMD başlangıcına sebep olan faktörlere başlangıç faktörleri, TMD'nin devam etmesine sebep olan faktörlere ise devam ettiren faktörler ismi verilmektedir.

Genel olarak TMD ile ilişkilendirilebilecek beş büyük etiyolojik faktör bulunmaktadır (40). Bunlar; oklüzal düzensizlikler, travma, emosyonel stres, derin ağrı uyaranı, parafonksiyonel alışkanlıklardır.

Maloklüzyonlar ve diş eksiklikleri kaynaklı TME'e gelen orantısız vektörel kuvvetler TME elemanları ve çiğneme kasları üzerinde dejenerasyonlara sebep olabilmektedir. Baş boyun bölgesine alınan travmalar, çiğneme sisteminde fonksiyonel bozukluklara yol açabilmektedir. Travma, kassal bozukluklardansa interkapsüler bozukluklara sebep olmaktadır. Travma; mikrotravma ve makrotravma olmak üzere iki ana grupta incelenebilir. Makrotravma aniden gelen yüksek büyüklükteki kuvvetlerdir. Mikrotravma ise uzun bir süreç boyunca tekrarlanan düşük boyuttaki kuvvetlerdir.

İnsan sinir sisteminde; hipotalamus, retiküler sistem ve limbik sistem emosyonel stres oluşumunda sorumlu sistemlerdir. Bu sistemler, kas aktivitesini bir çok yönde etkileyebilmektedir. Emosyonel stresin TMD etiyolojisinde çok büyük bir rolü olduğu yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur (41)

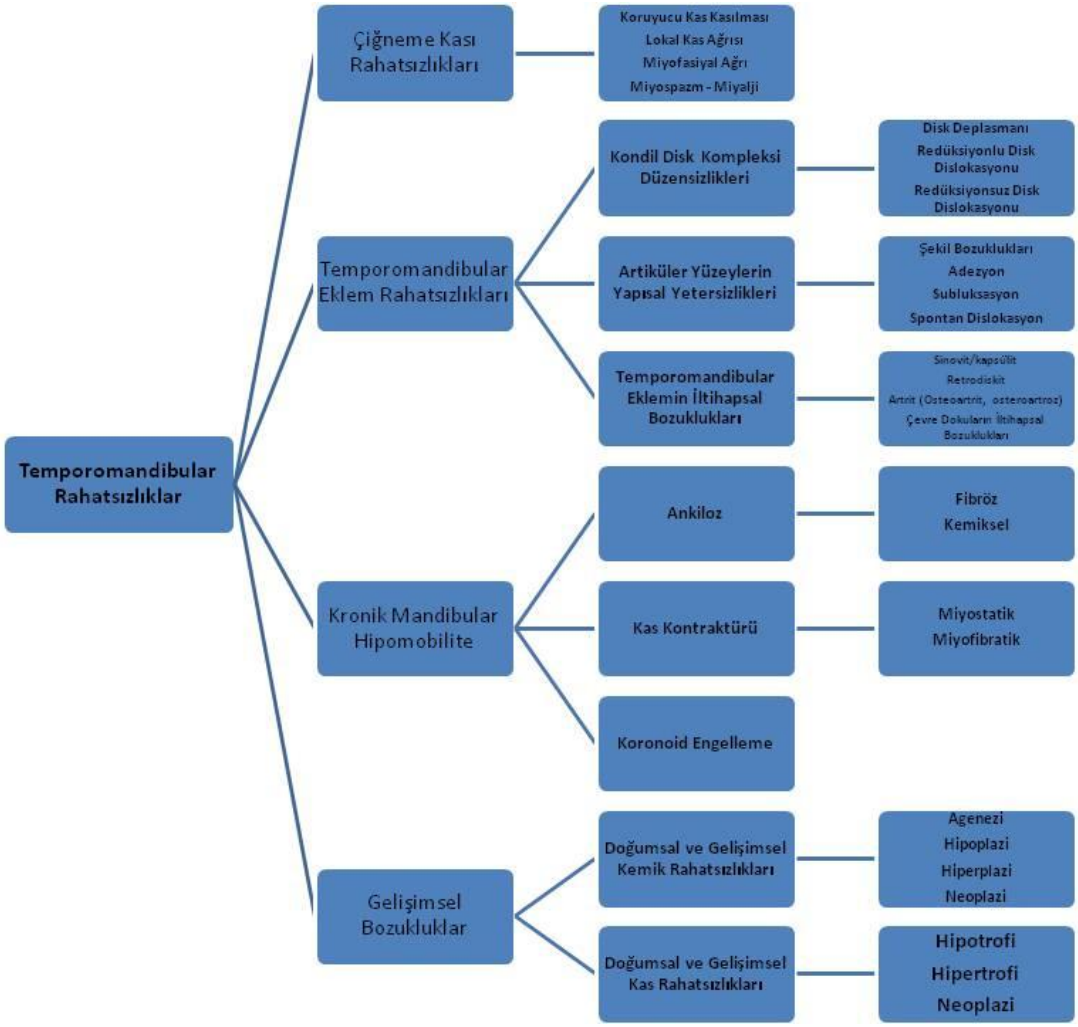
Enfekte diş ağrısı gibi, derin ağrı uyaranı bulunan hastalarda, kısıtlı ağız açıklığı gibi TMD semptomlarının gözlemlenmesi çok olağandır. Klinisyenin derin ağrı uyaranına karşı vücudun verdiği tepkiler hakkında bilgili ve deneyimli olması gerekmektedir. Bu semptomları gerçek TMD semptomlarından ayırabilmelidir.

Çiğneme kasları hareketleri iki grupta sınıflandırılabilir. Bunlar; çiğneme yutkunma, konuşma gibi fonksiyonel ve diş sıkma ve gıcırdatma gibi parafonksiyonel aktivitelerdir. Fonksiyonel aktiviteler için tasarlanmış çiğneme sisteminde meydana gelen parafonksiyonel hareketler ile

anormal büyüklükte ve yönde kuvvetler oluşabilmektedir. Meydana gelen bu anormal büyüklük ve yöndeki kuvvetler çiğneme sistemi elemanlarının deformasyonuna sebep olabilmektedir (29).

2.2.2. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları Sınıflandırılması

Yıllar boyunca TMD'ları sınıflandırmak, kafa karıştırıcı bir durum olmuştur. Bu konu hakkında bir çok sınıflandırılma gerçekleştirilmiştir. Bell tarafından yapılan sınıflandırma ilk sınıflandırmadır (5). Daha sonraları bu sınıflandırma, ADA (American Dental Association)'nın ufak düzeltmeleriyle modifiye edilmiş ve dünyaca kabul gören bir sınıflama olmuştur. Bu sınıflandırma, klinisyenlere hastalıklara tanı koyma yolunda bir yol haritası görevi görmüştür. Yıllar içerisinde farklı sınıflamalar da yapılmış ve hem bilimsel çalışmalar hem de kliniklerde rutin olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak en son yapılan ve en çok kullanılan sınıflamalardan biri de Okeson'un sınıflamasıdır (5) . Bu sınıflama aşağıdaki gibidir (Şekil 1):



Şekil 1.Okeson'un TMD sınıflaması (5)

2.2.3. Çiğneme Sistemi Fonksiyon Bozuklukları Tedavi Yöntemleri

TMD tanı ve tedavisi, çoğunlukla çok zor ve kafa karıştırıcı olabilmektedir. Çünkü hastaları semptomları çoğunlukla bir sınıflandırmaya tam uymamaktadır. Çoğu hasta birden fazla semptomla klinisyenlere başvurmaktadır ve bu semptomların bir veya birkaçı diğer semptomların oluşmasına sebep olabilmektedir.

TMD tedavisinde kullanılan yöntemler; reversibl (geri dönüşümlü) ve irreversibl (geri dönüşümsüz) olmak üzere iki grupta incelenebilir.

2.2.3.1. Faz I (Reversible) Tedavisi

Bu tip tedaviler, hastalığın etiyolojisini ortadan kaldırmaksızın, hastanın semptomlarına yönelik yapılan bir tedavi çeşididir. Geri dönüşümlü olan bu tedaviler, hastaların kemiksel ve dental anatomik yapısında değişiklikler yaratmadan, var olan semptomları elimine edilmesi için yapılan tedavilerdir.

2.2.3.1.1. Farmakolojik Tedavi

Farmakolojik tedavi, TMD kaynaklı semptomların bir kısmının elimine edilmesi için bir yöntem olabilir (42). Hastalar, ilaçların her zaman problemleri için bir çözüm olamayacağı ve sürekli kullanılamayacağı hakkında bilgilendirilmelidir. Ancak ilaçlar, uygun fiziksel ve kesin tedaviler ile beraber kullanıldığında çok etkili olabilmektedir.

TMD tedavisinde en çok kullanılan ilaçlar; analjezikler, antiinflamatuarlar, kas gevşeticiler, anksiyolitikler, antidepresanlar, antikonvülsanlar, topikal ve enjekte edilebilir ilaçlardır (43). Bu ilaç tiplerinin her biri farklı bir TMD için kullanılmaktadır, bu ilaçları yazma yetkisi bulunan klinisyenlerin ilaçların kullanılması gerekilen hastalık tipi, dozu ve yan etkileri hakkında bilgili olması gerekmektedir.

Analjezikler, TMD hastalarının deneyimledikleri ağrının azaltılması için kullanılan ilaçlardır. TMD tedavisinde hastanın deneyimlediği ağrının azaltılması çok önemlidir. Özellikle derin ağrı uyaranı bulunan hastalarda, ağrı kesici yardımıyla geçici olarak da olsa geçirilen ağrı uyaranı, TMD semptomlarının azalmasını sağlayabilmektedir.

Antiinflamatuar ilaçlar, klinisyen kapsülit, retrodiskit veya osteoartrit gibi doku inflamasyonlarından şüphelendiği zamanlarda kullanılır. Bu ajanlar, vücudun iritasyonlar karşısında verdiği aşırı tepkinin azaltılmasına yardımcı olur.

Etkileri çok az olsa da yıllardır kas gevşeticiler, bir çok klinisyen tarafından TMD hastalarına reçete edilmektedir. Çoğu kas ağrısının etkeninin fazla kas aktivitesi olmaması bu ilaçların semptom gidermesinde etkili olmayışının sebebidir. Çoğu kas gevşeticinin etkisi, merkezidir

ve hastayı rahatlatır. Bu sebeple hastaların bir kısmında semptomlara karşı pozitif cevaplar alınabilmektedir (44).

Trisiklik antidepresanlar, depresyon tedavisinde kullanılmak üzere geliştirilmiş olsalar da, günümüzde depresyona etkileri yeterli seviyede değildir. Ancak trisiklik antidepresanların kronik ağrı uyaranlarına karşı etkileri bulunmaktadır (45). Düşük dozlarda (10 mg) kullanılan trisiklik antidepresanların, gerginlik tipi baş ağrısı ve muskulosketal ağrılar konusunda başarılı olduğu görülmüştür.

Antikonvulsiv ilaçlar, epilepsi hastalarında atak önleyici olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçlar epilepsi ataklarıyla ilişkilendirilen beyin sinir hücrelerinin membran gerilimlerini düşürmede kullanılır. Bu nedenle TMD ağrıları daha kronik ve merkezi hale geldiği zaman, klinisyenler bu tip ilaçları reçete etmeyi tercih edebilir (46).

TMD tanı ve tedavisinde kullanılabilen bir çok enjekte edilebilir ilaç bulunmaktadır. Bunların en çok tercih edileni, lokal anestezi ajanlarıdır. Lokal anestezik ilacalar, ağrıların gerçek lokalizasyonlarının ikincil odaklardan veya yansıyan ağrılardan ayırt edilmesi için kullanılabilmektedir. Bu amaçla lokal anestetik ilaçlar, direk olarak kaslara, ekleme veya mandibular sinire uygulanabilmektedir (47).

Deri veya oral mukozaya uygulanan topikal ilaçlar bir diğer farmakolojik metottur. Topikal ilaçların kullanımının en önemli avantajı, ilaçların bölgesel uygulanılıp emilesi sebebiyle, hastaların sistemik yan etkilere maruz kalma ihitimalinin daha düşük olmasıdır. Ağrı odağının derin olmadığı durumlarda, topikal ilaçlar etkili olabilmektedir.

2.2.3.1.2. Fizik tedavi

Çiğneme kasları bozukluklarında non-invaziv tedavi yöntemlerinden biri olan fizik tedavinin amacı; kasları ve iskeletsel dokuları harekete geçirerek, doku iyileşmesini aktive etmek ve kasların güçlenmesini sağlayarak ağrıların geçmesi ve normal mandibular fonksiyonun idame ettirilmesini sağlamaktır. Özellikle TME bölgesinde cerrahi işlem veya radyasyon tedavisi görmüş hastalarda mandibular fonksiyonların tekrar sağlanmasında, fizik tedavi yöntemlerinin önemli rolü bulunmaktadır (48).

Bu amaçla sıcak soğuk termal uygulamalar, akupunktur, transkütanöz elektriksel sinir uyarımı (TENS), ultrason (US), düşük enerji seviyeli lazer uygulamaları, açma-germe, rotasyon, koordinasyon egzersizleri gibi fizik tedavi yöntemleri bulunmaktadır.

2.2.3.1.3. Oklüzal Splint Tedavisi

Oklüzal splintler, genellikle sert akrilikten yapılan tek bir dental arkın oklüzal ve insizal yüzeylereni kaplayan takıp çıkarılabilen apareylerdir. Uygulanan dental arkta bulunan dişlerin, karşıt arktaki dişlerle kontaklarını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Oklüzal kontaktları optimize ederek, kondillerin ortopedik olarak en stabil pozisyonda konumlandırılması yoluyla çiğneme sistemi fonksiyonlarını iyileştirmeyi amaçlar. Bu amaçla hastaların dental arklarına uyumlandırılan oklüzal splint tedavisiyle, bruksizm sonucu eklem ve çiğneme kasları üzerine gelen fazla kuvvetlerin azaltılması, ağrı ve disfonksiyon gibi semptomların giderilmesi, parafonksiyonel alışkanlıkların ortadan kaldırılması sağlanmaktadır (49). Bu kısım 2.3 Oklüzal Splintler bölümünde detaylı olarak ele alınmıştır.

2.2.4.2. Faz II (Irreversible) Tedavi

Oklüzal durumdaki kalıcı değişiklikler, iki sebeple gerçekleştirilebilir. Bu sebeplerden ilk ve en çok rastlananı; maksiller ve mandibular dişler arasındaki fonksiyonel ilişkiyi iyileştirmektir. Bu ilişkiyi iyileştirmek, fonksiyonel diş yüzeylerine protetik rehabilitasyonlar uygulayarak sağlanabilir ya da dişler ortodontik kuvvetlerle veya cerrahi yöntemlerle hareket ettirilerek oklüzal ilişkiler ve estetik iyileştirilebilir. Bu prosedürlerin, temporomandibular eklem bozuklukları ile ilgisi yoktur.

İkinci sebep ise, temporomandibular eklem düzensizliklerini elimine etmektir. Hastanın kayıp veya hasarlı dişleri olmasa da, ortopedik düzensizlikler sebebiyle oklüzal düzenlemeler yapılabilir. Daimi oklüzal düzenlemeler, ancak temporomandibular eklem düzensizlikleri semptomlarını mevcut oklüzal durumun oluşturduğuna dair kesin bir kanıt var ise yapılmalıdır (50).

2.2.4.2.1. Oklüzal Aşındırma

Oklüzal durumu düzenlemek ve ortopedik stabiliteyi sağlamak amacıyla, oklüzal çatışmalara sebep olan dişlerde mine düzeyinde yapılan geri dönüşümsüz sellektif möllemelere oklüzal aşındırma denilmektedir.

Belirli dişlerde yapılan bu sellektif möllemelerle, oklüzyon sebepli meydana gelen temporomandibular düzensizlik semptomlarının elimine edilmesi amaçlanmaktadır. Oklüzyonu tamamen veya bölgesel değiştiren bu mölleme işlemleri, geri dönüşümsüzdür bu nedenle hastada temporomandibular eklem bozukluklarının meydana gelmesine sebep olan etiyolojik faktörün oklüzal düzensizlikler olduğuna kesin karar verilmelidir (51).

2.2.4.2.2. Restoratif Tedavi

Temporomandibular eklem bozukluklarının semptomlarının görülmesine sebep olan oklüzal çatışmalar, mandibulanın fonksiyonu sırasında dişlerde oluşan erken temaslar olabileceği gibi, aslında temasta olması gereken dişlerdeki temas eksiklikleri de olabilir. Özellikle mandibular hareketlerde oklüzyona rehberlik eden dişlerde; diş kırılmaları, aşınmaları veya dişlerin yanlış pozisyonda bulunmaları sebebiyle temazsızlıklar görülebilmektedir. Bu temas eksikliklerinin, ortopedik stabiliteyi etkilediği ve oklüzal durumu bozduğu tespit edildiğinde restoratif tedavile uygulanabilir. Ancak restoratif tedaviler, oklüzal durumu geri dönüşümsüz bir şekilde değiştireceği için, temporomandibular eklem düzensizlikleri semptomlarının bu temas eksikleri sebebiyle meydana geldiğinden kesin emin olunması gerekmektedir (52).

2.2.4.2.3. Protetik Tedavi

Temporomandibular eklem düzensizliklerine sebep olduğu düşünülen oklüzal düzensizlikler, tek bir diş veya bölgeden daha fazlasını kapsadığında ve mine düzeyinden daha fazla aşındırmalar veya restoratif tedavilerden daha fazla eklemelere ihtiyaç duyulduğunda, yani kısacası tüm oklüzyonun değiştirilmesi gerektiği durumlarda protetik tedavilerin uygulanması gerekli olabilmektedir.

Dişlerde meydana gelen abrazyon ve erozyon kaynaklı madde kayıpları, konjenital ya da sonradan oluşmuş diş kayıpları veya dişlerde şekil bozuklukları, bruksizm kaynaklı dikey boyut

kayıpları, travma sonucu meydana gelmiş diş kırıkları, tüm oklüzal planın değiştirilmesini gerektiren durumlar arasında sayılabilir. Ancak hastalarda gerçekleştirilecek bu tüm ağız protetik restorasyonların kararı verilmeden önce, temporomandibular eklem düzensizliklerinin etiyolojilerinin iyi değerlendirilmesi ve ana etiyolojik faktörün oklüzal düzensizlikler olduğuna kesin karar verilmesi çok önemlidir (53).

2.2.4.2.4. Ortodontik Tedavi

Abrazyon, erozyon, diş kırığı, malformasyon gibi madde kaybı ve diş eksikliği bulunmadığı, ancak dişlerin yanlış pozisyonlanmasından kaynaklı meydana gelen maloklüzyon sonucu temporomandibular eklem düzensizliklerinin görüldüğü hastalarda, etyolojik faktörün ortopedik dengesizlik olduğundan emin olunduğunda, optimum oklüzyonu sağlamak amacıyla ortodontik tedaviler uygulanabilir. Yanlış pozisyonlarda bulunan dişler, düzeltilerek doğru oklüzal ilişkilerin sağlanması, dişlerin hareket ettirilmesi ile daha koruyucu bir şekilde gerçekleştirilse de ortodontik tedaviler geri dönüşsüz tedavilerdir. Temporomandibular eklem düzensizliklerinin maloklüzyon kaynaklı olduğuna kesin karar verilmelidir, aksi takdirde ortodontik tedavi sonucu optimum oklüzyonun elde edilmesinden sonra TMD semptomları devam edebilir (54).

2.2.4.2.5. Ortognatik Cerrahi ve Diğer Cerrahi Tedaviler

Temporomandibular ekleme veya çiğneme kaslarına yakın pozisyonlanmış, gömük, inflame yirmi yaş dişlerinden kaynaklı hastalarda temporomandibular eklem düzensizlik semptomları görülebilmektedir. Böyle vakalarda, yirmi yaş dişlerinin cerrahi işlemlerle çekilmesiyle semptomlar giderilebilir. Ancak cerrahi işlemlerin de hastaların temporomandibular eklemlerine bir travma etkisi yaratacağı göz önünde bulundurulmalı ve etiyolojik sebebin bu dişler olduğuna kesin karar verilmelidir.

Maloklüzyonların sadece diş hareketleriyle düzeltilemediği, anatomik kemiksel düzensizlikler bulunan hastalarda, maksilla ve mandibulanın doğru ilişkisinin sağlanabilmesi için ortodontik tedaviye ek olarak ortognatik cerrahi işlemlere başvurulur. Maksilla ve mandibulanın yanlış ilişkisinden kaynaklanan maloklüzyonlar, temporomandibular eklem bozukluklarına ve semptomlarına sebep olabilir. Geri dönüşü olmayan bu aşırı girişimsel cerrahi işlemlere karar

verilmeden önce TMD semptomlarının bu anatomik düzensizliklerden kaynaklı olduğundan kesin emin olunmalıdır.

Temporomandibular eklem bölgesine gerçekleştirilen cerrahi girişimler, cerrahi olmayan tedaviler yeterli olmadığı durumlarda gerçekleştirilir. Temporomandibular eklem tedavilerinde %5'lik bir orana sahiplerdir. Temporomandibular eklem diskin tekrar pozisyonlandırılması ve diskektomi en çok kullanılan açık cerrahi yöntemleridir. Bu cerrahi girişimlere ek olarak intra-artiküler enjeksiyonlar ve artrosentez işlemleri de temporomandibular bölgeye uygulanan daha az girişimsel cerrahi uygulamalardır (55).

2.3. OKLÜZAL SPLİNTLER

Oklüzal apareyler, çoğunlukla sert akrilikten yapılma tüm arkı oklüzal ve insizal yüzeylerden kaplayan takılıp çıkarılabilir plaklardır. Karşıt arktaki dişlerle optimal teması sağlamak amacıyla tasarlanırlar.

Oklüzal splintlerin bir çok kullanım amacı vardır:

- En önemli etkileri; geçici olarak oklüzyonu düzenleyerek, merkezi sinir sistemine iletilen periferik duyusal girdilerin değiştirilmesi ve belirli kas ağrısı iletilerinin iyileştirilmesini sağlamasıdır.
- Oklüzal splintler, kondillerin ortopedik olarak en stabil pozisyonda konumlandırılmasını da sağlarlar.
- Oklüzal splintler, diş yüzeylerini kaplayarak, gelebilecek anormal kuvvetlere karşı dişleri ve çevre dokuları kırılma ve aşınmalara karşı korumaktadır.
- Şüphelenilen TMD endikasyonunu tedavi etmeye yönelik hazırlanan oklüzal splintler, hastalığın teşhisinde de kullanılabilir (56). Örneğin, bir TMD'nin etiyolojik faktörü maloklüzyon olarak düşünülüyorsa, oklüzal splint tedavisiyle maloklüzyon düzeltilir ve eğer hastanın semptomları geçerse hastalığın etyolojik faktörünün maloklüzyon olduğu kesinleşir. Maloklüzyonu düzeltme amaçlı irreversibl ileri tedavilere karar verilebilir.

Diş hekimliğinde, kullanılan oklüzal splintler çok çeşitlidir. TMD çeşitlerinin ve semptomlarının iyi bir şekilde analiz edilmesi ve kesin bir kanıya varılamasa da kullanılacak en doğru oklüzal splint çeşidine karar verilmesi gerekmektedir. Endike oklüzal splint çeşidine

karar verildikten sonra, doğru ve kullanılabilir bir şekilde oklüzal splintin üretilmesi de çok önemlidir. Çevre yumuşak dokulara ve dental arkta bulunan dişlere uyum da göz önünde bulundurularak, hastalığın oluşmasına sebep olan etiyolojik faktörler elimine edilecek şekilde, oklüzal splintler tasarlanmalıdır. Oklüzal splint tedavisi, geri dönüşümlü bir tedavi olduğu ve oklüzal splintler takılıp çıkarılabilir apareyler olduğu için, tedavinin etkili olabilmesi için hasta kooperasyonu da çok önemlidir. Oklüzal splint en doğru şekilde üretilmiş olsa bile etkisinin görülebilmesi için hastaların bu apareyleri doğru ve yeterli sürede kullanması gerekmektedir. Hastalar, oklüzal splintlerin kullanım şekilleri ve süreleri hakkında bilgilendirilmeli ve düzenli bir şekilde kontrol edilmelidirler (57).

Oklüzal splintler hem üst hem de alt çeneye uygulanabilirler ve tedavi edici etkileri uygulandığı çeneden bağımsızdır. Üst çene sahip olduğu avantajlardan dolayı daha çok tercih edilir; bu arka uygulanan splintler daha stabildir, daha geniş bir alana yayıldığı için daha retantif özellik gösterirler ve daha az kırıgandırlar. Ayrıca, bütün iskeletsel, molar ilişkilerde maksiller arka uygulanan splintler ile daha doğru temaslar sağlanmabilir. Örneğin; Class II ve Class III hastalarda, mandibular splintlerle uygun anterior temasların ve rehberlikleri sağlanması genellikle zordur. Mandibular temas yüzeylerinin çok düzleştiği aşırı bruksist hastalarda, maksiller oklüzal splintlerle daha yüksek stabilite sağlanabilmektedir. Bu özellikle anterior temas ilişkilerinde mandibular splintlerle sağlanamaz. Mandibular oklüzal splintlerin, hasta konforunu artırmak gibi avantajları vardır. Maksiller apareyin konuşmayı zorlaştırdığı durumlarda, öğürme refleksi çok fazla olan veya apareyin görünümünden şikayet eden ve oklüzal splintleri gün içerisinde de kullanması gereken hastalarda oklüzal splintler mandibular dental arka yapılabilir.

2.3.1. Oklüzal Stabilizasyon Splintlerinin Etki Mekanizması

Oklüzal stabilizasyon splintlerinin TME bozukluklarının bir çoğunun tedavisinde kullanımı bulunmaktadır. TME düzensizlikleri ve bozukluklarının etiyolojileri sebebiyle birbirlerinden ayırt edilmesi ve aralarındaki ilişkilerin saptanması karmaşık ve zordur. Bu bozuklukların oluşmasına sebep olan etiyolojik faktörlerin doğru tespiti sürecinde başlangıç tedavilerinin girişimsel olmaması ve geri dönüşümlü olması gerekmektedir. Bir çok TME bozukluğu tedavisinde başlangıç aşaması olarak kullanılan oklüzal stabilizasyon splintleri, hastalar tarafından takıp çıkarılabilen şeffaf sert akrilik apareyler oldukları için oklüzyonu geri

dönüşümlü olarak düzenleyen tedavilerdir. Oklüzal splintler çiğneme sisteminin fonksiyonel ilişkilerini geçici olarak geliştirmeye ve semptomların giderilmesine yönelik terapi sağlamaktadır. Oklüzal splintlerin uyumlanmasıyla semptomların düzelmesi durumunda, düzensizliklerin ve semptomların oluşumunun asıl sebebi olan etiyolojik faktörlerin etki- tepki mekanizmasının doğru bir şekilde tespit edilmesi ve girişimsel ve geri dönüşümsüz tedavilerin ancak o zaman uygulanması gerekmektedir. Tedavilerin uzun dönem başarısı, ancak doğru tedavinin tespiti ile sağlanabilir (58).

Oklüzal stabilizasyon splintleri, oklüzal ilişkilerle eklem pozisyonu arasındaki ortopedik uyumsuzlukların giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Oklüzal stabilizasyon splintleri dental arka yerleştirildiğinde, mandibular ve maksiller dişlerin eşit yüzeyde ve eş zamanlı temasları sağlanır ve aynı zamanda kondiller de muskulosketal olarak en stabil pozisyonda konumlanır. Eksentrik hareketler sırasında, kanin koruyuculu oklüzyon sağlanarak, posterior dişlere gelen lateral kuvvetler elimine edilir. Oklüzal stabilizasyon splintleriyle tedavide amaç, TMD etiyolojik faktörlerinden biri olan oklüzal pozisyon ve eklem pozisyonu arasındaki ortopedik uyumsuzlukların elimine edilmesidir.

Oklüzal stabilizasyon splintler çiğneme kaslarındaki ağrıların tedavisinde kullanılır. Bu konu hakkında yapılan çalışmalar, stres kaynaklı gelişen parafonksiyonel hareketler sebebiyle oluşan ağrı semptomlarının, oklüzal splint kullanımıyla azaldığını göstermektedir. Oklüzal stabilizasyon splintleri ayrıca, travmaya bağlı retrodiskit vakalarında, zarar görmüş dokulara gelen kuvvetleri azaltarak dokuların iyileşmesi için daha uygun bir ortam sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır.

Oklüzal splint tedavileri, etiyolojik faktörlerin tespitinden sonra da ileri tedavilere eş yararlar sağlayabilmektedir. Örneğin; TME bozukluğu semptomları bulunan bir hastada maloklüzyondan şüpheleniliyorsa; oklüzal splintlerle optimum oklüzyon sağlanarak semptomlar, maloklüzyonun geri dönüşümsüz düzeltildiği protetik ve restoratif tedavilerde olduğu gibi giderilebilir (59).

2.3.2. Oklüzal Splint Çeşitleri

Oklüzal splint tedavisi fikrinin ortaya atıldığı günden bu güne bir çok oklüzal splint çeşidi önerilmiştir. Günümüzde en çok kullanılan iki tip oklüzal splint bulunmaktadır. Bunlar; stabilizasyon splinti ve anterior repozisyon splintidir. Stabilizasyon splintleri, kas gevşetici oklüzal splintler olarak da anılmaktadır, çünkü çoğunlukla işlevleri çiğneme kaslarında gevşeme meydana getirmektir. Anterior repozisyon splintlerinin amacı mandibulanın kranium ile ilişkisini değiştirmek olduğu için ise ortopedik repozisyon apareyleri olarak anılmaktadır. Diğer oklüzal splint çeşitleri; anterior ısırma plağı, posterior ısırma plağı, pivolu splint ve yumuşak veya sert gece plakları olarak isimlendirilir.

2.3.2.1. Stabilizasyon Splinti (Kas gevşetici splint, Michigan splinti)

Stabilizasyon splintleri, hastalar için optimal oklüzal ilişkilerin sağlanması amacıyla genellikle üst çeneye uygulanan oklüzal apareylerdir. Yerleştirildiklerinde, kondillerin muskulosketal olarak en stabil olduğu pozisyonda, diş kontaklarının homojen ve eşit olması sağlanır (Şekil 2) (60). Mandibulanın lateral hareketleri sırasında kanin rehberliği sayesinde, posterior dişlerde disoklüzyon sağlanır. Stabilizasyon splint tedavisinin amacı; TMD'nin etyolojik faktörlerinden biri olan oklüzal pozisyon ve eklem pozisyonu arasındaki ortopedik stabilizasyon bozukluğunu elimine etmektir. Ayrıca stabilizasyon splintleri çiğneme kaslarının gevşetilmesi amacıyla da kullanılır. Çalışmalar, stabilizasyon splintlerinin stres kaynaklı parafonksiyonel aktiviteler üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir (61). Stabilizasyon splintleri yukarıda da bahsedildiği gibi her iki arka da uygulanabilirler.



Şekil 2.Oklüzal Stabilizasyon Splinti

2.3.2.2.Anterior Repozisyon Splinti

Anterior repozisyon splinti, mandibulayı interküspal pozisyondan daha anterior pozisyonda durmaya teşvik eden apareylerdir. Belirgin diskal deformasyonlarda, daha iyi bir kondil disk ilişkisi oluşturmak için kondilin anterior pozisyonlandırılması yardımcı olabilir. Tedavinin amacı; mandibular pozisyonu kalıcı olarak değiştirmek değildir. Retrodiskal dokuların adaptasyonunu sağlayabilmek amacıyla geri dönüşümlü olarak mandibualnın pozisyonunu değiştirmektir. Doku adaptasyonu gerçekleştiği zaman, apareyin kullanılması bırakılır.

Anterior reposizyon splintleri, rediksiyonlu disk deplasmanı ve disk deplasmanı kaynaklı araklı kilitlenme durumlarında kullanılır (62). Bu nedenle, tek veya resiprokal eklem sesi ve ağrısı bulunan hastalarda bu tip apareyler tercih edilebilir. Kondillerin anterior pozisyonlandığı durumlarda rahatlayan bazı inflamatuar bozukluklarda da anterior repozisyon splintleri tercih edilebilir.

Stabilizasyon splintleri gibi anterior repozisyon splintleri de tüm dental arkı içine alan sert akrilikten yapılma apareylerdir ve her iki dental arka da uyumlandırılabilirler. Ancak mandibulanın istenilen anterior pozisyonunun elde edilebilmesi için oluşturulan rehber rampanın üretim kolaylığı sebebiyle maksiller ark daha çok tercih edilir. Mandibular apareylerle, rehber anterior rampanın istenilen şekilde tasarlanması kolay değildir ve bu nedenle mandibula istenilen şekilde kontrol edilemez.

2.3.2.3. Anterior Isırma Plağı

Anterior ısırma plağı, mandibular anterior dişlerle teması sağlayacak şekilde maksiller arka uyumlandırılan sert akrilikten yapılma apareylerdir. Çiğneme sistemi fonksiyonlarına etkilerini elimine etme amaçlı, posterio dişlerin temasları kesilir. Oklüzal durumdaki akut değişiklikleri ve ortopedik stabilite bozuklukları ile ilgili kas hastalıklarının tedavisi için önerilmektedirler (63). Kısa bir süreliğine de olsa parafonsiyonel alışkanlıklar bu apareyler ile tedavi edilebilir. Dental arkın sadece bir bölümünü kaplayan anterior ısırma plağı gibi plakların uzun süre kullanımında istenmeyen bazı büyük komplikasyonlar meydana gelebilmektedir.

Pozisyonlandırılmamış temasta olmayan posterior dişler uzama eğilimi gösterir. Eğer anterior ısırma plağı, haftalar veya aylarca kullanılırsa temsata olmayan posterior dişlerin uzaması ve oklüzyonun bozulması kaçınılmazdır. Bu gerçekleştikten sonra anterior ısırma plağı çıkartılırsa, artık anterior dişler temsa etmeyecektir, hatta anterior open bite bile görülebilir.

Anterior ısırma plağı kullanılan hastalar yakından takip edilmelidir ve bu apareylerin sadece kısa süreli kullanımları önerilmektedir. Aynı tedavi etkisi stabilizasyon splintleri ile de elde edilebilmektedir, daha güvenli olduğu için anterior ısırma plağı yerine stabilizasyon splintleri tercih edilebilir.

2.3.2.4. Posterior Isırma Plağı

Posterior ısırma plağı genellikle mandibular posterior dişleri kaplayan ve metal bir lingual bar ile biribirine bağlanan sert akrilik plaklardan oluşur. Tedavinin amacı, vertikal yükseklik ve mandibular pozisyonlandırmada değişiklikler elde etmektir. Posterior ısırma plağı, yüksek derecede dikey boyut kaybı vakalarında veya mandibulanın anterior pozisyonlanmasında majör değişiklikler yapılacağında kullanılmak üzere tavsiye edilmektedir.Bazı terapistler, atletlerin atletik müsabakalarda performanslarını artırmak amacıyla kullanmalarını önermiştir (64). Ancak günümüzde bu teori bilimsel verilerle desteklenmemektedir.

Belirgin disk dejeneresyonlarında bu apareylerin kullanılması uygun olabilir ancak bu konu hakkında yeterli çalışma bulunmamaktadır. Anterior ısırma plağında olduğu gibi posterior ısırma plağı da parsiyel bir aparey olduğu için temasta olmayan dişlerde uzama ve oklüzyonda bozulma görülme ihitmali vardır.

2.3.2.5. Pivolu Splint

Pivolu splint; bir dental arkı tamamen kaplayan, sert akrilikten yapılma apareylerdir. Bu tip splintlerde, oklüzal temas her kuadrantta birer tane olacak şekilde tasarlanır ve bu temasların olabilecek en posterior bölgede oluşturulması amaçlanır. Çene altından yüksek derecede bir güç uygulandığında, ön dişler arasındaki oklüzal aralık kapanma eğilimi gösterir ve posterior eğim noktası çevresinde kondiller aşağı yönlü döner.

Pivolu splintler, interartiküler basıncı azaltmak ve eklemin artiküler yüzeylerine gelen kuvvetleri hafifletmek amacıyla tasarlanmıştır. Bunun ikinci molarlarda bir dayanak noktası oluşturarak, ön dişlerin temasa gelmesiyle, kondillerin aşağı ve arka yönlü dönüşlerinin sağlanması ve fossadan uzaklaşması sağlanarak gerçekleşebileceği düşünülmüştür. Ancak bu etki sadece mandibulayı kapatacak kuvvetler, yerteştirilen pivonun önündeyse gerçekleşebilir. Ne yazık ki kasları eleve eden kuvvetler, çoğunlukla pivonun posteriorunda yer alır ve dönme hareketine izin vermezler.

Tasarlanma amaçları eklem seslerini elimine etmek olsa da, anterior repozisyon splintlerinin eklem seslerini elimine etmede daha etkili olduğu ve pozisyonal değişikliklerde daha kontrollü oldukları keşefedildikten sonra, pivolu splintlerin kullanımı azalmıştır (65).

2.3.2.6. Yumuşak Plaklar

Yumuşak plaklar; yumuşak ve esnek akrilikten üretilen, bir dental arkı tamamen kaplayan apareylerdir ve çoğunlukla maksiller arka adapte edilir. Tedavi amacı, karşıt arkla eşit ve eş zamanlı temaslar sağlamaktır. Yumuşak plaklar için bir çok kullanım alanı önerilmiştir ancak bu alanlardaki etkilerinin çok az olduğu görülmüştür (66). En sık kullanıldıkları alan, oral bölgeye travma alma ihtimali çok yüksek olan bireylerde koruma amaçlıdır. Travma kuvveti uygulandığında, atletik koruyucu splintler oral dokuları koruyarak, oluşacak hasarı azaltmaktadır.

Yüksek derecede diş sıkma ve gıcırdatma alışkanlıkları bulunan hastalara da yumuşak splintler önerilmiştir. Ancak yapılan araştırmalarda, sert plakların yumuşak plaklara göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Yumuşak plaklar, semptom giderici olarak kısa süreli kullanılabilir.

2.3.3. Oklüzal Stabilizasyon Splintlerinin Tasarım Yöntemleri

Oklüzal stabilizasyon splintlerin tasarımı diş hekimleri tarafından hasta başında veya dental teknisyenler tarafından laboratuar ortamında gerçekleştirilmiştir. Günümüzde gelişen bilgisayar teknolojileriyle, oklüzal splint tasarımları dijital yol ile de gerçekleştirilebilmektedir.

2.3.3.1. Oklüzal Splint Tasarımında Geleneksel Yöntem

Geleneksel oklüzal splint yapımı için yaygın olarak kullanılan iki yöntem bulunmaktadır. Bunlar sıcak akrilikten yapılan ve soğuk akrilikten yapılan splintlerdir.

Laboratuar ortamında diş teknisyeni tarafından sıcak akrilikten üretilen oklüzal splintlerde hekimin aldığı ölçüden bir alçı model elde edilir ve splint bu model üzerinde üretilir. Teknisyen oklüzal splint tasarımını modelaj mumuyla ile yapar. Maksiller ve mandibular alçı modeller, hastanın sentrik ilişkide olduğu pozisyonda artikülatöre sabitlenir. Modelaj mumu ile tasarlanan oklüzal splintler, dental artikülatör yardımıyla sıcak akrilikten üretilir. Oklüzal ilişkilerin son hali hasta ağzında hekim tarafından gerçekleştirilir.

Günümüzde hekimlerin ve dental laboratuarların kullandığı bir başka oklüzal splint üretim sistemi, vakumlu akrilik uygulamasıdır. Bu uygulamada dikey boyutun yükseltilmesi, oklüzal temasların sağlanması, mandibuler harekelerin yönlendirilmesi; vakumlu akrilik plak üzerine eklenen soğuk akrilik ile hekimler tarafından hasta başında gerçeklerştirilir. Bu yöntem en yaygın kullanılan yöntemdir ve "Altın Standart" (67) olarak kabul edilir. Yöntem tekniğin ilk uygulayıcısı olan bilim adamının adı ile de anılır; (Okeson yöntemi). Bu yöntemde sadece maksiller arka uyumlu şeffaf akrilik plaklar laboratuar ortamında üretilir. Oklüzal düzenlemeler hasta başında otopolimerize soğuk akrilik ile hekim tarafından gerçekleştirilir. Şeffaf akrilik plaklar ısıtılarak vakumlu plak makinesi ile alçı modele adapte edilir. Şeffaf akrilik plaklar istenilen sınırlarda alçı modellerden ayırılır. Genellikle servikal diş eti sınırından 2 mm kısa olacak şekilde plakların kesilmesi tercih edilir. Buradaki kriter plakların yeterli tutuculukta olmasıdır. Daha kısa kesilmesi durumunda splintin tutuculuğu olmayabilir. Plakların dişlere, hareket yaratacak şekilde basınç uygulamaması gerekmektedir. Hastanın dil ve ağız hareketleriyle kolayca yerinde oynamamsı gerekir. Elde edilen şeffaf plaklar hekim tarafından hasta ağzına yerleştirilir; eksentrik rehberlikler, splint kalınlığı ve diğer oklüzal ilişkiler hekim tarafından hasta başında otopolimerize soğuk akrilik ilavesi ile gerçekleştirilir. Şeffaf akrilik plağın arka uyumundan emin olunduktan sonra, oklüzal değerlendirmeler yapılır. Plağın oklüzyonda dengesizlik yaratan aşırı temas noktaları aşındırılır ve oklüzyonda dengeli bir hale getirilir (68).

Oklüzal stabilizasyon splintinin optimum etkinlikte olabilmesi için, kondillerin muskulosketal olarak en stabil pozisyonda konumlanması gerekmektedir. Bu pozisyon sentrik ilişki olarak isimlendirilmektedir. Sentrik ilişki tespitinde iki ana yöntem vardır. Bunlar; bilateral manuel manipülasyon tekniği ve anterior rehberlik rampası tekniğidir. Bilateral manuel manipülasyon tekniğinde, sağlıklı temporomandibular eklemlerde çift taraflı hekim manipülasyonu ile doğru sentrik ilişki kolayca tespit edilebilir. Bu tekniğin işe yaramadığı durumlarda, anterior bölgeye 3-5 mm yüksekliğinde bir rampa oluşturulur ve böylece hastalara posterior dişleriyle ısırması söylendiğinde, posterior bölgede 1-3 mm boşluk oluşur. Hastaların ısırma pozisyonları anterior rampada artikülasyon kağıdı ile işaretlenir. Anterior rehber rampa düz bir yüzey olduğunda ve hastalar posterior dişleri üzerinde ısırmaya çalıştığında, ana çiğneme kasları kondillerin artiküler eminensin posterior eğimi üzerinde en superoanterior pozisyonda konumlanmasını sağlar. Anterior rampa, mevcut oklüzal durumu elimine ettiği için, koruyucu çiğneme kas aktivitesi inhibe edilmiş olur. Böylece kondiller muskulosketal olarak en stabil pozisyonda konumlandırılabilir (69).

Muskulosketal olarak en stabil pozisyon olan sentrik ilişki sağlandığı zaman, anterior rampası tamamlanmış oklüzal plak hasta ağızından çıkartılır. Şeffaf plağın rampa harici geri kalan oklüzal yüzeylerine otopolimerize soğuk akrilik yerleştirilir. Oklüzal plak hasta ağızına tekrar yerleştirilmeden önce, artık monomerlerin elimine edilmesi gerekmektedir. Artık monomerden arındırılmış, yumuşak otopolimerize soğuk akrilikle kaplı oklüzal plak hasta ağızına tekrar yerleştirilir ve hekim denetiminde kondiller doğru pozisyonda olacak şekilde hastanın posterior dişleriyle ısırması sağlanır. Anterior rehber rampaya kesici dişler temas edene kadar mandibular dişler yumuşak akriliğe gömülmelidir. 5-6 saniye sonra hastaya ağzını açması söylenir ve oklüzal plak ağızdan çıkarılır. Otopolimerize soğuk akrilik sertleşene kadar, oklüzal plak bir kaç defa hasta ağzına yerleştirilir. Böylece her seferinde muskulosketal olarak en stabil pozisyon tekrarlanmış olur. Otopolimerize akrilik sertleştikten sonra, kurşun kalem ile mandibular dişlerin bukkal tüberkülleri ve kesici dişlerin insizal yüzeylerinin en derin temas noktaları işaretlenir. Akrilik yüzeyin son halinde sadece bu noktalar kalacak, oklüzal yüzey aşındırılarak düz bir oklüzal tabla meydana getirilir. Elde edilen bu düz oklüzal tabla eksentrik hareketlerde serbestlik sağlamaya yarar. Sadece her iki kanin bölgesindeki anterior ve labial akrilik eklentileri kaldırılmaz, bu eklentiler mandibular hareketler sırasında rehberlik eden kanin rampalarıdır. Kanin rehber rampaları, mandibulanın lateral hareketleri sırasında posterior dişlerde disklüzyon oluşmasını sağlar (70).

2.3.3.2. Oklüzal Splint Tasarımında Kullanılan Dijital Programlar

Günümüzde diğer her alanda olduğu gibi, diş hekimliği de bilgisayar teknolojilerinin hızlı ilerleyişine ayak uydurmakta ve bu teknolojiler sayesinde daha hızlı ve güvenilir klinik sonuçlar elde edilmektedir. Çok değil on yıllık bir periyotta hayatımıza giren ve çok hızlı bir şekilde gelişip ilerleyen bu bilgisayar teknolojileri diğer alanlarda olduğu gibi yavaş yavaş kliniklerimizde ve profesyonel hayatımızda da vazgeçilmez bir yer almaya başlamıştır.

Geleneksel teknisyen tasarımı ürünler günden güne yerlerini bilgisayar destekli tasarımlara bırakmaktadır. İnsan etkisinin mümkün olan en aza indirildiği bu dijital yazılımlarda, laboratuar ve teknisyen hatalarının minimuma indirilip daha istikrarlı benzer kalitede ürünler elde edilmesi esas alınmıştır. Tasarımların haricinde günümüz teknolojisi geleneksel üretim yöntemlerine de yeni opsiyonlar oluşturmuş, bilgisayar destekli tasarımların yanı sıra bilgisayar destekli üretimlerin diş hekimliğinde kullanımı çokça yaygınlaşmıştır. Bu artık her yerde duyduğumuz "CAD-CAM" (Computer Aided Design- Computer Aided Manufacturing; Bilgisayar Destekli Tasarım- Bilgisayar Destekli Üretim) teknolojileri profesyonel hayatımızda sağlam bir yer edinmiştir.

"CAD-CAM" teknolojileri insan faktörünü minimuma indirerek; ölçü, model, modelaj, döküm hataları gibi birçok hata payını hayatımızdan çıkarmak üzere tasarlanmıştır. Dijital tasarım ve üretim çözümleri sayesinde artık kuron, köprü modelajı, metal dökümü gibi dental laboratuar işlemleri yavaş yavaş tarihe karışmaktadır. Dental camiaya dijital çözümler sunan bu tasarım programları kuron, köprü protezleri ağırlıklı tasarımları içerse de oklüzal splint tasarımında da kullanılmaya başlanmıştır ve yaygınlaşması kaçınılmazdır (71).

Bilgisayar teknolojiler ile oklüzal splint tasarımı oldukça yenidir. Kullanılan programlar temel olarak birbirlerine benzerlik gösterirler. 3Shape-Splint Studio, Exocad-Bite Splint Module, Amann Girrbach-Ceramill Splintec, Dental Wings vb. Bu programlar arasında sayılabilir. Bu programlar arasından günümüzde diş hekimleri ve diş teknisyenleri tarafından en çok "Exocad" ve "3-Shape" tasarım programları kullanılmaktadır. Piyasada hekimlere kullanım için sunulan oklüzal splint tasarım programlarının doğruluğu ya da içeriğini inceleyen bilimsel çalışma ya da araştırmaya rastlanmamıştır.

2.3.3.2.1. Exocad

2008 yılında Fraunhofer Enstitüsü tarafından geliştirilip, 2009'da dental profesyonellere sunulan ilk "CAD-CAM" yazılımı bu yolda atılan ilk adımdır. 2010 yılında aynı enstitü tarafından geliştirilen yan ürün "Exocad" takip eden yıllarda dünyaca ünlü bir dental yazılım programı haline gelmiştir ve diş hekimliği dünyasına yeni bir soluk getirmiştir.
Tüm dünyada yaygın olarak kullanılan "Exocad" programı açık sistem teknoloji platformu, kullanım kolaylığı ve ulaşılabilir olması nedeniyle diş hekimleri tarafından yüksek seviyede tercih edilir. Ayrıca program modüler yapıdadır ve istenilen modülün hekimin tercihine göre firmadan talep edilebiliyor olması da programın hekimler tarafından tercih edilmesinde etkilidir. Programın içine implant modülü, bar modülü, model üretici, parsiyel modülü, total modülü, diş kütüphanesi, dijital artikülatör ve splint modülü yer alır (72).

2.3.3.2.2. 3-Shape

2000 yılında, 3 boyutlu dizayn tutkunu iki öğrenci olan Tias ve Nikolaj'ın mezun olmalarıyla yenilikçi bir düşünce doğdu. İşitme cihazı endüstrisini tamamen değiştiren bir tarayıcı ve yazılım icat etmelerinin ardından, kulak kepçesinin taranabilir olması dental modellerin de taranabileceğini akıllarına getirdi. Bu mantıkla 3-Shape'in ilk dental tarayıcısı ve ilk dental yazılımı olan "D200 ve Dental Sistem" 2005 yılında bu ikili tarafından icat edildi (73).
Restoratif tedaviler, implant tedavileri ve ortodontik tedaviler için kolay ve çabuk plan, tasarım, üretim çözümleri sunan "3-Shape" dental yazılım firması yakın zamanda yenilenmiş splint tasarım modülünü piyasaya sunmuştur. Bu modül "3-Shape-Splint Studio" olarak adlandırılmaktadır.

2.3.4. Oklüzal Splint Üretim Yöntemleri

Oklüzal Splint üretiminde, günümüze dek bir çok konvansiyonel yöntem kullanılmıştır. Bunlar; alçı model üzerine direkt otopolimerizan akrilik uygulaması, otopolimerizan akriliğin alçı model üzerine polimer üzerine monomer eklenmesiyle kademeli uygulanması, tasarımım mum modelaj yöntemiyle gerçekleştirilen oklüzal splintin basınç ile otopolimerize akrilik uygulanarak üretimi, artikülatör üzerinde oluşturulan oklüzal mum şablonun muflalama yöntemi ile ısı ile polimerize akrilikle üretilmesi, alçı model üzerine vakum ile adapte edilen

vinil akrilik plakların üzerine hasta başında otopolimerize akrilik eklenerek üretimidir. Günümüzde gelişen CAD-CAM teknolojileri ile dijital tasarımla beraber dijital üretim yöntemleri de gündeme gelmiştir. Bunlar eklemeli yani 3D Print yöntemler ve eksiltmeli kazıma yöntemler olarak incelenebilir (74).

2.3.4.1. Oklüzal Splint Üretiminde Geleneksel Yöntemler

Oklüzal splint üretiminde kullanılan konvansiyonel yöntemlerden en yaygın olanları, vakumlu şeffaf vinil akrilik plak üzerine otopolimerize akrilik eklemeli (vakumlama tekniği) yöntem ve artikülatör üzerinde sıcak akrilik plak (muflalama tekniği) yöntemleridir.

2.3.4.1.1.Artikülatör Üzerinde Sıcak Akrilik Plak (Muflalama) Tekniği

Bu teknik içerisinde geleneksel basınçla muflalama ve enjeksiyon muflalama teknikleri bulunmaktadır. Geleneksel basınçla muflalama tekniğinde mum modelaj yöntemiyle tasarımları alçı model üzerinde gerçekleştirilen oklüzal splintler, mufla sistemine alınır. Mumun eritilmesiyle elde edilen protez boşluğuna, akrilik rezin hamuru önerilen oranla karıştıtılarak preslenir. Otopolimerize rezinler gerekli sürede kendi kendine polimerize olurken, ısı ile polimerize olan rezinler için mufla sıcak su içerisine yerleştirilir ve kaynatma prosedürleri uygulanır.

Enjeksiyon muflalama tekniğinde kullanılan özel rezin üretici firmanın önerisi doğrultusunda bir vibratör yardımıyla önerilen oranlarda karıştırılır. Elde edilen karışım mufla içerisinde oluşturulan mum modelaj boşluğuna 6 atm basınç ile enjekte edilir. Bu yöntemle mufla içerine yerleştirilen akrilik rezin materyalinin polimerizasyonu ısı ile gerçekleştirilir.

2.3.4.1.2. Vakum ile Şeffaf Vinil Akrilik Plak (Vakumlama) Tekniği

Şeffaf sert vinil akrilik materyali ısı ile yumuşatılarak vakumlu sistemlerle şekillendirilir ve alçı model üzerine yerleştirilir. Isı ile yumuşatılarak şekillendirilebilir hale getirilen şeffaf akrilik vinil plak alçı model üzerine vakum sistemiyle adapte edilerek, akrilip plak materyalinim alçı model üzerinde her alanda eşit kalınlıkta bulunması sağlanır. Elde edilen şeffaf vinil akrilik plak diş ve diş eti servikal birleşim noktalarından 2 mm uzun olacak şekilde bukkal ve palatinal bölgelerde ve distalde 2. Molar dişin distal kenarında düz bir çizgi oluşturacak şekilde çelik bir

separe yardımıyla kesilir. Alçı modelden ayrılan şeffaf vinil akrilik plak keskin kenar ve köşeleri kalmayacak şekilde cilalanır. Elde edilen şeffaf vinil akrilik plak hasta ağzına yerleştirilerek; yukarıda anlatıldığı oklüzal uyumu yapılır (75).

2.3.4.2. Oklüzal Splint Üretiminde CAD-CAM

Protetik restorasyonların tasarımı ve üretimi CAD/CAM teknolojisinin diş hekimliğinde en yoğun kullanıldığı alandır. Son yıllarda TMD tedavilerinde kullanılan oklüzal splintler de günümüzde bilgisayar ortamında tasarlanıp üretilmeye başlanmamıştır.

Bilgisayar destekli üretim ve tasarımda, hastaların dental verileri dijital ortama bir ağız içi tarayıcı veya alçı modellerin taranması ile aktarılır. Elde edilmek istenilen restorsayonların tasarımları dijital tasarım programlarıyla bilgisayar ortamında gerçekleştirilir. Dijital tasarımlar bilgisayar destekli üretim yazılımlarına aktarılarak istenilen üretim ünitesine yönlendirilir (76).

Bilgisayar destekli tasarımların üretiminde, eksiltme (milling, subractive) ve eklemeli (additive, printing) yöntemler kullanılmaktadır.

2.3.4.2.1. Eksiltme (Milling, Subractive) Yöntemi

Bu yöntem, oklüzal plağın üretilmesi istenilen malzeme bloğunun bilgisayar numeratik kontrolü (CNC) altında çalışan bir makine ile frez sistemleriyle eksiltilmesini esas alır. Bilgisayar destekli tasarım programlarıyla elde edilen dijital oklüzal splint tasarım verileri, bilgisayar destekli üretim yazılımı ile üretimin gerçekleşeceği CNC makinesinin işletim ayarlarına göre düzenlenir. Frez sıralaması, çalışma yönü ve çalışma alanının belirleyen dijital komut verileri CNC makinesinin işletim ayarlarıdır. Elde edilecek oklüzal splintlerin boyutları, girinti çıkıntıları ve yüzey özellikleri sebebiyle CNC makinelerinde tek bir üretim sırasında birden fazla frez çeşidi kullanılması gerekebilmektedir. Dental CNC makinelerinde çok ince ayrıntılı restorasyonların kazınması gerçekleştirildiği için üç boyutlu kazımanın ayrıntılı ve hatasız olabilmesi amacıyla çok eksenli frezeleme sistemi bulunmaktadır. Diş hekimliğinde en sık kullanılan 3 eksenli cihazlardır. Bu tip cihazlarda, frezler hesaplanan iş akışı değerlerine göre x,y,z olmak üzer 3 eksende hareket eder. Ancak 3 eksenli bu üretim cihazlarında malzeme

manuel olarak tekrar yerleştirilmezse frezler gerekli yaklaşma ve uzaklaşma açılarını ayarlayamaz. Bu nedenle de bu cihazlarla çok ayrıntılı tasarımlar elde edilemez.

Kapsamlı ve ayrıntılı tasarımlar, yukarıda bahsedilen kısıtlılıklar sebebiyle üç eksenli CNC makineleri ile üretilemezler. Malzeme bloğunun 180 derece dönmesi, frezlerin yakınlaşıp uzaklaşmasının gerektiği daha ayrıntılı ve büyük tasarımlarda 4 eksenli CNC makineleri kullanılmaktadır.4 eksenli makineler bloğun hareketine bir eksen daha sağlayarak daha büyük restorasyonların üretimine elverir.Aynı anda birden fazla frezin de kullanımına elverişli olan bu makineler üretimin hızlanmasını da sağlamaktadır. Kullanılan bu CNC makinelerinde 5. Eksen ise düz yüzeylerin oluşturulmasında frezlerin teğetsel hareket etmesi için yatay gareket yönü sağlamaktadır. Frezlere sağlanan bu 5. Eksen protez kaidelerinin oluşturulması, oklüzal splintlerin oklüzal tablalarının düz bir şekilde oluşturulmasında kullanılmaktadır (77).

2.3.4.2.2. Eklemeli (Additive, Printing) Yöntem

Diş hekimliğinde bilgisayar destekli tasarımların, bilgisayar destekli üretimlerinde kullanılan bir diğer yöntem ise eklemeli yöntemdir. Bu eklemeli üretim yöntemine tabakalandırma, hızlı prototipleme, katı serbest biçimli üretim, üç boyutlu baskılama da denilmektedir. Eklemeli yöntem , dijital tasarımı elde edilmiş verilerin, malzemelerin katman katman birleştirilmesiyle üretiminin gerçekleştirilmesidir.

Diş hekimliğinde en yaygın kullanılan eklemeli üretim teknolojileri, seçici lazer sinterleme (SLS), birleştirilmiş birikim modelleme (FDM), stereolitografi (SLA), dijital ışık işleme (DLP) olarak sıralanabilir (78).

<u>Birleştirilmiş Birikim Modelleme:</u>

Günümüzde en yaygın kullanılan eklemeli yöntemdir. Bu teknolojiyle üretim sürecinde malzeme ekstrüzyonu esas alınmaktadır. Eritilen termoplastik malzeme, dijital tasarımın STL (Standart Triangle Language) verisine uygun olarak katmanlar halinde bir araya getirilir. Termoplastik malzeme flament formundan cihaz tarafından eritilerek, nozzle adı verilen uçlarla üretilecek ürünün geometrisine uygun olarak hareket ettirilerek katmanlar oluşturulması sağlanılır. 2 boyutlu başlayan üretim süreci yükselerek 3 boyutlu tasrımlar elde edilir.

Seçici Lazer Sinterleme (SLS)

Bu yöntem ile toz halinde bulunan üretim malzemesi kızıl ötesi ışınlar kullanılarak birleştirilmesi esasına dayanır. İstenen toz halindeki malzeme belli bir kalınlıkta (20-100 μm) düz bir yüzey üzerine alınır. Oluşturulması istenen obje şeklinde kızıl ötesi ışınların yönlendirildiği düzlemde ilk katman tamamlandıktan sonra yeni toz eklemesi yapılır. Bu süreç ilgili 3 boyutlu ürün tamamlanana kadar tekrarlanır.

Seçici Lazer Ergitme (SLG)

Bu yöntem ile toz halinde bulunan alaşım malzemesi güçlü lazer ışınlarıyla ergitilerek birbirine kaynaştırılmaktadır. Her katman üretildikten sonra aynı ısıl işlem tekrarlanak tam yoğunlukta parçalar üretilebilir. Ancak alaşıma sürekli ısıl işlem uygulanmasından kaynaklı üretilen parçalarda yüzey düzensizlikleri veya iç gerilim problemleri meydana gelebilmektedir (79).

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Araştırmamıza Aralık 2019-Şubat 2020 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi ABD'nda görev yapan personeller ve öğrencileri arasından rastgele seçilen oluşan 40 kişi dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil olmayı kabul eden bireylerden TMD işaret ve semptomları bulunmayan ve aşağıda verilen kriterleri sağlayan 16 sağlıklı gönüllü (18-60 yaş aralığında) katılmıştır.

GPower3.0 programı ile yürütülen örneklem hesabı için Duc ve ark. *'Parallel RCT in Patients with Temporomandibular Disorders Treated with a CAD/CAM Versus a Conventional Stabilization Splint'* çalışmasındaki veriler kullanılarak yapılan hesaplamada etki büyüklüğü d:0.549 olacağı varsayılmıştır (r:0,80 ile 0,50 arasındaki değerler predikte edilmiştir). Belirlenen etki büyüklüğü, %80 güç, %5 hata payıyla ve iki yönlü istatistiksel anlamlılık için yapılan hesaplamada toplam 16 hasta ile çalışılması gerektiği belirlenmiştir.

Gönüllülerin *Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri* şunlardır;

1) DC/TMD (Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders) formuna, ağız içi ve ağız dışı muayenelere göre TME ve çiğneme sistemi bozuklukları bulunmaması
2) 18-60 yaş aralığında olması
3) Son 1 yıl içerisinde TME ve Çiğneme Sistemi bozukluğu semptom ve şikayetlerini taşımaması ve ilgili şikayetler nedeniyle tedavi görmemiş olması
4) Sistemik rahatsızlık nedeniyle herhangi bir ilaç tedavisi görmüyor olması
5) Psikiyatrik tedavi görmüyor olması
6) Hamile olmaması
7) Class I kapanışlarının olması
8) Eksik dişi bulunmaması, hareketli- sabit protez kullanıyor olmaması (8 numaralı dişler çalışmamıza dahil edilmemiştir)

Gönüllülerin *Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri* şunlardır;

1) Alkol veya uyuşturucu madde kullanımı
2) 18 yaş altı olması
3) Hareketli-sabit protez kullanımı
4) Son 1 yıl içerisinde TME ve Çiğneme bozukluğu şikayetleri bulunmuş ve bu şikayetler nedeniyle tedavi görmüş olması
5) Sendromu veya sistemik bir rahatsızlığı olması
6) Class II, Class III kapanış veya maloklüzyon varlığı

Çalışmaya katılan 16 gönüllünün çalışma grup kriterlerine uygun olacak şekilde splintleri üretildi (n=16). Geleneksel metod ile üretilen splintler kontrol grubunu (Grup A) oluştururken, "Exocad-Splint Studio" programı kullanılarak tasarlanan splintler Çalışma grubu Grup B, "3-Shape-Splint Module" kullanılarak tasarlananlar ise Çalışma Grubu Grup C olarak adlandırıldı. Hem Grup B hem de Grup C'deki splintler 3D Printer (W2P Engineering GmbH, Solflex 150) ile biyouyumlu splint reçinesinden (W2P Engineering GmbH, Solflex Splint Resin) üretildi.

Gönüllüler araştırma hakkında detaylı olarak bilgilendirildi ve "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur" formlarını detaylı bir şekilde okuyup, imzalamaları sağlandı. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'dan 08.02.2020 tarihinde onay alınmıştır (EK-1).

Araştırma çift kör bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Gönüllüler ve splintleri uyumlayan yardımcı araştırmacı hekim (SO) tasarımlar konusunda bilgilendirilmemiştir. Splintlerin uyumlanması ve gerekli diğer deneyler yardımcı araştırmacı (SO) tarafından yapılırken, deney sonuçlarının değerlendirilmesi sorumlu araştırmacı (BGR) tarafından gerçekleştirilmiştir. Böylece araştırma sırasında splint tasarımlarının objektif bir şekilde karşılaştırılması ve objektif sonuçlara varılması sağlanmıştır.

3.2. Klinik Muayene

Gönüllülerin TME ve çiğneme sistemi açısından tamamen sağlıklı olduğu ve araştırma kriterlerine tamamen uyduğu; ağız içi, ağız dışı ve radyografik muayeneler, gönüllü kişisel

bilgiler formları ve DC/TMD formları aracılığıyla saptanmıştır (EK-2). DC/TMD formları doldurulurken Dworking ve LeReshe'nin belirlediği altın standartlara uyularak hareket edilmiştir (80).

Muayenelerin gerçekleştirilmesi ve formların doldurulması sürecinde dikkat edilen noktalar aşağıdaki gibidir:

- Gönüllülerin rızası dahilinde, formlardaki bütün sorular cevaplanacak şekilde formlar dolduruldu.
- Muayeneler, aksi gerekmediği sürece, bütün çiğneme kasları pasif durumda ve gönüllüler dik ve rahat bir pozisyondayken gerçekleştirildi.
- Ağız içi ve ağız dışı muayenelerde çalışma kriterlerine uygun bulunan ve radyografik incelemeyi kabul etmeyen gönüllülere radyografik inceleme yapılmadı.
- Araştırma Covid-19 Pandemi sürecinde yürütüldüğü için, muayene eden hekim, muayene sırasında sürekli olarak Covid-19 ve diğer bulaşıcı hastalıklara karşı özel koruyucu maske ve eldiven kullandı.
- DC/TMD ve Gönüllü kişisel bilgiler formları soru sıralamalarına uyularak dolduruldu.

3.3. Splintlerin Tasarım ve Üretimi

3.3.1. GRUP A: Geleneksel Oklüzal Splintler

Geçmişten günümüze "Altın Standart" (81) olarak kabul edilen Okeson Tekniği'ne göre ürettilmiştir. Tüm oklüzal splintler üst dental arka uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır.

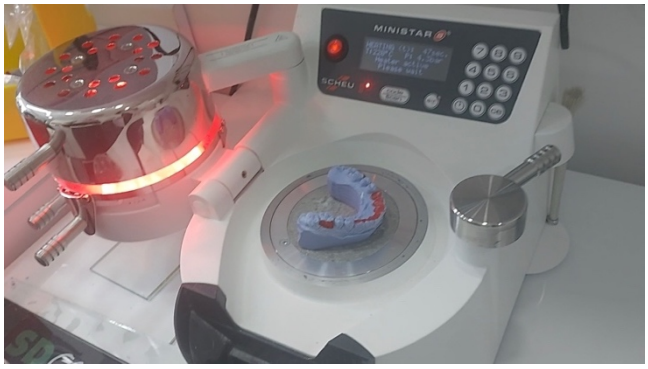
Geleneksel gruptaki oklüzal splintlerin üretimi amacıyla araştırmaya katılan 16 gönüllünün her birinden polivinil siloksan (Zhermack Elite HD+) malzemesiyle üst dental ark ölçüleri alınmıştır. Bu ölçüler sert dental alçı (Zhermack Elite Model-Mavi) malzemesiyle, vibratör üzerinde ölçü döküm hataları minimalize edilerek dökülmüştür ve alçı modeller oluşturulmuştur.



Şekil 3.Block-out yapılmış üst çene alçı modelleri

Oluşturulan her bir dental ark alçı model üzerinde gerekli bölgelere laboratuar mumu ile block-out yapıldıktan sonra (Şekil 3.), 2 mm kalınlığında şeffaf vakumlu sıcak akrilik plaklar (Sheu Dental GmbH/ DURAN) , vakum cihazı (Sheu Ministar S Plak) kullanılarak uygulanmıştır (Şekil 4.). Uygulanan plaklar alçı modeller üzerinden piyasemen ve separasyon frezi yardımıyla dikkatli bir şekilde çıkartılmıştır. Yardımcı hekimin daha önce alçı modeller üzerinde belirlediği vestibül ve palatinal seviyelerde kesilen plaklar, piyasemen ve cila frezleri ile cilalanmıştır.

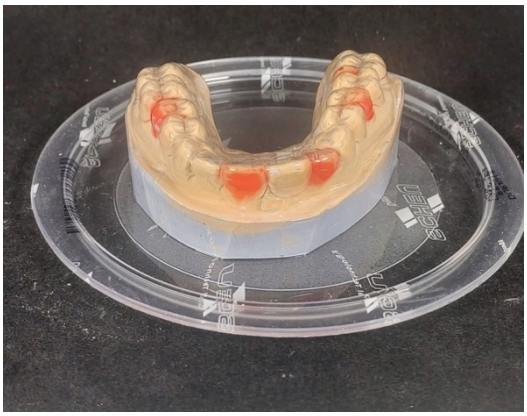
Plakların her birinin üretimi için, ölçünün dökülmesinden cilanın sonlanmasına kadar geçen süre, işlemi gerçekleştiren teknisyen tarafından kronometre yardımıyla saptanmış ve oklüzal splint değerlendirme formlarına (EK-3) kaydedilmiştir.



Şekil 4.Şeffaf akrilik plakların, alçı modellere uyumlanması

Araştırmaya katılan her bir gönüllü için vakumlama tekniği ile üretilen splintler (Şekil 5.), klinikte gönüllülere uygulanmak üzere yardımcı araştırmacı hekime teslim edilmiştir.

Yardımcı araştırmacı hekim şeffaf plakların oklüzal düzenlemesini (82) hasta başında gerçekleştirmiştir.



Şekil 5.Şeffaf akrilik plak basılmış üst çene alçı modeli

Oklüzal uyumlamalar esnasında hekimin iş akışı şu şekildedir;

-Plaklar üst dental arka yerleştirildikten sonra, kapanışın uygunluğuna göre gerekli görülen gönüllürde, piyasemen ve çelik frez yardımıyla oklüzal yüzeyler düzenlenmiştir.

-Gönüllülerin burun ucu ve çene ucuna işaretlemeler yapılıp doğal dikey boyutları bir cetvel yardımıyla saptanmıştır. İstenilen dikey boyu artışı (3 mm) eklenerek final dikey boyut belirlenmiştir.

-Oklüzal yüzeyi düzenlenen plaklar, ağızdan çıkarılıp kurutulup tükürükten izole edilmiştir.

-Final dikey boyutu sağlayacak şekilde, soğuk akrilik kullanılarak şeffaf plağın sağ ve sol santralleri kapsayan bölgelerine insizal pozisyonda anterior rehber rampalar oluşturulmuştur. Plaklar gönüllülerin üst dental arkına tekrar yerleştirilerek dikey boyut artışı ve protrüziv hareketler kontrol edilmiş, gerekli durumlarda eklemeler ve aşındırmalar yapılmıştır.

-Anterior rehber rampaları oluşturulan plaklar, ağızdan çıkarılıp kurutulup tükürükten izole edilmiştir.

-Anterior rampalara uygun miktara plakların geri kalan oklüzal bölgelerine soğuk akrilik eklemeleri yapılmıştır. Eklenen soğuk akrilik donmadan önce plaklar yardımcı hekim tarafından tekrar gönüllülerin ağzına yerleştirilmiş ve gönüllülerin dil uçlarını üst damağın en gerisine değdirerek ısırmaları istenmiştir. Böylece plaklar üzerinde alt dental arktaki dişlerin

tüberkül izleri meydana gelmiştir. İzlerde eksiklik olması durumunda soğuk akrilik eklenip aynı işlem tekrar gerçekleştirilmiştir.

-Plakların posterior bölgesinde meydana gelen tüberkül izleri sabit kalemle işaretlenip, izler kaybolmayacak ve oklüzal düz bir yüzey oluşacak şekilde donmuş soğuk akriliğin fazlası yardımcı araştırmacı hekim tarafından piyasemen ve çelik frez yardımıyla kaldırılmıştır. Tesviyesi gerçekleştirilen plaklar daha sonra gönüllülerin ağzına tekrar yerleştirilmiş, artikülasyon kağıdı kullanılarak temaslar nokta haline gelinceye kadar erken temaslar elimine edilmiştir.

- Anterior rampa ve posterior oklüzal tablası tamamlanan plaklar, gönüllülerin ağızlarından çıkarılıp kurutulmuş tükürükten izole edilmiştir.

-Anterior rampa ve posterior oklüzal yükseltisi tamamlanan plaklar tekrar gönüllülerin üst dental arkına yerleştirilmiştir. Gönüllülerden sağ ve sol lateral mandibular hareketler yapmaları istenmiştir. Bu hareketler esnasında, alt kaninin izlediği yol yardımcı araştırmacı hekim tarafından gözlemlenip işaretlenmiştir. İşaretlenen noktalara oklüzyonu bozmayacak şekilde bukkal ve insizal yönde kanin rampaları oluşturmak amacıyla soğuk akrilik eklemeleri yapılmıştır.

-Plaklar üzerine yapılan soğuk akrilik eklemeleri donduktan sonra, plaklar yardımcı araştırmacı hekim tarafından gönüllülerin üst dental arkına tekrar yerleştirilmiştir. Artikülasyon kağıdı yardımıyla oklüzal temaslar, lateral ve protrüziv hareketler kontrol edilmiş gerekli görülen yerlere eklemeler ve tesviyeler yapılmıştır (Şekil 6.).



Şekil 6.Soğuk akrilik eklemeleri yapılmış plakların, oklüzal temas noktaları kontrolü

-Tüm ekleme ve tesviyeler sonucunda yardımcı araştırmacı hekim, gönüllülerin ağzında artikülasyon kağıdı yardımıyla tüm oklüzal temas noktalarını ve mandibular hareketleri kontrol etmiştir.

-Kontrolleri tamamlanan plaklar önce su altında su zımparası yardımıyla zımparalanmış daha sonra laboratuar ortamında keçe fırça ve pat ile cilalanmıştır.

-"Sheu Ministar S Plak" vakumlu plak cihazıyla üretilen ve hasta başında soğuk akrilik eklemeleriyle tamamlanan geleneksel oklüzal splintler, deneylerin bitiminde her bir gönüllünün ismiyle ve grup kodlarıyla (GRUP A), araştırma sonuna dek muhafaza edilmek üzere, ayrı ayrı plak kutularına yerleştirilmiştir.

3.3.2. GRUP B: "Exocad-Splint Module" Tasarım Splintler

Araştırmamızda "Exocad" programı içerisinde 2021 yılında hekimlerin kullanımına sunulan "Bite-Splint Module" splint tasarımları için kullanıldı. Bu gruptaki oklüzal splintlerin tasarım ve üretim iş akışı aşağıdaki gibidir;

-Seçilen 16 gönüllünün alt ve üst dental arkları ve kapanışları (Şekil 7.) "3-Shape, TRIOS® 3 Wireless" cihazı ile yardımcı araştırmacı hekim tarafından dijital olarak taranmıştır. Gönüllülerden elde edilen dijital tarama verileri STL dosyalarına çevirilmiştir.



Şekil 7.3-Shape, TRIOS® 3 Wireless cihazı ile elde edilen dijital veriler

-Gönüllülerin dental dijital kayıtlarını içeren STL dosyaları "Exocad" programının "Bite Splint Module" bölümüne aktarılmıştır.

"Exocad-Splint Module" tasarım programına aktarılan dijital modellerde, tasarımı yapacak yardımcı araştırmacı öncelikli olarak oklüzal splintlerin yapılacağı diş arkına karar vermiştir. Çalışmamızda Class I kapanışa sahip tam dişli gönüllülerin verileri kullanıldığı için; stabilite, retansiyon, az kırılganlık gibi avantajları bulunan üst dental arka tasarımların yapılmasını tercih ettik.

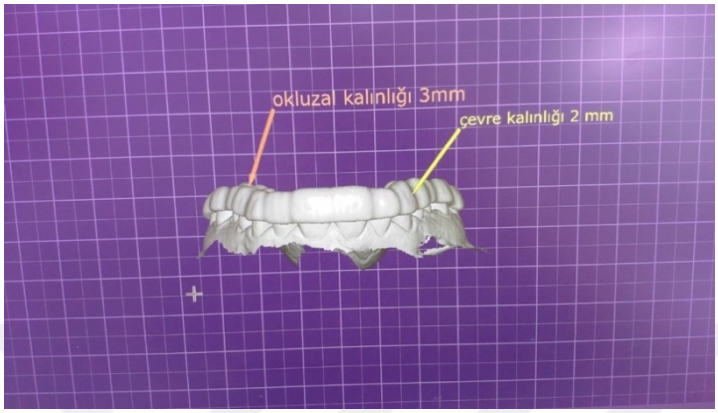
-Programa aktarılan dijital modellerde üst çenede oklüzal splintin giriş yolunu engelleyecek under-cutlara dijital block-out yapılmıştır.

-Block-out yapılan dijital üst çene modeli dijital artikülatöre bağlanarak, veri girişleri yapılmıştır. Bunlar; Kondil yolu eğimi ve Bennet açısıdır. Araştırmamızda Kondil yolu eğimi: 30 derece, Bennet açısı: 15 derece kabul edilmiştir.

-Veri girişlerinin tamamlanmasının hemen ardından dijital üst modelde, oklüzal splint sınırlarını belirlemek için vestibül ve palatinallerde marjin çizgileri işaretlenmiştir.

-Marjin sınırları ve giriş yolu belirlenen oklüzal splintin diğer özellikleri bu aşamada tasarımı gerçekleştiren yardımcı araştırmacı tarafından programa girilmiştir. Bunlar; İstenilen dikey

boyut yükselme miktarı, anterior rampa eğimi ve yüksekliği, posterior oklüzal tabladır (Şekil 8.).
Araştırmamızda istenilen dikey boyut yükselme miktarı. 3mm, anterior rampa yüksekliği ve eğimi: 2mm ve 10 derece olarak ayarlanmıştır.



Şekil 8.Oklüzal splintlerin dijital ortamda tasarlanması

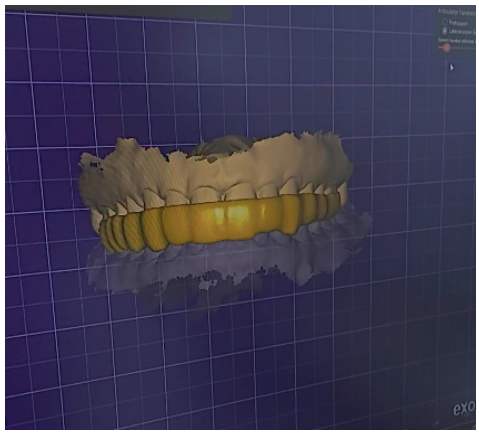
-Tasarımı için istenilen gerekli verilerin girilmesinden sonra, tasarlanan dijital oklüzal splint tekrar dijital artikülatöre alınmıştır. Öncelikle antagonist dişlerle temaslar oklüzal yüzeyde bir renk diyagramı olarak belirir. Renk diyagramında oklüzal tabla tüberkül nokta temasları kalacak şekilde düz bir yüzey haline getirilmiştir.

-Daha sonra dijital artikülatörde sağ ve sol lateral hareketler yaptırılarak, sağ-sol lateral hareketler sırasında varsa posteriordaki erken temaslar elimine edilmiştir.

-Sağ-sol lateral hareketlerde posterior interferanslar elimine edildikten sonra, sağ-sol lateral harektte kaninin izlediği yola uyumlu çift taraflı kanin rampaları yapılmıştır.

-Dijital artikülatörde interferansların eliminasyonu sonrası, final oklüzal splint dizaynı dijital ortamda son olarak incelenmiş sivri kenar ve köşeler yumuşatılarak üretime hazır hale gelmiştir.

-Üretim için hazır olan “Exocad-Splint Module” tasarımı oklüzal splintlerin (Şekil 9.) dijital dizaynları STL dosyalarına dönüştürülmüştür.



Şekil 9.“Exocad-Splint Module” tasarımı oklüzal splint

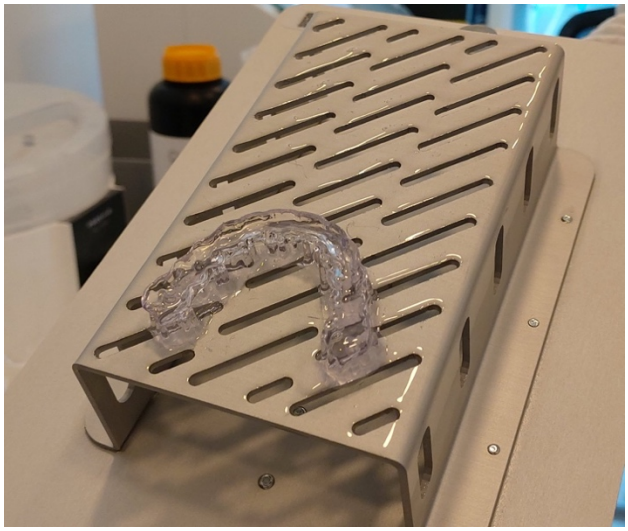
-Elde edilen STL dosyaları anterior bukkal yüzeyler 3D printerın tablasına gelecek şekilde yan yana 4’er adet basılacak şekilde dijital olarak yerleştirilmiştir.

-Gönüllülerden elde edilen dijital dental veriler üzerine “Exocad-Splint Module” programıyla tamamen dijital ortamda tasarlanmış 16 adet oklüzal splint aynı gün içerisinde aynı şişe biyouyumlu oklüzal splint reçinesinden (W2P Engineering GmbH, Solflex Splint Resin) 4’erli şekilde 3D Printer (W2P Engineering GmbH, Solflex 150) (Şekil 10.) ile üretilmiştir.



Şekil 10.3D Printer (W2P Engineering GmbH, Solflex 150)

-Üretimleri tamamlanan oklüzal splintler (Şekil 11.) ; basım sonrası basım tablasından dikkatli bir şekilde ayrılmış, tiş bölgeleri tasarımı etkilemeyecek şekilde frezelenmiştir.



Şekil 11.Üretimleri tamamlanan 3D Print oklüzal splintler

-3D printerdan ayrılan oklüzal splintler daha sonra dış yüzeylerinin temizlenmesi için alkol dolu bir kap içerisinde 5 dakika ultrasonik yıkama cihazına (Medisson Ultrasonic Cleaner) konulmuştur. Yüzey temizliği tamamlanan oklüzal splintler 3D print reçinenin final sertliğine ulaşması için 3 dakika ozon gazıyla (Otoflash G171 N2) post-cure uygulamasına (Şekil 12.) tabi tutulmuştur.



Şekil 12.Ozon gazıyla (Otoflash G171 N2) post-cure uygulama cihazı

-3D basım ve basım sonrası işlemleri biten oklüzal splintlerin oklüzal, vestibül ve palatinal yüzeyleri keçe fırça ve pat (Zumex mavi katı cila pastası) yardımıyla cilalanmıştır.

-Araştırmaya katılan 16 gönüllüden elde edilen dijital dental veriler üzerine tamamen dijital iş akışıyla "Exocad-Splint Module" programıyla tasarımları tamamlanıp "W2P Solflex 3D Printer" ile üretimleri tamamlanan oklüzal splintlerin her biri (Şekil 13.) gönüllülerin isimleri ve grup kodlarıyla (GRUP B) ayrı ayrı plak kutularına, araştırmanın sonuna dek muhafaza edilmek üzere yerleştirilmiştir.



Şekil 13.Exocad Çalışma Grubu (Grup B) Oklüzal Splintler

3.3.3. GRUP C:"3-Shape-Splint Studio" Tasarımı Oklüzal Splintler

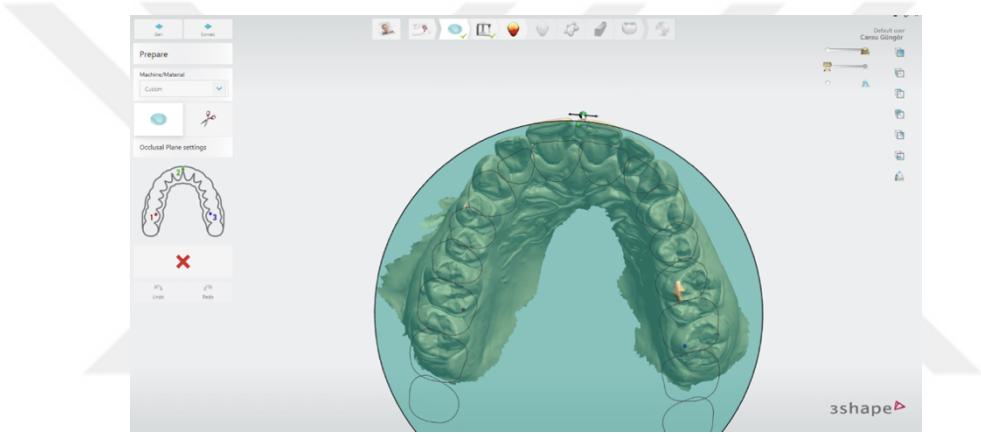
3-Shape dental yazılım firmasının 2021 yılında piyasaya sunduğu yenilenmiş splint tasarım modülü "3-Shape-Splint Studio" araştırmamızda ikinci oklüzal splint dijital tasarım programı olarak yer almıştır. "3-Shape-Splint Studio" programıyla tasarlanan 16 oklüzal splintin her biri için tasarım, üretim ve deney aşamaları aşağıdaki gibidir:

-Seçilen 16 gönüllünün alt ve üst dental arkları ve kapanışları "3-Shape Trios3" cihazı ile yardımcı araştırmacı hekim tarafından dijital olarak taranmıştır. Gönüllülerden elde edilen dijital tarama verilerinin STL dosyalarına çevirilmelerine gerek kalmamış, aynı firmaya ait birbiriyle bağlantılı cihaz ve program arasında veri aktarımı hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleşmiştir.

- Yardımcı araştırmacı hekim, her bir gönüllü için "3-Shape Trios" cihazı ile yapılan taramaların süresini ve dijital tarama verilerinin programa eklenme süresini bir kronometre yardımıyla ölçüp splint değerlendirme formlarına kaydetmiştir.

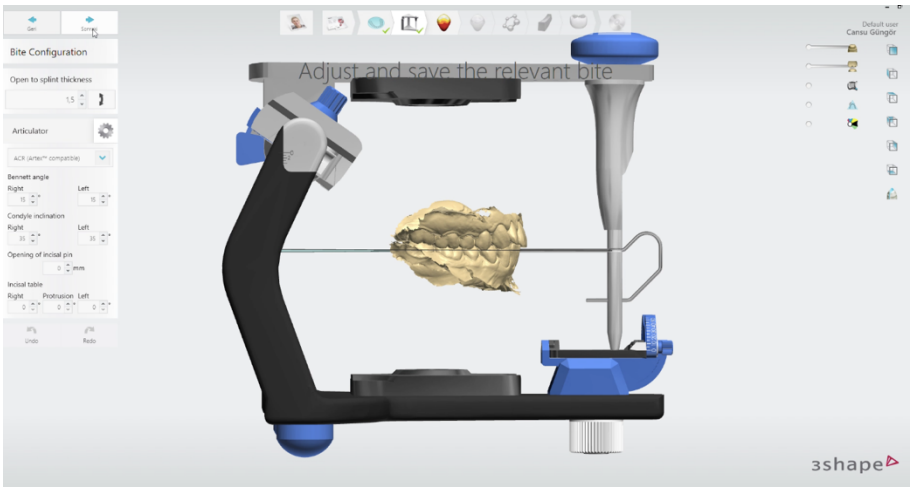
-“3-Shape-Splint Studio” tasarım programına aktarılan dijital modellerde,tasarımı yapacak yardımcı araştırmacı öncelikli olarak oklüzal splintlerin yapılacağı diş arkına karar vermiştir. Çalışmamızda Class I kapanışa sahip tam dişli gönüllülerin verileri kullanıldığı için; stabilite, retansiyon, az kırılganlık gibi avantajları bulunan üst dental arka tasarımların yapılmasını tercih ettik.

-Dijital üst çene modeli üzerinde 16,26 numaralı dişlerin mesio-palatinal kasp tepeleri ve 11,21 numaralı dişlerin insizale en yakın interproksimal kontak noktaları işaretlenmiştir. Bu üç işaret noktası sayesinde programın eşleştirdiği oklüzal düzlem, dikey yönde kasp tepelerinin en sivri noktalarına temas edecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 14.).



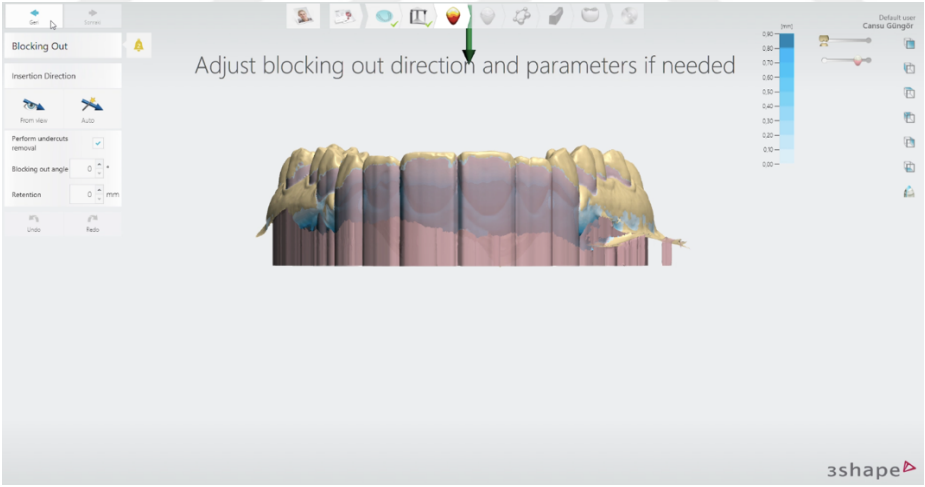
Şekil 14.Üst çene dijital modelinin oklüzal düzleme yerleştirilmesi

-Programın oluşturduğu düzlemsel diş arkıyla eşleştirilen üst çene dijital modeli alt çene ile beraber, bir sonraki aşamada dijital artikülatöre (ACR” Artex compatible”) (Şekil 15.) alınmıştır. Oklüzal splintin kalınlığı (3mm), sağ-sol Bennet açıları (15 derece), sağ-sol kondil yolu eğimleri (35 derece), artikülatörün insizal pininin yüksekliği,insizal tablanın sağ,sol ve protrüziv hareketlerdeki eğimi için gerekli sayısal veriler belirlenmiştir.



Şekil 15.Dijital Artikülatör (ACR" Artex compatible")

-"3-Shape-Splint Studio" programına aktarılan gönüllülerin dental ark verilerinden üst çene tarama verisi oklüzal splintin tasarlanacağı bölge olduğu için dijital block-out uygulamasına (Şekil 16.) tabi tutulmuş, splintlerin dental arka yerleşiminde giriş yolunu engelleyecek girinti ve çıkıntılar dijital ortamda çıkartılmış veya doldurulmuştur.

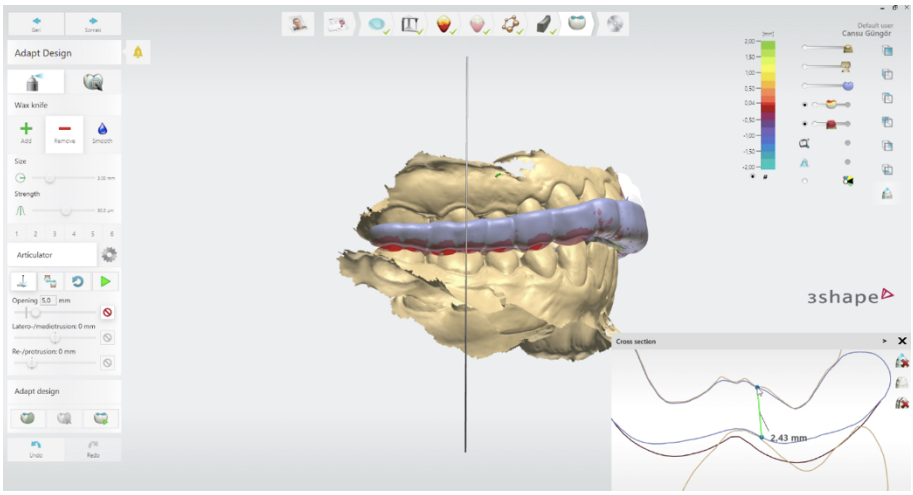


Şekil 16.Dijital Block-out uygulaması

-Bir sonraki basamakta "3-Shape-Splint Studio" programı, splintin marjin çizgilerinin belirlenmesini talep etmiştir. Marjin çizgileri belirlenen oklüzal splintin kalınlığı, erişilebilecek minimum kalınlık, üst dental arkla oklüzal splint arasındaki offset alanı sayısal verileri bu aşamada belirlenmiştir.

-Mock-up uygulaması, marjin çizimleri tamamlanan dijital üst çene verisinde bir sonraki aşamada yükseltilecek oklüzal yüzeylerin belirlenmesi amacıyla bölümlere ayrılmıştır. Dental arkın bölümlere ayrıldığı bu kısımda her bölüm kendi içerisinde ayrı ayrı tasarlanabilmektedir.14-17 ve 24-27 arası dişler bölgesi; posterior oklüzal tabla ve 13-23 arası dişler, anterior rehber rampa olarak bölümlere ayrılmıştır. Her bölümün kendi içerisinde açıları ve yükseklikleri belirlenmiştir.

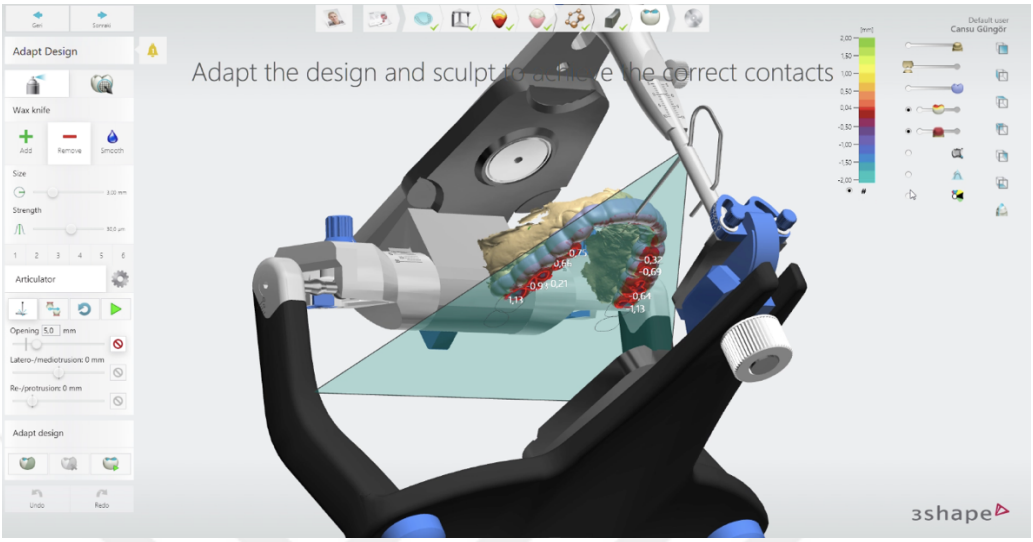
-Sayısal veri girişleri ve tasarımı tamamlanan oklüzal splint, alt dental arka temasları ve mandibular hareketler sırasındaki temasları adapte edilmek üzere tekrar dijital artikülatöre yerleştirilmiştir.Bu aşamada sentrik oklüzyon sırasında alt dental ark ile temas noktaları bir renk diyagramı oluşturacak şekilde oklüzal splint üzerinde program tarafından gösterilmiş ve program tarafından otomatik olarak uyumlandırılmıştır.Tasarımı gerçekleştiren yardımcı araştırmacı hekim, programın otomatik uyumlandırdığı oklüzal temas bölgelerini dikkatli bir şekilde incelemiş, istenilen nokta temaslarının sağlanabilmesi için oklüzal splint üzerinde manuel düzenlemeler yapmıştır.Oklüzal splintler, “Cross Section” görüntüleri (Şekil 17.) alınarak belirli bölgelerde alt dental arkla temasları ve o bölgelerdeki kalınlıkları tekrar kontrol edilebilmiştir.Bu bölümde ayrıca, program tasarımcıya daha önceki aşamalarda dijital artikülatöre girmiş olduğu Bennet açısı, kondil yolu eğimi gibi sayısal verileri tekrar kontrol edebilme olanağı sağlamaktadır.



Şekil 17.Oklüzal Splintlerin, “Cross Section” görüntüleri alınarak, kalınlıklarının kontrolü

-Oklüzal nokta temasları sağlanan dijital oklüzal splint tasarımı, dijital artikülatör aracılığıyla mandibuler hareketler sırasında da incelenmiştir (Şekil 18.). Mandibulanın sağ-sol lateral ve

protruziv hareketlerinde kanin dişlerinin posterior bölümündeki dişlerde oluşan temaslar elimine edilmiştir. Kanin rampaları oluşturmak amacıyla sentrik oklüzyonu bozmayacak şekilde, lateral hareketlerde kanin dişinde temaslar arttırılmıştır.



Şekil 18.Mandibular hareketlerin dijital artikülatörde değerlendirilmesi

-Dijital tasarımları tamamlanan oklüzal splintler, üretime geçilmeden dijital ortamda tekrar incelenmiş, sivri köşe ve kenarlar eline edildikten sonra tasarıma hazır hale gelmiştir.

-Üretime hazır hale gelen "3-Shape-Splint Studio" programı ile tasarlanmış, her bir gönüllü için birer adet olmak üzere 16 adet, dijital oklüzal splint dataları STL dosyalarına dönüştürülmüştür.

-Elde edilen STL dosyaları anterior bukkal yüzeyler 3D printerın tablasına gelecek şekilde yan yana 4'er adet basılacak şekilde dijital olarak yerleştirilmiştir.

-Gönüllülerden elde edilen dijital dental veriler üzerine "3-Shape-Splint Studio" programıyla tamamen dijital ortamda tasarlanmış 16 adet oklüzal splint aynı gün içerisinde aynı şişe biyouyumlu oklüzal splint reçinesinden 4'erli şekilde "W2P Solflex 3D Printer" ile üretilmiştir.

-Üretimleri tamamlanan oklüzal splintler; 3D basım sonrası 3D printerın basım tablasından dikkatli bir şekilde ayrılmış, tiş bölgeleri tasarımı etkilemeyecek şekilde frezelenmiştir.

-3D printerdan ayrılan oklüzal splintler daha sonra dış yüzeylerinin temizlenmesi için alkol dolu bir kap içerisinde 5 dakika ultrasonik yıkama cihazına konulmuştur. Yüzey temizliği

tamamlanan oklüzal splintler 3D print reçinenin final sertliğine ulaşması için 3 dakika ozon gazıyla post-cure uygulamasına tabi tutulmuştur.

-3D basım ve basım sonrası işlemleri biten oklüzal splintlerin oklüzal, vestibül ve palatinal yüzeyleri keçe fırça ve pat yardımıyla cilalanmıştır.

-Araştırmaya katılan 16 gönüllüden elde edilen dijital dental veriler üzerine tamamen dijital iş akışıyla "3-Shape-Splint Studio" programıyla tasarımları tamamlanıp "W2P Solflex 3D Printer" ile üretimleri tamamlanan oklüzal splintlerin her biri (Şekil 19.) gönüllülerin isimleri ve grup kodlarıyla (GRUP C) ayrı ayrı plak kutularına, araştırmanın sonuna dek muhafaza edilmek üzere yerleştirilmiştir.



Şekil 19.3-Shape Çalışma Grubu (Grup C) Oklüzal Splintler

3.4. Oklüzal Splint Değerlendirme Yöntemleri

3.4.1. Oklüzal Splint Değerlendirme Formlarının Oluşturulması

İlk olarak çalışma grupları ile kontrol grubunun değerlendirilmesi için hazırlanan "Oklüzal Splint Deeğerlendirme Formu" dolduruldu. Bu formlara yardımcı araştırmacı hekimin, gönüllülerin ve oklüzal splintlerin üretiminde görev alan teknisyenlerin cevaplaması gereken sorular belirlenmiştir (EK-2) . Nicel ve nitel cevapları bulunan bu sorular oluşturulurken, "Okeson'un Oklüzal Splint Prensipleri" nde (81) yer alan oklüzal splintlerin tasarımında ve üretiminde dikkat edilmesi gereken hususlar esas alınmıştır.

3.4.1.a. Giriş Yolu Doğru Mu?

Oklüzal splintlerin, hastalar tarafından gün içerisinde birçok kere taklıp, çıkarılması gerekmektedir.Bu takıp, çıkarma işlemlerinin her yaş grubuna ve el beceresine sahip hastalar tarafından gerçekleştirilebilmesi çok önemlidir.Kolay çıkarılabilmenin yanı sıra bu oklüzal splintlerin aynı zamanda dental arkta stabil bir şekilde durmaları ve istem dışında çıkmamaları gerekmektedir.Bu şartların sağlanabilmesi ve oklüzal splintlerin hastaları rahatsız edici sıkılıkta olmaması için giriş yolu ve off-set aralığı doğru olmalıdır (82).

Araştırmada bu verilerin rehberliğinde; Geleneksel (Grup A), "Exocad-Splint Module" (Grup B), "3-Shape-Splint-Studio" (Grup C) oklüzal splintlerin giriş yolu yardımcı araştırmacı hekim tarafından gönüllülere uygulama sırasında gözlemlenmiş ve oklüzal splint değerlendirme formlarına doğru veya yanlış olarak kaydedilmiştir.

3.4.1.b. Düz Oklüzal Yüzey Var Mı?

Temporomandibuler eklem ve çiğneme bozuklukları tedavisinde kullanılan oklüzal splintlerde, sentrik ilişkinin sağlanması ve aynı zamanda mandibular hareketlerinin kısıtlanmaması için düz bir oklüzal yüzey çok önemlidir (83). Bu nedenle araştırmada üretilen; Geleneksel (Grup A) , "Exocad-Splint Module" (Grup B) ,"3-Shape-Splint Studio" (Grup C) oklüzal splintler, yardımcı araştırmacı hekim tarafından değerlendirilmiş, düz bir oklüzal yüzey olup olmadığı splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

3.4.1.c. İstenilen Dikey Boyut Artışını Sağlıyor Mu?

"Okeson'un Oklüzal Splint Prensipler'inde" oklüzal splintlerin sentrik ilişki pozisyonunda dikey boyutlarının yükseltilmesi temel esaslardan biridir.Bu nedenle araştırmamızda, tedavi etme amacı gütmeksizin, hangi tasarımın istenilen dikey boyut yükselme miktarını tam olarak sağladığını belirlemeyi amaçladık.

Geleneksel oklüzal splintlerde (Grup A), gönüllülerin sentrik ilişkide doğal dikey boyutları ölçülmüş ve istenilen dikey boyut yükselme miktarı bu değere eklenerek final dikey boyut yüksekliği belirlenmiştir. Splint değerlendirme formlarına istenilen dikey boyut yüksekliğinin sağlanıp sağlanmadığı her splint için ayrı ayrı kaydedilmiştir.

3.4.1.d. Adaptasyon İhtiyacı Var Mı?

Geleneksel oklüzal splintlerin (Grup A) tasarımlarının doğası gereği hasta başında adapte edilmeleri şarttır. Bu nedenle araştırmamızda bulunan geleneksel gruptaki plakların hepsi hasta başında adapte edilmiş ve splint değerlendirme formlarına adaptasyona ihtiyaçları olduğu kaydedilmiştir.

"Exocad-Splint Module" (Grup B) ve "3-Shape-Splint Studio" (Grup C) programları kullanılarak tasarlanan splint grupları tamamen dijital iş akışıyla tasarlanıp üretilmiştir. Tasarım ve üretim sürecinde tijlerin kesilmesi, kürleme ve cilalama işlemleri hariç bu oklüzal splintlere herhangi bir mekanik adaptasyon yapılmamıştır.

Yardımcı araştırmacı hekim tamamen dijital iş akışıyla tasarlanıp üretilen bu plakları gönüllülerin ağızlarında deneyip, incelemiştir. Adaptason ihtiyaçları olup olmadığını splint değerlendirme formlarına kaydetmiştir.

3.4.1.e. Kanin Koruyuculu Oklüzyon Varlığı

Araştırmada bulunan Grup A: Geleneksel Oklüzal Splintlerde kanin koruyuculu oklüzyon, soğuk akrilik eklemeleriyle yardımcı araştırmacı hekim tarafından oklüzal splintler üzerine kanin rampaları yapılarak elde edilmiştir. Grup B: Exocad-Splint Studio ve Grup C:3-Shape-Splint Module oklüzal splint gruplarında ise kanin koruyuculu oklüzyon, programlarda bulunan dijital artikülatörler sayesinde lateral hareketlerin taklit edilmesiyle programda oluşturulan kanin rampalarıyla elde edilmiştir.

Kanin koruyuculu oklüzyonla tasarlanan bu oklüzal splintler, üretimlerinden sonra yardımcı araştırmacı hekim tarafından gönüllülerin ağızlarına yerleştirilerek lateral hareketlerde kanin

rampalarının rehberlik edip etmediği incelenmiş ve oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

3.4.1.f. Anterior Rehber Rampa Var Mı?

Mandibular hareketlerde anterior rehberliğin avantajlarını ve anterior rehber rampanın "Okeson'un Oklüzal Splint Prensipleri" (84) arasında yer almasını göz önünde bulundurarak araştırmada üretilen bütün oklüzal splintlere anterior rehber rampa tasarlanmıştır. Grup A: Geleneksel Oklüzal Splint grubunda bulunan oklüzal splintlere anterior rehber rampa, hasta başında soğuk akrilik eklenerek yardımcı araştırmacı hekim tarafından oluşturulmuştur. Grup B: Exocad-Splint Module ve Grup C:3-Shape-Splint Studio gruplarındaki oklüzal splintlerde ise tasarım programlarında bulunan dijital artikülatörlerde mandibulanın protrüziv hareketlerinin taklit edilmesi sayesinde tasarımcı anterior rehber rampaları dijital ortamda tasarlamıştır. GrupA, GrupB ve GrupC oklüzal splintler yardımcı araştırmacı tarafından gönüllülerin ağızlarına yerleştirilip, protrüziv hareketlerde anterior rehberliğin sağlanıp sağlanmadığı gözlemlenmiştir. Oklüzal Splint değerlendirme formlarına incelemeler kaydedilmiştir.

3.4.1.g. Lateral Hareketlerde Erken Temas Var Mı?

Oklüzal çatışmaların yıkıcı etkilerini ve "Okeson'un Oklüzal Splint Prensipleri"ni göz önünde bulundurarak, çalışmada üretilen bütün oklüzal splintlerde mandibulanın tüm hareketlerinde meydana gelebilecek interferansları önlemeyi amaçladık.Bu amaç doğrultusunda Grup A: Geleneksel Oklüzal Splintler'de, tasarımı gerçekleştiren yardımcı araştırmacı hekim soğuk akrilik eklemeleriyle oklüzal tabla, anterior rehber rampa ve kanin rampalarını oluşturma esnasında oklüzal interferansların oluşmamasına özellikle dikkat etmiştir.Grup B: Exocad-Splint Module ve Grup C: 3-Shape-Splint Studio oklüzal splintlerin dijital tasarımları sırasında, tasarımcı dijital artikülatör yardımıyla oklüzal tabla,anterior rehber rampa ve kanin rampalarının tasarımlarında oklüzal interferansların oluşmamasına, oluşan interferansların elimine edilmesine özellikle dikkat etmiştir.Araştırmadaki oklüzal splintlerin üretimi sonrasında, oklüzal splintler gönüllülerin ağızlarına yerleştirilmiş ve yardımcı araştırmacı

hekim tarafından mandibular hareketler esnasında interferansların oluşup oluşmadığı incelenerek, oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

3.4.1.h. Sentrikte Oklüzal Temasların Değerlendirilmesi

Araştırmada üretilen oklüzal splintlerde sentrik ilişki belirlenip bu ilişki sırasında mansimum diş temaslarının sağlanması amaçlanmıştır. GrupA: Geleneksel oklüzal splintlerde, yardımcı araştırmacı hekim tarafından gönüllülerin mandibulaları yönlendirilerek sentrik ilişki mandibular rehberlik tekniği ile tespit edilmiştir. Soğuk akrilikle ekleme yöntemi uygulanarak tasarlanan geleneksel oklüzal splintlerde belirlenen sentrik ilişki drumunda maksimum diş temasları elde edilecek şekilde eklemeler yapılmıştır. GrupB: Exocad-Splint Module ve GrupC:3-Shape-Splint Studio oklüzal splintlerin dijital tasarımları sırasında, sentrik oklüzyonda temaslar bilgisayar ortamında dijital artiklatör yardımıyla belirlenmiştir ve daha sonra her grup için bu temaslar klinikte artikülasyon kağıdıyla belirlenerek (Şekil 20), oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.



Şekil 20.Sentrikte Oklüzal Temas Noktaları (Exocad)

3.4.2. Oklüzal Splintlerin, Kondillerin Anatomik Hareket Yollarına Etkilerinin Değerlendirilmesi

Araştırmada üretilen oklüzal splintlerin, gönüllülerin anatomik mandibular hareketlerini etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Inceleme Zebris JMA (Zebris Medical GmbH, Isny,

Germany) ile yapılmıştır. Mandibular hareketler (açma-kapama, protrüzyon, retrüzyon, sağ-sol lateral hareket) sırasında video kayıtları alınmıştır.

Gönüllüler sandalyede dik bir pozisyonda yüzlerini görebilecekleri şekilde ayna karşısına oturtulup, Zebris JMA cihazının üst konpartmanı gönüllülerin kafalarının temporal bölgesine yerleştirilmiş ve sabitlenmiştir, cihazın ısırma çatalı soğuk akrilik materyali ile gönüllülerin alt dental arkına yardımcı araştırmacı hekim tarafından sabitlenmiştir. Alt dental arka sabitlenen ısırtma çatalının mıknatıslı ucuna cihazın alt kompartmanı adapte edilmiştir (Şekil 21.). Gönüllülere alt çenelerini ilk olarak tamamen açıp kapatmaları, ikinci olarak öne ve arkaya hareket ettirmeleri, üçüncü olarak da sağa sola hareket ettirmeleri söylenmiş, bu hareketler yardımcı araştırmacı hekim tarafında iki defa tekrarlatılarak kaydedilmiştir.



Şekil 21.Zebris JMA (Zebris Medical GmbH, Isny, Germany)ile mandibular ölçümler

Bu uygulamayla gönüllülerin anatomik mandibular hareketleri sırasıyla ağızları boşken, geleneksel grup oklüzal splintler, Exocad-Splint Module tasarım programıyla tasarlanmış oklüzal splintler,3-Shape-Splint Studio tasarım programıyla tasarlanmış oklüzal splintler üst dental arka sabitlenmiş iken kaydedilmiştir.

Zebris JMA ile sağ ve sol kondillerin uzayda x, y ve z düzlemlerinde yer değiştirmeleri hem sayısal hem de dinamik veriler ile kayıt edilmiştir. Kantitatif değerlendirme için sadece kondillerin yer değiştirme miktarları (mm) değerlendirmeye katılmıştır (84).

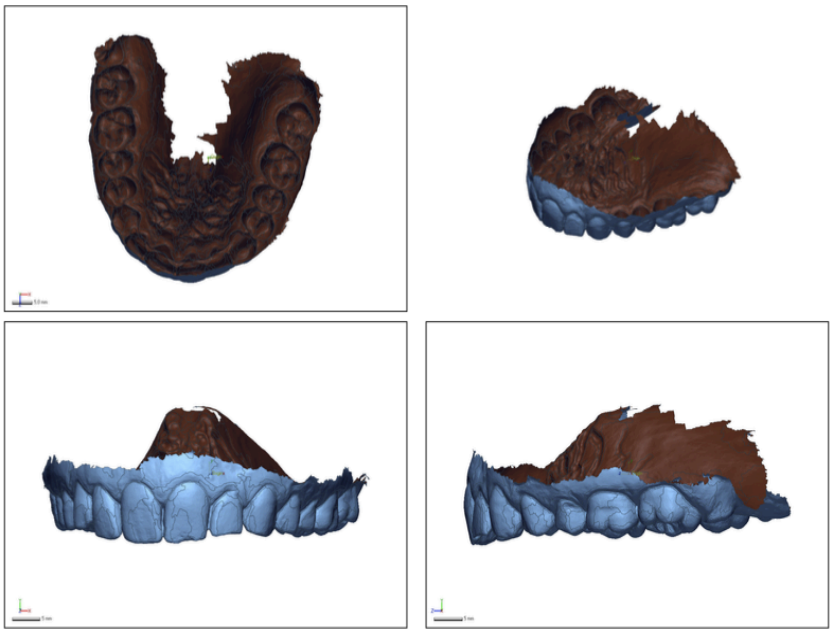
3.4.3. Oklüzal Splintlerin Arka Uyumunun Dijital İncelenmesi

Dijital iş akışıyla üretilen oklüzal splintlerin (Grup B ve Grup C) ve geleneksel yöntemlerle üretilen splintlerin (Grup A) dental arka oturma yüzeyleri Solutionix C500 (Medit, Optical 3D Measuring System, 2018, South Korea) tarama cihazı ile taranmıştır. Elde edilen tarama verileri, gönüllerin dental ark tarama verileri (Şekil 22,23) (3-Shape, Trios3, Copenhagen, Denmark) ile Geomagic Control (2021, USA) yazılım programında dijital ortamda 0,001 mm hassasiyetinde çakıştırılmıştır. Her oklüzal splint üzerinde aynı yerlerde olacak şekilde 7 adet karşılaştırma değerlendirme noktaları (CMP) belirlenmiştir (85).

Bu noktalar ;
CMP1: 26 numaralı dişin santral fossası,
CMP2: 16 numaralı dişin santral fossası,
CMP3: 11 numaralı dişin vestibül yüzü
CMP4: 23 numaralı dişin tüberkül tepesi,
CMP5: 13 numaralı dişin tüberkül tepesi,
CMP6: 17 numaralı dişin meziopalatinal tüberkül tepesi,
CMP7: 27 numaralı dişin meziopalatinal tüberkül tepesi, olarak belirlenmiştir.

Geomagic Control (2021, USA) yazılım programında, gönüllülerin dental ark tarama verileri ile üretilen oklüzal splintlerin (Grup A, Grup B ve Grup C) dental arka oturan yüzeylerinin tarama verileri çakıştırılıp, belirlenen bu 7 noktada meydana gelen uyumsuzluklar (0,001mm) yardımcı araştırmacı tarafından kaydedilmiştir.

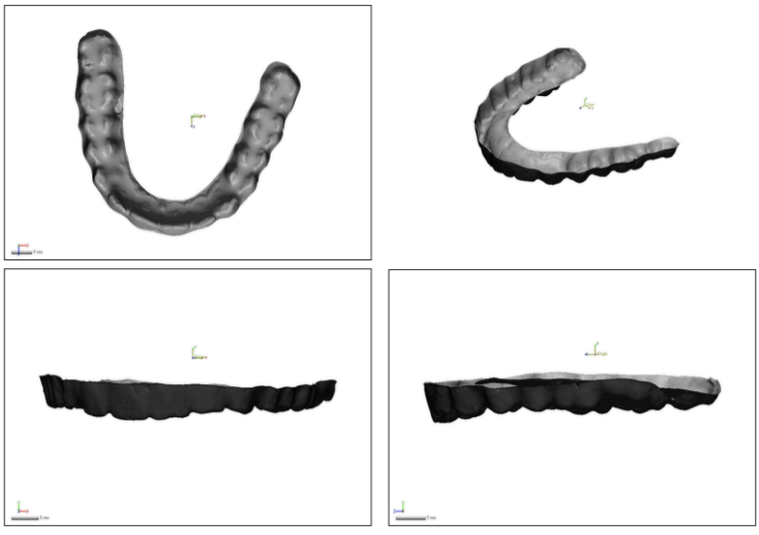
Result Data - 1 : Reference Data - ennur ecem aydın UpperJawScan



Product Name	ennur ecem g	Department	[Department]	Date	Mar 04, 2022
Part Name	[Part Name]	Inspector	[Inspector]	Unit	mm

Şekil 22.3-Shape Trios 3 cihazı ile elde edilmiş üst çene tarama görüntüleri

Result Data - 1 : Measured Data - ennur_ecem_g



Product Name	ennur ecem g	Department	[Department]	Date	Mar 04, 2022
Part Name	[Part Name]	Inspector	[Inspector]	Unit	mm

Şekil 23.Solutionix C500 (Medit, Optical 3D Measuring System, 2018, South Korea) tarama cihazı ile taranmış oklüzal splint tarama görüntüleri

3.4.4. Oklüzal Splint Üretim Sürelerinin İncelenmesi

Araştırmada, farklı üretim ve tasarımlardaki oklüzal splintlerin (Grup A, Grup B, Grup C) klinik ve laboratuar aşamalarının gerektirdiği süreler incelenmiştir. Geleneksel grup (Grup A) oklüzal splintlerin üretiminde; alçı modellerin oluşturulması, trimlenmesi ve block-out uygulanması, vakumlu şeffaf plakların alçı modellere adapte edilmesi, şeffaf plakların alçı modelden ayrılıp tesviyelerinin yapılması aşamaları kontrol grubunun (Grup A) laboratuar süresi olarak tanımlanmıştır. Ölçü ve kapanış kayıtlarının alınması, geleneksel oklüzal splintlerin soğuk akrilik yardımıyla uyumlandırılması aşamaları kontrol grubunun (Grup A) klinik süresi olarak tanımlanmıştır. Bu süreler yardımcı araştırmacı hekim tarafından laboratuar ve klinik ortamlarında bir kronometre yardımıyla ölçülerek oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

Çalışma gruplarında (Grup B ve Grup C) yer alan oklüzal splintlerin dijital tasarım programlarıyla tasarlanması, dijital tasarımların 3D Printer (W2P Engineering GmbH, Solflex 150) ile biyouyumlu reçineden (W2P Engineering GmbH, Solflex Splint Resin) üretilmesi, üretilen splintlerin basım tablasından ayrılması, tiş bölgelerinin düzeltilmesi, dış yüzeylerinin temizlenmesi için alkol dolu bir kap içerisinde ultrasonik yıkama cihazında (Medisson Ultrasonic Cleaner) bekletilmesi, reçinenin final sertliğine ulaşması için ozon gazıyla (Otoflash G171 N2) post-cure uygulanması, oklüzal, vestibül ve palatinal yüzeylerin keçe fırça ve pat (Zumex mavi katı cila pastası) yardımıyla cilalanması aşamaları çalışma gruplarının (GrupB ve Grup C) laboratuar aşamaları olarak belirlenmiştir. Dijital ark taramaları ve kapanışların alınması (3-Shape, Trios3, Copenhagen, Denmark), dijital oklüzal splintlerin uyumlarının kontrol edilmesi aşamaları çalışma gruplarının (Grup B ve Grup C) klinik süresi olarak tanımlanmıştır. Bu süreler yardımcı araştırmacı hekim tarafından laboratuar ve klinik ortamlarında bir kronometre yardımıyla ölçülerek oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

3.4.5. Gönüllü, Hekim ve Teknisyen Memnuniyetlerinin Değerlendirilmesi

Araştırmada, üretilen oklüzal splintler için (Grup A, Grup B, Grup C) gönüllü, hekim, teknisyen memnuniyetlerinin ölçülebilmesi amacıyla VAS (Visual Analogue Scale, Hayes and Patterson, 1921) (86) skalası kullanılmıştır.

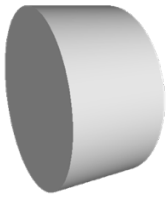
Oklüzal splintlerin tasarım, üretim şekilleri ve içerisinde bulundukları guplar (Grup A, Grup B, Grup C) hakkında bilgi paylaşılmayan gönüllülerden; splintleri hissiyat, rahatlık, görüntü açısından 1-10 arasında (VAS) puanlandırması istenmiştir. Gönüllüler tarafından verilen puanlar, yardımcı araştırmacı hekim tarafından oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

Oklüzal splintlerin tasarım, üretim şekilleri ve içerisinde bulundukları guplar (Grup A, Grup B, Grup C) hakkında bilgi sahibi olmayan yardımcı araştırmacı hekimden, klinik gözlemleri açısından splintleri 1-10 arasında (VAS) puanlandırılması istenmiştir.Yardımcı araştırmacı hekim verdiği puanları, oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydetmiştir.Oklüzal splintlerin tasarım ve üretimini gerçekleştiren dental teknisyenden, laboratuar deneyimlerini göz önünde bulundurarak splintleri 1-10 arasında (VAS) puanlandırması istenmiştir.Teknisyen tarafından verilen puanlar oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

3.4.6. Oklüzal Splint Üretiminde Kullanılan Materyallerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi

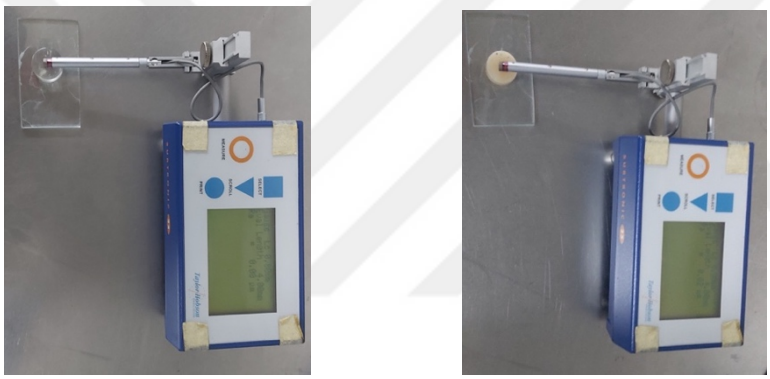
Araştırmada kontrol grubu (Grup A) oklüzal splintlerin üretiminde vakumlu şeffaf akrilik plaklar üzerine otopolimerize soğuk akrilik materyali kullanılmıştır. Çalışma grubunda (Grup B ve Grup C) yer alan dijital tasarımlı oklüzal splintlerin üretiminde ise biyouyumlu bir splint reçinesi (W2P Engineering GmbH, Solflex Splint Resin) kullanılmıştır.

Bu materyallerin cilalanabilirliğinin karşılaştırılması amacıyla yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi amacıyla her materyalden 20 mm çaplı, 10 mm yüksekliğinde standardize 8'er örnek oluşturulmuştur (Şekil 24).



Şekil 24.20x10 mm standart silindir model STL

Elde edilen standart silindir modeller, laboratuar ortamında cila patı ve keçe fırça yardımıyla cilalanmıştır. Cilalanan modellerin yüzey pürüzlülükleri, yardımcı araştırmacı hekim tarafından Surtronic 25 (Taylor Hobson Precision, 2004, England) pürüz ölçüm cihazıyla (hassasiyet 0,01-0,09 μm) ölçülmüştür (Şekil 25.) (87).



Şekil 25.Silindir modellerin yüzey pürüzlülük ölçümleri

3.4.7. İstatistiksel Olarak Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada elde edilen veriler IBM SPSS 28 (MAC OS) programı ile analiz edilmiştir. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodlar (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Frekans, Oran, Minimum, Maksimum) kullanılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu histogram grafikleri ve Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen verilerin değerlendirilmesinde Kruskall Wallis ve Mann Whitney U testleri ile; normal dağılım sağlandığı durumlarda ise One-way ANOVA ve Mann Whitney U testleri ile analizler yapılmıştır. P-değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Randomize, kontrollü, çift-kör olarak düzenlenen bu in-vivo çalışmada farklı dijital üretim tekniklerinin hassasiyeti belirlenen parametrelerle değerlendirilmiştir. Araştırma, temporomandibular eklem düzensizlikleri bulunmayan sağlıklı 16 gönüllü birey (yaş ortalaması 28±5, 2 erkek (%12,5), 14 kadın (%87,5)) üzerinde 16.12.2019-25.05.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada üretilen oklüzal splintler, çalışma (Grup B ve Grup C) ve kontrol (Grup A) olmak üzere gruplara ayrılmıştır.

Hastalardan elde edilen bulgular başlıca 3 ana grupta incelenmiştir:

1. Oklüzal splint değerlendirme formunun analizi
2. Anatomik Mandibular Hareketlerin Analizi
3. Arka Uyum Analizi

4.1. Oklüzal splint değerlendirme formunun analizi

4.1.1. Karşıt Dental Ark ile Kontakt Bulguları

Kontrol ve çalışma gruplarında görülen karşıt ark ile kontakt sayısında farklılıklar olduğu görülmektedir. En yüksek temas nokta sayısı kontrol grubunda (10.81± 2.07) görülmüştür (Tablo 1.). A grubunda 9.50 ± 1.63, B grubunda ise 8.94 ± 1.43 temas noktası oluşmuştur. Çalışmada her grup için elde edilen sayısal kontak verileri, homojenite testine tabi tutulmuştur. Uygulanan homojenite testi sonucunda istatistiksel değerlendirme için One-Way ANOVA varyans analizi testi uygun görülmüştür. Yapılan analiz sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 2.).

Tablo 1. Oklüzal splintlerin karşıt dental ark ile kontakt bulgularının tanımlayıcı istatistiksel analizi

Descriptives								
					95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Min.	Max.
A	16	10.81	2.07	.52	9.70	11.91	6.00	13.00
B	16	9.50	1.63	.41	8.63	10.37	6.00	12.00
C	16	8.94	1.43	.36	8.17	9.70	6.00	11.00

Tablo 2. Oklüzal splintlerin karşıt dental ark ile kontakt bulgularının gruplar arası değerlendirmesi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	29.625	2	14.813	4.924	.012
Within Groups	135.375	45	3.008		
Total	165.000	47			

Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunun anlaşılması için Post Hoc testi uygulanmıştır. Kontrol grubu ile C grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), Kontrol grubu ve B grubu ile B ve C grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı seviyede değildir (Tablo 3.).

Tablo 3.Karşıt dental ark ile kontakt bulgularından elde edilen istatistiksel farkın hangi gruplar arasında olduğunun değerlendirilmesi

Multiple Comparisons							
Dependent Variable	**(I) grup**	**(J) grup**	**Mean Difference (I-J)**	**Std. Error**	**Sig.**	**95% Confidence Interval**	
						Lower Bound	**Upper Bound**
Tukey HSD	**A**	**B**	1,3125	0,61322	.093	-0,1737	2,7987
		C	1.87500*	0,61322	.010	0,3888	3,3612
	B	**A**	-1,3125	0,61322	.093	-2,7987	0,1737
		C	0,5625	0,61322	.632	-0,9237	2,0487
	C	**A**	-1.87500*	0,61322	.010	-3,3612	-0,3888
		B	-0,5625	0,61322	.632	-2,0487	0,9237
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.							

4.2. Anterior, Posterior, Vestibül Kalınlık Bulguları

Dijital programların yazılıma verilen parametrelerde splint üretip üretemediklerinin kontrolü için splintlerin belirli bölgelerinde ölçümler yapıldı. Ölçüm için oklüzal splintlerin anterior, vestibül ve posteriorlarında birer nokta seçildi. Bu noktalara ait grupların kalınlık değerleri Tablo 4.2 de verilmiştir. Anterior kalınlık değerleri ortalamaları; A grubunda 4.32 ± 0.91 mm, B grubunda 3,13 ± 0,31 mm, C grubunda 2,26 ± 0,59 mm olarak tespit edilmiştir. Vestibül kalınlık değerleri ortalamaları; A grubunda 1,06 ± 0,25 mm, B grubunda 1,67 ± 0,49 mm, C grubunda 1,25 ± 0,45 mm olarak tespit edilmiştir. Posterior kalınlık değerleri ortalamaları; A grubunda 2,89 ± 0,64 mm, B grubunda 3,07 ± 0,6 mm, C grubunda 2,98 ± 0,47 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.).

Tablo 4. Grupların kalınlık değerleri

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
						Lower Bound	Upper Bound
Anterior kalınlık	**A**	16	4.32	0.91	.22808	3.8326	4.8049
	B	16	3.13	0.31	.07719	2.9605	3.2895
	C	16	2.26	0.59	.14943	1.9377	2.5748
Vestibul kalınlık	**A**	16	1.06	0.25	.06250	.9293	1.1957
	B	16	1.67	0.49	.12264	1.4136	1.9364
	C	16	1.25	0.45	.11180	1.0117	1.4883
Posterior kalınlık	**A**	16	2.89	0.64	.15970	2.5502	3.2310
	B	16	3.07	0.60	.15035	2.7545	3.3955
	C	16	2.98	0.47	.11741	2.7341	3.2346

Ölçülen bu değerlerin gruplararası fark gösterip göstermediği istatistiksel olarak incelenmiştir. İstatistiksel inceleme sonucunda gruplar arası fark olduğu görülmektedir (Tablo 5.) ($p<0.05$). Bu fark oklüzal splintlerin anterior ve vestibül bölgelerdeki ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Posterior bölge kalınlıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Tablo 5. Anterior, posterior, vestibül kalınlık bulgularının gruplar arası istatistiksel değerlendirilmesi

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
Posterior kalınlık	**Between Groups**	.27	2	.14	.412	.665
	Within Groups	14.85	45	.33		
Anterior kalınlık	**Between Groups**	34.31	2	17.16	40.057	<.001
	Within Groups	19.27	45	.43		
Vestibul kalınlık	**Between Groups**	3.15	2	1.58	9.395	<.001
	Within Groups	7.55	45	.17		

Anterior ve vestibül kalınlıklarda görülen farkın hangi gruplar arasında olduğunun anlaşılması için Post Hoc testi uygulanmıştır. Anterior kalınlık verileri Post Hoc testi ile incelendiğinde tüm gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.001$) . Vestibül kalınlık verileri Post Hoc testi ile incelendiğinde sadece A ve B grubu arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p< 0.001$) (Tablo 6.).

Tablo 6. Anterior ve Vestibül Kalınlık değerlerinin Post Hoc test incelemesi

Multiple Comparisons								
Dependent Variable		**(I) grup**	**(J) grup**	**Mean Difference (I-J)**	**Std. Error**	**Sig.**	**95% Confidence Interval**	
							Lower Bound	**Upper Bound**
Anterior kalınlık	**Tukey HSD**	**A**	**B**	1.19375*	.23138	<.001	.6330	1.7545
			C	2.06250*	.23138	<.001	1.5017	2.6233
		B	**A**	-1.19375*	.23138	<.001	-1.7545	-.6330
			C	.86875*	.23138	.001	.3080	1.4295
		C	**A**	-2.06250*	.23138	<.001	-2.6233	-1.5017
			B	-.86875*	.23138	.001	-1.4295	-.3080
Vestibul kalınlık	**Tukey HSD**	**A**	**B**	-.61250*	.14479	<.001	-.9634	-.2616
			C	-.18750	.14479	.405	-.5384	.1634
		B	A	.61250*	.14479	<.001	.2616	.9634
			C	.42500*	.14479	.014	.0741	.7759
		C	A	.18750	.14479	.405	-.1634	.5384
			B	-.42500*	.14479	.014	-.7759	-.0741
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.								

4.3. Yüzey Pürüzlülük Bulguları

Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Örnekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 3D basım reçinede pürüzlülük değerleri ortalaması 0.07 ± 0.009 μm, soğuk akrilik pürüzlülük değerleri ortalaması 0.06 ± 0.01 µm olarak tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. 3D print reçine ve soğuk akrilik silindirlerin pürüzlülük değerlerinin istatistiksel değerlendirilmesi

	Mean	**SD**	**Min.**	**Max.**	**Test Statistics[a]**	
3D Print	.0744	.00926	.06	.08	Kruskal-Wallis H	5.362
Soğuk akrilik	.0635	.01414	.04	.08	Asymp. Sig.	.068

a: Kruskal Wallis Test, p>0.05

4.4. Nitel Değerlendirme Bulguları

Oklüzal splint değerlendirme formlarında bulunan Evet/Hayır, Doğru/Yanlış, Var/Yok cevapları bulunan sorular, yardımcı araştırmacı hekim tarafından tüm gruplardaki oklüzal splintler için, klinik gözlemlere dayanarak cevaplandırılmıştır. Cevaplar oklüzal splint değerlendirme formlarına kaydedilmiştir.

Yardımcı araştırmacı hekimin işaretlediği her Evet, Doğru veya Var cevabı için 1 puan, her Hayır, Yanlış veya Yok cevabı için ise 0 puan yazılmıştır.Her soru kategorisinde puanlar toplanarak yüzdeleri hesaplanmış ve tablolaştırılmıştır.

Yapılan inceleme sonucunda; giriş yolu, düz oklüzal yüzey, dikey boyut artışıanterior rehber rampa, homojen oklüzal temaslar , dijital tasarım ile uyum parametrelerinde gruplar arası herhangi bir fark görülmezken ; adaptasyon ihtiyacı, kanin koruyuculu oklüzyon , erken temas parametrelerinde fark bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Nitel verilerin değerlendirilmesi

	Grup A		Grup B		Grup C	
	Evet (%)	**Hayır (%)**	**Evet (%)**	**Hayır (%)**	**Evet (%)**	**Hayır (%)**
Giriş Yolu	100	0	100	0	100	0
Düz Oklüzal Yüzey	100	0	100	0	100	0
Dikey Boyut Artışı	100	0	100	0	100	0
Adaptasyon İhtiyacı	100	0	31,25	68,75	31,25	68,75
Kanin Koruyuculu Oklüzyon	100	0	100	0	93,75	6,25
Anterior Rehber Rampa	100	0	100	0	100	0
Erken Temas	0	100	12,5	87,5	12,5	87,5
Oklüzal Temaslar Homojen	100	0	100	0	100	0
Dijital Tasarım İle Uyum	X	X	100	0	100	0

4.5. Süre Bulguları

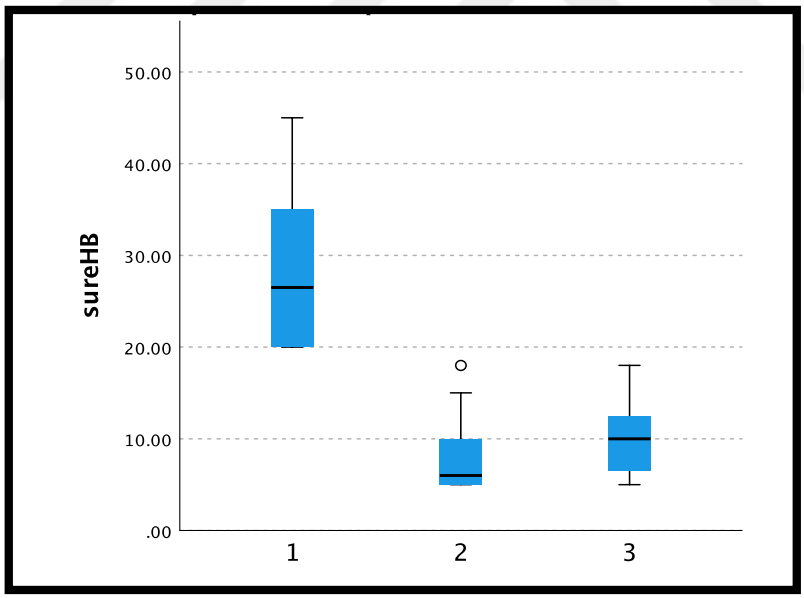
Çalışmada kullanılan oklüzal splintlerin, tasarım ve üretim şekilleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle çalışmada hekimin hasta başında geçirdiği süre ve laboratuarda splintlerin üretiminde harcanan süre ayrı hesaplanıp değerlendirilmiştir (Tablo 9.). Alt grup ayrımı yapılmadan hekimin hasta başında geçirdiği süre ve laboratuarda geçen süreler incelendiğinde sırasıyla 15.42 ± 10.85 ve 53.12 ± 16.68 dakikalık bir süre elde edilmiştir.

Tablo 9. Hekimin Hasta Başında Geçirdiği Süre Ve Laboratuarda Süreleri İncelemesi

Descriptive Statistics					
	N	**Mean**	**Std. Deviation**	**Minimum**	**Maximum**
sureHB	48	15.4167	10.85462	5.00	45.00
sureLAB	48	53.1250	16.68306	25.00	75.00
grup	48	2.0000	.82514	1.00	3.00

4.5.1. Hasta Başında Geçen Süre Bulguları

16 gönüllüde her üç grup için kaydedilen klinik süre verilerine (Şekil 26.), istatistiksel değerlendirme için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda gruplararasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür (Tablo 10.).



Şekil 26. Hasta başında geçen sürenin gruplara göre grafik ile incelenmesi

Tablo 10. Hasta başında geçen sürelerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Total N	48
Test Statistic	32.601[a]
Degree Of Freedom	2
Asymptotic Sig.(2-sided test)	<.001

Hasta başında geçen süre farkının hangi gruptan kaynaklandığının saptanması için yapılan analizde (Tablo 11.) gruplar arasında anlamlı bir fark görülmüştür. Kontrol grubu (Grup A) ile çalışma grupları (Grup B ve C) arasındaki fark anlamlı iken, çalışma grupları arasındaki fark anlamsızdır.

Tablo 11. Hasta başında geçen sürenin gruplar arasında ikili karşılaştırılması

Sample 1-Sample 2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.[a]
B-C	-4.250	4.910	-.866	.387	1.000
B-A	26.125	4.910	5.320	<.001	.000
C-A	21.875	4.910	4.455	<.001	.000
a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.					

4.5.2. Laboratuarda Geçen Süre Bulguları

Her grup için laboratuarda geçen süre ortalamaları hesaplandı. Elde edilen sayısal veriler istatistiksel olarak anlamlandırabilmek adına Kruskal-Wallis testine tabi tutulmuştur (Tablo 12). Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

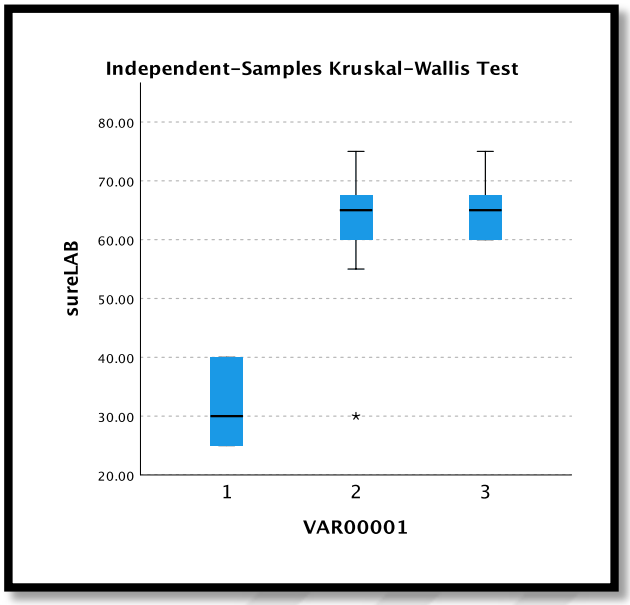
Tablo 12. Laboratuarda geçen sürenin gruplar arasında ikili karşılaştırılması

Test Statistics[a,b]	
Kruskal-Wallis H	30.176
df	2
Asymp. Sig.	<.001
a. Kruskal Wallis Test	

Analiz sonucunda ortaya çıkan gruplar arası farkın hangi gruplar arasında olduğunu incelemek adına Mann Whitney testi yapılmıştır (Tablo 13.) (Şekil 27.). Laboratuar süreleri karşılaştırılmasında, kontrol grubu (Grup A) ile çalışma grupları (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.001$). Kontrol grubu oklüzal splintlerin üretimi için gerekli laboratuar süresinin, çalışma gruplarındaki oklüzal splintlerin laboratuar sürelerinden daha az olduğu tespit edilmiştir. Çalışma grupları arasında bir fark bulunmamıştır.

Tablo 13. Laboratuar Sürelerinin Mann Whitney Testi İle Değerlendirilmesi

Sample1-Sample 2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.[a]
A-B	-22.250	4.879	-4.561	<.001	.000
A-C	-24.062	4.879	-4.932	<.001	.000
B-C	-1.812	4.879	-.372	.710	1.000



Şekil 27. Laboratuarda geçen sürenin gruplara göre grafik ile incelenmesi

4.6. Gönüllü, Hekim ve Teknisyen Memnuniyeti Bulguları

Çalışmada üretilen oklüzal splintlerin; gönüllü, hekim ve teknisyenler açısından memnuniyet değerlerinin ölçülebilmesi amacıyla, sayısal olarak ölçülemeyen değerleri sayısal hale getiren "Visual Analog Skala (VAS)" değerleri kullanılmıştır.

Gönüllüler, yardımcı araştırmacı hekim ve üretici teknisyenden elde edilen VAS skor verileri homojenite testine sokulmuştur. Homojenite testi sonucuna göre istatistiksel değerlendirme için ONE-WAY ANOVA testi uygun bulunmuştur (Tablo 14.).

Tablo 14. VAS skor verilerinin istatistiksel değerlendirilmesi

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
VAS Teknisyen	**Between Groups**	78.292	2	39.146	39.697	<.001
	Within Groups	44.375	45	.986		
	Total	122.667	47			

VAS Gönüllü	**Between Groups**	12.792	2	6.396	2.381	.104
	Within Groups	120.875	45	2.686		
	Total	133.667	47			
VAS Hekim	**Between Groups**	43.167	2	21.583	19.923	<.001
	Within Groups	48.750	45	1.083		
	Total	91.917	47			

Gönüllü, hekim ve teknisyenden elde edilen VAS skor verilerinin istatistiksel değerlendirilmesi sonucu teknisyenin ve hekimin oklüzal splint memnuniyet derecelerinde anlamlı bir fark görülmüştür ($p< 0.001$). Bu anlamlı farkın hangi çalışma grupları arasında olduğunu anlamak amacıyla veriler Post Hoc testi ile tekrar değerlendirilmiştir (Tablo 15.).

Tablo 15. VAS skor verilerinin gruplar arası istatistiksel değerlendirilmesi

Dependent Variable		**(I) grup**	**(J) grup**	**Mean Difference (I-J)**	**Std. Error**	**Sig.**	**95% Confidence Interval**	
							Lower Bound	**Upper Bound**
VAS Teknisyen	**Tukey HSD**	**A**	**B**	1.43750*	0,35109	<.001	0,5866	2,2884
			C	3.12500*	0,35109	<.001	2,2741	3,9759
		B	**A**	-1.43750*	0,35109	<.001	-2,2884	-0,5866
			C	1.68750*	0,35109	<.001	0,8366	2,5384
		C	**A**	-3.12500*	0,35109	<.001	-3,9759	-2,2741
			B	-1.68750*	0,35109	<.001	-2,5384	-0,8366
VAS Gönüllü	**Tukey HSD**	**A**	**B**	-1,0625	0,57945	.170	-2,4669	0,3419
			C	-1,125	0,57945	.139	-2,5294	0,2794
		B	**A**	1,0625	0,57945	.170	-0,3419	2,4669
			C	-0,0625	0,57945	.994	-1,4669	1,3419
		C	**A**	1,125	0,57945	.139	-0,2794	2,5294
			B	0,0625	0,57945	.994	-1,3419	1,4669
		A	**B**	-1.87500*	0,36799	<.001	-2,7669	-0,9831

VAS Hekim	**Tukey HSD**		**C**	-2.12500*	0,36799	<.001	-3,0169	-1,2331
		B	**A**	1.87500*	0,36799	<.001	0,9831	2,7669
			C	-0,25	0,36799	.777	-1,1419	0,6419
		C	**A**	2.12500*	0,36799	<.001	1,2331	3,0169
			B	0,25	0,36799	.777	-0,6419	1,1419
*. The mean difference is significant at the 0.05 level. Post Hoc tests.								

Teknisyen memnuniyeti VAS skor değerlendirilmesinde istatistiksel sonuçlara göre her grup arasında (Grup A, Grup B, Grup C) anlamlı bir fark bulunmuştur.

Yardımcı araştırmacı hekim memnuniyeti VAS skor değerlendirmesinde ise istatistiksel olarak, kontrol grubu (Grup A) ve çalışma grupları (Grup B ve C) arasında anlamlı bir fark bulunurken, çalışma gruplarının kendi aralarında değerlendirilmesinde anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Gönüllü memnuniyeti VAS skor değerlendirmesinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

4.7. Oklüzal Splintlerin Oturma Yüzeylerinin, Dental Ark Tarama Verileriyle Çakıştırılma Bulguları

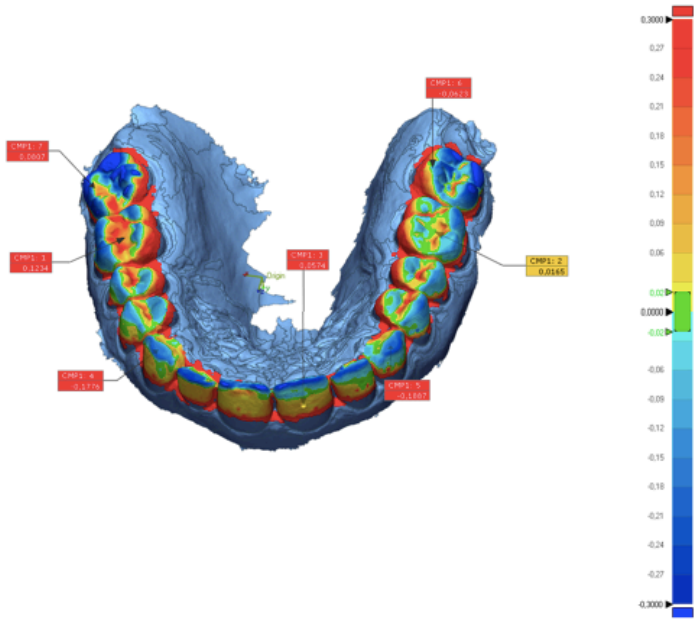
Bu çakıştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlandırabilecek veriler elde etmek amacıyla, çakıştırma görüntüleri üzerinde 7 adet karşılaştırma değerlendirme noktaları (CMP) belirlenmiştir (Şekil 28.). Bu noktalarda elde edilen veriler (µm), Kruskal-Wallis testi kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 16.).

Tablo 16. Karşılaştırma değerlendirme noktaları verilerinin Kruskal-Wallis testi ile istatistiksel değerlendirilmesi

Test Statistics			
	Kruskal-Wallis H	**df**	**Asymp. Sig.**
CMP1	1.501	2	.472
CMP2	.184	2	.912
CMP3	7.829	2	.020
CMP4	9.722	2	.008

CMP5	3.233	2	.199
CMP6	.473	2	.790
CMP7	2.629	2	.269
a.Kruskal Wallis Test			

Oklüzal splintlerin dental arka oturma yüzeylerinin, gönüllülerin dental ark dijital verileriyle bilgisayar ortamında çakıştırılması sonucu elde edilen karşılaştırma değerlendirme noktalarındaki mesafelerin (µm) sayısal değerleri istatistiksel olarak Kruskal-Wallis testi ile karşılaştırıldığında gruplar arasında herhangi bir anlamlı fark bulunmamıştır.



Şekil 28. Karşılaştırma Değerlendirme Noktaları

4.8. Oklüzal Splintlerin, Kondillerin Anatomik Hareket Yollarına Etkilerinin Değerlendirilme Bulguları

Mandibulanın anatomik hareket yolları her bireye göre farklılık göstermektedir. Çalışmada üretilen oklüzal splintlerin mandibulanın bu hareket yollarına etkisini karşılaştırmak amaçlanmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerin gerçekleşebilmesi amacıyla, elde edilen verilerden sayısal olanları karşılaştırılmıştır. Bu sayısal veriler mandibulanın sağa, sola ve öne kayma hareketleri sırasında sağ kondilin uzayda x, y ve z düzlemlerinde yer değiştirme (mm) miktarıdır (Tablo 17.).

Mandibulanın sağ yana kayma hereketi sırasında sağ kondilin x düzleminde yer değiştirme ortalamarı; anatomik hareketler ve A grubu arasında 0,28 ± 0,45 mm, anatomik hareketler ve B grubu arasında 0,23 ± 0,45 mm, anatomik hareketler ve C grubu arasında 0,56 ± 0,45 mm olarak tespit edilmiştir.

Mandibulanın sağ yana kayma hereketi sırasında sağ kondilin y düzleminde yer değiştirme ortalamarı; anatomik hareketler ve A grubu arasında 0,12 ± 0,5 mm, anatomik hareketler ve B grubu arasında 0,02 ± 0,5 mm, anatomik hareketler ve C grubu arasında 0,1 ± 0,5 mm olarak tespit edilmiştir.

Mandibulanın sağ yana kayma hereketi sırasında sağ kondilin z düzleminde yer değiştirme ortalamarı; anatomik hareketler ve A grubu arasında 0,15 ± 0,33 mm, anatomik hareketler ve B grubu arasında 0,08 ± 0,33 mm, anatomik hareketler ve C grubu arasında 0,09 ± 0,33 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 18.).

Bu ortalamalar istatistiksel olarak incelendiğinde sonuçlar anlamlı bulunmamıştır (p>0.005).

Tablo 17. Mandibulanın sağ yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
rightlateralX	**Between Groups**	2.561	3	.854	.515	.673
	Within Groups	99.429	60	1.657		
	Total	101.990	63			
rightlateralY	**Between Groups**	.410	3	.137	.068	.977
	Within Groups	120.348	60	2.006		
	Total	120.758	63			
rightlateralZ	**Between Groups**	.184	3	.061	.070	.976
	Within Groups	52.356	60	.873		

	Total	52.540	63			

Tablo 18. Mandibulanın sağ yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlarının Post Hoc Testi ile değerlendirilmesi

Multiple Comparisons								
Dependent Variable		(I) grup	(J) grup	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
rightlateralX	**Tukey HSD**	**Anatomik**	**A**	-0,28125	0,45513	.926	-1,4839	0,9214
			B	-0,23125	0,45513	.957	-1,4339	0,9714
			C	-0,5625	0,45513	.607	-1,7652	0,6402
		A	**Anatomik**	0,28125	0,45513	.926	-0,9214	1,4839
			B	0,05	0,45513	1.000	-1,1527	1,2527
			C	-0,28125	0,45513	.926	-1,4839	0,9214
		B	**Anatomik**	0,23125	0,45513	.957	-0,9714	1,4339
			A	-0,05	0,45513	1.000	-1,2527	1,1527
			C	-0,33125	0,45513	.886	-1,5339	0,8714
		C	**Anatomik**	0,5625	0,45513	.607	-0,6402	1,7652
			A	0,28125	0,45513	.926	-0,9214	1,4839
			B	0,33125	0,45513	.886	-0,8714	1,5339
rightlateralY	**Tukey HSD**	**Anatomik**	**A**	0,125	0,50072	.994	-1,1982	1,4482
			B	0,025	0,50072	1.000	-1,2982	1,3482
			C	-0,1	0,50072	.997	-1,4232	1,2232
		A	**Anatomik**	-0,125	0,50072	.994	-1,4482	1,1982
			B	-0,1	0,50072	.997	-1,4232	1,2232
			C	-0,225	0,50072	.970	-1,5482	1,0982
		B	**Anatomik**	-0,025	0,50072	1.000	-1,3482	1,2982
			A	0,1	0,50072	.997	-1,2232	1,4232
			C	-0,125	0,50072	.994	-1,4482	1,1982
		C	**Anatomik**	0,1	0,50072	.997	-1,2232	1,4232
			A	0,225	0,50072	.970	-1,0982	1,5482
			B	0,125	0,50072	.994	-1,1982	1,4482
rightlateralZ	**Tukey HSD**	**Anatomik**	**A**	-0,15	0,33026	.969	-1,0227	0,7227
			B	-0,0875	0,33026	.993	-0,9602	0,7852

			C	-0,09375	0,33026	.992	-0,9665	0,779
		A	**Anatomik**	0,15	0,33026	.969	-0,7227	1,0227
			B	0,0625	0,33026	.998	-0,8102	0,9352
			C	0,05625	0,33026	.998	-0,8165	0,929
		B	**Anatomik**	0,0875	0,33026	.993	-0,7852	0,9602
			A	-0,0625	0,33026	.998	-0,9352	0,8102
			C	-0,00625	0,33026	1.000	-0,879	0,8665
		C	**Anatomik**	0,09375	0,33026	.992	-0,779	0,9665
			A	-0,05625	0,33026	.998	-0,929	0,8165
			B	0,00625	0,33026	1.000	-0,8665	0,879
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.								

Mandibulanın sol yana kayma hereketi sırasında sağ kondilin x düzleminde yer değiştirme ortalamarı; anatomik hareketler ve A grubu arasında 0,43 ± 0,46 mm, anatomik hareketler ve B grubu arasında 0,31 ± 0,46 mm, anatomik hareketler ve C grubu arasında 0,65 ± 0,46 mm olarak tespit edilmiştir.

Mandibulanın sağ yana kayma hereketi sırasında sol kondilin y düzleminde yer değiştirme ortalamarı; anatomik hareketler ve A grubu arasında 0,24 ± 0,46 mm, anatomik hareketler ve B grubu arasında 0,25 ± 0,46 mm, anatomik hareketler ve C grubu arasında 0,45 ± 0,46 mm olarak tespit edilmiştir.

Mandibulanın sağ yana kayma hereketi sırasında sol kondilin z düzleminde yer değiştirme ortalamarı; anatomik hareketler ve A grubu arasında 0,05 ± 0,28 mm, anatomik hareketler ve B grubu arasında 0,03 ± 0,28 mm, anatomik hareketler ve C grubu arasında 0,09 ± 0,28 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 19./20.).

Bu ortalamalar istatistiksel olarak incelendiğinde sonuçlar anlamlı bulunmamıştır (p>0.005).

Tablo 19. Mandibulanın sol yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlanın istatistiksel olarak karşılaştırılması

ANOVA						
		Sum of Squares	**df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
leftlateralX	**Between Groups**	3.598	3	1.199	.706	.552

	Within Groups	101.881	60	1.698		
	Total	105.479	63			
leftlateralY	**Between Groups**	1.671	3	.557	.319	.812
	Within Groups	104.829	60	1.747		
	Total	106.500	63			
leftlateralZ	**Between Groups**	.223	3	.074	.115	.951
	Within Groups	38.859	60	.648		
	Total	39.082	63			

Tablo 20. Mandibulanın sol yana kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlanın Post Hoc Testi ile değerlendirilmesi

Multiple Comparisons								
Dependent Variable		**(I) grup**	**(J) grup**	**Mean Difference (I-J)**	**Std. Error**	**Sig.**	**95% Confidence Interval**	
							Lower Bound	**Upper Bound**
leftlateralX	**Tukey HSD**	**Anatomik**	**A**	-0,4375	0,46071	.778	-1,6549	0,7799
			B	-0,31875	0,46071	.900	-1,5362	0,8987
			C	-0,65625	0,46071	.489	-1,8737	0,5612
		A	**Anatomik**	0,4375	0,46071	.778	-0,7799	1,6549
			B	0,11875	0,46071	.994	-1,0987	1,3362

			C	-0,21875	0,46071	.964	-1,4362	0,9987
		B	**Anatomik**	0,31875	0,46071	.900	-0,8987	1,5362
			A	-0,11875	0,46071	.994	-1,3362	1,0987
			C	-0,3375	0,46071	.884	-1,5549	0,8799
		C	**Anatomik**	0,65625	0,46071	.489	-0,5612	1,8737
			A	0,21875	0,46071	.964	-0,9987	1,4362
			B	0,3375	0,46071	.884	-0,8799	1,5549
leftlateralY	**Tukey HSD**	**Anatomik**	**A**	-0,24375	0,46733	.954	-1,4787	0,9912
			B	-0,25	0,46733	.950	-1,4849	0,9849
			C	-0,45625	0,46733	.763	-1,6912	0,7787
		A	**Anatomik**	0,24375	0,46733	.954	-0,9912	1,4787
			B	-0,00625	0,46733	1.000	-1,2412	1,2287
			C	-0,2125	0,46733	.968	-1,4474	1,0224
		B	**Anatomik**	0,25	0,46733	.950	-0,9849	1,4849
			A	0,00625	0,46733	1.000	-1,2287	1,2412
			C	-0,20625	0,46733	.971	-1,4412	1,0287
		C	**Anatomik**	0,45625	0,46733	.763	-0,7787	1,6912
			A	0,2125	0,46733	.968	-1,0224	1,4474

			B	0,20625	0,46733	.971	-1,0287	1,4412
leftlateralZ	**Tukey HSD**	**Anatomik**	**A**	0,05	0,28453	.998	-0,7019	0,8019
			B	-0,1125	0,28453	.979	-0,8644	0,6394
			C	-0,03125	0,28453	1.000	-0,7831	0,7206
		A	**Anatomik**	-0,05	0,28453	.998	-0,8019	0,7019
			B	-0,1625	0,28453	.940	-0,9144	0,5894
			C	-0,08125	0,28453	.992	-0,8331	0,6706
		B	**Anatomik**	0,1125	0,28453	.979	-0,6394	0,8644
			A	0,1625	0,28453	.940	-0,5894	0,9144
			C	0,08125	0,28453	.992	-0,6706	0,8331
		C	**Anatomik**	0,03125	0,28453	1.000	-0,7206	0,7831
			A	0,08125	0,28453	.992	-0,6706	0,8331
			B	-0,08125	0,28453	.992	-0,8331	0,6706
*. The mean difference is significant at the 0.05 level.								

Tablo 21. Mandibulanın protrüziv kayma hareketinde sağ kondilin uzayda x,y,z düzleminde yer değiştirme miktarlanın istatistiksel olarak karşılaştırılması

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
protruzyon X	64	4.1172	1.57304	1.00	7.20

protruzyon Y	64	3.1625	1.08825	1.00	5.40
protruzyon Z	64	.5500	.35857	.10	1.80
group	64	2.50	1.127	1	4

TARTIŞMA

Bu doktora tezinde, oklüzal splint üretiminde kullanılan farklı dijital tasarım tekniklerinin etkinliği in-vivo olarak araştırılmıştır. Çalışmaya dahil edilen gönüllüler için 2 grup dijital splint üretilmiş ve üretilen bu splintler kontrol grubu olarak kabul edilen geleneksel yöntem ile üretilen splintler ile karşılaştırılmıştır. Çalışma gruplarını oluşturan splintlerin üretimi için 2 farklı yazılım (Exocad ve 3-Shape) kullanılmış, üretim tam dijital iş akışı ile gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında test edilen sıfır hipotezleri şöyledir;

1) Dijital teknikler ile üretilen splintler 'Oklüzal splintlerin sağlaması gereken klinik özellikleri' sağlayamazlar.
2) Oklüzal splint üretim tekniği hasta, hekim ve teknisyen memnuniyetine etki etmez.
3) Dijital yazılım programı ile üretilen splintler kondillerin anatomik hareketleri ile fonksiyonel uyum göstermez.

Doktora çalışmasının sonuçlarının değerlendirildiğinde; 1. ve 3. Sıfır hipotezleri red edilirken, 2.sıfır hipotezi kısmen rededilmiştir. Her iki splint yazılımının 'Oklüzal splintlerin sağlaması gereken klinik özellikleri' sağladıkları, ancak geleneksel yöntem ile üretilen oklüzal splintler ile aralarında bazı kriterlerde farklılıklar olduğu görülmüştür. Dijital iş akışı ile üretilen oklüzal splintler ile geleneksel oklüzal splintler arasında anterior ve vestibül kalınlık, hekim ve teknisyen memnuniyeti, oklüzal kontakt noktaları, klinik ve laboratuarda harcanan süre parametrelerinde farklar görülmüştür ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı derecededir.

TMD; toplumda sık görülen ve bireylerin %20'sinin hayatlarının herhangi bir döneminde ortaya çıkan yaygın bir hastalıktır. Yapılan çalışmalar bireylerin %33'ünde ağrı, eklem bölgesinde klik sesi, ağız açmada kısıtlılık gibi TMD semptomlarından en az birinin görüldüğünü ortaya koymaktadır. Temporomandibular düzensizliklerin semptomlarının giderilmesinde uzun yıllardır oklüzal splintler başarılı bir tedavi aracı olarak kullanılmaktadır. Oklüzal stabilizasyon splintleri farklı splint çeşitleri arasında en çok kullanılandır (88). Hem laboratuvar hem de klinik aşamaları bulunan geleneksel splintlerin teknisyen ve hekim tecrübesinden kaynaklanan üretim sorunları yanısıra malzemeye bağlı bir takım sorunları da bulunmaktadır. Bu da hem hekim hem de hasta için zaman kaybı ve artan maliyete neden olmaktadır. İnsana ve kullanılan malzemeye bağlı faktörler tedavinin başarısına etki etmektedir. Gelişen teknolojilerin ve bu teknolojilerde kullanılan yeni yüksek fiziksel ve mekanik

özelliklere sahip mazlemelerin oklüzal splint üretimde de kullanılması hem hekim hem de hasta için avantaj sağlayacaktır. Bu nedenle biz de tez çalışmamızda diş hekimliğinde büyük yeniliklere yol açan CAD/CAM teknolojileri ile üretilen splintleri araştırdık. Splintlerin tasarımında kullanılan yazılım programları oldukça yeni olduğu için bu programların etkinliği bilinmemektedir. Çalışmamızın yapıldığı dönemde splintlerin tasarımını inceleyen herhangi başka bir çalışma bulunmamaktaydı.

5.1. Çalışma gruplarının oluşturulması:

TMD işaret ve semptomlarının görülme oranının toplumda en çok 20-40 yaş ortalamasında olduğu ve bu işaret ve semptomların kadınlarda görülme olasılığının erkeklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (89). Bu doktora tezinde çalışma gruplarına seçilen gönüllü bireylerin yaşları ve cinsiyetleri, TMD görülme olasılığının en fazla olduğu yaş grubu ve cinsiyetten olacak şekilde seçilmiştir. Çalışma dahil olan 16 gönüllünün 14 kadın, 2 erkekti, yaş ortalaması ise 25,8'di. Ayrıca çalışma gruplarında kaç gönüllünün yer alması gerektiği Güç Analizi ile belirlenmiştir.

Çalışma grupları sağlıklı, TMD işaret ve semptomlarını taşımayan gönüllülerden oluşturulmuştur. Normal kullanımın aksine, DC/TMD formu bu çalışmada, gönüllülerde TMD işaret ve semptomunun bulunmadığının tespiti için kullanılmıştır. Bizim çalışmamızın amaçlarından biri dijital tasarım yazılımlarının TME'in fonksiyonları ile uyumlu oklüzal splint üretip üretemediğini test etmek olduğundan, çalışmaya TMD işaret ve semptomlarına sahip olmayan sağlıklı bireyler dahil edilmiştir. DC/TMD protokolü geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiş ve uluslararası kabul görmüş bir form olup, teşhis koymada bilimsel referans teşkil etmektedir (90). Çalışmamızda DC/TMD soru formunun "Uluslararası DC/TMD'ye Dayalı Arastırmalar Konsorsiyunu" tarafından önerilen Türkçe tercümesi kullanıldı (91). DC/TMD formunun ilk bölümü klinik muayene bulgularını içerirken, ikinci bölümde ise ağrının ve psikososyal durumun değerlendirilmesini sağlayan sorular bulunmaktadır. Bu doktora tezinde sadece ilk bölüm kullanılmıştır. Bu nedenle, bu çalışmada DC/TMD gönüllülerde herhangi bir TMD işaret ve bulgusu olup olmadığının araştırılması için kullanılmıştır ve gönüllülerin, bu formlardaki sorular esas alınarak TMD ve çiğneme sistemi bozuklukları açısından tamamen sağlıklı oldukları ve son 2 yıl içerisinde TMD ve semptomlarını göstermedikleri tespit edilmiştir. DC/TMD formunun TMD tespitinde güvenilir olduğunu gösteren bir çok araştırma

bulunmaktadır (92,93). Manfredini ve ark. yaptığı çalışmada, DC/TMD formu bulguları ile MR bulguları eşleşmiştir. Mazzlin ve ark. yaptıkları çalışmalarda da klinik tespitlerin MR bulgularıyla paralel olduğunu, klinik bulgularının hastalıkların teşhisi hakkında yeterli olabileceğini belirtmişlerdir.

5.2.Splint üretim iş akışı

Oklüzal splintler farklı metodlar ile üretilmektedir. Konvansiyonel yöntemle üretilen oklüzal splintlerde, dijital teknolojiler üretim ve ölçü aşamalarının hiç birinde yer almaz. Altın standart olarak kabul edilen vakumlu sistemlerin kullanıldığı geleneksel üretim tekniğinde; hastalardan fiziksel ölçü alınır, alçı model elde edilir ve şeffaf akrilik vinil plaklardan splintler bu modellerin üzerinde üretilir. Hastalardan ölçü alımı sırasında, ölçü malzemesi veya ölçü alınma prosedürü sırasında malzeme veya hekim kaynaklı hatalar meydana gelebilmektedir (94). Bu hataların dijital iş akışı ile elimine edilebileceği ön görüsü ile bu çalışmada tam dijital iş akışı tercih edilmiştir. Dental literatürde tam dijital iş akışının oklüzal splint üretiminde başarıyla kullanılabileceği bildirilmiştir. Wang ve arkadaşlarının (2019) yaptıkları çalışmada uyku bruksizmi bulunan 24 hasta randomize şekilde iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubundaki hastalara tamamen konvansiyonel iş akışı esas alınarak ve çalışma grubundaki hastalara ise tamamen dijital iş akışı esas alınarak oklüzal splintler üretilmiştir. Gruplar karşılaştırıldığında dijital ve konvansiyonel oklüzal splintler arasında kullanım, oklüzal yüzey özellikleri ve retansiyon açısından anlamlı bir fark görülmemiştir. Dijital iş akışının oklüzal splint üretimini hızlandırıp, optimize ettiği tespit edilmiştir. Bunun yanısıra dijital iş akışının hasta konforunu artırdığı ve çevre dostu olduğu da belirtilmiştir (95). Benzer sonuçlar daha sonraki yıllarda da yapılan çalışmalar da elde edilmiştir. Patzelt ve arkadaşlarının 2022'de yaptıkları çalışmada 15 oklüzal splint hem konvansiyonel hem de dijital iş akışları kullanılarak üretilmiştir. Bu çalışmada oklüzal splint üretiminde dijital iş akışının zaman tasarrufu ve oklüzal splintlerin dental arka uyum açısından konvansiyonel iş akışına göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir (96). Bizim çalışmamızın sonuçları da literatürü desteklemektedir. Bu tez çalışması ve diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, dijital iş akışının avantajları göz önünde bulundurulduğunda dijital iş akışı methodu, konvansiyonel yöntemin geleceği olarak ön görülebilir.

Diş hekimliğinde CAD/CAM teknolojileri ilk defa 1980'li yıllarda tek kuron restorasyonları ile uygulanmaya başlamış olmasına rağmen, oklüzal splint üretiminde kullanılmaya başlanması oldukça yenidir (97). Bunun en önemli sebebi; ağız içi tarayıcıların tam ark taramalarda istenilen hassasiyete yeni ulaşmış olmalarıdır. Tam dijital iş akışı ile tasarlanıp üretilen oklüzal splintlerde; hastaların dental ark ve kapanış verileri bir intraoral tarayıcı ile dijital ortama aktarılmaktadır. Elde edilen bu dijital tarama verileri üzerinde bilgisayar ortamında oklüzal splint tasarımları yapılır. Elde edilen dijital tasarımlar, bu tasarımların oluşturulduğu bilgisayar yazılımlarıyla entegre eklemeli (3D basım) veya eksiltmeli (Milling) sistemlerle üretilir. Ağız içi tarama verilerinin elde edilmesi sırasında intraoral tarayıcılarda eksik görüntü kaydetme ve görüntülerde kayma gibi hatalar meydana gelebilmektedir. İntraoral tarama cihazlarından elde edilen verilerin hassasiyetinin, oklüzal splint üretiminde konvansiyonel ölçü sistemlerine bir alternatif olup olamayacağı konusu hala araştırılmaktadır. P. Venezia ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada tamamen dijital iş akışı ile CAD-CAM sistemleri kullanılarak elde edilen oklüzal splintler; dental arka ve oklüzyona başarılı bir şekilde uyum göstermişlerdir (98). Patzelt ve arkadaşlarının 2022'de yaptıkları çalışmada 15 oklüzal splint hem konvansiyonel hem de dijital iş akışları kullanılarak üretilmiştir. Üretilen oklüzal splintlerin dental arka uyumları ölçüldüğünde, dijital tarama verisi ve oklüzal splintler arasındaki mesafe konvansiyonel splintlerde 518 µm, dijital splintlerde 539 µm olarak tespit edilmiştir. Konvansiyonel ve dijital iş akışıyla üretilen oklüzal splintler arasında dental arka uyum açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (p=0.26) (96). Bizim çalışmamızda da dental arka uyum değerlendirilmiştir. Arka uyum değerlendirmeleri sonucunda, belirlenen noktalarda oklüzal splintlerin dental ark ile aralarındaki mesafelerin ortalamaları kontrol grubu (Grup A) için 147 µm , Exocad çalışma grubu (Grup B) için 195 µm ve 3-Shape çalışma grubu (Grup C) için 274 µm olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da geleneksel yöntem ile oklüzal splintlerin arka uyumu daha yüksektir.

Konvansiyonel ve dijital tasarım oklüzal splintler arasında dental arka uyum açısından anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Bu doktora tezinin sonuçları değerlendirildiğinde; tam dijital iş akışı kullanılarak konvansiyonel splintler kadar başarılı oklüzal splintlerin üretiminin gerçekleştirilebileceği görülmüştür. Oklüzal splint üretiminde tam dijital iş akışı protokolünün, konvansiyonel iş akışına bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

5.2.1. Splint tasarım metodu:

TMD tedavisinde en çok kullanılan tedavi araçları olan oklüzal splintlerin tasarım ve üretiminde kliniklerde kullanılan en yaygın yöntem "Okeson'un oklüzal splint tasarım" yöntemidir. Tamamen konvansiyonel iş akışında hastanın ilgili dental arkından alınan aljinat ölçülerle elde edilen alçı modeller kullanılır. Hazırlanan alçı modelleri üzerine ısı ve vakum yoluyla şeffaf vinil akrilik plaklar adapte edilir ve oklüzal splint tasarımı, hekim tarafından hasta başında otopolimerizan akrilik kullanılarak tamamlanır. Konvansiyonel yöntemle üretilen oklüzal splintlerin üretim aşamasında dental teknisyenin beceri ve yeterliliği ile hekimin tecrübesi büyük rol oynar. Tamamen dijital iş akışında ise dental ark verileri konvansiyonel ölçü yöntemleri yerine intraoral tarama cihazları ile elde edilir. Oklüzal splint tasarımları bilgisayar ortamında sanal dental modeller ve sanal artikülatör üzerinde gerçekleştirilir.

2008 yılında Fraunhofer Enstitüsü tarafından geliştirilip, 2009'da dental profesyonellere sunulan ilk "CAD-CAM" yazılımı dental dijitalizasyon için atılan ilk adımdı. 2010 yılındaysa aynı enstitü tarafından geliştirilen yan ürün "Exocad" takip eden yıllarda dünyaca ünlü bir dental yazılım programı haline gelmiştir. Daha sonraki yıllarda farklı firmalar da protetik restorasyon yazılımı ile ilgili çalışmalar yürütmüştür. 2000 yılında, işitme cihazı endüstrisinde kullanılan tarayıcı ve yazılımın kullanımının başlamasının ardından, dental modeler de taranmaya başlanmıştır. 3-Shape firması ilk dental tarayıcısı ve ilk dental yazılımı olan "D200 ve Dental Sistem" 2005 yılında bu hekimlerin kullanımına sunmuştur (72). Dental literatür incelendiğinde, oklüzal splint üretiminde kullanılan dijital tasarım programlarının etkinliğini araştıran kısıtlı sayıda çalışma bulunmuştur. Mark Lauren ve Fred Mclntyre'nin 2008'de yaptığı çalışmada hastalardan elde edilen alçı modeller taranarak oklüzal splintleri tek bir tasarım programı kullanılarak yapılmış ve konvansiyonel yöntemle karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda, dijital yöntem kullanılarak; oklüzyon, splint tasarımı ve üretimi açısından daha hassas ve tutarlı bir dijital kontrol sağlandığı belirtilmiştir. (99). Kostiuk ve ark. 2020 ise yaptıkları çalışmada, "Exocad- Splint Module" programı kullanılarak 3D basım olarak üretilen oklüzal splintlerin TMD tedavisinde yararlılığını belirtilmişler, ancak konvansiyonel yöntem ile ya da başka bir yazılım ile karşılaştırma yapmamışlardır (100). Shopova ve ark. da dijital oklüzal splintların tedavi edici özelliklerinin inceledikleri çalışmalarında "3-Shape-Splint Studio" programı kullanılarak splintleri tasarlamışlar ve 3D basım tekniği ile üretilen oklüzal splintlerin TMD tedavisinde kullanılabileceği belirtilmişlerdir (101). Bu doktora tezinde de, "3-

Shape-Splint Studio" programları kullanılarak üretilen splintlerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. "Exocad-Splint Module" kullanılarak üretilen splintlerde de fark gözlenmemiştir.

Venezia ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, dijital oklüzal splint tasarımı için sentrik ilişkinin bimanual teknik ile tespit edilip, intraoral scanner ile dijital ortama aktarılabildiği zaman; oklüzal splint tasarım ve üretiminde tamamen dijital iş akışının bir alternatif olabileceğini bildirmişlerdir (98). Shimin ve ark. tam dijital iş akışı ile oklüzal splintleri üretmişler ve splintlerin TMD tedavisinde başarısını değerlendirilmiştir. Ancak bu çalışmada farklı hastalar için farklı tip tasarımlar yapıldığı için konvansiyonel üretim oklüzal splintler ile tam dijital üretim oklüzal splintlerin karşılaştırılması değişkenler minimuma indirgenerek yapılamamıştır. Ayrıca tek bir dijital tasarım programı kullanılmıştır. Yapılan dental literatür taramaları sonucunda, oklüzal splintlerin tasarımlarının dijital olarak yapıldığı, konvansiyonel yöntemle üretilmiş oklüzal splintlerin kontrol grubu olarak kullanıldığı, birden fazla dijital dental tasarım programının kullanıldığı ve her gönüllü için hem konvansiyonel hem dijital tasarım oklüzal splint üretiminin bulunduğu bir çalışmaya rastlanmamıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda görülen eksikler ışığında çalışmamızda yer alan 16 gönüllünün her biri için birer konvansiyonel üretim, birer Exocad; Splint Module üretim, birer 3-Shape; Splint Studio üretim oklüzal splint tasarlanmıştır. Tamamen dijital iş akışının tercih edildiği çalışmamızda dental arka ve oklüzal düzleme uyumları değerlendirilen ve konvansiyonel oklüzal splintlerle karşılaştırılan dijital oklüzal splintler, oklüzal splintlerin bulundurması gereken genel özellikleri sağladığı tespit edilmiş, her iki tasarım programının klinik olarak kabul edilebilir splint tasarımı yapabildiği görülmüştür.

Kontrol grubu ve çalışma grubu oklüzal splintleri, yardımcı hekim tarafından hasta başında adaptasyona ihtiyacı olup olmamaları açısından değerlendirilmiştir. Konvansiyonel yöntemle üretilen oklüzal splintlerde adaptasyon aşaması tasarım ve üretimin bir parçası olduğu için bu grup içerisinde bulunan tüm oklüzal splintler için gerekli bulunmuştur (Kontrol grubu için adaptasyon ihtiyacı: %100). Çalışma grupları olan Exocad (Grup B) ve 3-Shape (Grup C) için adaptasyon ihtiyaçları birbirleriyle eşit ve konvansiyonel yönteme göre düşük olarak tespit edilmiştir (Grup B için adaptasyon ihtiyacı: %31,25 ve Grup C için adaptasyon ihtiyacı: %31,25) (Grup B= Grup C < Grup A). Bu durum konvansiyonel oklüzal splintlerin oklüzyon düzenlemesinin hasta başında yapılmasıyla açıklanabilir. Oklüzal düzenlemeleri dijital bir artikülatör yardımıyla bilgisayar ortamında gerçekleştirilen çalışma grubu oklüzal splintlerinde oklüzal düzenleme ihtiyacı kontrol grubuna göre daha düşük olsa da sıfır değildir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre; dijital oklüzal splintler minimum düzeyde de olsa hekim tarafından adaptasyon ihtiyacı bulundurmaktadır.

Tamamen konvansiyonel oklüzal splintlerin alt yapı üretimi laboratuar ortamında gerçekleşirken, oklüzyon tasarım aşaması klinik ortamında hekim tarafından gerçekleştirilir. Bu tip oklüzal splintlerin üretimi sırasında yüzey tasarımı, otopolimerizan bir akrilik yardımıyla hasta başında hekim tarafından yapılır. Sentrik ilişkinin saptanması, anterior rehber rampanın oluşturulması, istenilen dikey boyut artışının sağlanması, oklüzal tablanın düzleştirilmesi, tüberkül nokta kontaktlarının oluşturulması, kanin rampaların oluşturulması ve lateral hareketlerde protrüziv disklüzyonun sağlanması aşamaları hasta başında hekim tarafından gerçekleştirilir. Bu işlemler hasta ve hekim için uzun ve zorlu bir seansı gerektirmektedir. Dijital tasarımda ise bu parametreler hekimin direktifleri doğrultusunda bir dental yazılım programı tarafından gerçekleştirilmektedir. Oklüzal splint tasarım programlarının bünyesinde bulundurduğu dijital artikülatörlerle; hastaların dijital dental verileri ve sentrik ilişki verileri eşleştirilir. Hastalardan elde edilen dijital veriler, dijital artikülatörlere aktarılarak doğru sentrik ilişki pozisyonunda oklüzal splintin tasarımı yapılabilir. İstenilen dikey boyut artışı dijital artikülatör üzerinde kolayca sağlanabilir. Anterior rehber rampa ve kanin rampaları tasarımda istenilen yerlere istenilen yükseklikte ve açıda yerleştirilebilir. Dijital artikülatör üzerinde karşıt ark dişlerin tüberkül tepelerinin izleri tasarım üzerinde görüntülenerek istenilen minimal noktalar haline getirilebilir ve oklüzal tabla kolayca sentrikte serbestliği sağlayacak şekilde düzleştirilebilir. Dijital artikülatör üzerinde mandibular hareketlerin taklit edilmesiyle lateral ve protrüziv hareketler sırasında oklüzal splint tasarımı ile karşıt ark dişleri arasında gerçekleşen temaslar gözlemlenip, istenilmeyen temaslar kolayca silinebilir. Konvansiyonel yöntemde hasta başında hekim ve hastaya zaman kaybettiren, uzun seanslara sebebiyet veren bu oklüzal düzenlemelerin dijital ortamda gerçekleştirilebilmesi, hasta ve hekim konforunu artırmakta ve klinikte kullanılan malzemelerin tasarrufunu sağlamaktadır.

5.2.2. Splint üretim metodu:

Tamamen dijital iş akışı ile tasarlanıp üretilen oklüzal splintlerde üretim, dijital tasarım verilerini destekleyen dijital üretim birimlerince gerçekleştirilir. Bu üretim sistemleri kısaca eklemeli ve eksiltmeli olarak gruplandırılabilir. Üretim sistemlerinin destekleyen spesifik malzemeler bulunmaktadır. Bu nedenle eklemeli sistemlerde kullanılan malzemeler çoğunlukla

reçine bazlı ürünlerken eksiltmeli sistemlerde kazınabilir materyal blokları kullanılır. Konvansiyonel yöntemle tasarlanıp üretilen oklüzal splintlerde ise birden fazla malzeme kullanılmaktadır. Bunlar şeffaf vinil akrilik plak ve otopolimerize akriliktir. TMD tedavisinde kullanılan oklüzal splintlerin ağızda kalma süresine hastalığın derecesine göre hekim karar vermektedir. Ancak oklüzal splintlerin etki mekanizmaları gereğince kas gevşemesinin sağlanabilmesi için oklüzal splintlerin minimum 8 saat hasta ağzında bulunmaları gerekmektedir. Hastalığın derecesi ve seyrine göre oklüzal splintin kullanım süresi artabilir. Bu kadar uzun süreler ağızda bulundurulan oklüzal splintlerde bakteri üremesinin minimuma indirilmesi ve doku iritasyonlarının engellenmesi için üretimlerinde cilalanabilirliği yeterli malzemelerin kullanılması gerekmektedir (102).

Çalışmamızda konvansyonel üretim oklüzal splintlerin yüzeylerini kaplayan otopolimerize akrilik materyali ve dijital üretim oklüzal splintlerin üretildiği 3D basım reçine materyalleri kullanılmıştır. Bu materyallerin mekanik cilalama işlemi sonrası yüzey pürüzlülükleri ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Aynı mekanik cilalanma işlemine tabi tutulmuş otopolimerize akrilik ve 3D basım reçinesi bloklar arasında yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Konvansiyonel yöntemde ve dijital yöntemde kullanılan üretim materyallerinin cilalanabilirlikleri eşit olarak tespit edilmiştir. Vitor de Paula Lopez ve arkadaşlarının 2023'te yaptığı derlemede, oklüzal splint üretiminde kullanılan 3D basım reçinesi; kazıma reçinesi, otopolimerize ve ısıyla polymerize akrilik ile karşılaştırıldığı yayınlar incelenmiştir (97). 1430 makalenin incelendiği bu derlemede, 3D basım reçine materyalinin konvansiyonel yöntemde kullanılan otopolimerize ve ısıyla polymerize akriliğe yüzey özellikleri ve kırılma dirençleri açısından benzerlikleri belirtilmiştir. Bizim çalışmamız da derlemede yer alan verileri ve sonuçları desteklemektedir. 3D basım reçinesi, oklüzal splint materyali olarak otopolimerize ve ısı polimerize akrilik materyallerine bir alternatif olarak kullanılabilir.

5.3. Oklüzal Splintlerin Sahip Olması Gereken Özellikler:

TMD tedavisinde oklüzal splintlerden optimum yararın elde edilebilmesi için, kullanılan splintlerin oklüzal splintlerden beklenen özellikleri sağlamaları gerekmektedir. Bu özellikler; karşıt ark tüberkül tepeleri ile temasların homojen ve nokta şeklinde olması, oklüzal tablanın düz olması ve sentrikte serbestliğe izin vermesi, anterior hareketlere rehberlik eden

anterior rehber rampa bulundurması, lateral hareketlere rehberlik eden kanin rampalarını bulundurması, mukavemetin sağlanması için uygun vestibül ve oklüzal kalınlıkta olması, istenilen dikey boyut artışını sağlayabilmesi, dental arkla uyumlu ve retansiyonunun yeterli olması olarak sıralanabilir.

Oklüzal splint tedavisinden istenilen sonucun alınabilmesi için oluşan orantısız oklüzal kuvvetlerin dengelenmesi gerekmektedir. Oklüzal kuvvetlerin dengelenebilmesi için karşıt ark tüberkül tepeleriyle homojen temasta splint üzerinde yeni bir oklüzal tabla oluşturulması gerekir. Temporomandibular eklem düzensizlikleri bulunan hastalarda etiyolojik faktörün maloklüzyon olduğundan şüphelenildiği durumlarda oklüzal splintlerle elde edilen dengeli ve optimal oklüzyon hastalığın tedavisi ve semptomların giderilmesi için çok önemlidir (103). Çalışmamızda, her grup için karşıt dental ark tüberkül tepeleriyle splint yüzeyi arasında oluşan kontak noktaları hastalar sentrik ilişki pozisyonundayken değerlendirilmiştir. Grup A'da kontakt noktası ortalaması 10,81±2,07, Grup B'de kontak noktası ortalaması 9,5±1,63, Grup C'de kontakt noktası ortalaması 8,93±1,43 olarak saptanmıştır. En yüksek kontakt noktası veren grup, kontrol grubu (Grup A) ve en düşük kontakt noktası veren 3-Shape çalışma grubu (Grup C) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kontrol grubundaki geleneksel oklüzal splintlerde dijital gruplardaki splintlerden daha fazla kontakt noktası oluştuğu görülmektedir. Alvaro Blasi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, her katılımcı için birer adet geleneksel iş akışıyla oklüzal splintler üretilmiş ve birer adet de dijital iş akışıyla oklüzal splintler üretilmiştir. Üretilen splintlerin oklüzal yüzeylerinin dijital tarama görüntüleri çakıştırılmış (Geomacgic Control X; 3D System Inc.) ve yüzey özellikleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmada çıkan sonuç bizim çalışmamızdan farklıdır. Bu durum bu çalışmada sadece 8 adet oklüzal splint üretilmesi ve çalışmanın tek bir dijital tasarım program ile kısıtlanmasıyla açıklanabilir (104).

Geleneksel tasarımına göre üretilen oklüzal splintlerde, mandibulanın lateral ve protrüziv hareketlerine rehberlik etmesi için anterior rehber rampa ve çift taraflı kanin rampalarının bulunması gerekmektedir. Ramjford ve Ash'in 1994'te yaptığı araştırmada bruksizm geçmişi olan hastalarda, posterior dişlerdeki aşırı kasp tepeleri ve yükseltilerin tolere edilmesinin zor olduğu bu nedenle de bruksizm kaynaklı çiğneme kası ağrıları görülen hastalarda oklüzal splintler üzerinde oluşturulan anterior ve kanin rampaları ile mandibular hareketler sırasında posterior disoklüzyonun gerçekleştirilmesi gerekliliği belirtilmiştir (105). Bizim çalışmamızda da kontrol grubu (Grup A) ve çalışma grupları (Grup B ve Grup C) oklüzal

splintlerinde anterior rehber rampa ve çift taraflı kanin rampaları tasarlanmıştır. Kontrol grubu (Grup A) ve çalışma grupları (Grup B ve Grup C) için yapılan değerlendirmelerde, her grup için anterior rehber rampalar yeterli bulunmuştur (Grup A=%100, Grup B=%100, Grup C=%100). Mark Lauren ve arkadaşlarının 2008'de New York'ta yaptıkları çalışmada, katılımcılardan alınan konvansiyonel ölçülerden elde edilen alçı modeler taranarak dijital tasarım oklüzal splintler üretilmiştir. Bu çalışmada üretilen dijital oklüzal splintler, anterior rehber rampa açısından değerlendirildiğinde başarılı bulunmuş ancak elde edilmek istenen anterior rehber rampa için istenilen yükseklik ve açı verilerinin hekim tarafından tasarımcıya iletilmesi gerektiği belirtilmiştir. Benzer sonuçlar kanin rampası varlığı için de bildirilmiştir (99). Bizim çalışmamızda ise Kontrol grubu (Grup A) ve çalışma grupları (Grup B ve Grup C) için yapılan değerlendirmelerde, her grup için kanin rampaları yeterli bulunmuştur (Grup A=%100, Grup B=%100, Grup C=%93,75). Çift taraflı kanin rampası ve anterior rehber rampa tasarımında konvansiyonel yöntem ve her iki dijital yöntem arasında bir fark yoktur ve bu üç yöntem de her iki rehber rampa tasarımında yeterlidir. Kanin koruyuculu oklüzyon elde edilmiştir. Bunun sebebi dijital ve konvansiyonel iş akışlarında hekim ve dental teknisyen tarafından yeterli anterior ve kanin rampalarının oluşturulabilmesi olarak açıklanabilir. Dijital oklüzal splintlerin tasarım aşamasında, tasarımcı ve klinisyenin iletişim içerisinde olması çok önemlidir. Bizim çalışmamızda da tasarımları yapan dental teknisyen ile yardımcı araştırmacı hekim sürekli iletişim içerisinde olmuştur. Tasarımlar hekimin yönlendirmeleri ile yapılmıştır. Ayrıca dijital tasarımları yapan teknisyen, yıllardır konvansiyonel yöntemlerle oklüzal splint üretimi yapan bir teknisyendi. Oklüzal splintler hakkında bilgi ve deneyimi yeterliydi. Geleneksel yöntemde olduğu gibi, dijital yöntemde de hekim ve dental teknisyenin bilgi ve becerisi optimum oklüzal splint üretiminde önemli rol oynar. Tasarımlar doğru yapıldığında, anterior ve kanin rampası oluşturmada dijital yöntem, konvansiyonel yönteme bir alternatif olabilir.

TMD tedavisinde oklüzal splintlerle çiğneme kasları ve TME rehabilitasyonu, uzun soluklu bir tedavi şeklidir. Çiğneme kaslarının gevşemesi ve TME içi düzensizliklerin düzelebilmesi için 6-9 aylık bir tedavi periyoduna ihtiyaç duyulmaktadır (85). Bu periyod içerisinde hastaların oklüzal splintleri 12-24 saat gibi uzun sürelerde kullanmaları gerekmektedir. TMD semptomları gösteren hastaların çoğunun bruksist olduğu ve 6-9 aylık tedavi aralığında 12-24 saat ağızlarında tutacakları oklüzal splintlerin uygulanan oklüzal kuvvetlere mukavemetli olması gerekmektedir. Oklüzal splint üretiminde kullanılan

malzemelerin çiğneme kuvvetlerini karşılayabilecek mukavemette olabilmesi için optimal oklüzal ve vestibül kalınlıkta olmaları gerekir. Geleneksel oklüzal splintler ile dijital oklüzal splintlerin oklüzal ve vestibül kalınlıklarının karşılaştırldığı çalışmamızda, konvansiyonel oklüzal splintlerde (Grup A) vestibül kalınlık ortalaması 1 mm olarak, Exocad çalışma grubunda bulunan dijital oklüzal splintlerde (Grup B) vestibül kalınlık ortalaması 1,58 mm olarak, 3-Shape çalışma grubunda bulunan dijital oklüzal splintlerde (Grup C) vestibül kalınlık ortalaması 1,25 mm olarak tespit edilmiştir. Optimum vestibül kalınlığın dijital üretim oklüzal splintlerle sağlanabileceği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda bulunan konvansiyonel oklüzal splintlerde (Grup A) oklüzal kalınlık ortalaması 2,85 mm olarak, Exocad çalışma grubunda bulunan dijital oklüzal splintlerde (Grup B) oklüzal kalınlık ortalaması 3,04 mm olarak, 3-Shape çalışma grubunda bulunan dijital oklüzal splintlerde (Grup C) oklüzal kalınlık ortalaması 2,98 mm olarak tespit edilmiştir. Yazılım içerisinde oklüzal splintlerin kalınlıkları 3 mm olacak şekilde parametreler ayarlanmıştır. Yapılan ölçümlerle yazılım içerisindeki parametrelerin sağlandığı tespit edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların; optimum oklüzal kalınlığın dijital üretim oklüzal splintlerle sağlanabileceği göstermiştir.

Dobromira Shopova ve arkadaşlarının 2021'de yayınladıkları vaka raporunda 56 yaşındaki kadın hastaya tamamen dijital iş akışı ile 3-Shape intraoral tarama cihazı ve 3-Shape oklüzal splint tasarım programı kullanılarak, 3D baskı tekniği ile bir oklüzal splint üretilmiştir. Bu oklüzal splintin vestibül kalınlığı 1 mm, oklüzal kalınlığı 2,7 mm olarak tespit edilmiştir. T-Scan Novus cihazıyla oklüzal yüklerin optimum ve eşit dağıldığı belirlenmiştir (106). Bu vaka raporunda belirtilen kalınlık verileri de bizim çalışmamızı desteklemektedir.

5.4. Memnuniyet (Hasta, hekim, diş teknisyeni):

Çalışmamızdaki oklüzal splintlerin üretimi sürecinde iş akışlarının ve elde edilen final oklüzal splintleri, gönüllüler VAS (Visual Analogue Scale, Hayes and Patterson, 1921) Skalası aracılığı ile değerlendirmiştir. Gönüllülerin VAS skorlama sonuçlarına göre kontrol grubu (Grup A) ve çalışma grupları (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tamamen dijital ve tamamen konvansiyonel iş akışı ile oluşturulan oklüzal splintlerin veri toplanması ve üretimi süresince gönüllüler açısından bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Radhwan Saleh Algabri ve arkadaşlarının 2017'de yaptıkları çalışmada TMD bulunduran 30 hasta randomize olarak iki gruba ayrılmış ve kontrol grubu için konvansiyonel, çalışma grubu için dijital oklüzal splintler üretilmiştir. Gruplarda hasta memnuniyeti

değerlendirilmesi yapıldığında, oklüzal splintlerin üretim aşaması ve teslim seansında hasta memnuniyeti açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (107).

Oklüzal splintlerin hekim tarafından değerlendirilmesinde gönüllülerden elde edilen sonuçlardan farklılıklar ortaya çıkmıştır. Konvansiyonel oklüzal splintlerin ilgili dental arka uyumlandırılması, tasarımlarının yapılması ve oklüzyonlarının ayarlanması işlemlerini klinik ortamında gerçekleştiren ve dijital tasarım oklüzal splintlerin dental arka ve oklüzyona uyumunu kontrol eden yardımcı araştırmacı hekim de üretilen splintleri VAS sklası ile değerlendirmiştir. Diş hekiminin VAS skorlama sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diş hekimin memnuniyet skorlamasında, dijital grupların memnuniyet skorları kontrol grubundan daha yüksek çıkmıştır (Grup A: 6,31; Grup B: 7,56; Grup C: 7,68) ($p<0,001$). Elde edilen bu sonucun sebebi; konvansiyonel yöntem oklüzal splintlerde, tasarım hasta başında hekim tarafından gerçekleştirildiği için, dijital üretim yöntemlerine göre bu yöntemde hekimin daha fazla emek ve zaman harcamasına bağlı olarak açıklanabilir.

Çalışmamızda yer alan oklüzal splintleri sadece gönüllüler ve klinisyen değil, üretimi yapan diş teknisyeni de değerlendirmiştir. Dijital oklüzal splintlerin tasarımını ve tüm oklüzal splintlerin üretimini gerçekleştiren dental teknisyene, çalışmalar sırasında geçen süre boyunca çalışma konforu açısından her oklüzal splint için VAS skor tablosuna göre 0 ile 10 arasında bir puan vermesi istenmiştir. Dental teknisyenin VAS skorlama sonuçlarına göre kontrol grubu (Grup A) ve çalışma grupları (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Dental teknisyenin memnuniyeti açısından kontrol grubunda (Grup A) en yüksek skor tespit edilmiş, çalışma grupları arasında da "Exocad-Splint Module" (Grup B), "3-Shape-Splint Studio" (Grup C)'a göre daha yüksek memnuniyet skoruna sahip olmuştur (Grup A> Grup B> Grup C). Konvansiyonel oklüzal splintlerin laboratuar ortamında üretilen kısmı sadece şeffaf vinil akrilik plak alt yapısıdır. Bu akrilik plağın üretimi için yapılması gereken işlemler, dental teknisyenlerin yıllardır aşina olduğu nispeten kolay işlemlerdir. Elde edilen bu sonucun diş teknisyeninin geleneksel metod ile uzun yıllardır çalışıyor olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Dijital teknikler ile son yıllarda yoğun çalışmasına rağmen, uzun yıllardır rutini olan geleneksel yöntemlerde kendisini daha rahat hissetmiştir. Mesleğe yani başlayan genç bir teknisyende farklı sonuçlar elde edilebilme ihtimali bulunmaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda teknisyen tecrübesi ve yaşının da etkisi araştırılmalıdır.

5.5. Splintlerin kondillerin anatomik hareketleri ile uyumu

Oklüzal splintlerde amaç dişler sentrik oklüzyonda iken kondillerin en stabil pozisyonu olan sentrik ilişki pozisyonunda konumlandırılmasıdır. Mandibular hareketler sırasında ise maloklüzyon kaynaklı antagonist dişler arasında meydana gelmekte olan erken temas ve çatışmaların elimine edilmesine yönelik uyumlamalar yapılması oklüzal splintlerin amaçlarından bir diğeridir. Bu amaçla oklüzal splintlerle elde edilen geçici yeni oklüzyonun tasarlanması sırasında mandibulanın anatomik hareket yolları göz önünde bulundurulmalıdır. Mandibulanın lateral hareketleri ve protrüziv hareketleri sırasında posterior dişlerde disoklüzyon oluşturulmalıdır. Çalışmamızda dijital ve konvansiyonel iş akışları ile elde edilen oklüzal splintler gönüllülerin maxillar dental arkına yerleştirildiğinde gözlemlenen mandibular hareketler, gönüllülerin doğal anatomik mandibular hareket yolları ile karşılaştırılmıştır. Gönüllülerin ağızları boşken sağ, sol lateral ve protruziv doğal mandibular hareketleri sırasında sağ kondilin uzayda x, y, z düzlemlerindeki yer değişimleri Zebris JMA (Zebris Medical GmbH, Isny, Germany) cihazı ile kaydedilmiştir. Aynı ölçümler, konvansiyonel ve dijital üretim oklüzal splintler hasta ağzına yerleştirilerek tekrarlanmıştır. Gönüllülerin doğal mandibular hareketleri sırasında kondillerin yer değişimleri ile konvansiyonel (Grup A) üretim ve dijital (Grup B ve Grup C) üretim oklüzal splintler ağızlarındayken gözlenen mandibular hareketlerde meydana gelen kondil yer değişimleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (Anatomik~Grup A~Grup B~Grup C). Çalışmamıza TMD açısından tamamen sağlıklı oldukları tespit edilen gönüllüler dahil edildiği için, anatomik mandibular hareket yollarının sağlıklı ve doğru olduğu var sayılmıştır ve üretilen oklüzal splintlerle hastaların mandibular hareketleri değiştirilmek istenmemiştir. Üretilen konvansiyonel ve dijital oklüzal splintlerin, doğal anatomik mandibular hareket yollarıyla uyumlu olması ve mandibular hareket yollarını değiştirmemesi bu beklentileri karşılamaktadır.

5.6. Klinik ve Laboratuar Süreleri:

Oklüzal splintlerin konvansiyonel ve dijital iş akışı ile tasarlanıp üretilmesi sırasında, hasta ağzı verilerinin elde edilmesi, oklüzal splintlerin dental arka ve oklüzyona uyumlandırılması iki ayrı seansta gerçekleştirilir. Bu iş akışlarının doğası gereği, her seansta ve seans arası laboratuarda harcanan zaman birbirinden farklıdır. Hekimlerin hasta başında geçirdiği süre, hem hasta için hem de hekim için değerlidir ve kısa seanslar iki taraf için de avantajlıdır.

Laboraturda ise aynı şekilde teknisyenlerin ve teknik cihazların meşguliyet süresi üretilen iş sayısını ve kalitesini etkilemektedir. Çalışmamızda tam dijital ve tam konvansiyonel iş akış yöntemlerinde klinikte ve laboratuarda harcanan zaman laboratuar ve hasta başı olarak yardımcı araştırmacı hekim tarafından ölçülerek kaydedilmiştir. Gruplarda hasta başında geçen süreler değerlendirildiğinde konvansiyonel iş akışı ile üretim yapılan grup (Grup A) ile tam dijital iş akışı ile üretim yapılan gruplar (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($p < 0.001$). Kontrol grubu (Grup A) hasta başında geçen süre ortalalması 29 dakika 30 saniye, Exocad çalışma grubu (Grup B) hasta başında geçen süre ortalaması 8 dakika 24 saniye, 3-Shape çalışma grubu (Grup C) hasta başında geçen süre ortalaması 9 dakika 51 saniye olarak ölçülmüştür. Patzelt ve arkadaşlarının 2022'de yaptığı çalışmada konvansiyonel grup için harcanan süre ortalama 163 dakika 32 saniye, dijital grup için ise 47 dakika 52 saniye olarak saptanmıştır. Bu çalışma konvansiyonel yöntemde daha fazla zaman harcandığı yönünde bizim çalışmamızı desteklemektedir. Bu çalışmada oklüzal splintlerin üretim süreleri toplam şekilde değerlendirildiği için süre verileri bizim verilerimizden yüksek çıkmıştır. Konvansiyonel üretimde (Grup A), oklüzal splintlerin tasarımlarının şeffaf vinil akrilik plaklar üzerine yerleştirilen otopolimerizan akrilik ile hasta başında gerçekleşmesi sebebiyle; bu yöntemde klinikte harcanan süre diğer gruplara göre daha fazladır. Dijital üretim gruplarının hasta başında geçen süre açısından kendi aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Grup A > Grup B ~ Grup C). Konvansiyonel yöntemle üretilen oklüzal splintlerde hasta başında geçen süre dijital üretim oklüzal splintlerden fazladır. Bu da hekim ve hasta için zaman kaybı ve uzun seanslara sebep olmaktadır.

Gruplarda laboratuarda geçen süreler değerlendirildiğinde tamamen konvansiyonel iş akışı ile üretim yapılan grup (Grup A) ile tamamen dijital iş akışı ile üretim yapılan gruplar (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark görülmüştür. Konvansiyonel üretimde (Grup A) , laboratuarda alçı modellerin elde edilmesi, block out işlemi ve oklüzal splintlerin alt yapısını oluşturan şeffaf vinil akrilik plakların basılması işlemleri gerçekleştirilir. Dijital üretimde (Grup B ve Grup C) ise oklüzal splintlerin dijital tasarımları ve 3D Printerda basım süreci gerçekleştirilir. Dijital tasarım ve üretimin laboratuar süreci, konvansiyonel yöntemin laboratuar sürecinden daha uzundur ve çalışmamızda elde ettiğimiz süre verileri de bunu desteklemektedir. Dijital üretim çalışma grupları (Grup B ve Grup C) arasında laboratuar üretim süresi açısından anlamlı bir fark yoktur (Grup B ~ Grup C > Grup A).

Bu doktora tez çalışmasında üretilen oklüzal splintlerin TMD'yi tedavi edebilme kapasitesi araştırılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada üretilen oklüzal splintler gönüllülere kullandırılmamıştır. Bu çalışmanın kısıtlaması, oklüzal splintlerin uzun dönem kullanımlarında tedavi edebilirliğinin ve uzun süre kullanım sonucu oklüzal splintlerde meydana gelen değişimlerin gözlemlenememesi olarak belirtilebilir.

SONUÇLAR

DC/TMD formlarına göre değerlendirmeleri yapılan, TMD açısından tamamen sağlıklı oldukları tespit edilen ve son 2 yıldır herhangi bir TMD semptomu görülmemiş gönüllüler üzerinde uygulanan tamamen dijital ve tamamen konvansiyonel oklüzal splintlerin aralarında kıyaslandığı çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları kısaca şöyle sıralayabiliriz:

- Oklüzal splint üretiminde tamamen dijital iş akışının, tamamen konvansiyonel iş akışına bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.
- Tüm konvansiyonel oklüzal splintlerin klinikte oklüzal adaptasyona ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Dijital üretim oklüzal splintlerin adaptasyon ihtiyaçları açısından anlamlı bir sonuca varılamamıştır.
- 3D basım reçine ve soğuk akrilik materyalleri arasında pürüzlülük açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kullanılan 3D basım reçinesi ile vinil akrilik ve otopolimerize akrilik malzemelerinin cilalanabilme kapasitelerinin aynı olduğu tespit edilmiştir.
- Üretilen oklüzal splintlerin maksiller arka uyumunun dijital incelenmesinde, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tamamen dijital ve tamamen konvansiyonel iş akışıyla üretilen oklüzal splintlerin dental arka uyumu benzer ve yeterli bulunmuştur.
- Konvansiyonel üretim oklüzal splintlerle (Grup A) ,“Exocad- Splint Module”tasarım programıyla tasarlanıp tamamen dijital iş akışıyla üretilen oklüzal splintlerin (Grup B) kontakt sayıları açısından aralarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. “3- Shape – Splint Studio” tasarımı oklüzal splintlerin (Grup C), konvansiyonel üretim (Grup A) ve ,“Exocad- Splint Module” tasarımı oklüzal splintlerle (Grup B) karşıt arkla kontakt sayıları açısından karşılaştırılması sonucu elde edilen verilerde anlamlı bir sonuç bulunmuştur. Bu duruma Türkiyede kullanımı yeni başlanan “3-Shape-Splint Studio” programının kullanımı açısından dental tasarımcının veya bu tasarım programının yetersizliği sebep olarak gösterilebilir. Daha kesin bir sonuca varmak için daha detaylı bir araştırma yapılması gerekmektedir.
- Anterior rehber rampa ve kanin rampalarının mevcudiyet ve etkilerinin her grup için benzer ve yeterli olduğu tespit edilmiştir.
- Yardımcı araştırma hekimin memnuniyet değerlendirmesi sonucu tamamen konvansiyonel üretim oklüzal splintlerle (Grup A), tamamen dijital oklüzal splintler (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Yardımcı araştırmacı

hekimin yaptığı değerlendirmede hekimin tamamen dijital iş akışıyla üretilen (Grup B ve Grup C) oklüzal splintlere puanı daha yüksek olmuştur. Bu durum klinisyenin tamamen dijital iş akışıyla çalıştığında klinikte daha az sıkıntıyla karşılaştığını ve daha memnun olduğunu göstermektedir.

- Dental teknisyenin değerlendirmeleri sonucu tamamen konvansiyonel üretim oklüzal splintlerle (Grup A), tamamen dijital üretim oklüzal splintler (Grup B ve Grup C) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Dental teknisyenin yaptığı değerlendirmede teknisyenin tamamen konvansiyonel iş akışıyla üretilen (Grup A) oklüzal splintlere puanı daha yüksek olmuştur. Bu durum tamamen konvansiyonel üretim oklüzal splintlerin laboratuar aşamalarının daha kolay olması ve dental teknisyenin bu üretim aşamalarına daha alışkın olmasıyla açıklanabilir.
- Gönüllülerin değerlendirmeleri sonucu gruplar arasında (Grup A, Grup B ve Grup C) anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tamamen konvansiyonel ve tamamen dijital iş akışı ve bu akışlar sonucunda üretilen oklüzal splintlerin gönüllüler açısından değerlendirilmesi benzerdir. Ancak gönüllüler bu splintleri uzun dönem kullanmadıkları için bu değerlendirmenin daha anlamlı olması için oklüzal splintlerin kullanıcılar tarafından değerlendirildiği başka çalışmalar yapılması gerekmektedir.
- Oklüzal splintlerin mandibulanın anatomik hareket yolları ile uyumunun değerlendirilmesinde; anatomik hareketler ile oklüzal splintler ağızda iken oluşan hareketler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmamızda üretilen oklüzal splintlerin (Grup A, Grup B ve Grup C) mandibulanın anatomik hareketleri ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.
- Konvansiyonel üretim oklüzal splintler (Grup A) için klinikte harcanan süre diğer gruplara (Grup B ve Grup C) göre daha fazla tespit edilirken, tamamen dijital üretim oklüzal splintler (Grup B ve Grup C) için laboratuarda harcanan sürenin tamamen konvansiyonel üretim oklüzal splintlere (Grup A) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum tamamen konvansiyonel yöntem oklüzal splintlerin tasarımının ve üretiminin hasta başında, tamamen dijital oklüzal splintlerin tasarım ve üretiminin laboratuarda gerçekleştirilmesiyle açıklanabilir.
- En yüksek vestibül kalınlık, konvansiyonel üretim oklüzal splintlerde (Grup A) tespit edilmiştir, “Exocad-Splint Module” tasarım programıyla tasarlanmış oklüzal splintlerin vestibül kalınlığının, “3-Shape- Splint Studio”tasarım programıyla tasarlanmış oklüzal splintlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Vestibül kalınlığın, oklüzal splintin

mukavemetini etkileyebileceği ön görülebilir. Bunun kesin tespiti için hastaların oklüzal splintleri belli bir periyotta kullanması ve kesin kararın ancak o şekilde verilmesi gerekmektedir.

- Konvansiyonel oklüzal splintlerin (Grup A) anterior kalınlıklarının, diğer grup dijital tasarım gruplardan (Grup B ve Grup C) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum dijital ortamda posterior disoklüzyon sağlanacak şekilde minimum kalınlıkta anterior rampa üretiminin gerçekleştirilebilindiğini göstermektedir.
- Tamamen konvansiyonel (Grup A) ve tamamen dijital (Grup B ve Grup C) üretim oklüzal splintlerin posterior kalınlıkları değerlendirildiğinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Aynı miktarda dikey boyut yükseltildiğinde konvansiyonel ve dijital oklüzal splintlerde posterior oklüzal kalınlıklar arasında bir fark olmadığı çıkarımı yapılabilir.

TMD tedavisinde klinisyenlerin en çok kullandığı oklüzal splintlerin üretiminde; tam dijital iş akışı, tam geleneksel iş akışına bir alternatif olabilir. Tam dijital iş akışının klinikte randevu sürelerini kısaltması, hekim ve hasta için konforlu olması; dental ölçü, alçı gibi malzemelerin kullanımını azalttığı için maliyeti düşürmesi ve çevre dostu olması bu iş akışının avantajlarıdır. Ancak optimum tedavi edicilikteki oklüzal splint tasarımlarının oluşturulabilmesi için klinisyenin ve tasarımcı dental teknisyenin yeterli bilgi ve deneyime sahip olması gerekmektedir. Aksi takdirde yanlış üretimler; maliyet, zaman ve prestij kayıpları görülebilir. Bu çalışmanın limitasyonu, tedavi amacı gütmeden oklüzal splintleri karşılaştırmayı amaçlamamızdan kaynaklı üretilen oklüzal splintlerin uzun süre ağız içinde kullanılmaması ve kullanıma yönelik oklüzal splintlerde meydana gelen değişikliklerin incelenememesidir. İleride yapılacak çalışmalarda üretilen oklüzal splintler, hastalara tedavi amaçlı kullandırılabilir. Tedavi etme kapasiteleri ve uzun süreli kullanımda yüzey özelliklerinde meydana gelen değişiklikler gözlemlenebilir.

KAYNAKLAR

1. Yengin E. Temporomandibular rahatsızlıklarda teşhis ve tedavi 1. Basım İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınevi

2. Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders 6. Basım Mosby Elsevier 2008

3. Karaduman A. E. Temporomandibular eklem redüksiyonlu disk deplasmanı tedavisinde fizyoterapi, oklüzal splint ve antidepresan ilaç uygulamalarının etkinliklerinin karşılaştırılması Uzmanlık Tezi Süleyman Demirel Üniversitesi (2008)

4. Kurt Ş.S. Redüksiyonsuz disk deplasmanı hastalarının tedavi yöntemlerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi Doktora Tezi İstanbul Üniversitesi 2007

5. Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders 6. Basım Mosby Elsevier 2008

6. Dedem P, Türp JC. Digital Michigan splint - from intraoral scanning to plasterless manufacturing. Int J Comput Dent.19(1):63–76, 2016.

7. Laskin D.M. Temporomandibular Disorders: An Evidenced-Based Approach to Diagnosis And Treatment 1. Basım Quintessence Publishing Company 2006

8. Campos P.S.F. Morphofunctional features of the temporomandibular joint Int. J. Morphol. (2011) 29(4):1394-1397

9. Langendoen J., Müller J., Jull G.A. Retrodiscal tissue of the temporomandibular joint: clinical anatomy and its role in diagnosis and treatment of artropathies Manuel Therapy (1997) 2(4),191-198

10. Ülgen Mustafa, Ortodonti Tedavi Prensipleri, 8. Baskı, 2015:124

11. Odabaş B., Arslan S.G. Temporomandibular eklem anatomisi ve rahatsızlıkları, Dicle tıp dergisi (2008) Cilt: 35, Sayı:1, (77-85)

12. GUYTON, ARTHUR C. An overall analysis of cardiovascular regulation: fifteenth annual Baxter-Travenol lecture. *Anesthesia & Analgesia*, 1977, 56.6::195-239)

13. Westesson PL, Yamamoto M, Sano T, Okano T. Chapter 18: Temporomandibular joints: anatomy and pathology. İçinde: Som PM, Curtin HD, eds. Head and Neck Imaging. 4th ed. Philadelphia, Pa: Mosby; 2003.

14. ALOMAR, X., et al. Anatomy of the temporomandibular joint. In: *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. WB Saunders, 2007. p. 170-183.

15. CORCORAN, Nicholas M.; GOLDMAN, Evan M. Anatomy, head and neck, masseter muscle. 2019.

16. WIDMER, C. G.; ENGLISH, A. W.; MORRIS-WIMAN, J. Developmental and functional considerations of masseter muscle partitioning. *Archives of oral biology*, 2007, 52.4: 305-308.

17. WOOD, William W. Medial pterygoid muscle activity during chewing and clenching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1986, 55.5: 615-621.

18. De Leeuw R. Internal derangements of the temporomandibular joint. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 20(2):159–68,2008.

19. Dawson P. Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems. St. Louis: CV Mosby Co ,1974.

20. Abe S, Takasaki I, Ichikawa K, Ide Y (1993). Investigations of the Run and the Attachment of the Lateral Pterygoid Muscle in Japanese. *Bull Tokyo Dent Coll.* 34:135-9.

21. Yengin E. Temporomandibular rahatsızlıklarda teşhis ve tedavi 1. Basım İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınevi

22. Duymuş ZY. Stomatognatik Sistem Rahatsızlıkları (Stomatognatik Bölgenin İstemsiz Hareketleri) ve Splint Kullanımı. Türkiye Klin Protetik Diş Tedavisi - Özel Konular. 3(1):22–9, 2017.

23. Mo¨llerBM.Craniomandibulardisordersandmastigatorymusclefunction. Scan J Dent Res 1992;100:32–8.

24. Carr A. B., Christensen L. V., Danegon S. J., and Ziebert G. J. (1991). Postural contractile activities of human jaw muscles following use of an occlusal splint. Journal of Oral Rehabilitation, 18(2), 185-191.

25. Mérida-Velasco J, Rodríguez-Vázquez J, Mérida-Velasco J, Sánchez-Montesinos I, Espín-Ferra J, Jiménez-Collado J. Development of the human temporomandibular joint. The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists. 1999;255(1):20-33.

26. Sakul BU, Bilecenoglu B, Ocak M. Anatomy of the Temporomandibular joint. Imaging of the Temporomandibular joint: Springer; 2019.

27. Tortora GJ, Petti K. Principles of human anatomy: John Wiley & Sons; 2002.

28. Norton NS, Netter FH. Netter'in diş hekimleri için baş ve boyun anatomisi, Elsevier/Saunders ; 2013.

29. Panksy B, Gest T. Lippincott Açıklamalı İnsan Anatomisi Atlası Baş & Boyun (Tüccar E., editör). Ankara, Güneş Tıp Kitapevleri. 2015

30. OSBORN, J. W. The temporomandibular ligament and the articular eminence as constraints during jaw opening. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1989, 16.4: 323-333.

31. Kawano W, Kawazoe T, Tanaka M, Hikida Y. Deep thermometry of temporomandibular joint and masticatory muscle regions. J Prosthet Dent 1993;69:216–21.

32. Langendoen J., Müller J., Jull G.A. Retrodiscal tissue of the temporomandibular joint: clinical anatomy and its role in diagnosis and treatment of artropathies Manuel Therapy (1997) 2(4),191-198

33. Charles McNeill. History and evolution of TMD concepts Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod (1997) 83: 51-60

34. Dym H, Israel H. Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders Dent Clin North Am. (2012) Jan;56(1):149-61

35. Charles McNeill. History and evolution of TMD concepts Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod (1997) 83: 51-60

36. Boever J. A. ve ark. Comparison of clinical profiles and treatment outcomes of an elderly and a younger temporomandibular patient group J Prosthet Dent (1999); 81:312-7

37. Blasberg B.,Greenberg M.S. Temporomandibular disorders İçinde: Burket's oral medicine, Diagnosis and treatment 10. Basım BC Decker Inc 2003

38. Charles McNeill. Management of temporomandibular disorders: concepts and controversies J Prostheh Dent (1997) 77:510-22

39. Sulaiman Y. Shalhoub Non-surgical management of temporomandibular joint pain dysfunction: restrospective treatment analysis The Saudi Dental Journal (1993) Vol 5 No.1

40. Yengin E. Temporomandibular rahatsızlıklarda teşhis ve tedavi 1. Basım İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınevi

41. Ingawale S, Goswami T. Temporomandibular joint: disorders, treatments, and biomechanics. Annals of biomedical engineering. 2009;37(5):976-96.

42. Okeson J.P., LeDent R. Differential diagnosis of temporomandibular disorders and other orofacial pain disorders Clin N Am (2011) 55: 105–120

43. Clark GT, Choi JK, Browne PA. The Efticacy of Physical Medicine Treatment, Including Occlusal Appliances, for a Population with Temporomandibular Disorders. Sessle BJ, Bryant PS, Dionnee RA, editor. *Temporomandibular Disorders and Related Pain Conditions.* Seattle: IASP Press Co; 995. pp 375- 399

44. Elbi H. Psikiyatrik tedavi. editor. *ve Tedavisi.* Deva Holding; 1993. pp.203-21 O.

45. H. Durumluluk ve Sürekli Düzeyi ile Stres, Kontrol Düzeyi ve Stresle Stratejileri incelenmesi. Gazi Üniversitesi Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara,2006.

46. Fermandez E, Turk DC. The scope and significance of anger in the experience of chronic pain. *Pain* 1995

47. Dionne RA. Pharmacologic treatments for temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Patho! Oral Radio! Endod* 1997; **83:** 34- 42.

48. M, Beydemir B. *Temporomandibuler Eklem ve Tedavi Yöntemleri.* Ankara: Gata 2003.

49. EmshotT R. Clinical factors affecting the outcome of ocelusal splint therapy of temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabilitation* 2006; 33

50. Okeson J. Signs and symptoms of temporomandibular disorders. Management of temporomandibular disorders and occlusion 6th ed St Louis: Mosby Elsevier. 2008:164- 215.

51. De Laat A, Steenberghe DV: Occlusal relationships and temporo- mandibular joint dysfunction. I. Epidemiologic ndings, *J Prosthet Dent* 54:835–842, 1985.

52. solka P, Walter JD, Wilson RF, Preiskel HW: Occlusal variables, bruxism and temporomandibular disorders: a clinical and kinesio- graphic assessment, *J Oral Rehabil* 22(12):849–856, 1995.

53. Spruijt RJ, Wabeke KB: An extended replication study of dental factors associated with temporomandibular joint sounds, *J Prosthet Dent* 75(4):388–392, 1996.

54. Coelho TG, Caracas HC: Perception of the relationship between TMD and orthodontic treatment among orthodontists, *Dental Press J Orthod* 20(1):45–51, 2015.

55. Murakami K, Segami N, Moriya Y, Iizuka T: Correlation between pain and dysfunction and intra-articular adhesions in patients with internal derangement of the temporomandibular joint, *J Oral Max- illofac Surg* 50(7):705–708, 1992.

56. Ekberg E, Nilner M: Treatment outcome of appliance therapy in temporomandibular disorder patients with myofascial pain after 6 and 12 months, *Acta Odontol Scand* 62(6):343–349, 2004.

57. Kurita H, Kurashina K, Kotani A: Clinical e ect of full cover- age occlusal splint therapy for speci c temporomandibular dis- order conditions and symptoms, *J Prosthet Dent* 78(5):506–510, 1997.

58. Kreiner M, Betancor E, Clark GT: Occlusal stabilization appliances. Evidence of their e cacy, *J Am Dent Assoc* 132(6):770–777, 2001.

59. Wahlund K, Nilsson IM, Larsson B: Treating temporomandibular disorders in adolescents: a randomized, controlled, sequential com- parison of relaxation training and occlusal appliance therapy, *J Oral Facial Pain Headache* 29(1):41–50, 2015.

60. dos Santos Jr JD, de Rijk WG: Vectorial analysis of the equilibrium of forces transmitted to TMJ and occlusal biteplane splints, *J Oral Rehabil* 22(4):301–310, 1995.

61. Grupe HE, Gromeh JJ: Bruxism splint, techniques using quick cure acrylic, *J Periodontol* 30:156–157, 1959.

62. Moloney F, Howard JA: Internal derangements of the temporo- mandibular joint. III. Anterior repositioning splint therapy, *Aust Dent J* 31(1):30–39, 1986.

63. James Boyd D: *e NTI TSS appliance*, 2000. http://www.drjim- boyd.com/.

64. Bodenham RS: A biteguard for athletic training. a case report, *Br Dent J* 129:85–86, 1970.

65. Moncayo S: Biomechanics of pivoting appliances, *J Orofac Pain* 8(2):190–196, 1994.

66. Seals Jr RR, Morrow RM, Kuebker WA, Farney WD: An evalua- tion of mouthguard programs in Texas high school football, *J Am Dent Assoc* 110(6):904–909, 1985.

67. Jeffrey P. Okeson, Management of temporomandibular disorders and occlusion / 7th ed.

68. Hunter J: Vacuum formed bite raising appliances for temporomandibular joint dysfunction, *Dent Tec* 27(6):39–40, 1974.

69. Wahlund K, Nilsson IM, Larsson B: Treating temporomandibular disorders in adolescents: a randomized, controlled, sequential com- parison of relaxation training and occlusal appliance therapy, *J Oral Facial Pain Headache* 29(1):41–50, 2015.

70. Okeson JP: Biteguard therapy and fabrication. In Lundeen HC, Gibbs CH, editors: *Advances in occlusion*, Boston, 1982, John Wright PSG Inc, pp 220–226.

71. Yanping L, Shilei Z, Xiaojun C, Chengtao W. A novel method in the design and fabrication of dental splints based on 3D simulation and rapid prototyping technology. Int J Adv Manufacturing Technol 2006;28:919-22.

72. Available from: https://www.exocad.com/our-products/exocad- dentalcad/bite-splint-module [Last accessed on 2021 Aug 13].

73. Available from: https://www.3shape.com/en/software/splint- studio [Last accessed on 2021 Aug 13].

74. Askinas SW: Fabrication of an occlusal splint, *J Prosthet Dent* 28:549–551, 1972.

75. Wilkinson T, Hansson TL, McNeill C, Marcel T: A comparison of the success of 24-hour occlusal splint therapy versus nocturnal occlusal splint therapy in reducing craniomandibular disorders, *J Orofac Pain* 6:64, 1992.

76. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. Dent Clin North Am. 2011;55(3):559-70, 79. https://doi.org/10.1016/j. cden.2011.02.011 PMid:21726690

77. Wesemann, C.; Spies, B.C.; Schaefer, D.; Adali, U.; Beuer, F.; Pieralli, S. Accuracy and its impact on fit of injection molded, milled and additively manufactured occlusal splints. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.* **2021**, *114*, 104179. [CrossRef]

78. Dawood A, Marti BM., Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. Br Dent J. 2015;219(11):521-9. https://doi. org/10.1038/sj.bdj.2015.914 PMid:26657435

79. Wimmer, T.; Huffmann, A.M.S.; Eichberger, M.; Schmidlin, P.R.; Stawarczyk, B. Two-body wear rate of PEEK, CAD/CAM resin composite and PMMA: Effect of specimen geometries, antagonist materials and test set-up configuration. *Dent. Mater.* **2016**, *32*, e127–e136. [CrossRef] [PubMed]

80. (Samuel F Dworkin and Linda LeResche, The Journal of Craniomandibular Disorders, Facial & Oral Pain,1992)

81. (Management of temporomandibular disorders and occlusion / Jeffrey P. Okeson. -- 7th ed.)

82 : John S. DuPont & Chris E. Brown (2006) Occlusal Splints From the Beginning to the Present, CRANIO®, 24:2, 141-145, DOI: 10.1179/crn.2006.022

83. atani H, Minakuchi H, Matsuka Y, Fujisawa T, Yamashita A: e long-term e ect of occlusal therapy on self-administered treatment outcomes of TMD, *J Orofac Pain* 12(1):75–88, 1998.

84. Yustin DC, Rieger MR, McGuckin RS, Connelly ME: Determi- nation of the existence of hinge movements of the temporoman- dibular joint during normal opening by Cine-MRI and computer digital addition, *J Prosthodont* 2(3):190–195, 1993.

85. WANG, Shimin, et al. Preliminary clinical evaluation of traditional and a new digital PEEK occlusal splints for the management of sleep bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2020, 47.12: 1530-1537.

86. HAYES, M. H. S.; PATTERSON, D. G. Experimental development of the graphic scale. *Psychology Bulletin*, 1921, 18: 98-99.

87. WALKER, David D., et al. New results from the Precessions polishing process scaled to larger sizes. In: *Optical Fabrication, Metrology, and Material Advancements for Telescopes*. SPIE, 2004. p. 71-80.

88. RAMFJORD, S. P.; ASH, MAJOR M. Reflections on the Michigan occlusal splint. *Journal of oral rehabilitation*, 1994, 21.5: 491-500.

89. Boever J. A. ve ark. Comparison of clinical profiles and treatment outcomes of an elderly and a younger temporomandibular patient group J Prosthet Dent (1999); 81:312-7

90. SCHIFFMAN, Eric, et al. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *Journal of oral & facial pain and headache*, 2014, 28.1: 6.

91. OHRBACH, R., et al. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) clinical examination protocol. *Available online at: www. rdc-tmdinternational. org (accessed June 02, 2013)*, 2014.

92. MANFREDINI, Daniele, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2011, 112.4: 453-462.

93. Maizlin V. ve ark. Displacement of the temporomandibular joint disk: correlation between clinical findings and mri characteristics J Can Dent Assoc (2010);76:a3

94. BLASI, Álvaro, et al. Comparison accuracy of digital and analog method using milled occlusal splints. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2023.

95. WANG, Shimin, et al. Preliminary clinical evaluation of traditional and a new digital PEEK occlusal splints for the management of sleep bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2020, 47.12: 1530-1537.

96. PATZELT, Sebastian Berthold Maximilian, et al. In vitro time efficiency, fit, and wear of conventionally-versus digitally-fabricated occlusal splints. *Materials*, 2022, 15.3: 1085.

97. DAVIDOWITZ, Gary; KOTICK, Philip G. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental Clinics*, 2011, 55.3: 559-570.

98. VENEZIA, P., et al. Digital manufacturing of occlusal splint: From intraoral scanning to 3D printing. *Journal of Osseointegration*, 2019, 11.4: 535-539.

99. LAUREN, Mark; MCINTYRE, Fred. A new computer-assisted method for design and fabrication of occlusal splints. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2008, 133.4: S130-S135.

100. KOSTIUK, T. M.; LYTOVCHENKO, N. M. The use of occlusal splints manufactured with «exocad» software in the treatment of temporo-mandibular disfunction. 2020.

101. SHOPOVA, Dobromira; YORDANOVA, Miroslava; YORDANOVA, Svetlana. 3Shape Digital Design Software in Splints Creation—A Pilot Study. *European Journal of Dentistry*, 2021, 16.04: 815-819.

102. WUERSCHING, Sabina Noreen, et al. Surface properties and initial bacterial biofilm growth on 3D-printed oral appliances: a comparative in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 2023, 27.6: 2667-2677.

103. KARAKIS, Duygu; KAYMAK, Dilek; DOGAN, Arife. The evaluation of maximum bite force in the occlusal rehabilitation of patient with Angle Class III malocclusion: a case report. *The journal of advanced prosthodontics*, 2013, 5.3: 364-368.

104. BLASI, Alvaro, et al. CAD-CAM and analog occlusal splints comparison based on the amount of occlusal adjustments. 3D analysis of the volumetric changes: A pilot study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2023.

105. RAMFJORD, S. P.; ASH, MAJOR M. Reflections on the Michigan occlusal splint. *Journal of oral rehabilitation*, 1994, 21.5: 491-500.

106. BOZHKOVA, Tanya; SHOPOVA, Dobromira. T-Scan Novus System in the Management of Splints—Pilot Study. *European Journal of Dentistry*, 2021, 16.02: 454-457.

107. ALGABRI, Radhwan Saleh, et al. Patient's satisfaction and muscles activity after management of temporomandibular disorders patients using computer-aided design/computer-

aided manufacturing versus conventional occlusal splints (randomized clinical trial). *International Dental & Medical Journal of Advanced Research*, 2017, 3.1: 1-8.

FORMLAR

EK-1. DC/TMD FORMU İLK SAYFA

Temporomandibuler Düzensizlikler için Tanı Kriterleri
Belirti Anketi

Hasta ismi _____Tarih_____

AĞRI

1.	Çenenizde, şakağınızda, kulağınızın içinde ya da önünde, herhangi bir tarafta hiç ağrı oldu mu?	Hayır ☐	Evet ☐

HAYIR cevabı verdiyseniz, 5. soruya geçiniz.

2.	Çenenizde, şakağınızda, kulağınızın içinde ya da önündeki ağrınız ilk kez kaç ay ya da yıl önce başladı?	_____yıl	_____ay

3.	Çenenizde, şakağınızda, kulağınızın içinde ya da önünde herhangi bir tarafta son 30 gün içinde meydana gelen herhangi bir ağrıyı aşağıdakilerden hangisi en iyi şekilde tanımlar? BİR cevap seçiniz	☐ Ağrı yok ☐ Gelip giden ağrı var ☐ Her zaman ağrı var	

3. soruya YOK cevabı verdiyseniz 5. soruya geçiniz.

4. Aşağıdaki aktiviteler; çenenizde, şakağınızda, kulağınızın içinde ya da önünde son 30 gün içinde herhangi bir tarafta meydana gelen ağrıda değişiklik (daha iyi veya daha kötü yönde) oluşturdu mu?

		Hayır	Evet
A.	Sert veya katı gıda çiğnemek	☐	☐
B.	Ağzınızı açmak veya çenenizi ileri ya da yana hareket ettirmek	☐	☐
C.	Dişleri sürekli temas ettirmek, diş sıkmak/gıcırdatmak veya sakız çiğnemek gibi çene alışkanlıkları	☐	☐
D.	Konuşmak, öpüşmek veya esnemek gibi diğer çene aktiviteleri	☐	☐

BAŞ AĞRISI

5.	Son 30 gün içinde, başınızın şakak bölgelerini de içine alan herhangi bir baş ağrınız oldu mu?	Hayır ☐	Evet ☐

Eğer 5. soruya HAYIR cevabı verdiyseniz, 8. soruya geçiniz.

6.	Şakak baş ağrınız ilk kez kaç yıl ya da ay önce başladı?	_____yıl	_____ay

7. Aşağıdaki aktiviteler; şakak bölgenizde son 30 gün içinde herhangi bir tarafta meydana gelen baş ağrısında değişiklik (daha iyi veya daha kötü yönde) oluşturdu mu?

		Hayır	Evet
A.	Sert veya katı gıda çiğnemek	☐	☐
B.	Ağzınızı açmak veya çenenizi ileri ya da yana hareket ettirmek	☐	☐
C.	Dişleri sürekli temas ettirmek, diş sıkmak/gıcırdatmak veya sakız çiğnemek gibi çene alışkanlıkları	☐	☐
D.	Konuşmak, öpüşmek veya esnemek gibi diğer çene aktiviteleri	☐	☐

EK-2. OKLÜZAL SPLİNT DEĞERLENDİRME FORMU

Hasta Adı: Tarih:

	Exocad	3-shape	Kontrol
Giriş yolu doğru mu?	D/Y	D/Y	D/Y
Anterior oklüzal kalınlık			
Posterior oklüzal kalınlık			
Vestibül kalınlık			
Düz oklüzal yüzey	Var/Yok	Var/Yok	Var/Yok
İstenilen dikey boyut artışını sağlıyor mu?	D/Y	D/Y	D/Y
Adaptasyon ihtiyacı var mı?	Var/Yok	Var/Yok	Var/Yok
Yüzey pürüzlülüğü			
Yüzey sertliği			
Dental arktan ayrılması için gereken kuvvet			

	Exocad	3-shape	Kontrol
Kanin koruyuculu oklüzyon	Var/Yok	Var/Yok	Var/Yok
Anterior rehber rampa	Var/Yok	Var/Yok	Var/Yok
Lateral hareketlerde erken temas	Var/Yok	Var/Yok	Var/Yok
Senrikte oklüzal temaslar homojen ve ark boyunca	D/Y	D/Y	D/Y
Dijital tasarım ile uyumlu	D/Y	D/Y	D/Y
Sentrik oklüzyonda kontak sayısı			
Hasta memnuniyeti (VAS Skoru)			
Hekim memnuniyeti (VAS Skoru)			
Teknisyen memnuniyeti (VAS Skoru)			
Hekimin hasta başında geçirdiği süre			
Tasarım+Üretim+Uyumlama süresi			