T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARI İÇİN FARKLI YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN OKLÜZAL SPLİNT MATERYALLERİNE UYGULANAN YÜZEY İŞLEMLERİ SONRASI OLUŞAN HACİMSEL KAYBIN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Ayşenur KARA

DANIŞMAN
Prof. Dr. Simel AYYILDIZ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE DOKTORA TEZİ

ANKARA 2024

T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARI İÇİN FARKLI YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN OKLÜZAL SPLİNT MATERYALLERİNE UYGULANAN YÜZEY İŞLEMLERİ SONRASI OLUŞAN HACİMSEL KAYBIN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Ayşenur KARA

DANIŞMAN
Prof. Dr. Simel AYYILDIZ

DİŞ HEKİMLİĞİNDE DOKTORA TEZİ

ANKARA 2024

BEYAN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Mevcut tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Mevcut tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ayşenur KARA

30/09/2024

ÖZET

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARI İÇİN FARKLI YÖNTEMLERLE ÜRETİLEN OKLÜZAL SPLİNT MATERYALLERİNE UYGULANAN YÜZEY İŞLEMLERİ SONRASI OLUŞAN HACİMSEL KAYBIN İN-VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, temporomandibular eklem rahatsızlıkları için 2 farklı konvansiyonel (geleneksel) yöntem ve dijital yöntem ile elde edilen, disk şeklindeki oklüzal splint materyallerine yapılacak olan çeşitli yüzey işlemleri sonrasında aşınma sonucu materyaller üzerinde oluşan hacimsel kaybın değerlendirilmesi ve kullanılacak olan temizleme solüsyonlarının oklüzal splint materyallerinin fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesidir. Aynı zamanda üretilen örneklere uygulanan çeşitli yüzey işlemlerinden sonra oluşacak hacimsel kaybı ve farklı üretim yöntemlerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda ısı ile polimerize olan sıcak akrilik örnekler geleneksel üretim yöntemiyle dijital örnekler eklemeli üretim yöntemiyle SLA yöntemi ile) ve vinil akrilik sert şeffaf plaklar ise su jeti kesim cihazı ile elde edilmiştir. ISO 21920-2:2021 standartlarına göre her bir grup için örneklerin boyutları, 10 mm çap ve 2 mm kalınlık olacak şekilde belirlenmiştir. Malzemelere göre, yüzey işlemlerine göre ve kullanılacak olan solüsyonlara göre ana hatlarıyla belirlemek ve karşılaştırmak için öncelikle gruplara ayrılmıştır. Örnekler Grup PP (Parlatma Patı-Geleneksel Üretim ve Su Jeti Kesim ile Üretim) ve Grup SLA (Optiglaze- 3B, Dijital Üretim) olmak üzere yüzey işlemlerine ve üretim yöntemlerine göre 2 ana gruba ayrılmıştır. Bu 2 ana grup kendi içlerinde kullanılacak olan solüsyonlara göre alt gruplara ayrılmıştır.

Gruplardaki her bir örnek, günlük oklüzal splint kullanımı taklit edeceği şekilde bir dizi planlanmış deney prosedürüne tabi tutulmuştur. Sabah, her bir örneğin bir yüzeyi otomatik diş fırçası ile fırçalanmıştır. Otomatik şarj edilebilir diş fırçasının sabit bir şekilde titreşim vererek dairesel hareketler ile fırçalama yapabilmesi için bir düzenek hazırlanmıştır. Öğlen, gruplardaki her örnek yüksek protein içeren özel tıbbi amaçlı gıda olan sıvı besin içerisinde 1 saat kadar bekletilmiştir. Akşam, Grup PP1a,

Grup PP2a ve Grup SLAa daki her bir örnek distile su içerisinde bekletilmiştir ve Grup PP1b, Grup PP2b ve Grup SLAb deki her bir örnek günlük protez temizleyici içerisinde bekletilmiştir. Son aşama olarak gruplardaki her bir örnek tekrardan fırçalama düzeneğine yerleştirilerek her örneğin tek bir yüzeyi fırçalanmıştır. Bu deney prosedürü 1 ay boyunca her gün uygulanmıştır. Sırasıyla gruplardaki her bir örnek yüzeyinden deneyler uygulandıktan 1 hafta sonra (T1) ve 1 ay sonra (T2) optik profilometre cihazında yüzeylerin pürüzlülük ölçümleri, yüzeyin parlaklık ölçümleri ve SEM görüntüleri alınmıştır.

Bulgular: PP1, PP2 ve SLA gruplarının işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerini zaman içindeki değişikliklerle birlikte göstermektedir. İşlem öncesi ölçümde PP1 grubunun pürüzlülük değeri 108,2±32,8 (min-maks: 70,8-187) olarak kaydedilmişken, 1. hafta ve 1. ay ölçümlerinde sırasıyla 135,1±30,5 (min-maks: 77,6-206) ve 169,1±40,7 (min-maks: 115-250) olarak artmıştır. PP2 grubu için ise işlem öncesi 67,6±13,3 (min-maks: 48,2-101), 1. haftada 81,2±10,2 (min-maks: 68-102) ve 1. ayda 87,1±14 (min-maks: 68,8-116) olarak ölçülmüştür. En yüksek başlangıç değerlerine sahip olan SLA grubu, işlem öncesi 202,3±44,1 (min-maks: 152,5-318), 1. haftada 231,4±36 (min-maks: 149,6-303) ve 1. ayda 263±48,7 (min-maks: 181,2-347) olarak ölçülmüştür.

Çalışmamızda yüzey parlaklık ölçümlerinin gruplar arasında zaman içindeki değişimleri değerlendirildiğinde başlangıç değerlerine bakıldığında PP1 grubunun parlaklık değeri 74,3 GU ±2,2 olarak ölçülürken, PP2 grubunun başlangıç parlaklık değeri 72,7 GU ±2,6 olarak kaydedilmiştir. SLA grubunun parlaklık değeri 30,7 GU ±2,3 olarak kaydedilmiştir ve gruplar arasında başlangıç parlaklık değerinin en düşük olduğu Grup SLA grubu olarak saptanmıştır.

Sonuç: Tüm ana gruplar içerisinde en yüksek pürüzlülük değerleri, dijital üretim grubu olan Grup SLA'ya aittir. Tüm ana gruplar içerisinde en düşük pürüzlülük değerleri, konvansiyonel üretim grubu olan Grup PP2'ye aittir.

Tüm ana gruplar arasında en yüksek parlaklık değerleri, konvansiyonel üretim grubu olan Grup PP1'e aittir.

Tüm ana gruplar arasında en düşük parlaklık değerleri, dijital üretim grubu olan Grup SLA'ya aittir.

Tüm ana gruplar arasında zaman içerisinde anlamlı bir pürüzlülük artışı gözlemlenmiş olup gruplar arası ve zaman içindeki farklar da önemli bulunmuştur.

TME rahatsızlığının tedavisinde kullanılan splintlerin tamamı zaman içerisinde pürüzlenmektedir. Bu nedenle oral hijyen açısından hastaya gerekli bilgilendirme yapılmalı, temizliği hakkında bilinçlendirilmelidir.

TME rahatsızlıklarının uzun dönem tedavilerinde SLA splintler oral hijyen açısından son tercih olmalı ya da cilalama prosedürü geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: tme rahatsızlıkları, oklüzal splint materyalleri, yüzey pürüzlülüğü, aşınma direnci, yüzey parlaklığı, dijital üretim, temizleme solüsyonu

ABSTRACT

IN-VITRO EVALUATION OF THE VOLUMETRIC LOSS AFTER SURFACE TREATMENT OF OCCLUSAL SPLINT MATERIALS PRODUCED BY DIFFERENT METHODS FOR TEMPOROMANDIBULAR JOINT DISORDERS

Aim : The aim of this study is to evaluate the volumetric loss on the disc-shaped occlusal splint materials obtained by 2 different conventional and digital methods for temporomandibular joint disorders after various surface treatments and to evaluate the effect of cleaning solutions on the physical properties of occlusal splint materials. Also, the aim was to compare the volumetric loss that will occur after various surface treatments applied to the produced samples and to compare different production methods.

Materials and Methods: In this study, heat-polymerized hot acrylic samples were obtained by conventional production, digital samples were obtained by additive manufacturing (SLA method) and vinyl acrylic rigid transparent plaques were obtained by water jet cutting device. According to ISO 21920-2:2021 standards, the dimensions of the samples for each group were determined as 10 mm diameter and 2 mm thickness. They were first divided into groups to outline and compare them according to the materials, surface treatments and solutions to be used. The samples were divided into 2 main groups according to surface treatments and production methods: Group PP (Polishing Pad, Traditional Production and Water Jet Cutting) and Group SLA (Optiglaze,3D, Digital Production). These 2 main groups were divided into subgroups according to the solutions to be used.

Each specimen in the groups was subjected to a series of planned experimental procedures to simulate daily occlusal splint use. In the morning, one surface of each specimen was brushed with an automatic toothbrush. An apparatus was prepared so that the automatic rechargeable toothbrush could brush in a circular motion with constant vibration. At noon, each sample in the groups was kept in liquid food, a special medical food containing high protein, for 1 hour.

In the evening, each specimen in Group PP1a, Group PP2a and Group SLAa was soaked in distilled water and each specimen in Group PP1b, Group PP2b and Group SLAb was soaked in daily denture cleaner. As a final step, each sample in each group was placed back into the brushing apparatus and a single surface of each sample was brushed. This experimental procedure was performed every day for 1 month. Surface roughness measurements, surface gloss measurements and SEM images of each sample in the groups were taken using an optical profilometer 1 week (T1) and 1 month (T2) after the experiments, respectively.

Findings and Discussion: It shows the roughness measurements of PP1, PP2 and SLA groups before the procedure, at week 1 and at month 1, together with the changes over time. While the roughness value of the PP1 group was recorded as 108.2±32.8 (min-max: 70.8-187) in the pre-procedure measurement, it increased to 135.1±30.5 (min-max: 77.6-206) and 169.1±40.7 (min-max: 115-250) in the 1st week and 1st month measurements, respectively. For PP2 group, the values were 67.6±13.3 (min-max: 48.2-101) before the procedure, 81.2±10.2 (min-max: 68-102) at week 1 and 87.1±14 (min-max: 68.8-116) at month 1. The SLA group with the highest baseline values was 202.3±44.1 (min-max: 152.5-318) before the procedure, 231.4±36 (min-max: 149.6-303) at week 1 and 263±48.7 (min-max: 181.2-347) at month 1.

In our study, when the changes in surface gloss measurements between the groups were evaluated over time, the initial gloss value of the PP1 group was measured as 74.3 GU ±2.2, while the initial gloss value of the PP2 group was recorded as 72.7 GU ±2.6. The brightness value of the SLA group was recorded as 30.7 GU ±2.3 and the SLA group had the lowest initial brightness value among the groups.

Conclusion : The highest roughness values among all main groups belong to Group SLA, the digital production group. The lowest roughness values among all main groups belong to Group PP2, the conventional production group.

The highest gloss values among all main groups belong to Group PP1, the conventional production group.

The lowest gloss values among all main groups belong to Group SLA, the digital production group.

A significant increase in roughness was observed over time among all main groups and the differences between groups and over time were also found to be significant.

All splints used in the treatment of TMJ disorders become rough over time. For this reason, the patient should be informed about oral hygiene and should be made aware of their cleaning.

In long-term treatment of TMJ disorders, SLA splints should be the last choice in terms of oral hygiene or a polishing procedure should be developed.

Keywords: tmj disorders, occlusal splint materials, surface roughness, wear resistance, surface gloss, digital 4fabrication, cleaning solution.

TEŞEKKÜR

4 yıllık doktora eğitimim süresince her zaman desteğini yanımda hissettiğim, tez çalışmam boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, sadece akademik bilgileriyle değil, aynı zamanda başarısı, özverisi, anlayışı ve karakteriyle de bana ilham olan çok değerli hocam Prof. Dr. Simel AYYILDIZ'a;

Doktora sürecim boyunca bana her daim yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan kıymetli hocam Prof. Dr. Osman Cumhur SİPAHİ'ye;

Doktora eğitimimde ve tez sürecimde bana rehberlik eden ve yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Cem ŞAHİN'e;

Tez çalışmamın her aşamasında bana destek olan ve her zaman yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Nurten BAYSAL'a;

Tezimin laboratuvar aşamasında her türlü yardımı ve desteği vererek bana büyük kolaylık sağlayan öncelikle Ramazan Abi'me ve Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Laboratuvar çalışanlarına;

Doktora eğitimime katkıda bulunan SBÜ Gülhane Diş Hekimliği Protetik Diş Tedavisi ABD öğretim üyelerine;

Araştırmamın yürütülmesi sırasında bana olanak sağlayan Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne;

Her zaman desteklerini yanımda hissettiğim, tez sürecimde ve doktora eğitimim boyunca beraber olmaktan hep mutlu olduğum, benden yardımlarını bir gün olsun esirgemeyen, birlikte çok güzel anılar biriktirdiğim biricik arkadaşlarım, Gamze MUTLU, Berna ÖZCAN, Melek Almıla ERDOĞAN, Ahmet NARİN, Barış SÖZÜÖZ, Abdullah ÖZGÜR, Ceylan SADİOĞLU ve Ezgi MAYA AYTEN başta olmak üzere diğer tüm asistan arkadaşlarıma;

Bu süreçte ve tüm hayatım boyunca hem maddi ve hem manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, her koşulda yanımda olan ve hiç bitmeyen sevgileriyle bana güç veren sevgili annem Mine, babam Ayhan ve kardeşim Aytekin KARA'ya;

Bu süreçte en büyük ilham kaynağım olan, bana her zaman güç ve moral veren ve motivasyon kaynağım olan, sevgisi ve sabrı ile bu yolu çekilebilir kılan biricik yol arkadaşım Hilmi Berkay BİNİŞ'e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vii
TEŞEKKÜR x
İÇİNDEKİLER xi
ÇİZELGE LİSTESİ xv
ŞEKİL LİSTESİ xvi
RESİM LİSTESİ xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR xix
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 5
2.1. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIĞIN ETİYOLOJİSİ 5
2.2. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIĞIN EPİDEMİYOLOJİSİ 7
2.3. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIĞIN SINIFLANDIRILMASI 7
2.3.1. Çiğneme Kası Rahatsızlıkları 7
2.3.1.1. Koruyucu kas kasılması 7
2.3.1.2. Miyalji (İltihabi olmayan lokal kas ağrısı) 8
2.3.1.3. Miyospazm (Tonik kasılma miyaljisi) 9
2.3.1.4. Miyofasiyal ağrı (Tetik nokta miyaljisi) 9
2.3.1.5. Merkezi kaynaklı kas ağrısı (Kronik miyozit) 10
2.3.2. Temporomandibular Eklem Rahatsızlığının Sınıflandırılması 12
2.3.2.1. Kondil-disk düzensizlikleri 12
2.3.2.1.1. Redüksiyonlu disk deplasmanları ve aralıklı kilitlenmeli disk deplasmanları 12
2.3.2.2. Redüksiyonsuz disk deplasmanı 14
2.3.2.3. Eklem yüzeylerindeki yapısal uyumsuzluklar 15
2.3.2.3.1. Yapışmalar ve adezyonlar 15
2.3.2.3.2. Sublüksasyon 16
2.3.2.3.3. Lüksasyon 16
2.3.2.4. Temporomandibular eklemin iltihabi bozuklukları 17
2.3.2.4.1. Sinovit ve kapsülit 17

2.3.2.4.2. Retrodiskit (Posterior kapsülit) 17
2.3.2.4.3. Artrit 17
2.3.3. Kronik Mandibular Hipermobilite 18
2.3.3.1. Ankiloz 18
2.3.3.2. Kas kontraktürü 18
2.3.3.3. Koronoid engellemesi 19
2.3.4 Gelişimsel Rahatsızlık 20
2.4 TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIK TEDAVİSİ 21
2.4.1 Non-invaziv tedaviler 22
2.4.1.1 Farmakoterapi (İlaç tedavisi) 22
2.4.1.2 Fizik tedavi 24
2.4.1.3 Splint tedavisi 24
2.4.2 Minimal İnvaziv Tedaviler 25
2.4.3 İnvaziv Tedaviler 26
2.5 OKLÜZAL SPLİNT TEDAVİSİ 27
2.5.1 Oklüzal Splint Endikasyonları 28
2.5.2 Oklüzal Splintlerin İşlevi 29
2.5.3 Oklüzal Splint Çeşitleri 30
2.5.3.1 Stabilizasyon splinti 31
2.5.3.2 Anterior ısırma plağı (Anterior bite plane) 33
2.5.3.3 Anterior repozisyon (Konumlandırma) splinti 34
2.5.3.4 Posterior ısırma plağı (Posterior bite plane) 34
2.5.3.5 Pivoting splinti 35
2.5.3.6 Yumuşak (Resilient) splinti 36
2.5.4 Oklüzal Splint Tedavisinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar 36
2.6 Oklüzal Splint Üretiminde Kullanılan Materyaller 38
2.6.1 Dental Polimerler 38
2.6.3 Dental Polimerlerin Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 39
2.6.4 Dental Polimerleşmenin Kimyası (Polimerizasyon) 41
2.6.5 Akrilik Rezinler 42
2.6.6 Akrilik Rezinlerin Farklı Polimerizasyon Yöntemleri 42
2.6.6.1 Isı ile polimerize olan akrilik rezinler 42

2.6.6.2 Kimyasal olarak polimerize olan akrilik rezinler 43
2.6.6.3 Işık enerjisi ile polimerize olan akrilik rezinler 43
2.6.6.4 Mikrodalga enerjisi ile polimerize olan akrilik rezinler 44
2.6.7 Oklüzal splint yapımında kullanılan farklı malzeme türleri 45
2.7 Oklüzal Splint Üretim Yöntemleri 47
2.7.1 Konvansiyonel Üretim Yöntemleri 47
2.7.2 Dijital Üretim 48
2.7.2.1 Eklemeli dijital yöntemler (Additive Manufacturing) 49
2.7.2.1.1 Vat polymerization yöntemi (Hazne içi polimerizasyon) 50
2.7.2.1.2 Powder Bed Fusion (Toz katman birleştirmesi) 51
2.7.2.1.3 Fused deposition modelling (FDM) 52
2.7.2.1.4 Material and binder jetting 52
2.7.2.1.5. Laminated object manufacturing (LOM) 52
2.7.2.2 Eksiltmeli (Substractive, milling) dijital yöntemler 53
2.8 OKLÜZAL SPLİNT YAPIMINDA KULLANILAN MATERYALLERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ÖLÇÜMÜNÜN YAPILMASI 54
2.8.1 Yüzey Pürüzlülük Ölçümü için Kullanılan Yöntemler 54
2.8.2 Parlaklık 57
3. GEREÇ VE YÖNTEM 59
3.1. Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi 59
3.2. Araştırma Gücünün Hesaplanması (Analiz Sonuçları) 59
3.3. Araştırma Gruplarının Oluşturulması 59
3.4. Araştırmada Kullanılan Olan Örneklerin Elde Edilmesi 62
3.5. Araştırmada Kullanılan Olan Örneklerin Cilalama Prosedürü 67
3.6. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Fırçalanması, Solüsyon Kullanımı ve Sıvı Besin Kullanımı 67
3.7. Araştırmada Kullanılan Örneklerin 3-B Optik Profilometre Görüntülerinin Alınması 70
3.8. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülerinin Alınması 70

3.9. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Yüzey Parlaklığının Ölçülmesi 72
3.10. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Yüzeydeki Plak Tutulumunun İncelenmesi..... 72
3.11. İstatistiksel Analiz..... 73
4. BULGULAR..... 75
4.1. Grupların 3-B Optik Profilometre ile Ölçülen Pürüzlülük Ölçüm Değerleri.. 75
4.2 Grupların Yüzey Parlaklık Ölçüm Değerleri 85
4.3 Grupların SEM (Taramalı Elekton Mikroskobu) Bulguları..... 86
4.4 Grupların Yüzey Plak Tutulum Bulguları..... 91
5. TARTIŞMA 93
6. SONUÇ 109
7. KAYNAKLAR 111
8. EKLER..... 121

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1. Eklem Rahatsızlığının Sınıflandırılması 20
Çizelge 2.2. Çiğneme Kas Rahatsızlığının Sınıflandırılması 21
Çizelge 2.3. Kronik Mandibular Hipomobilite 21
Çizelge 2.4. Gelişim Bozuklukları 21
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan sarf malzeme bilgileri 61
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan cihaz bilgileri 62
Çizelge 4.1. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri. 75
Çizelge 4.2. Her grup içinde zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri. 76
Çizelge 4.3. İşlem zamanları açısından test grupların karşılaştırılmasına ilişkin p değerleri. 76
Çizelge 4.4. Pürüzlülük ölçümlerinin alt gruplarda zaman içindeki değişimleri. 77
Çizelge 4.5. Zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri. 78
Çizelge 4.6. Pürüzlülük ölçümlerinin alt gruplarda zaman içindeki değişimleri. 79
Çizelge 4.7. Zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri. 80
Çizelge 4.8. Pürüzlülük ölçümlerinin alt gruplarda zaman içindeki değişimleri. 82
Çizelge 4.9. Gruplar içinde zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri. 83
Çizelge 4.10. 0-7 arası değişim hızı ve 7-28 arası değişim hızı (nm/hafta) 85
Çizelge 4.11. Ortalama GU değerleri 85

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Araştırma Gruplarının Oluşturulması 60
Şekil 4.1. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma). 77
Şekil 4.2. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma). 79
Şekil 4.3. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma). 81
Şekil 4.4. Alt Grupların Aşınma Değerlerinin Zamana Göre Değişimi 84
Şekil 4.5. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma). 84

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1. Stabilizasyon Splinti 32
Resim 2.2. A, B) Stabilizasyon Splintinin Nihai Oklüzal Temaslar 33
Resim 2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Çalışma Prensibi 56
Resim 3.1. Su Jeti Kesim Cihazı 64
Resim 3.2. Bilgisayar Ortamında Tasarımın Yapılması 64
Resim 3.3. Su Jeti Kesiminin Gerçekleşmesi 65
Resim 3.4. Formlabs Form 3B+ Yazıcı 66
Resim 3.5. Tasarımın Yapılması 66
Resim 3.6. BioMed Clear Reçine 66
Resim 3.7. Fırçalama Düzeneği 68
Resim 3.8. Fırçalama Düzeneği 69
Resim 3.9. Çalışmada Kullanılan Optik Profilometre Cihazı 70
Resim 3.10. Örneklerin Altın Kaplama Cihazında Kaplama İşlemi 71
Resim 3.11. Taramalı Elektron Mikroskobu Cihazı 71
Resim 3.12. Çalışmada Kullanılan Parlaklık Ölçer Cihazı 72
Resim 3.13. Çalışmada Kullanılan Plak Boyama Jeli 73
Resim 4.1. PP1 Grubunun Başlangıç Yüzey Kesit Görüntüsü 86
Resim 4.2. PP1 Grubunun 1.Hafta Yüzey Kesit Görüntüsü 87
Resim 4.3. PP1 Grubunun 1.Ay Yüzey Kesit Görüntüsü 87
Resim 4.4. PP2 Grubunun Başlangıç Yüzey Kesit Görüntüsü 88
Resim 4.5. PP2 Grubunun 1.Hafta Yüzey Kesit Görüntüsü 88
Resim 4.6. PP2 Grubunun 1.Ay Yüzey Kesit Görüntüsü 89
Resim 4.7. SLA Grubunun Başlangıç Yüzey Kesit Görüntüsü 89
Resim 4.8. SLA Grubunun 1.Hafta Yüzey Kesit Görüntüsü 90
Resim 4.9. SLA Grubunun 1.Ay Yüzey Kesit Görüntüsü 90
Resim 4.10. Örneklerin Başlangıç Plak Boyamaları **A:** Grup PP1 Başlangıç Plak Boyama **B:** Grup PP2 Başlangıç Plak Boyama **C:** Grup SLA Başlangıç Plak Boyama 91

Resim 4.11. Örneklerin 1.Hafta Plak Boyamaları **A:** Grup PP1 1.Hafta Plak Boyama **B:** Grup PP2 1.Hafta Plak Boyama **C:** Grup SLA 1.Hafta Plak Boyama 92
Resim 4.12. Örneklerin 1.Ay Plak Boyamaları **A:** Grup PP1 1.Ay Plak Boyama **B:** Grup PP2 1.Ay Plak Boyama **C:** Grup SLA 1.Ay Plak Boyama 92

SİMGELER VE KISALTMALAR

3B : 3 Boyutlu
AM : Tabakalı Üretim (Additive Manufacturing)
Bis-GMA : Bisfenol A-Glisidil Metakrilat
CAD : Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM : Bilgisayar Destekli Üretim
CNC : Bilgisayar Nümerik Kontrollü
DLP : Dijital Işık İşleme
EKL : Eklemeli
EKS : Eksiltmeli
G : Geleneksel
ISO : Uluslararası Standartlar Örgütü
NSAI : Non-Steroid Antiinflamatuarlar
PEEK : Polietereterketon
PMMA : Polimetilmetakrilat
SEM : Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
SLA : Stereolitografi
SLE : Seçici Lazer Ergitme
SLS : Seçici Lazer Sinterleme
STL : Standard Triangle Language
TENS : Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu
TME : Temporomandibular Eklemi
TMR : Temporomandibular Rahatsızlıklar
UV : Ultraviole
PETG : Polietilen tereftalat-Glikol
PK : Polikarbonat
BTX : Botulinum Toksin
SLS : Selective Laser Sintering
DMLS : Direct Metal Laser Sintering
SLM : Selective Laser Melting
EBM : Electron Beam Melting

FDM : Fused Deposition Modelling

IJP : Inkjet 3D Printing

LOM : Laminated Object Manufacturing

CNC : Computer Numeric Controlled

DLP : Digital Light Processing

DMD : Dijital Mikro Sinyal Cihazı

UV : Ultraviyole

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Temporomandibular eklem (TME), çeneyi kafatasına bağlayan eklemdir. Bu eklemler konuşma, yemek yeme ve yüz ifadesi için gereken hareketleri sağlar.(1,2)

TME rahatsızlıkları, TME'de veya çevresindeki dokularda ağrı, alt çenede işlevsel sınırlamalar veya hareket sırasında TME'de tıklama sesi ile karakterize bir dizi durumu ifade eder.

TME rahatsızlıkları, 20 ila 40 yaş aralığındaki kadın hastalarda daha çok görülebilir. 15-18 yaş aralığı grubunda ise, eklem ağrıları görülebilir.(1,2)

TME rahatsızlıkları iki alt grupta incelenebilir; kassal rahatsızlıklar ve TME'nin fonksiyonel rahatsızlıkları. Kassal rahatsızlıklar, en sık ağrılara sebep olan rahatsızlıklardır. Kassal rahatsızlıklara örnek olarak, miyalji, yansıyan miyalji, spazm ve miyosit gösterilebilir. Miyalji aralarında en sık görülen kassal rahatsızlıktır.(1,2)

TME'nin fonksiyonel rahatsızlıklarını sıralayacak olursak;

1. Kondil-disk kompleksinde düzensizlik: Eklemin rahat hareketine engel olan ve geçici yakalama hissi, klik, poping (ani bir ses) ve kilitlenmeye sebep olan kondil ve disk arasındaki normal anatomik yapıdaki bozukluktur. Genel nüfusun %30-50'sinde TME kliği bulunur. TME kliği olan hastaların çoğunda belki değişik derecelerde disk deplasmanı vardır ama çoğunda ağrı olmayabilir.

Disk, diskal ligamentlerin kondilin kutuplarına bağlandığı yerin etrafında, kondil üzerinde rotasyon yapar.

Kondil-disk kompleksindeki düzensizlik, diskin kondil üzerindeki normal rotasyonal fonksiyonunu bozar. Bu normal disk hareketinin kaybı, kollateral diskal ligament ve inferior retrodiskal ligament uzaması ile olur. (1–3)

En yaygın sebep, kondil-disk kompleksine olan travmadır. Bu bir makro travma olabileceği gibi, kronik kas hiperaktivitesi ve ortopedik instabilite ile ilişkili mikrotravma ile olabilir.

Kondil-disk kompleksinin 3 tip düzensizliği vardır;

1. Disk deplasmanı
2. Redüksiyonlu disk dislokasyonu
3. Redüksiyonsuz disk dislokasyonu

Çoğu hastalarda, TME rahatsızlığının semptomları, rahatsızlığın etiyolojisine de bağlı olarak, tedavi veya tedavi olmaksızın zamanla iyileşme gösterebilir. Ortodonti veya cerrahi gibi, eklem anatomisini değiştiren, eklem bütünlüğünü bozan veya çeneyi manipüle eden invaziv, kalıcı tedavilerden önce, noninvaziv tedavileri uygulamak daha iyi bir tedavi seçeneği olabilir. (1–5)

Noninvaziv bir tedavi seçeneği olan oklüzal splintler, TME rahatsızlıklarında, bruksizmde, çiğneme kaslarının ağrı ve disfonksiyonlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Oklüzal splint tedavisinde, stabil ve dengeli bir oklüzyon oluşturmak, parafonksiyonel alışkanlıkların etkisini azaltacaktır.

Ayrıca, oklüzal splintlerin kullanımı, diş sıkma veya gıcırdatmanın sonucu olan dişlerde aşınmaya karşı koruma sağlar, kas aktivitesini azaltır. Oklüzal splintler, genellikle üst veya alt çenede kullanılmak üzere akrilik rezinden üretilen, çıkarılabilen apareylerdir. (1,2)

Bruksizm ve temporomandibular eklem rahatsızlığının (TME) tedavisinde oral splintlerin kullanımı bilimsel olarak kabul görmüştür. Stabilizasyon splinti (Michigan splinti) dünya çapında en yaygın kullanılan interoklüzal apareydir. Stabilizasyon splinti, splint tedavisi için genel kabul görmüş bir tedavi seçeneğidir. (6)

Kanıta dayalı üç endikasyonu vardır: bruksizm, çene kası ağrısı ve temporomandibular eklem (TME) ağrısıdır. Bruksizm için splint tedavisinin amacı diş gıcırdatma veya çene sıkma sırasında kuvvetlerin eşit dağılımını sağlamak ve dişleri aşınmaya karşı korumak iken, temporomandibular ağrısı olan hastalarda ağrının azaltılması terapötik bir hedeftir.

Günümüzde, ağrıyı azaltma mekanizmasının splint yerleştirildikten sonra oklüzal dikey boyutun değişmesi ve buna bağlı olarak çiğneme kaslarının fonksiyonel paternlerinde ve mandibular kondillerin pozisyonunda meydana gelen değişiklik olduğuna dair bilimsel kanıtlar bulunmaktadır. (7)

Temporomandibular eklem rahatsızlığı için farklı yöntemler ile üretilen oklüzal splint materyallerine uygulanan bir takım yüzey işlemleri sonrası bazı parametrelerin değerlendirildiği görülmüştür. Oklüzal splint materyallerine uygulanan cilalama protokolünün de önemi birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. (8–11)Yapılacak olan yüzey işlemleri sonrasında, kullanılacak olan boyama solüsyonlarının antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma vardır. (12)

Bu çalışma ile, temporomandibular eklem rahatsızlığı için 2 farklı konvansiyonel (geleneksel) ve beraberinde dijital yöntem ile elde edilen oklüzal splint materyallerine uygulanacak olan yüzey işlemlerinin sonucundaki aşınma değerlendirilecektir. Oklüzal splint materyallerinin renk stabilitesi ve yüzey parlaklığının değerlendirilmesi için kullanılacak olan temizleme solüsyonları kullanılacaktır. Ayrıca malzemelerin antimikrobiyal etkinlikleri ve bu temizleme solüsyonlarının oklüzal splint materyallerinin fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilecektir. Çalışma sırasında materyaller üzerinde yapılacak olan fırçalama işleminin yüzeyi ne kadar aşındırdığı da değerlendirilecektir. Çalışmanın hipotezi; üretim yöntemleri ve malzeme farklılığının aşınma direnci açısından farklılık göstereceği, ancak cilalama yöntemlerindeki farklılıkların aşınma direnci üzerinde anlamlı bir etkisi olmazken, pürüzlülük üzerinde etkisinin olabileceğidir. Ancak parlaklık ve yüzey pürüzlülüğünün solüsyonlar ve diş fırçalama prosedürü ile sürekli teması nedeniyle değişmesi beklenmektedir. Sonuç olarak başlangıç hipotezimiz; yüzey değişikliklerinin malzemeye/fabrikasyona, saklama türüne (temizleme solüsyonları) ve süreye bağlı olarak değişeceği yönündedir. Ayrıca, sertlik derecesi düşük olan oklüzal splint materyalinin daha çok aşınmış olması ve yüzey pürüzlülüğünün artmış olması beklenmektedir. Böylece yüzeyi daha pürüzlü olan materyalin de plak tutulumu daha çok olacaktır. Dolayısıyla üretim tekniğindeki değişiklikler ve kullanılacak olan sıvı ya da solüsyonlardaki saklama/bekletme süresinin de plak tutulumuna etki etmesi beklenmektedir. Çalışmanın klinik önemi ise, devam eden tedavilerde sadece karşıt dentisyon değil, temizleme yönetminin aşınma üzerindeki etkisi nedeniyle hastanın kontrol seans sıklığı ve tedavinin başarısını etkileyecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIĞIN ETİYOLOJİSİ

Temporomandibular bozukluğa sebep olan faktörlerin neden ve değişkenleri incelendiğinde, kompleks ve multifaktöriyel etiyolojiye sahip olduğu görülür.

Temporomandibular rahatsızlık riskini arttıran faktörlere "Predispozan faktörler", başlamasına neden olan faktörlere "Başlatıcı faktörler" ve iyileşmeyi engelleyen veya ilerlemesini arttıran faktörlere "Devam ettirici faktörler" denir. (1,13,14)

Kesin ve etkili bir tedavi protokolü belirlenmesinde etiyolojik faktörlerin önemi büyüktür.

Başlatıcı faktörler semptomların başlamasına neden olur ve öncelikle travma veya çiğneme sisteminin olumsuz yüklenmesiyle ilişkilidir. Kalıcı faktörlere aşağıdakiler dahil edilebilir:

a. Davranışsal faktörler (gıcırdatma, diş sıkma ve anormal baş duruşu)

Sosyal faktörler (ağrıya karşı öğrenilmiş tepkinin algılanmasını ve etkisini etkileyebilir)

c. Duygusal faktörler (depresyon ve anksiyete)

d. Bilişsel faktörler (hastalığın çözümünü daha zor hale getirebilecek olumsuz düşünce ve tutumlar)

Predispozan faktörler, temporomandibular bozuklukların gelişme riskini artırmak için çiğneme sistemini yeterince değiştiren patofizyolojik, psikolojik veya yapısal süreçlerdir. (1,13)

İatrojenik yaralanmalar hem başlatıcı hem de hazırlayıcı faktörler olarak hareket edebilir. Bu durum, ortodontik tedavi, tek seanslı kanal tedavisi gibi uzun süreli açıklığın olduğu herhangi bir dental prosedür sırasında veya temporomandibular eklemler, kaslar ve oklüzyon arasında fonksiyonel bir dengesizliğe neden olan nüks gibi faktörler nedeniyle ortaya çıkabilir.(1,13,15)

Temporomandibular rahatsızlıklara sebep olan 5 ana etiyolojik faktör incelebilir. Bunlar; oklüzyon, travma, derin ağrı duyusu, parafonksiyon ve emosyonel (duygusal) strestir. Oklüzal durum, temporomandibular bozuklukların ilk ve muhtemelen en çok tartışılan etiyolojik faktörüdür. (1,13,14)

Bir diğer etiyolojik faktör olan travma, çiğneme sisteminde bozukluklara sebep olur ve hem kas kaynaklı hem de eklem içi bozukluklarda etkili bir faktördür. (1,2)

Duygusal (emosyonel) stres, temporomandibular rahatsızlık üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Beynin duygusal merkezlerinin kas fonksiyonlarını etkilediği bilinmektedir. Stres kaynaklı sempatik sinir sisteminin uzun süre aktif kaldığı durumlarda kas tonusu artar ve kasta ağrıya sebep olur. Kas tonusunun artışı aynı zamanda temporomandibular rahatsızlıkların semptomlarında da artışa sebep olur. (1,2)

Bazı yapılan çalışmalarda, TMR olan hastalarının gerilim tipi baş ağrısı ve sırt ağrısı gibi diğer kronik kas-iskelet sistemi ağrı bozukluklarıyla benzer psikolojik profillere ve psikolojik işlev bozukluklarına sahip olduğunu göstermiştir. (15,16)

Stres, anksiyete ve diğer psikolojik faktörler kas hiperaktivitesini ve kas yorgunluğunu tetikleyerek kas spazmlarının ortaya çıkmasına ve şu sonuçlara neden olur; kontraktür, oklüzal uyumsuzluk ve dejeneratif artrit. Bu faktörler çiğneme döngüsünün oklüzal düzenini değiştirebilir, böylece bu değişiklikler tetikleyici bir faktör olmaktan ziyade TMR'nın bir sonucu haline gelir. Çeşitli çalışmalar, miyofasiyal ağrısı veya artralji, artrit veya osteoartrit ile ilişkili miyofasiyal ağrısı olan hastaların, disk deplasmanı tanısı konanlara göre daha ileri depresyon gösterdiğini doğrulamıştır. (15–17)

Parafonksiyonlar TME'nin bozulmuş veya değişmiş fonksiyonları olarak tanımlanır.Parafonksiyonel aktiviteler, diş sıkma ve gıcırdatma (bruksizm) gibi aktiviteler de kas tonusunda artışa sebep olur. Çalışmalar, disk deplasmanı ve eklem ağrısı olan hastaların %87,5'inde bruksizm tespit etmiştir. (1,2)

Bruksizm daha çok kas disfonksiyonu ile ilişkilidir ve disk yer değiştirmesi gibi eklem disfonksiyonu ile daha az ilişkilidir. Bu parafonksiyon, kondiler kemik remodelingi ve eklem kıkırdağı degradasyonu ile sonuçlanabilir ve TME osteoartritinin gelişimine katkıda bulunabilir. (3,6)

Derin ağrı duyusu çok sık karşılaşılan etiyolojik faktördür. Ağrıyı yemek yeme veya konuşmada zorluğa neden olabilen kısıtlı mandibular hareketler izler; çene hareketi sırasında temporomandibular eklemlerden gelen sesler de kaydedilir. (3)

Temporomandibular eklem hastalıklarının etiyolojisini anlamak, potansiyel patolojik faktörleri tanımlamak ve bunlardan kaçınmak açısından son derece önemlidir.(13,14)

2.2. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIĞIN EPİDEMİYOLOJİSİ

Temporomandibular rahatsızlıkların popülasyonda sıklığını, dağılımını ve hastalığa sebep olan oluşumları etkileyen bazı faktörleri incelemek için birçok çalışma yapılmıştır ve çalışmaların amaçlarına uygun bulgular bulunduğu görülmüştür.

Temporomandibular bozukluk genel nüfusun %60 ila %70'inde görülmekte olup, ancak yalnızca her dört kişiden biri herhangi bir semptomu fark etmekte ve diş hekimine muayene olup bunu bildirmektedir.

Acil tedavi ile karakterize olan baş ağrısı ve yüz ağrısı gibi semptomlar, çocuklarda %1-2, ergenlerde %5 ve yetişkinlerde %5-12'dir. (13)

Temporomandibular rahatsızlık için diş hekimine başvuran hastalara bakıldığında, kadınların sayısının erkeklerden en az dörtte bir oranında fazladır.

2.3. TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIĞIN SINIFLANDIRILMASI

Temporomandibular rahatsızlıklar genel olarak 4 geniş kategori altında incelenir. Bunlar; çiğneme kası rahatsızlıkları, temporomandibular eklem rahatsızlıkları, kronik mandibular hipomobilite ve gelişimsel rahatsızlıklardır. (1,2)

2.3.1. Çiğneme Kası Rahatsızlıkları

Çiğneme kası rahatsızlıklarında 5 tip rahatsızlıktan bahsedilebilir. Bunlar; koruyucu kas kasılmaları, miyalji (lokal kas ağrısı), miyofasyal (tetik noktası) kas ağrısı, miyospazm ve merkezi kaynaklı kas ağrısıdır. (1,2)

2.3.1.1. Koruyucu kas kasılması

Koruyucu ko-kontraksiyon, bir kasın değişen duyusal veya propriyoseptif input veya yaralanmaya verdiği ilk tepkidir. Bu yanıt aynı zamanda koruyucu kas splintlemesi veya ko-aktivasyon olarak da adlandırılır. (15–17)

Ko-kontraksiyon yaygın bir olgudur ve parmaklarla bir iş yapmaya çalışırken kolun desteklenmesi gibi birçok normal fonksiyonel aktivite sırasında gözlemlenebilir.

Değişen duyusal girdi veya ağrı varlığında, antagonistik kas gruplarının yaralı kısmı korumak amacıyla hareket sırasında ateşlendiği görülmektedir. Bu nedenle çiğneme sisteminde hissedilen ağrı, çiğneme kaslarının koruyucu ko-kontraksiyonuna neden olabilir. Klinik olarak bu durum, ağzın kapanması sırasında çene açma kaslarının aktivitesinde artışa ve ağzın açılması sırasında da kapama kaslarının aktivitesinde artışa neden olur. Koruyucu ko-kontraksiyonun patolojik bir durum değil, kas-iskelet sisteminin normal fizyolojik bir yanıtı olduğu unutulmamalıdır. (17)

Koruyucu ko-kontraksiyonun etiyolojisinin sebepleri incelenmek istenirse; değişmiş duyusal veya proprioseptif girdi, sürekli derin ağrı girişinin varlığı ve artan duygusal stres şeklinde sıralanabilir. (1,2,17)

Koruyucu ko-kontraksiyonu tanımlamanın anahtarı, bir olayı hemen takip etmesidir; bu nedenle geçmiş çok önemlidir. Koruyucu ko-kontraksiyon sadece birkaç gün kalır. Eğer çözülmezse, lokal kas ağrısının bunu takip etmesi muhtemeldir. Yerel yapılarda yakın zamanda meydana gelen bir değişiklik, son zamanlarda sürekli derin bir ağrı kaynağı ve duygusal streste son zamanlarda artış bu duruma örnek olacaktır. (1,2,17)

Koruyucu ko-kontraksiyonun klinik özelliklerinde, yapısal işlev bozukluğu (azalmış hareket aralığı, ancak hasta istendiğinde nispeten normal bir aralığa ulaşabilir), dinlenme sırasında çok az ağrı, fonskiyon sırasında artan ağrı ve hastada kas güçsüzlüğü hissiyatı mevcuttur. (1,2,7)

2.3.1.2. Miyalji (İltihabi olmayan lokal kas ağrısı)

Lokal kas ağrısı, birincil enflamatuar olmayan miyojenöz ağrı bozukluğudur. Genellikle kas dokusunun devam eden koruyucu ko-kontraksiyona verdiği ilk yanıttır ve bu nedenle diş hekimliği pratiğinde en sık görülen akut kas ağrısı bozukluğudur. (1,2)

Etiyolojisi incelendiğinde, lokal kas ağrısına yol açan 4 durum vardır. Bunlar; yerel yapılarda yakın zamanda meydana gelen bir değişikliğe bağlı olarak uzun süreli koruyucu ko-kontraksiyon, sürekli derin ağrı kaynağı (döngüsel kas ağrısı), lokal doku travması veya kasın alışılmamış kullanımı (gecikmiş başlangıçlı lokal kas ağrısı) ve artan duygusal stres seviyeleridir.(1,2)

Lokal kas ağrısı olan bir hasta tarafından bildirilen semptomlar vardır. Bu semptomlardan bazıları şöyledir; ağrı, koruyucu ko-kontraksiyon ile ilişkili bir olaydan birkaç saat/gün sonra başlamıştır, ağrı başka bir derin ağrı kaynağına ikincil olarak başlamıştır, ağrı doku yaralanmasıyla ilişkili olarak başlamıştır (enjeksiyon, geniş açma veya ağrının gecikebileceği alışılmamış kas kullanımı) ve yakın zamanda artan bir duygusal stres dönemidir.(1,2)

İltihabi olmayan lokal kas ağrısı bazı klinik belirtiler gösterebilir. Bunlar; yapısal işlev bozukluğu (Mandibular hareketin hızında ve aralığında belirgin bir azalma vardır. Tam hareket aralığı elde edilemez.), dinlenme sırasında minimal ağrı varlığı, ağrının fonksiyonla birlikte artışı, gerçek kas güçsüzlüğü ve ilgili kaslar palpe edidiğinde lokal hassasiyet varlığı vardır. (1,2)

2.3.1.3. Miyospazm (Tonik kasılma miyaljisi)

Miyospazm, genellikle kas dokuları içindeki lokal metabolik koşullarla ilişkili, MSS kaynaklı istemsiz bir tonik kas kasılmasıdır. Miyospazmda etiyolojik faktörler şunlardır; devam eden derin ağrı girişi, yorgunluk veya aşırı kullanımla ilişkili kas dokuları içindeki yerel metabolik faktörler, idiyopatik miyospazm mekanizmalarıdır. Hasta, genellikle kas sertliğinin eşlik ettiği ani başlayan kısıtlı çene hareketi bildirir. Miyospazmın klinik bulguları şunlar ile ilişkilidir: yapısal işlev bozukluğu (tutulan kas veya kaslara göre mandibular hareket aralığında belirgin kısıtlama vardır. Akut maloklüzyon yaygındır), dinlenme sırasında ağrı varlığı, ağrının fonskiyon ile artışı, etkilenen kasın sert ve palpasyonunda ağrı varlığı ve belirgin ve genel kas gerginliği hissiyatı gözlemlenir. (1,2)

2.3.1.4. Miyofasiyal ağrı (Tetik nokta miyaljisi)

Miyofasiyal ağrı, tetik noktaları olarak bilinen kas dokusunun sert, aşırı duyarlı bantlarının lokal alanları ile karakterize bölgesel bir miyojen ağrı durumudur ve bu duruma miyofasiyal tetik noktası ağrısı da denir. Bu miyaljik hastalıkta merkezi uyarıcı etkilerin varlığı yaygındır. En yaygın etki, hasta tarafından genellikle gerilim tipi baş ağrısı olarak tanımlanan sevk edilen ağrıdır. (1,2)

Bazı etiyolojik faktörler miyofasiyal ağrı ile ilişkilendirilmiştir. Bunlar; derin ağrı girdisinin devam eden kaynağı, artan duygusal stres seviyeleri, uyku bozukluklarının varlığı, alışkanlıklar, duruş, kas gerilmeleri ve hatta üşüme gibi kas

aktivitesini etkileyen yerel faktörler, beslenme yetersizlikleri, kötü fiziksel kondisyon, yorgunluk ve viral enfeksiyonlar gibi sistemik faktörler ve idiyopatik tetik nokta mekanizmalarıdır. (1,2)

Hastanın başlıca şikâyeti genellikle gerçek ağrı kaynağına (tetik noktalar) değil heterotopik ağrıdır. Bu nedenle hasta klinisyeni baş ağrısına (gerilim tipi) veya koruyucu ko-kontraksiyona yönlendirecektir. Eğer klinisyen dikkatli olmazsa, tedaviyi muhtemelen ikincil ağrılara yönlendirecek ve bu da elbette başarısız olacaktır. Klinisyen, uygun tedavinin seçilebilmesi için ağrının birincil kaynağını belirlemek için gerekli bilgi ve teşhis becerilerine sahip olmalıdır. (1,2)

Miyofasiyal ağrı durumuna sahip bir hasta genellikle şu klinik özellikleri gösterebilir; yapısal işlev bozukluğu (Tetik noktalarının yeri ve yoğunluğuna bağlı olarak mandibular hareket hızı ve aralığında hafif bir azalma olabilir. Bu hafif yapısal işlev bozukluğu, ağrının inhibitör etkilerine (koruyucu ko-kontraksiyon) ikincildir), heterotopik ağrı istirahat halindeyken bile hissedilir, fonksiyonla birlikte artan ağrı olabilir ve provoke edildiğinde heterotopik ağrıyı artıran tetik noktaları olan sıkı kas bantları vardır. (1,2)

2.3.1.5. Merkezi kaynaklı kas ağrısı (Kronik miyozit)

Merkezi aracılı miyalji, ağırlıklı olarak kas dokularında periferik olarak hissedilen MSS etkilerinden kaynaklanan kronik, sürekli bir kas ağrısı bozukluğudur. Bu bozukluk klinik olarak kas dokusundaki iltihabi bir durumun belirtilerine benzer belirtilerle ortaya çıkar; bu nedenle bazen miyozit olarak da adlandırılır. Hasta, genellikle uzun süreli kas şikayetleri (aylar ve hatta yıllar boyunca) ile ilişkili sürekli bir birincil miyojen ağrı durumu bildirir. (1,2)

Altı klinik özellik, merkezi olarak aracılık edilen miyalji için ortaktır, bunlar; yapısal işlev bozukluğu (Santral aracılı miyalji yaşayan hastalar mandibular hareket hızında ve aralığında belirgin bir azalma ile başvurur.) , dinlenme sırasında belirgin ağrı vardır, ağrı fonksiyonla birlikte artar, genel bir kas gerginliği hissi vardır, kas palpasyonunda belirgin ağrı vardır, kronik merkezi aracılı miyalji uzadıkça, ağrı nedeniyle kasın kullanılmaması kas atrofisine ve/veya miyostatik veya miyofibrotik kontraktüre neden olabilir. (1,2)

Eklem dışı bozuklukların çoğu çiğneme kaslarına odaklanan miyofasiyal ağrı olarak ortaya çıkar. TMR'nin %50'sinden fazlası miyofasiyal ağrıdır. Diğer eklem dışı bozukluklar arasında fibromiyalji, kas gerilmesi ve miyopatiler gibi kronik durumlar yer alır. Miyofasiyal ağrı ve disfonksiyonun diş sıkma, bruksizm veya diğer parafonksiyonel alışkanlıklardan kaynaklandığı teorize edilmektedir. Bunun sonucunda çiğneme kaslarında gerginlik, spazm, ağrı ve fonksiyonel kısıtlılık ortaya çıkar. Duygusal stres de miyofasiyal ağrıya katkıda bulunan diş sıkma ve bruksizme yatkınlık yaratır. Belirtiler arasında çiğneme kaslarında kronik ağrı, kulaklara, boyuna ve başa yayılan ağrı yer alır. (1,2)

Miyofasiyal ağrı, nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar, oklüzal koruyucular, fizik tedavi, kas gevşeticiler ve çiğneme kası giriş noktalarına enjekte edilebilir lokal anestezik/steroid kombinasyonları ile tedavi edilebilir. (1,2)

TMR'li semptomatik hastaların %84'ünde ve asemptomatik hastaların %33'ünde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile disk deplasmanına dair kanıtlar bulunmuştur. Ancak MRG bulguları tek başına tedaviyi belirlememelidir çünkü asemptomatik hastalarda da disk deplasmanı meydana gelebilir. Redüksiyon olmaksızın diskin yer değiştirmesi, kondiler hareketin öne doğru yer değiştirmiş disk tarafından fiziksel olarak engellendiği kapalı bir kilitlenme ile sonuçlanır. Akut kapalı saat, sınırlı mandibular açıklık ve şiddetli ağrı ile ilişkilidir. (1,2)

Fizik muayene, baş ve boynun genel bir değerlendirmesini, çiğneme kaslarının palpasyonunu, oklüzal analizi, çenenin açılıp kapanmasının incelenmesini ve TME'nin palpasyonunu içermelidir. Çiğneme kaslarının palpasyonu hafif ila şiddetli ağrıya neden olabilir. (18)

TME tanısı koymak için odaklanmış bir öykü ve fizik muayene gerekir. Ağrı ve sınırlı hareket açıklığı TME disfonksiyonunun kabul edilen semptomlarıdır. Radyografik çalışmalar da tamamlayıcı tanı araçları olarak kullanılabilir. (1,2)

Periapikal radyografiler, sevk edilen ağrının bir nedeni olarak diş patolojilerini ekarte etmek için kullanılabilir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi taramaları ve panoramik radyografiler eklemin kemik yapılarının ayrıntılı görüntülenmesini sağlar ancak eklem diskinin görüntülenmesini sağlamaz. MRG, diskin konumunu ve morfolojisini incelemek için tercih edilen yöntemdir (altın standart). MRG ayrıca dejeneratif kemik değişikliklerini de gösterebilir. MRG bulguları tek başına tedavi

stratejilerini belirlememelidir. Bir tedavi planı geliştirirken hastanın klinik sunumu, bulguları ve semptomları ile TME görüntülemesi birleştirilmelidir. MRG'de eklem efüzyonları inflamasyonun radyografik belirtileridir. Enflamasyon, eklem içinde adaptif değişikliklerden patolojik değişikliklere geçişi gösterir. Anterior disk deplasmanının MRG tanısı, referans noktası olarak kondilin en üst yönünü (saat 12 pozisyonu) kullanır. Anterior disk deplasmanı, posterior disk dokusu saat 12 kondiler pozisyonunun anteriorunda yer aldığında radyografik olarak tanımlanır. Disk kayması asemptomatik hastalarda ortaya çıkabilir, bu nedenle TME tedavilerine başlamadan önce tüm radyografik bulgular klinik bağlama yerleştirilmelidir. (18)

TME rahatsızlıkları, kapsüler ve intrakapsüler yapıları kapsayan geniş temporomandibular rahatsızlıklar (TMR) bütünün alt kategorisidir. Bu kategori, kondil-disk düzensizlikleri, eklem yüzeylerinin yapısal uyumsuzluğu ve iltihabi hastalıklar olmak üzere üç alt başlığa ayrılmıştır. (19)

2.3.2. Temporomandibular Eklem Rahatsızlığının Sınıflandırılması

2.3.2.1. Kondil-disk düzensizlikleri

Kondil-disk düzensizlikleri tedavi yöntemlerine göre, Disk deplasmanları / Aralıklı Kilitlenmeli Disk Deplasmanları ve Redüksiyonsuz Disk Deplasmanları olmak üzere iki alt sınıfa ayrılır. (1,2)

2.3.2.1.1. Redüksiyonlu disk deplasmanları ve aralıklı kilitlenmeli disk deplasmanları

Disk düzensizliklerinin erken safhasında redüksiyonlu disk deplasmanı ve aralıklı kilitlenmeli disk deplasmanı görülür. Bu hastalıkların klinik belirtili ve semptomları, kondil-disk bütünlüğündeki değişikliklerden veya düzensizliklerden kaynaklanır. Disk düzensizlikleri, eklem diskinin incelmesiyle birlikte kapsüler ligamanın uzamasından kaynaklanır. Bu değişiklikler ise genellikle makro veya mikrotravma sonucunda ortaya çıkar. Hasta makrotravma öyküsünü net bir şekilde ifade ederken, mikrotravmayı fark edemeyebilir. Mikrotravmaya örnek olarak; hipoksi-reperfüzyon yaralanmaları, bruksizm ve ortopedik instabilite gösterebilir. (20,21)

Eklem dokularına gelen normalin üzerindeki fazla ve uzun süreli kuvvetler, eklem dokularının fonksiyonel kapasitesini aşar ve yapıda bozulma başlar (hipoksi-

reperfüzyon hasarı). Fonksiyon, eklem dokularının kapasitesini aşmaya devam ederse geri dönüşümsüz değişiklikler meydana gelebilir. Fibrilasyon alanları gelişmeye başlayarak eklem yüzeylerinin fokal olarak pürüzlenmesine neden olur. Bu durum yüzeyin sürtünme özelliklerini değiştirir ve eklem yüzeylerinin yapışmasına yol açarak kondil-disk hareketinin mekaniğinde değişiklikler görülür. Devam eden yapışma (adezyonlar) ve/veya pürüzlenme, hareketler sırasında diskal ligamanlarda gerilmelere ve sonrasında disk deplasmanlarına neden olur. (1,2)

Öykü

Hastadan anamnez alındığında çoğunlukla diş gıcırdatma ve/veya bruksizm bulguları ortaya çıkar. Bu bulguların dışında hasta, ekleminden ses geldiğini ve ağzını açarken takılma hissiyatını söyleyebilir.

Klinik Özellikler

Klinik muayenede, hastada ağrı ile birlikte ağız açmada kısıtlılık vardır. Alt çene normal sınırlar içerisinde hareket edebilir. Diskin hareketi ise ağzın açılması ve kapanması sırasında eklemlere yapılan palpasyon ile hissedilebilir. Hasta ağzını açarken deviasyon görülür.

Redüksiyonlu Disk Deplasmanlarının Tedavisi

Redüksiyonlu disk deplasmanlarının tedavisinin amacı diski yeniden yakalamak değil intrakapsüler ağrıyı azaltmaktır. Eklem semptomları azalıyorsa stabilizasyon splinti düşünülebilir. Bu splintle oklüzyonda oluşabilecek uzun vadedeki olumsuz etkiler en aza indirilmiş olur. Bu splint etkili olmadığında bir ön konumlandırma splinti uygulanabilir. Hastaya başlangıçta splintini her zaman gece uykuda ve gerektiğinde semptomları azaltmak için gün içerisinde de takması söylenir. Bu yarı zamanlı kullanım, oklüzal değişikliklerin yan etkilerini en aza indirecektir. Hastanın ağrılarını kontrol altına almanın tek yolu buysa hastanın splintini kullanabilmesi için teşvik edilmelidir. Tedavi süreci 8 ila 10 hafta arasında veya daha fazla sürebilir. (1,2)

Splint kullanımı bırakıldığında semptomlar geri gelirse iki duruma dikkat edilmelidir. Bunlardan ilki, retrodiskal dokularda fonksiyonel kuvvetleri karşılayabilecek yeterli değişikliğin adaptif süreçte oluşmamasıdır. Böyle bir durumda hastaya tekrardan bir adaptasyon oluşturabilmek için oklüzal splint daha fazla kullandırılmalıdır. Ağrının geri dönüşünün ikinci sebebi ise, ortopedik stabilitenin

olmaması ve splintin bırakılmasıyla hastanın önceden var olan ortopedik düzensizliğine geri dönmesidir. Ortopedik stabilite olmadığında bunu düzeltmek için dental tedaviler düşünülebilir. (1,2)

2.3.2.2. Redüksiyonsuz disk deplasmanı

Redüksiyonsuz disk deplasmanı diskin sıklıkla anteromedial yönde yer değiştirdiği ve kandillerin hareketi sonrasında normal pozisyonuna geri dönemediği durumdur. Superior retrodiskal ligaman elastikiyeti kaybolduğunda diski yakalamaya başlamak güçleşir. Disk redükte olmadığından, ağız hem açıkken hem da kapalıyken disk kondilin önündedir. Hastaların hikayesinde sert bir cismi ısırma (elma vb.) veya uzun süreli ağzı açık tutma vardır. Ağız kapanınca akut bir blok meydana gelir ve tekrar açılamaz. Bu durum ağrılı olabileceği gibi, ağrısızda olabilir. Eklemden tıklama sesi alınmaz. Mandibular ağız açıklığı 25-30 mm 'dir. Etkilenen taraftaki hareketler kısıtlı olduğundan, sağlam taraf hareketleri normal olarak devam ettiği için mandibula orta hattan etkilenmiş tarafa kayar. Eğer bu tablo kronik bir hal alırsa ligamentlerin kollajen lifleri gerginliğini kaybeder, bu da mandibular hareketlerde artmaya neden olur. Bu devrede artık krepitasyon hissedilir. Bu ses disk perforasyonundan kaynaklanır. (1,2,22)

Öykü

Hasta öyküsünde, hastanın belirttiği şikâyet alt çenenin hareket miktarında ani bir değişimin söz konusu olmasıdır. Redüksiyonsuz disk deplasmanında genellikle eklem sesleri duyulmamaya başlar. (1,2)

Redüksiyonlu Disk Deplasmanının Tedavisi

Akut durumdayken manuel manipülasyon tekniği uygulanabilir. Tamamen yer değiştirmiş bir diskin yerine oturttulması için uygulanacak olan bu tekniğin uygulanabilir olmasına sırasıyla hastanın ağrı düzeyine, diskin kondil üzerinde yeniden konumlandırılabilmesi için diskin alanına ve kondilin maksimum translasyon pozisyonuna bağlıdır. (1,2)

Akut redüksiyonsuz disk deplasmanı olan hastalar ağızlarını çok açmazlarsa çok fazla ağrı duymazlar. Manuel manipülasyon tekniği denenmeden önce ağrının durumu kontrol edilmelidir. (1,2)

Diskin kondil üzerinde yeniden konumlandırılabilmesi için diskin alanı arttırılmalıdır. (1,2)

Retrodiskal laminanın superior kısmı disk üzerinde geri çekilme kuvveti oluşturur. Bu yapının etkili olabilmesi için kondil en ileri pozisyonda olmalıdır. (1,2)

Disk manuel manipülasyon tekniği ile yerleştirildiyse hasta ağzını kısıtlama olmadan açabilir duruma gelecektir. Posterior dişlerin gıcırdatmasını önlemek için ön konumlandırma splinti yapılır. (1,2)

Disk kalıcı olarak yer değiştirmiş ise retrodiskal dokuların adaptasyonunu iyileştirebilecek minimal invaziv bir yaklaşımın uygulanması gerekebilir. (1,2)

2.3.2.3. Eklem yüzeylerindeki yapısal uyumsuzluklar

Normal eklem fonksiyonunu bozan herhangi bir problem eklem yüzeyinde yapısal uyumsuzluklara sebep olabilir. Yapısal uyumsuzluk dört alt başlıkta incelenir; formda sapma, lüksasyon, sublüksasyon ve yapışmalar.

Klinik özelliklerinde hastanın ağız açma ve kapama esnasında tekrarlayan sapmalar meydana gelir. Sapmalar hep aynı yönde ve yerde gerçekleşir. Ağrılı veya ağrısız olabilir. Kesin tedavi seçeneklerinden biri cerrahi prosedürler uygulayarak değişmiş yapıyı normal haline çevirmektir. Kemikte düzensiz yapılar var ise artroplasti adı verilen cerrahi işlem ile yapılar yuvarlaklaştırılır ve düzleştirilir. (1,2)

Kesin tedavi işlemi olan cerrahi prosedürler uygulanmayacaksa eğer destekleyici bazı tedaviler uygulanabilir. Hastadaki ağız açıklığı mümkün olduğunca minimumda tutulmalı ve minimum açıklıkta çiğneme fonksiyonları yerine getirilmelidir.Kaslarda artan aktiviteyi kısıtlamak adına stabilizasyon splinti uygulanabilir. Ağrı varlığında kas gevşetici reçete edilebilir. (1,2)

2.3.2.3.1. Yapışmalar ve adezyonlar

Yapışmalar, eklem yüzeylerinde oluşan geçici yapışmalardır. Adezyonlar, eklem yüzeylerinin fibröz ataçmanlarından dolayı oluşur ve kalıcıdır. Uzun süreli statik yüklenmeden dolayı oluşan yapışmalar daha uzun süre devamlılık gösterir ise adezyon halini alabilir. Hasta öyküsünde uyku sırasında diş sıktığını yani statik bir kuvvet uyguladığını belirtir. Hastada ağız açıklığında azalma görülebilir.

Yapılacak olan tedavide eklem yüzeyine gelen statik kuvvetlerin azaltılması hedeflenmelidir. Stabilizasyon splinti gece diş gıcırdatma ve sıkma görüldüğü taktirde

endikasyonu vardır ve uygulanabilir. Adezyon için kesin bir tedavi düşünülüyor ise cerrahi müdahale (artroskopik) gerçekleştirilebilir. Destekleyici tedaviye hastanın ağrı ve fonksiyon bozukluğu değerlendirilir ve karar verilir. (1,2)

2.3.2.3.2. Sublüksasyon

Kondilin artiküler eminensi geçip anteriora doğru hareket etmesine sublüksasyon denir. Fossanın anatomik formundaki varyasyonudur. Hasta öyküsünde hasta ağzını çok fazla açtığında kilitlenme yaşadığını söyler ve ağzını kapatırken genellikle ağrı ile kapatır. Eklemin cerrahi olarak düzenlenmesi sublüksasyon için kesin bir tedavi olarak görülebilir. (1,2)

Sublüksasyonu tetikleyen translasyonu başlatmamak için hastanın ağız açıklığının miktarı sınırlandırılmalıdır. Bunu da destekleyici tedavi olan, ağız açma miktarının bir miktar azaltılması için splint kullanımı ile sağlanabilir. Aparey çeneyi açan kaslarda fonksiyonel bir kısalmaya yol açacağından sublüksasyon oluşumunu engelleyebilir ve ağız açıklığındaki miktarı biraz da olsa sınırlayabilir. (1,2)

2.3.2.3.3. Lüksasyon

Kondil ve diskin tamamen eminensin önüne doğru yer değiştirmesine lüksasyon denir. Kondilin ön sınıra doğru yer değiştirmesinde ağzın tam olarak açık kalması sebep olur. Disk ön pozisyonda sıkışma yaşarken aynı zamanda disk boşluğundan da geçerken güçlük çeker. Diskin kondilin arkasına doğru yer değiştirmesiyle beraber lüksasyon gerçekleşir. Lüksasyon sırasında çene kilitlenir ve ağız tam olarak açık kalır. Hastanın öyküsünde dental tedavi sonrası ağzın geniş şekilde açılmasından sonra veya esneme esnasında görülebilir. Kesin bir tedavi düşünülüyor ise, disk alanı arttırılmalıdır bu da süperior retrodiskal laminanın diski geri çekmesine izin vererek meydana gelir. Spontan dislokasyonu azaltmada kullanılacak olan bazı yöntemler vardır; baş parmaklar gazlı bez ile sarılıp ikinci azı dişlerin üzerine yerleştirilerek aşağıya doğru bir kuvvet uygulanır. Ön taraftan da çeneye yukarıya doğru bir kuvvet uygulanır. Bu uygulama ile her iki kondil harekete geçer ve diskin alanı arttırılmış olur. (1,2)

Lüksasyon belli bir süre sonra kronikleşir ve sürekli oluşmaya başlar ise cerrahi yaklaşım düşünülebilir. Kas kasılması sebebi ile oluşan lüksasyonlarda cerrahi yaklaşımlar düşünülmemelidir. (23,24)

2.3.2.4. Temporomandibular eklemin iltihabi bozuklukları

Temporomandibular eklemin iltihabi bozuklukları, ağrı ile karakterize eklem bölgesinde görülür ve fonksiyon sırasında oluşabilir. TME'nin iltihabi bozuklukları 4 farklı alt başlıkta sınıflandırılabilir; sinovit, kapsülit, retrodiskit ve artrittir. (1,2)

2.3.2.4.1. Sinovit ve kapsülit

Lokal travma veya makrotravma ve mikrotravmaya bağlı olarak synovial membranda (kapsülün iç katı) enflamasyon oluşmasına sinovit denir. Effüzyona bağlı olarak bir şişlik oluşur, mandibular hareket sırasında ve palpasyon esnasında ağrı vardır. İltihabi bir durum olduğundan ağrı stabildir, hareket sırasında artar. Travma ortadan kalktığında sinovit veya kapsülit kendiliğinden iyileşebilir. Destekleyici tedavi olarak ise, hastaya ağız açıklığının yavaş yavaş arttırılması ve yumuşak besinler ile beslenmesi önerilebilir. (1,2)

2.3.2.4.2. Retrodiskit (Posterior kapsülit)

Retrodiskit bilinen bir intrakapsüler hastalık olup genellikle travma sonucu oluşur. Oklüzal alışkanlıklar, prematür kontaktlar, diş restorasyonları gibi faktörler içsel travmaya sebep olan intristik faktörlerdir. (1,2)

2.3.2.4.3. Artrit

Artrit, eklemin eklem yüzeylerinin iltihaplanması anlamına gelir. Çeşitli artrit türleri TME'yi etkileyebilir. En yaygın olanı osteoartrittir. Osteoartrite neden olan ya da katkıda bulunan en yaygın etiyolojik faktör, eklemin eklem yapılarına aşırı yüklenilmesidir. Bu durum, eklem yüzeyleri disk yer değiştirmeleri ve retrodiskit nedeniyle tehlikeye girdiğinde ortaya çıkabilir. Kas hiperaktivitesinden şüphelenildiğinde, yükleme kuvvetini azaltmak için bir stabilizasyon apareyi endikedir. Bu uygulama eklem ağrısını vurguluyorsa, ağrısız bir kondiler pozisyona doğru hafif bir öne konumlandırma gerekebilir. (1,2)

Osteoartrit için destekleyici tedavi, hastaya hastalık sürecinin açıklanmasıyla başlar. Durumun normalde dejenerasyon ve ardından onarım şeklinde seyrettiği konusunda güvence verilir. Semptomlar genellikle standart bir çan eğrisi izler, ilk 4 ila 7 ay boyunca daha şiddetli hale gelir, daha sonra 8 ila 9 ay civarında düzleşir ve son

olarak 10 ila 12 ay arasında azalır. Çoğu vakada, osteoartrit bu destekleyici tedavi ve zamanla başarılı bir şekilde yönetilir. (1,2)

2.3.3. Kronik Mandibular Hipermobilite

Bu bozukluğun baskın özelliği hastanın ağzını normal aralıkta açamamasıdır. Kronik mandibular hipomobiliteye nadiren ağrılı semptomlar veya ilerleyici yıkıcı değişiklikler eşlik eder. Bu nedenle tedaviye başlama kararı dikkatle değerlendirilmelidir. (1,2)

Kronik mandibular hipomobilite etiyolojiye göre üç kategoriye ayrılır: ankiloz, kas kontraktürü ve koronoid impedans. (1,2)

2.3.3.1. Ankiloz

Ankiloz tanım olarak bir eklemin anormal hareketsizliği anlamına gelir. İki temel ankiloz tipi, hareketliliği sınırlayan dokulara göre ayrılır: fibröz ve kemiksi. Fibröz ankiloz en yaygın olanıdır ve kondil ile disk veya disk ile fossa arasında meydana gelebilir. Temporomandibular eklemin (TME) kemikli ankilozu kondil ve fossa arasında meydana gelir; bu nedenle ankilozdan önce diskin diskal boşlukta bulunmaması gerekir. Kemik ankilozları nadirdir ve daha kronik ve yaygın bir bozukluğu temsil eder. Fibröz ve kemikli ankilozların etiyolojisi ve tedavisi benzer olduğu için birlikte ele alınmıştır. (1,2)

2.3.3.2. Kas kontraktürü

Kontraktürün tanımı, bir kasın fonksiyonel uzunluğunun ağrısız bir şekilde kısalmasıdır. İki farklı kontraktür tipi vardır: miyostatik ve miyofibrotik. Elevatör kaslarının kontraktürü kronik mandibular hipomobiliteye neden olabilir.

Miyostatik kontraktür

Miyostatik kontraktür, bir kasın uzun bir süre boyunca tamamen uzamasının (gerilmesinin) engellenmesi durumunda ortaya çıkar. Kısıtlama, kasın tam fonksiyonel uzamasını sınırlayan ağrılı bir durumun sonucu olabilir. Bu nedenle miyostatik kontraktür genellikle başka bir rahatsızlığa ikincil olarak ortaya çıkar. Bir kasın tam olarak uzamasının, fonksiyonel uzunluğunun korunmasında önemli olduğu düşünülmektedir. (1,2)

Miyostatik kontraktüre yol açabilecek bir başka klinik durum da hastanın sürekli olarak anterior pozisyonlama apareyi kullanması halinde ortaya çıkar. Böyle bir aparey, inferolateral pterigoid kasın tam olarak uzamasına izin vermeyecektir. Bu nedenle kondilin hemen kas-iskelet açısından stabil pozisyona dönmesini engelleyen bir miyostatik kontraktür gelişebilir. Bu durum ortaya çıktığında ve hasta apareyi çıkardığında, posterior dişler kapanmayacaktır (posterior açık kapanış). Bu, anterior konumlandırma apareyleri günde 24 saat kullanıldığında sık görülen bir yan etkidir. Ancak, bu apareyler bu metinde önerildiği gibi yalnızca yarı zamanlı kullanıldığında, kas tam olarak uzama fırsatına sahip olur ve posterior açık kapanışlar nadiren gözlenir.

Miyostatik kontraktür, ilgili kasa bağlı olarak ağız açma veya diğer çene hareketlerinin ağrısız kısıtlanması ile karakterizedir.(1,2)

Miyofibrotik kontraktür

Miyofibrotik kontraktür, kas veya kılıfları içindeki aşırı doku yapışıklıklarının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu fibrotik yapışıklıklar kas liflerinin kendi üzerlerinde kaymasını engelleyerek kasın tam olarak uzamasını önler. Miyofibrotik kontraktürün yaygın etiyolojileri miyozit veya kas dokularına travmadır.(1,2)

Miyofibrotik kontraktür için alınan öyküde daha önce geçirilmiş bir kas yaralanması veya hareket açıklığında uzun süreli bir kısıtlama vardır. Ağrı yoktur. Bazen hasta sınırlı hareket açıklığının farkında bile olmayabilir çünkü bu durum çok uzun süredir mevcuttur.(1,2)

Miyofibrotik kontraktür de miyostatik kontraktür gibi, ilgili kasa bağlı olarak ağız açma veya diğer çene hareketlerinin ağrısız kısıtlanması ile karakterizedir.(1,2)

2.3.3.3. Koronoid engellemesi

Koronoid çıkıntı ağzın açılması sırasında zigomatik proses ile maksilla posterior lateral yüzeyi arasından anteroinferior olarak geçer. Koronoid proses fazla uzunsa veya bu bölgede fibrozis gelişmişse, hareketi engellenebilir ve mandibulanın kronik hipomobilitesi ortaya çıkabilir.(1,2)

Koronoid prosesin hemen anteriorundaki bölgede travma veya enfeksiyon, fibrotik yapışıklıklara veya bu dokuların birleşmesine yol açabilir. Bölgeye önceden cerrahi müdahale yapılması da koronoid impedansına neden olabilir. Bazı durumlarda koronoid çıkıntı uzayarak bu yumuşak doku alanı boyunca hareket etmesini

engelleyebilir. Bu durum, temporalis kasının parafonksiyona ikincil olarak koronoid prosesi çeken kronik aktivitesi ile ilişkili olabilir. Bu artmış kas aktivitesi kronik olarak yer değiştirmiş bir diskle de ilişkilendirilmiştir.(1,2)

Birçok vakada bölgeye travma veya enfeksiyon öyküsü ile ilişkili olan uzun süreli ağrısız açılma kısıtlaması öyküsü vardır. Redüksiyon olmaksızın uzun süredir devam eden bir anterior disk deplasmanı da olabilir. (1,2)

Klinik özelliklerinde şunlar görülür; kısıtlılık tüm hareketlerde, ancak özellikle protrüzyonda belirgindir. Bir koronoid çıkıntı diğerinden daha serbest olmadığı sürece, genellikle düz bir orta hat açılma yolu gözlenir. Sorun tek taraflı ise, açılma mandibulayı aynı tarafa doğru saptıracaktır. Koronoid sürecin CBCT'si bu tanıyı koymada çok yardımcı olabilir. (1,2)

2.3.4 Gelişimsel Rahatsızlık

Sistemik kas bozukluklarının birçok türü vardır. Bunlardan bazıları genetik olarak yatkınlık gösterirken, diğerleri daha çok zihinsel olarak gelişmektedir. Ancak, bu durumların birçoğunun üzerinde yeterince durulmamıştır. (1,2)

Çizelge 2.1. Eklem Rahatsızlığının Sınıflandırılması (1,2,28)

1.Kondil ve Disk Kompleks Bozukluğu	a. Redüksiyonlu Disk Dislokasyonu
	b. Redüksiyonsuz Disk Dislokasyonu
	c. Disk Deplasmanı
2. Artiküler Yüzeylerin Yapısal Uyumsuzluğu	a. Formda Deviasyon
	b. Adezyonlar
	i) Disk ile Kondil Arasında
	ii) Disk ile Fossa Arasında
3.Eklem Yüzeyindeki Yapısal Bozukluk	a. İnflamatuar Rahatsızlık
	i) Sinovit
	ii) Kapsülit
	iii) Retrodiskit
	iv) Artrit (Osteoartrit, Poliatrit)
4.Travma	a. Kontüzyon
	b. İntrakapsüler Kanama
	c. Kırık
5.TME Hipermobilite	a. Sublüksasyon
	b. Dislokasyon
6.TME Hipomobilite	a. Trismus
	b. Postradyasyon Terapisi
	c. Ankiloz
7.Enfeksiyon	

Çizelge 2.2. Çiğneme Kas Rahatsızlığının Sınıflandırılması (1,2,28)

1.Miyofasiyal Ağrı Bozuklukları
2.Lokal Kas Ağrısı
3.Miyozit
4.Miyofasyal Ağrı
5.Miyospazm
6.Miyofibratik Kontraktür

Çizelge 2.3. Kronik Mandibular Hipomobilite (1,2,28)

1.Ankiloz	a. Fibröz
	b. Kemiksel
2. Kas Kontraktörü	a. Miyostatik Kontraktür
	b. Miyofibrotik Kontraktür
3.Koronoid Engellemesi	

Çizelge 2.4. Gelişim Bozuklukları (1,2,28)

1. Doğumsal ve Gelişimsel Kemik Rahatsızlık	a. Agenezi
	b. Hipoplazi
	c. Hiperplazi
	d. Neoplazi
2. Doğumsal ve Gelişimsel Kas Rahatsızlık	a. Hipotrofi
	b.Hipertrofi
	c. Neoplazi

2.4 TEMPOROMANDİBULAR RAHATSIZLIK TEDAVİSİ

Temporomandibular tedavisi için yapılan birçok araştırma ve yayınlarda farklılık gösterebilir. Uluslararası sınıflandırmalar son yıllarda güncellenmiştir ve yeni klinik tanılara ve araştırmalara uyum sağlanmıştır. (1,2)

Temporomandibular bozuklukların etiyolojisi, ilgili fonksiyonel, yapısal ve psikolojik faktörlere bağlı olarak multifaktöriyeldir. TMR'nin klinik bulgularına bakıldığında, en sık görülen semptomlardan birinin ağrı olduğu görülmektedir. Ağrı

kulak, göz ve/veya boğaz gibi bölgeleri etkileyerek boyun ağrısı, yüz ağrısı ve baş ağrısına neden olabilir. Fiziksel faktörler arasında travmatik ikincil sinovit, enfeksiyon ve tahriş gibi enflamatuar sorunlar bulunabilir. TMR, redüksiyonlu veya redüksiyonsuz disk disfonksiyonu ile de ilişkili olabilir. (18,26)

Temporomandibular rahatsızlıklar için kullanılan tüm tedavi yöntemleri iki türden birine ayrılabilir: kesin tedavi ve destekleyici tedavi. (1,2)

Kesin tedavi, bozukluğu oluşturan etiyolojik faktörleri kontrol etmeye veya ortadan kaldırmaya yönelik yöntemleri ifade eder. Destekleyici tedavi, hasta semptomlarını değiştirmeye yönelik olan ancak genellikle etiyolojiyi etkilemeyen tedavi yöntemlerini ifade eder. (1)

TMR için konservatif tedaviler arasında ilaç tedavisi, fizyoterapi, oklüzal splintler, öz yönetim stratejileri ve bilişsel davranışçı yaklaşımlara dayalı müdahaleler yer almaktadır.

TMR için uygun bir terapötik yaklaşım, bu durumun ana belirti ve semptomlarını hafifletmeyi amaçlamalıdır.

Günümüzde konservatif tedavi yaklaşımı, daha az agresif olması ve genellikle tatmin edici klinik sonuçlarla sonuçlanması nedeniyle cerrahiye göre daha üstündür. Her bir müdahalenin uygulama endikasyonları ve TMR olan hastaların tedavisi için potansiyel etkileri açıklanmalıdır. (18,25,26)

Temporomandibular bozuklukların tedavileri; non-invaziv tedaviler, minimal invaziv tedaviler ve invaziv tedaviler olarak 3 alt başlık altında incelenebilir.

2.4.1 Non-invaziv tedaviler

Non-invaziv tedaviler, ağrı ve işlev bozukluğunun azaltılmasına yöneliktir. Non-invaziv tedavilerin 3 genel türü farmakolojik (ilaç) tedavi, fizik tedavi ve splint tedavisidir.

2.4.1.1 Farmakoterapi (İlaç tedavisi)

Farmakolojik tedavi, eklem diski ve TME bozukluklarının tedavisinde önemli bir rol oynar. Farmakoterapinin amacı 2 ana hedefe ayrılabilir:

1. Altta yatan hastalık sürecinin tedavisi
2. Ağrı ve şişlik gibi hastalıkla ilişkili semptomların hafifletilmesi (27)

Temporomandibular bozukluğu olan hastaların farmakolojik tedavisi genellikle ampiriktir. TMR tedavisi için tipik olarak çeşitli ilaçlar reçete edilse de birçoğunun bu spesifik patoloji için kanıtları yoktur; ancak diğer kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında etkileri kanıtlanmıştır. En sık kullanılan ilaçlar arasında nonsteroid antienflamatuvar ilaçlar (NSAİİ'ler), kortikoidler, analjezikler, kas gevşeticiler, anksiyolitikler, opiyatlar, trisiklik antidepresanlar (TCA'lar), gaba- pentin ve lidokain bantları bulunmaktadır.

Bu ilaçlardan bazıları TMR'nin eklem ağrısını tedavi etmek için kullanılırken, diğerleri kas ağrısını tedavi etmek için daha etkilidir.

NSAİİ'lerin TME'deki ağrıyı azaltmadaki etkileri kanıtlanmıştır.

En sık kullanılan NSAİİ'lerden biri sodyum diklofenaktır ve günde iki kez/üç kez 50 mg dozunda eklem ağrısını azaltabilir.

Kullanılan bir diğer NSAİİ ise naproksen sodyumdur ve plasebo ile karşılaştırıldığında eklem ağrısını azalttığı gösterilmiştir. Selekoksib ve plasebo ile karşılaştırıldığında 3 haftalık tedaviden sonra (günde iki kez 500 mg) anlamlı farklılıklar gösterilmiş ve TMR'nin klinik belirti ve semptomlarında anlamlı bir iyileşme elde edilmiştir. Piroksikam 10 gün boyunca günde bir kez 20 mg, 30 günlük takipte daha fazla TME ağrısı azalması ile sonuçlanmaktadır.63 Çok iyi bilinmeyen ancak iyi tolere edilen bir başka madde de palmitoiletanol-amid (120 güne kadar günde 300-1.200 mg), TMR hastalarında analjezik ve anti-enflamatuar etkiye sahip görünmektedir.

Bu sonuçlar, tüm bu ilaçların maksimal etkilerini elde etmek için uzun süreli tedavinin gerekli olduğunu göstermektedir; bu etkiler bazı durumlarda ancak birkaç haftalık tedaviden sonra belirgin hale gelmektedir. Bununla birlikte, NSAİİ'lerin hipertansiyonun alevlenmesi, dispepsiden ülserasyona kadar değişen gastrointestinal etkiler ve böbrek fonksiyonlarının kötüleşmesi gibi iyi bilinen yan etkileri vardır, bu da her hastanın klinik durumunu analiz etmeyi en iyi bireysel tedaviyi belirlemek için son derece önemli hale getirir.

Sistemik emiliminden kaçınmak için NSAID alımına farklı bir yaklaşım, ağrıyı azaltmak için TME üzerine kremler veya merhemler halinde topikal olarak uygulanmasıdır. Emilimini artırmak için dimetil sülfoksit ile birlikte günde dört doz topikal diklofenak uygulaması önerilir.

Miyofasiyal TME kasındaki kas ağrısının tedavisi için diazepam ve siklobenzaprin gibi gevşeticiler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Diazepam, kronik orofasiyal kas ağrısı için ibuprofenden daha iyi etkiler ve TME ağrısını azaltmak için plasebo ile aynı etkiler göstermiştir. Yakın zamanda yapılan bir meta-analiz, siklobenzaprinin lokal spazmlar ve ilişkili akut ağrı üzerindeki etkisi yoluyla kısa vadede kas ağrısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varmıştır; uyandıktan sonra çene ağrısını iyileştirmede klonazepamdan bile daha etkilidir.(24)

2.4.1.2 Fizik tedavi

Fizik tedavi, genellikle kesin tedavi ile birlikte uygulanan bir grup destekleyici tedaviyi temsil eder. Fizik tedavi, TMR tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu terapötik disiplin, manuel terapi (örn. eklem mobilizasyonu/manipülasyonları, yumuşak doku mobilizasyonu), terapötik egzersiz, elektroterapi (örn. düşük seviyeli lazer terapisi [LLLT], transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu [TENS], terapötik ultrason, kısa dalga), kuru iğneleme (DN) ve akupunktur dahil olmak üzere çok çeşitli teknikler kullanarak ağrıyı hafifletmeyi, iltihabı azaltmayı ve motor işlevi geri kazandırmayı amaçlamaktadır. (28)

2.4.1.3 Splint tedavisi

TMR hastalarını tedavi etmek için genellikle iki tedavi yaklaşım önerilebilir: ortopedik stabilizasyon tedavisi ve oklüzal tedavi. Birinci yöntem grubunda splint tedavisi sıklıkla kullanılırken, ikinci yöntemde ortodonti ve oklüzal ayarlama kesin doğru stabil bir oklüzyon elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. (29)

Oklüzal splintler, maksiller veya mandibular dişlerin oklüzal ve insizal yüzeylerine oturan, özel olarak üretilmiş sert veya yumuşak akrilik bir apareydir. Oklüzal splintlerin çeşitli kullanım alanları vardır. TME semptomları olan hastalar için aparey, ortopedik olarak daha stabil bir TME pozisyonunu destekler ve nöromüsküler refleks aktivitesini yeniden düzenler. Aparey kullanımı, hastanın ağrı semptomlarında bir miktar rahatlama sağlamanın yanı sıra TMR tanısını da doğrulayabilir. Oklüzal apareyler genellikle bruksizmin neden olduğu diş aşınmasını önlemek için kullanılır. Diş hekimi ayrıca protetik rehabilitasyondan önce hastanın oklüzyonun dikey boyutunun artmasına toleransını değerlendirmek için de apareyi kullanabilir.(30)

Oklüzal aparey tedavisinin en büyük avantajı tedavinin geri döndürülebilir ve non-invaziv olmasıdır. Bununla birlikte, splint yalnızca hasta taktığında etkili olduğundan, tedavi hasta iş birliğini gerektirir. Tedaviden maksimum fayda sağlamak için, diş hekimi apareyi teslim edildiği anda ve sonrasında periyodik olarak dikkatlice ayarlamalıdır. (31)

Splint tedavisi bruksizmle ilişkili TMR ağrısı için en sık önerilen konservatif tedavilerden biridir. Stabilizasyon splinti kullanımının TMR'de ağrıyı azaltmak için faydalı olup olmadığı net değildir, çünkü terapötik etkisi tartışmalıdır; ancak ağrı yönetimi için kabul edilebilir bir plasebo etkisi olduğu görülmektedir. Çiğneme kasların elektromiyografik aktivitesinde 2 haftadan uzun sürmeyen geçici bir azalma etkisi gösterilmiştir. Diş gıcırdatmadan kaynaklanan diş hasarını önlemek için oklüzal splintler önerilir. (29)

2.4.2 Minimal İnvaziv Tedaviler

Farklı terapötik (tedavi edici) solüsyonlar doğrudan TME boşluğuna enjekte edilebilir ve inflamasyon ve eklem dejenerasyonunun hedefe yönelik tedavisine olanak sağlar. TME, eklem diski tarafından bölünmüş, superior ve inferior olmak üzere 2 bağlantılı olmayan boşluğa sahiptir. Superior boşluğa yapılan enjeksiyon tekniği yerine inferior veya çift TME-space enjeksiyonu önerilmektedir. Bununla birlikte, alt boşluk enjeksiyonunun veya eşzamanlı üst ve alt boşluk enjeksiyonlarının ağız açıklığını artırmada ve TME ile ilişkili ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu göstermiştir.

Yapılan bazı araştırmalarda, sonuçlar TME ağrısı için kortikosteroid β-metazon veya sodyum hiyalüronat enjeksiyonlarının kullanımını desteklemiştir. Kortikosteroid eklem üzerinde iltihap önleyici bir etkiye sahip olabilir ve hiyalüronat eklemin kayganlığını artırabilir, ancak her ikisi de lokal iltihap maddelerinin seyreltilmesine yardımcı olabilir.

Çiğneme kaslarına botulinum toksini (BTX) enjeksiyonları ile ilgili olarak, sistematik bir inceleme BTX tedavisi için tartışmalı sonuçlar ortaya koymuştur. Dahil edilen beş çalışmadan ikisi ağrıda anlamlı bir azalma elde etmiş, biri çiğneme manuel terapisi ile karşılaştırıldığında eşit etkiler göstermiş ve ikisi BTX için plasebo ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark göstermemiştir. BTX'in infiltre kaslar üzerindeki

olası uzun vadeli olumsuz etkilerini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Temel araştırmalar, 1 yıllık BTX enjeksiyonlarından sonra kas boyutunun iyileştiğini, ancak kasılma fonksiyonunun iyileşmediğini göstermiştir.

Artrosentez ve artroskopi, daha konservatif tedavi yöntemlerine dirençli hastalarda kullanılan güvenli ve hızlı minimal invaziv prosedürlerdir. Çoğu zaman ameliyat sonrası acil eklem içi enjeksiyonlar ve iyileşme döneminde oklüzal splint, farmakoterapi ve fizik tedavi kullanımı ile kombine edilirler.

2.4.3 İnvaziv Tedaviler

Cerrahi seçenekler arasında, TME'nin iç dengesizlikleri veya dejeneratif patoloji için en sık kullanılan iki teknik, ilaç enjeksiyonu ile veya ilaç enjeksiyonu olmaksızın eklem lavajına dayalı artrosentez ve artroskopidir. Artroskopi ile artrosentez karşılaştırıldığında ağrı ve mandibular fonksiyon açısından fark yoktur; ancak artrosentezin cerrahi olmayan müdahalelerden daha iyi bir terapötik müdahale olduğunu destekleyen kanıt eksikliği vardır. TME'nin iç dengesizliği için, tıbbi yönetim veya rehabilitasyon diğer cerrahi seçeneklere göre önerilmektedir; redüksiyon olmadan semptomatik disk yer değiştirmesi olan hastalar en basit ve en az invaziv müdahale ile tedavi edilmelidir. Ayrıca, TME osteoartriti için artrosentez ile birlikte hyaluronat yerine trombositten zengin plazma enjeksiyonlarının faydasını destekleyen kanıtlar artmaktadır; ancak daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç vardır.

TME artroplastisi, diğer tedavi yöntemlerine dirençli osteoartritte bulunan osteofitleri, erozyonları ve düzensizlikleri gidermek için eklem yüzeyinin yeniden şekillendirilmesini içerir. Bu hastalarda sıklıkla eklem diski dejenerasyonu veya yer değiştirmesi de görülür ve bunlar yeniden konumlandırılabilir, onarılabilir veya tamamen çıkarılabilir. Tüm bu prosedürler genel anestezi altında deneyimli bir ağız cerrahı tarafından gerçekleştirilmelidir ve bu, periauriküler cilt insizyonu yoluyla açık cerrahi yaklaşım kullanılarak yapılır. Komplikasyonlar nadirdir ancak yara enfeksiyonu, fasiyal sinir yaralanması, kalıcı oklüzal değişiklikler, nükseden eklem ağrısı ve hayatı tehdit eden vasküler yaralanmaları içerebilir. TME ile ilgili tüm ameliyatlarda olduğu gibi, erken postoperatif fizik tedavi ve hareket açıklığı egzersizleri uzun vadeli fonksiyonel iyileşmeler elde etmek için hayati önem taşır.

Disk yeniden konumlandırma: Dahili dengesizliği olan hastalarda diski normal anatomik konumuna geri getirin. Bu prosedür en çok normal görünümlü (beyaz, sert, parlak) ve minimum yer değiştirmeye sahip disklerde etkilidir.

Disk onarımı: Küçük disk perforasyonları gerilimsiz primer kapama ile onarılabilir.

Tek başına diskektomi: Eklem diskinin çıkarılması, ciddi disk perforasyonu olan, disk elastikiyetini tamamen kaybetmiş ve diskin yeniden konumlandırılmasından sonra bile semptomatik olmaya devam eden hastalarda endikedir. Çalışmalar diskin cerrahi olarak çıkarılmasının ardından genellikle ağrı ve maksimal ağız açıklığında iyileşme olduğunu gösterse de hastalarda MRG'de fibröz yapışıklıklar, eklem aralığında daralma ve osteofit oluşumu belirtileri de görülmüştür.

Greft replasmanı ile diskektomi: Greft yerleştirilmesinin eklemi daha fazla dejenerasyondan koruyacağı ve fibröz yapışıklıkların oluşumunu önleyeceği düşünülmektedir. Temporalis flepleri, auriküler kıkırdak ve dermal greftler gibi otojen kaynakların kullanımı, alloplastik greftlere kıyasla daha üstün klinik sonuçlarla sonuçlanır.

Çalışmalar, otojen greftlerin aslında eklemin yeniden şekillenmesini önlemediğini, ancak tek başına diskektomiden kaynaklanan krepitasyonun başlangıcını azaltmaya yardımcı olabileceğini göstermiştir, ancak dermis grefti replasmanı ile diskektominin ağrı, çiğneme ve genel sağlıkta istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme ile sonuçlandığı gösterilmiştir.

2.5 OKLÜZAL SPLİNT TEDAVİSİ

Oklüzal splintler, bir arktaki dişlerin oklüzal ve insizal yüzeylerine oturan ve karşı arktaki dişlerle hassas oklüzal temas oluşturan, genellikle sert akrilikten yapılmış bir apareydir.

Oklüzal apareylerin çeşitli kullanım alanları vardır; bunlardan biri, merkezi sinir sistemine (MSS) periferik duyusal girdiyi değiştirebilen ve bazı kas ağrısı bozukluklarında iyileşmeye yol açan stabil bir oklüzal durumu geçici olarak sağlamaktır. (15,16,32)

Oklüzal apareyler ayrıca kondillerin ortopedik olarak en stabil eklem pozisyonunu almasını sağlayan bir oklüzal durum da sağlayabilir. Ayrıca dişleri ve

destekleyici yapıları, kırılma ve/veya diş aşınması yaratabilecek anormal kuvvetlerden korumak için de kullanılırlar. Gece koruyucuları ve ağız apareyleri olarak bilinen oklüzal splintler diş hekimliği uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Her biri çeşitli durumları ele almak için kullanılabilen birçok oklüzal splint türü vardır. Oklüzal splintler gerginliği azaltmak, kas aktivitesini azaltmak ve bruksizm ve temporomandibular bozuklukların (TMB'lar) neden olduğu zararlı etkileri önlemek için faydalıdır. TMB'lar için tedavi seçenekleri arasında güvence, hasta eğitimi, oklüzal splint tedavisi veya fizyoterapi yer alır.(23,24,32)

Aparey tedavisi, birçok temporomandibular bozukluğun (TMB) tedavisinde yardımcı olmasını sağlayan birçok olumlu özelliğe sahiptir. Birçok TMB'nin etiyolojisi ve birbirleriyle ilişkileri genellikle karmaşık olduğundan, başlangıç tedavisi genellikle geri dönüşümlü ve noninvaziv olmalıdır. Oklüzal apareyler, çiğneme sisteminin fonksiyonel ilişkilerini geçici olarak iyileştirirken böyle bir tedavi sunabilir. (33)

Bir oklüzal aparey, TMB'lerin etiyolojik faktörlerinden birini geçici olarak da olsa değiştirmek üzere özel olarak tasarlandığında, semptomlar da değişir.

Bu anlamda, aparey tanısal hale gelir. Bununla birlikte, bu ilişkiyi aşırı basitleştirmemeye özen gösterilmelidir.Bir aparey hastanın semptomlarını çeşitli şekillerde etkileyebilir. Semptomları azalttığında, geri dönüşü olmayan tedaviye başlanmadan önce kesin neden-sonuç ilişkisinin tanımlanması son derece önemlidir. Bu hususlar, daha kapsamlı tedavinin uzun vadeli başarı getirmesini sağlamak için gereklidir. Bir maloklüzyonun TMB'ye katkıda bulunduğundan şüphelenildiğinde, oklüzal aparey tedavisi daha istenilebilir bir oklüzal durumu hızlı ve geri dönüşümlü olarak sağlayabilir. Semptomları etkilemiyorsa, maloklüzyon muhtemelen etiyolojik bir faktör değildir ve kesinlikle geri dönüşü olmayan oklüzal tedavi ihtiyacı sorgulanmalıdır. TMB'lerin yönetiminde oklüzal aparey tedavisinin bir diğer olumlu özelliği de semptomları azaltmada faydalı olmasıdır.(15,23,32)

2.5.1 Oklüzal Splint Endikasyonları

Oklüzal splint tedavisi için doğru teşhis belirlemek önemlidir. Oklüzal splint endikasyonları sıralayacak olursak; (34)

- Çiğneme miyaljisi veya TME artraljisi olan hastalar.
- Miyospazm veya miyoziti olan hastalar.
- Travma veya enflamatuar eklem rahatsızlığı öyküsü olan ve bruksizm gibi mevcut parafonksiyonel aktivite nedenleri olan hastalar.
- Gerilim tipi baş ağrısı ve kas kökenli boyun ağrısı gibi stresle ilişkili ağrı semptomları olan hastalar.

2.5.2 Oklüzal Splintlerin İşlevi

Oklüzal splintlerin birçok yönlü işlevi vardır. Çiğneme kaslarının rahatlamasını sağlar, bruksizm sırasında dişlerin oklüzal yüzeylerini aşınmaya karşı korur, sentrik ilişkiyi korur, TMB'nin teşhisine yardımcı olur ve temporomandibular eklemin eklem içi basıncını azaltır.(1,2,33,35)

Çiğneme Kaslarının Gevşetilmesi

Oklüzyonun dikey boyutu (vertikal dikey boyut) ile çiğneme kasının işlevi arasındaki ilişki birçok klinik çalışma ve araştırmada açıklanmıştır. (1,2)

Fizyologlar, kas dinlenme uzunluğunu maksimum gerilimi geliştiren uzunluk olarak tanımlamışlardır. Çiğneme kaslarının klinik dinlenme pozisyonunun (postüral pozisyon) minimum kas gerilmesinin dikey boyutu olacağı varsayılmıştır. Bu nedenle, elevatör kaslarının istirahat halinde en gevşek olduğu varsayılmıştır. Dolayısıyla, dikey boyutun artması çiğneme kaslarının gevşemesiyle ilişkilidir. Temporal kasların hiperaktivasyonu gerilim tipi baş ağrısına neden olabilir veya migrenin kökeninde sempatik vasküler değişikliklere yol açabilir. Bu nedenle, vertikal dikey boyutu modifiye ederek, oklüzal splintler çiğneme kaslarının hiperaktivasyonuna bağlı miyojenik ağrıyı ve baş ağrısını azaltabilir.(1,2)

Diş Sıkma Sırasında Dişlerin Oklüzal Yüzeylerinin Korunması

Bruksizm, diş sıkma ve gıcırdatma diş yüzeylerini doğrudan etkileyen, çiğneme kaslarının istemsiz kasılmasıdır. Parafonksiyonel diş sıkma ve gıcırdatma TMR'de yaygın etiyolojik faktörlerden biri olarak kabul edilir ve bruksizm sırasında oluşan kuvvetler normal çiğneme sırasında oluşan maksimal kuvvetin 6 katına kadar çıkabilir. Oklüzal splintler, diş yüzeylerinin aşınmasına karşı mekanik korumadır. Ayrıca, başlangıçta bir veya belirli dişlerle sınırlı olan oklüzal kuvvetlerin yeniden dağıtılmasına yardımcı olan eşit yoğunlukta diş temasları sağlarlar. Bruksizm

durumunda semptomların iyileşmesinin bu oklüzal kuvvetlerin yeniden dağılımının bir sonucu olduğu öne sürülmüştür.

Mevcut Sentrik İlişkiyi Korumak

Prostodonti Terimler Sözlüğü sentrik ilişkiyi "diş temasından bağımsız olarak, kondillerin artiküler eminenslerin posterior eğimlerine karşı anterior-superior pozisyonda eklemi yakaladığı maksillomandibular ilişki" olarak tanımlamaktadır. Bu, eklem, disk ve kasların optimal düzenidir ve splint tedavisinin referans pozisyonunu oluşturur. Kondilin bu anterosuperior pozisyonda diskin altına tamamen oturması için, lateral pterigoid kasın diske superior göbekten bağlanması nedeniyle tamamen gevşemesi gerekir. Bu kas hiperaktiviteden sonra kasılı kalırsa, disk anteromedial olarak (kasın çıkış yönü boyunca) çekilecek ve kondilin üzerine tam olarak oturmayacaktır. Sentrik ilişkinin kurulması sırasında oklüzal müdahaleler lateral pterigoidin hiperaktivasyonunu indükleyerek eklem diskinin kasın orijinine doğru anteromedial olarak yer değiştirmesine neden olacaktır. Bu da kondil/disk birleşiminin yer değiştirmesine ve sentrik ilişkinin kaybolmasına neden olacaktır. Oklüzal splintler oklüzal etkileşimleri ortadan kaldıracak ve böylece nöromusküler yanıtları azaltarak kondiler pozisyonu sentrik ilişkide tutacaktır. Bununla birlikte, splintin kesin olarak çıkarılmasından sonra oklüzal etkileşimler devam ettiği için bu referans pozisyonun kalıcı olarak stabilizasyonunu sağlayamazlar.

Eklem İçi Basıncın Azaltılması

Oklüzal splintler, kas kuvvetlerinin yoğunluğunu, parafonksiyonların sıklığını ve/veya süresini azaltarak eklem içi basıncın azaltılmasına veya değiştirilmesine yardımcı olabilir. Önerilen ikinci hipotez, eklem içi bozukluklar ve/veya osteoartrit durumunda ağrıyı azaltarak kondiler distraksiyon ile eklem içi basıncın azaltılmasıdır.

2.5.3 Oklüzal Splint Çeşitleri

Temporomandibular bozuklukların etiyolojisine göre tedavi uygulaması için birçok oklüzal splint tipi önerilmiştir. Stabilizasyon splinti ve anterior repozisyon (konumlandırma) splinti çok sık kullanılan 2 splint çeşitidir. Stabilizasyon apareyi bazen kas gevşetme apareyi olarak adlandırılır çünkü öncelikle kas ağrısını azaltmak için kullanılır. Anterior konumlandırma apareyi bazen ortopedik yeniden konumlandırma apareyi olarak adlandırılır çünkü amacı mandibulanın kafatasına göre

konumunu değiştirmektir. Diğer oklüzal splint tipleri anterior ısırma plağı (anterior bite plane), posterior ısırma plağı (posterior bite plane), pivoting splinti ve yumuşak (resilient) splintlerdir.(36)

Stabilizasyon splinti ve anterior ısırma plağı (anterior bite plane) harekete izin veren splintlerdir. Bu tür splintler, kondillerin tek tip diş teması ile tamamen ayrılmasına izin verir. Bu, kas koordinasyonu sorunlarının kaynağını ve etkisini ortadan kaldırır. Dengeli kas fonksiyonu sağlar ve anormal oklüzal teması ortadan kaldırır (parafonksiyonel aktiviteyi azaltarak). Bu çalışma oklüzyonu değiştirir, böylece dişler artık kondillerin tüm oturuşunu engellemez. Sonuç olarak, kas aktivitesi de kontrol edilebilir. (1,2,36)

2.5.3.1 Stabilizasyon splinti

Stabilizasyon apareyi genellikle maksiller ark için üretilir ve hasta için optimal olduğu düşünülen bir oklüzal ilişki sağlar. Yerindeyken kondiller, dişlerin eşit ve eş zamanlı olarak temas ettiği sırada kas-iskelet açısından en stabil konumdadır. Eksentrik hareket sırasında posterior dişlerin kanin disoklüzyonu da sağlanır. Stabilizasyon apareyinin tedavi hedefi,oklüzal pozisyon ile eklem pozisyonu arasındaki ortopedik dengesizliği ortadan kaldırmak ve böylece bu dengesizliği TME'de etiyolojik bir faktör olarak ortadan kaldırmaktır. Stabilizasyon splinti genellikle kas ağrısı bozukluklarını tedavi etmek için kullanılır. Lokal miyaljisi veya kronik merkezi miyaljisi olan hastalar bu tip apareyler için iyi bir aday olabilir. Stabilizasyon apareyleri travmaya bağlı retrodiskit yaşayan hastalar için de faydalıdır. Bu aparey, hasarlı dokulara gelen kuvvetleri en aza indirmeye yardımcı olarak daha etkili bir iyileşme sağlayabilir. (1,2,6,37)

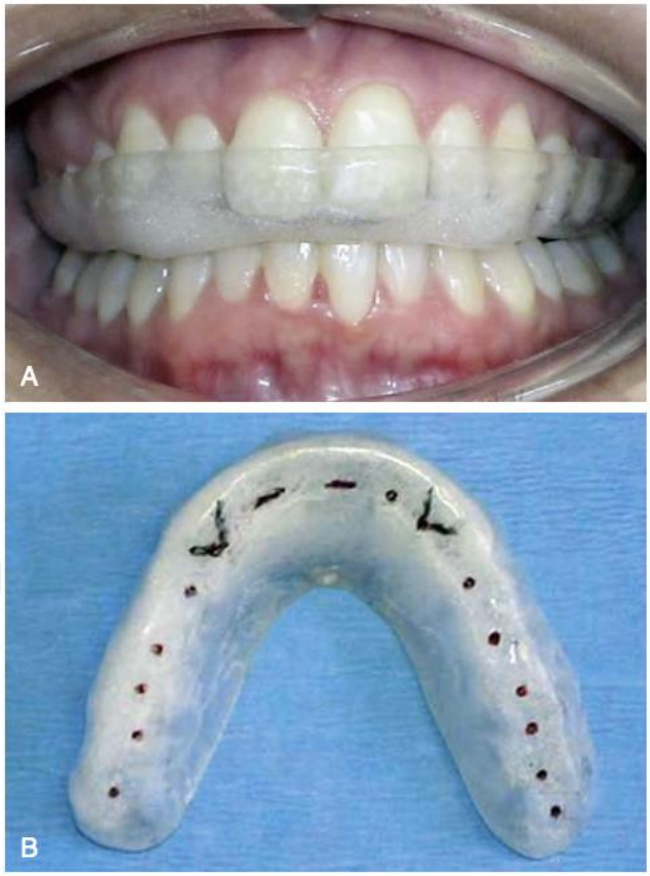
Stabilizasyon splinti, hastaya teslim edilmeden önce bazı kriterler sağlanmalıdır. Bunlar;

- Stabilizasyon splinti maksiller dişlere tam olarak oturmalı, mandibular dişlerle temas ettiğinde tam stabilite ve retansiyona sahip olmalıdır.
- Sentrik ilişkideyken tüm mandibular bukkal kasplar ve insizal kenarlar düz yüzeylere eşit kuvvetle temas etmelidir.

- Protruziv hareket sırasında mandibular kaninler apareye eşit kuvvetle temas etmelidir. Mandibular kesici dişler de temas edebilir ancak kanin dişlerden daha fazla kuvvetle temas etmemelidir.
- Herhangi bir lateral harekette sadece mandibular kanin aparey üzerinde laterotrusif temas göstermelidir.
- Mandibular posterior dişler kapanış sırasında splinte anterior dişlerden biraz daha fazla temas etmelidir.
- Dik (uyanık besleme) pozisyonunda posterior dişler splinte anterior dişlerden daha belirgin bir şekilde temas etmelidir.
- Apareyin oklüzal yüzeyi mümkün olduğunca düz olmalı ve mandibular kusplar için iz bırakmamalıdır.
- Stabilizasyon splinti yumuşak dokuların tahrişine yol açmamalıdır bu yüzden uygun cilalama prosedürü uygulanmalıdır. (1,2,6,37,38)



Resim 2.1. Stabilizasyon Splinti(1,2)



Resim 2.2. A, B) Stabilizasyon Splintinin Nihai Oklüzal Temasları (1,2)

2.5.3.2 Anterior ısırma plağı (Anterior bite plane)

Anterior ısırma plağı (düzlemi), maksiller dişlerin üzerine takılan ve sadece mandibular anterior dişlerle temas sağlayan sert akrilik bir apareydir. Öncelikle arka dişleri ayırmak ve böylece çiğneme sisteminin işlevi üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır.

Anterior ısırma düzlemi, ortopedik instabilite veya oklüzal durumdaki akut bir değişiklikle ilgili kas bozukluklarının tedavisi için önerilmiştir. Parafonksiyonel aktivite de bununla tedavi edilebilir ancak sadece kısa süreler için. Bir ön ısırma düzlemi veya bir arkın sadece bir kısmını kapsayan herhangi bir aparey kullanıldığında bazı önemli komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Karşılıksız kalan arka dişler sürme potansiyeline sahiptir. Aparey birkaç hafta veya ay boyunca sürekli olarak takılırsa, mandibular posterior dişlerin sürme olasılığı yüksektir. Bu gerçekleştiğinde ve aparey çıkarıldığında, ön dişler artık temas etmeyecek ve sonuç bir ön açık kapanış olacaktır. (1,2)

Ortopedik dengesizlik veya oklüzal durumda ani bir değişiklikle ilgili kas bozuklukları durumunda kullanılırlar. (39)

Kesici dişler hariç tüm dişleri ayırarak kaslar üzerindeki sıkma kuvvetini, parafonksiyonel hareketi ve TME gerginliğini azaltır. Posterior dişlerin fonksiyonel veya parafonksiyonel davranışlar sergilemesini engelleyerek diş sıkmayı önler.(40)

Harekete izin vermeyen splintler (anterior repozisyon splinti, posterior ısırma plağı, pivoting splinti) kondil-disk birleşimini düzeltmek veya yerleştirmek için kullanılır. Sadece belirli bir kondiler konum gerekli olduğunda kullanılmalıdır. Eklem ağrısı oluştuğunda, splint mandibulayı öne doğru hareket ettirir. Bu splintler, retrodiskal efüzyonlu şiddetli travma ve geçmeyen ağrılı disk yer değiştirmeleri gibi 2 klinik durumda kullanılmalıdır. (36)

2.5.3.3 Anterior repozisyon (Konumlandırma) splinti

Anterior pozisyonlama apareyi, mandibulayı interkuspal pozisyonun daha anteriorunda bir pozisyon almaya teşvik eden interoklüzal bir cihazdır. Kondilin öne konumlandırılması daha iyi bir kondil-disk ilişkisi sağlamaya yardımcı olabileceğinden ve böylece doku adaptasyonu veya onarımı için daha iyi bir fırsat sağlayabileceğinden, bazı disk bozukluğu bozukluklarının tedavisi için yararlı olabilir. Doku adaptasyonu gerçekleştiğinde, aparey ortadan kaldırılarak kondilin kas-iskelet sistemi açısından stabil pozisyonunu almasına ve adaptif fibröz dokular üzerinde ağrısız bir şekilde işlev görmesine izin verilir. (1,2)

Resiprokal tıklamayı tedavi eder, kondil-disk ilişkisini stabilize eder ve kondili tam oturmuş eklem pozisyonundan uzaklaştırarak retrodiskal doku kompresyonunu azaltır.(36)

Anterior repozisyon splintinin TME üzerindeki faydalı etkileri, artrojenöz TME'li hastalarda ağrı ve gürültünün azaltılması ve mandibular fonksiyonun iyileştirilmesidir; bu da normal disk kondil ilişkisinin yeniden sağlanmasına bağlanabilir. (35)

2.5.3.4 Posterior ısırma plağı (Posterior bite plane)

Posterior ısırma düzlemi genellikle mandibular dişler için üretilir ve posterior dişlerin üzerine yerleştirilmiş sert akrilik alanlardan oluşur ve dökme metal bir lingual bar ile bağlanır. Posterior ısırma düzleminin tedavi hedefleri, dikey boyutta ve

mandibular konumlandırmada büyük değişiklikler elde etmektir. Posterior ısırma düzlemleri, ciddi dikey boyut kaybı vakalarında veya mandibulanın anterior pozisyonunda büyük değişiklikler yapılması gerektiğinde savunulmuştur.

Bu apareyin kullanımı, bazı disk dengesizliği bozuklukları için yararlı olabilir. Anterior ısırma düzleminde olduğu gibi, bu apareyi çevreleyen en büyük endişe dental arkın sadece bir kısmıyla oklüzyon yapması ve bu nedenle oklüzyon yapılmayan dişlerin potansiyel supraeruption'ına ve/veya oklüzyon yapılan dişlerin intrüzyonuna izin vermesidir. Sürekli ve uzun süreli kullanımdan kaçınılmalıdır. Çoğu durumda, disk bozuklukları tedavi edilirken, anterior pozisyonlama apareylerinde olduğu gibi tüm ark dahil edilmelidir. Bu aparey, horizontal maksillomandibular ilişki, majör vertikal boyut değişiklikleri ve mandibular repozisyon elde etmeyi amaçlar. (40) Sadece posterior dişlere yerleştirildiği ve anterior dişleri devre dışı bıraktığı için ciddi oklüzyon dikey boyut kaybı (VDO) durumlarında veya mandibulanın anterior pozisyonunda önemli değişiklikler gerektiğinde endikedir; ancak bazı yazarlar bu tip splintin fiziksel gücü artırarak atletik performansı geliştirebileceğini bildirmiş olsa da önemli bir bilimsel kanıt yoktur. (40)

2.5.3.5 Pivoting splinti

Mandibular splint sadece en posterior dişlerle oklüzal temas sağlar. (36)

İç disk bozukluklarını ve intrakapsüler enflamasyonu tedavi edebilir(36). Mandibula splint etrafında dönerken, eklemleri boşaltarak TME içindeki basıncı azaltır.(41) Ek olarak, mümkün olduğunca geriye yerleştirilen tek taraflı oklüzal temas ile tek taraflı bir pivot aparey olarak kullanılabilir. Ağız kapatıldığında, pivot karşı taraftaki TME'yi yükler ve aynı taraftaki TME'yi hafifçe boşaltır. Pivot aparey, bir arkı kaplayan ve genellikle her kadranda tek bir posterior temas sağlayan sert akrilik bir cihazdır. Bu temas genellikle mümkün olduğunca posteriorda kurulur. Çene altına üstün kuvvet uygulandığında, eğilim ön dişleri birbirine yaklaştırmak ve kondilleri posterior pivot noktası etrafında aşağı doğru döndürmektir. Pivot apareyi başlangıçta eklemler arası basıncı azaltacağı ve böylece eklemin eklem yüzeylerini boşaltacağı düşüncesiyle geliştirilmiştir. (36)

2.5.3.6 Yumuşak (Resilient) splinti

Esnek bir aparey, ağrıyı, rahatsızlığı, miyaljiyi, bruksizmi ve diş sıkmayı hafifletmek için karşıt dişlerle eşit ve eş zamanlı temas sağlar. (36)(Kolayca üretilebilir ve akut TMR hastaları için acil tedavi olarak kullanılabilir.) Bu splint, miyojenik TMR'lerin tedavisinde rijit stabilite atellerinden daha etkilidir, ancak artrojenik TMR'lerin tedavisinde daha az etkilidir. (62)(42)

2.5.4 Oklüzal Splint Tedavisinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Birçok sayıda araştırma kanıtı oklüzal splint tedavisinin TMB'lerin %70 ila %90'ında semptomları azaltmada başarılı bir tedavi olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda, birçok yazar apareylerin kas aktivitesini (özellikle de parafonksiyonel aktiviteyi) azalttığı sonucuna varmıştır. Kas aktivitesi azaldığında miyojenöz ağrı da azalır. Azalan kas aktivitesi aynı zamanda TME'ler ve çiğneme sistemindeki diğer yapılar üzerine binen kuvvetleri de azaltır. Bu yapıların yüklenmesi azaldığında, ilişkili semptomlar da azalır.

Herhangi bir kalıcı tedaviye başlanmadan önce, oklüzal apareylerin TMB'lerle ilişkili semptomları neden azalttığını açıklayabilecek, tüm apareylerde ortak olan olasılıkların farkında olunmalıdır. Herhangi bir kalıcı oklüzal tedavi düşünülmeden önce bu olasılıkların her biri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu olasılıklar şu şekilde sıralanabilir:

1. Oklüzal durumun değiştirilmesi: Tüm oklüzal splintler mevcut oklüzal durumu geçici olarak değiştirir. Özellikle daha stabil ve optimum bir duruma doğru yapılan bir değişiklik genellikle kas aktivitesini azaltır ve bu da semptomların azalmasıyla sonuçlanabilir. Bu kavram yıllardır kabul görmektedir ve çoğu kişi tarafından oklüzal apareylerin TMB semptomlarını etkilediği tek yol olarak düşünülmektedir.

2.Kondiler pozisyonun değiştirilmesi: Çoğu cihaz kondiler pozisyonu ya kas-iskelet sistemi açısından daha stabil ya da yapısal olarak daha uyumlu ve işlevsel bir pozisyona getirmektedir. Eklem stabilitesi üzerindeki bu etki, semptomlardaki pozitif TMB azalmasını açıklayabilir.

3. Dikey boyutta artış: Tüm interoklüzal apareyler hastanın dikey boyutunu geçici olarak artırır. Bu etki, tedavi hedeflerinden bağımsız olarak evrenseldir. Dikey

boyuttaki bir artışın kas aktivitesini ve TMB semptomlarını geçici olarak azaltabildiği gösterilmiştir. Dolayısıyla semptomların azalmasından bu değişiklik sorumlu olabilir.

4. Davranışsal farkındalık: Oklüzal aparey kullanan hastalar fonksiyonel ve parafonksiyonel davranışlarının daha fazla farkında olurlar. Aparey, bozukluğu etkileyebilecek aktiviteleri değiştirmek için sürekli bir hatırlatıcı görevi görür. Bilişsel farkındalık arttıkça, bozukluğa katkıda bulunan faktörler azalır. Sonuç olarak semptomlarda azalma görülür.

5. MSS aktivitesinde değişiklik: Uyku ile ilişkili bruksizmin kaynağı MSS gibi görünmektedir. Periferik duyusal girdideki herhangi bir değişikliğin bu MSS aktivitesi üzerinde inhibe edici bir etkisi olduğu görülmektedir. Dişler arasına bir oklüzal aparey yerleştirildiğinde, periferik duyusal girdide bir değişiklik sağlar ve genellikle MSS kaynaklı bruksizmde bir azalmaya neden olur. Aparey bruksizmi tedavi etmez; sadece takılı olduğu süre boyunca bruksizm eğilimini engeller. Çalışmalar, bir apareyin uzun süreli kullanımından sonra bile, hasta kullanımı bıraktığında bruksizmin geri döndüğünü göstermektedir.

Ayrıca, bir kişi her gece bir aparey taktığında, hasta değişen duyusal girdiye uyum sağladıkça bruksizm yine de geri dönebilir. Aslında, aparey kullanımının erken dönemlerinde olumlu semptom rahatlaması olan hastalarda, kullanımın devam etmesiyle semptomlar geri dönebilir. Ayrıca, bir kişi her gece bir aparey taktığında, hasta değişen duyusal girdiye uyum sağladıkça bruksizm yine de geri dönebilir. Aslında, aparey kullanımının erken dönemlerinde olumlu semptom rahatlaması yaşayan hastalarda, kullanımın devam etmesiyle semptomlar geri dönebilir. Bruksizm için sürekli bir aparey kullanımı kesinlikle en iyi seçim değildir ve semptomları yalnızca geçici olarak etkileyebilir.

6. Doğal kas-iskelet iyileşmesi: Aşırı kullanılan kaslarda ağrı oluşabilir. Bu durum özellikle aktivite normal kullanımdan daha fazla olduğunda geçerlidir (gecikmiş başlangıçlı lokal kas ağrısı). Dinlenme ile bu ağrılı kas durumunun doğal seyri iyileşmedir. Eğer bir hasta alışılmadık kullanıma bağlı lokal miyalji yaşar ve hemen ofise başvurursa ve bir aparey üretilirse, semptomların düzelmesi çok muhtemeldir. Ancak, klinisyenin ağrı azalmasının apareyin terapötik etkisine mi yoksa dinlenmeyle ilişkili doğal iyileşme sürecine mi bağlı olduğunu bilmesi çok zor olacaktır.

7. Plasebo Etkisi: Her tedavide olduğu gibi plasebo etkisi mümkündür. Diş hekimleri genellikle plasebo etkilerinin tedavi sonuçlarını etkilediğini düşünmezler çünkü dental prosedürlerde nadiren ortaya çıkarlar. Bunun nedeni çoğu dental prosedürün çok mekanik olmasıdır.

Çalışmalar, belirli TMR'lerden muzdarip hastaların yaklaşık %40'ının plasebo tedavilerine olumlu yanıt verdiğini göstermektedir. Olumlu plasebo etkisi, doktorun hastaya yaklaşımı ve tedaviyi sunuşundaki yetkin ve güven verici tavırdan kaynaklanıyor olabilir. Semptomların geri dönmediği 4 ila 6 haftalık aparey tedavisinden sonra, hastadan apareyi birkaç günlüğüne çıkarması istenmelidir. Semptomların tekrarlaması dikey boyutun azalması tanısını doğrulayabilir ancak oklüzal durum veya kondiler pozisyon gibi diğer faktörleri dışlamaz. Semptomlar geri dönmezse, diğer faktörler (örn. bilişsel farkındalık, plasebo etkisi, duygusal stresle ilişkili bruksizm, doğal iyileşme ve ortalamaya gerileme) göz önünde bulundurulmalıdır. (1,2)

2.6 Oklüzal Splint Üretiminde Kullanılan Materyaller

Dental materyaller dört ana grup altında sınıflandırılabilir:

- Metaller
- Seramikler
- Kompozitler
- Polimerler

Oklüzal splint üretimi için kullanılan dental materyallerden polimerler; metaller seramikler ve kompozitlerden daha çok tercih edilir. Bunun sebebi de polimerlerin kolay işlenebilir olması, malzemenin kolay erişebilir olması, boyutsal stabilitenin iyi olması ve renk uyumunun kolay olması ve ağız dokularıyla uyumlu olması gibi sıralanabilir. (43)

2.6.1 Dental Polimerler

Polimerler, monomer olarak bilinen çok sayıda düşük molekül ağırlıklı molekülü büyük, çok yüksek molekül ağırlıklı uzun zincirli makromoleküllere dönüştüren kimyasal reaksiyonlar yoluyla oluşur. Reçineler, yararlı bir dizi özelliğe sahip bir malzeme sağlamak için diğer bileşenlerle harmanlanmış monomerlerin veya

makromoleküllerin bileşimleridir. Makromolekülün özel şekli ve morfolojisi onun bir lif mi, sert bir katı mı yoksa elastomer (kauçuk benzeri) bir malzeme mi olduğunu belirler. Monomer reçineler diş hekimliğinde kullanışlıdır çünkü şekillendirilebilir ve kalıplanabilir ve daha sonra polimerize olduklarında kalıcı bir şekil almak için bir katıya dönüştürülebilirler. Sentetik polimer reçineler genellikle plastik olarak adlandırılır ve normal kullanımda boyutsal olarak stabil olmalarına rağmen geri dönüşü olmayan deformasyonla kalıcı olarak yeniden şekillendirilebilen maddelerdir. Plastiklerin faydası, ısı ve basınç uygulanarak veya kimyasal bir reaksiyonla kalıcı olarak şekillendirilebilme ve karmaşık şekillere kalıplanabilme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Termal davranışlarına bağlı olarak, tersinir bir değişime uğrarlarsa termoplastik polimerlere veya ısıtıldıklarında tersinmez bir değişime uğrarlarsa termoset polimerlere ayrılabilirler. Elastomerler, uygulanan küçük gerilmeler altında kolayca geniş çaplı tersinir deformasyona uğrarlar; yani elastik davranış sergilerler. (44)

2.6.3 Dental Polimerlerin Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Polimerler, mekanik özellikleri gereğince güçlü ve fiziksel olarak stabil olmalıdırlar, gerektiğinde kolayca manipüle edilebilmeli, mükemmel estetik niteliklere sahip olmalı hem depoda hem de ağızda kimyasal olarak stabil olmalı, biyolojik uyumluluğa sahip olmalı ve makul bir maliyete sahip olmalıdırlar.

Polimerlerin ideal mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklerine pratik olarak en yakın dengeyi sağlamak için bazı özellikler manipüle edilir. Bu özellikler birbiriyle ilişkili dört kategoride gruplandırılabilir: mekanik, reolojik (akış), çözünme ve termal.

Mekanik özellikler (Deformasyon, Geri kazanım)

Uygulanan bazı kuvvetler, polimerler içinde malzemelerin elastik şekil değiştirme, plastik şekil değiştirme veya elastik artı plastik şekil değiştirmenin bir kombinasyonu yoluyla deforme olmasına (yani şekil değiştirmesine) neden olan gerilimler üretir.

- Plastik şekil değiştirme, geri dönüşü olmayan bir deformasyondur ve polimer zincirleri arasında kayma (akış) sonucu yeni, kalıcı bir şekil ile sonuçlanır.

-Elastik deformasyon tersine çevrilebilir bir deformasyondur ve polimer zincirlerinin çözülüp tekrar sarılmasının bir sonucu olarak stres ortadan kalktığında hızla ve tamamen geri kazanılır.

- Viskoelastik gerilme hem elastik hem de plastik deformasyonun bir kombinasyonudur, gerilme azaltıldığında sadece elastik kısım geri kazanılır. Ayrıca, toparlanma anlık değildir ve zaman içinde gerçekleşir çünkü elastik toparlanma süreci zincirler arasındaki viskoz akış direnci tarafından engellenir. Gerilmenin ortadan kalktığı anda geri kazanılmayan deformasyon miktarı plastik deformasyon olarak bilinir.

Reolojik Özellikler (Akış ve deformasyon)

Malzemelerin arasındaki stres ve gerinim ilişkilerinin incelenmesine reoloji denilir. Katı polimerlerin reometrisi veya akış davranışı, elastik ve plastik deformasyonun bir kombinasyonunu ve ardından gerilmeler ortadan kaldırıldıktan sonra elastik toparlanmayı içerir. Elastik ve plastik değişimlerin bu kombinasyonu viskoelastisite olarak adlandırılır.

Çözünme özellikleri

Polimerlerin çözünmesi genellikle yavaştır ve nadiren herhangi bir sıvıda açıkça çözünür ya da çözünmezler. Plastikleştiriciler olarak bilinen plastikleştirici bileşikler, yumuşama veya erime/füzyon sıcaklıklarını düşürmek için reçinelere sıklıkla eklenir. Plastikleştiriciler genellikle reçinenin sertliğini ve yumuşama sıcaklığını azaltır.

Termal özellikler

Bir polimerin fiziksel özellikleri, sıcaklık ve ortamdaki değişikliklerden ve polimerin bileşimi, yapısı ve molekül ağırlığından etkilenir. Genel olarak, sıcaklık arttıkça polimerler daha yumuşak ve zayıf hale gelir.

Polimerler, polimerik malzemenin "termoset" veya "termoplastik" tipte olmasına bağlı olan süreçler kullanılarak istenen birçok şekle dönüştürülebilir. Termoset polimerler, daha iyi eğilme ve darbe özelliklerine sahip olan termoplastik polimerlere kıyasla genellikle üstün aşınma direnci ve boyutsal kararlılığa sahiptir.

2.6.4 Dental Polimerleşmenin Kimyası (Polimerizasyon)

Monomerlerin polimerizasyon mekanizmaları olarak 2 mekanizma şekliyle açıklanabilir, bunlar katılma (ilave) ya da kondenzasyon reaksiyonlarıdır. Katılma polimerizasyonunda, monomerler teker teker aktive edilir ve büyüyen bir zincir oluşturmak için sırayla birbirine eklenir. Kondenzasyon polimerizasyonunda (basamaklı büyüme polimerizasyonu olarak da bilinir), bileşenler farklı işlevlidir ve hepsi aynı anda reaktif olur veya olur.

Katılma (İlave) polimerizasyonu

Katılma polimerizasyonunun gerçekleşmesi için monomerlerin doymamış bir bağ içermesi gerekir; bu bağ çift karbon-karbon bağı veya halka yapısı şeklinde olabilir. Karbon-karbon çift bağ birimleri vinil grupları olarak bilinir ve diş hekimliğinde en sık metakrilat monomerleri ile örneklenir. Zincir büyüme polimerizasyonunu başlatmak için bir başlatıcıya da ihtiyaç vardır. Başlatıcı serbest bir radikal, yani eşleşmemiş bir elektron içeren ancak vinil baz monomerlerini polimerize etmek için net yük taşımayan bir madde veya yük taşıyan ancak halka içeren monomerlerin polimerizasyonu için bir katalizör olarak elektriksel nötrlüğü koruyan iyonik bir bileşik olabilir. Serbest radikallerle katılma polimerizasyonunun aşamaları, bir vinil monomeri olan metil metakrilatlar model malzemeler olarak kullanılır. Süreç hızlı, neredeyse anlık olarak gerçekleşir ve reaksiyonlar ekzotermiktir, önemli miktarda ısı açığa çıkar.

Kondenzasyon polimerizasyonu

Basamaklı büyüme polimerizasyonunu üreten reaksiyonlar, basit bir makromoleküler olmayan yapı üretmek için iki veya daha fazla molekülü birleştiren herhangi bir kimyasal reaksiyonla ilerleyebilir. Birincil bileşikler, genellikle su, alkoller, halojen asitler ve amonyak gibi yan ürünlerin oluşumuyla reaksiyona girer. Bu yan ürünlerin oluşumu, basamaklı büyüme polimerizasyonunun genellikle kondensasyon polimerizasyonu olarak adlandırılmasının nedenidir. Bu basamaklı büyüme mekanizması sadece biyolojik dokularda protein, karbonhidrat, deoksiribonükleik asit ve ribonükleik asit üretmek için kullanılan mekanizmadır. Basamaklı büyüme yoluyla polimerlerin oluşumu nispeten yavaştır çünkü reaksiyon monomerden dimere, trimerden diğerlerine doğru basamaklı bir şekilde ilerler ve sonunda birçok mer birimi içeren büyük polimer molekülleri oluşur. Böyle bir

polimerizasyon süreci, zincirler daha az hareketli olan ve reaksiyona girecek az sayıda fonksiyonel grup kalan belirli boyutlara ulaştığında durma eğilimindedir.

2.6.5 Akrilik Rezinler

Akrilik rezinler etilen türevleridir ve yapısal formüllerinde bir vinil grubu içerirler.

. Polimetilmetakrilat (PMMA) serinin en sert reçinesi olup en yüksek yumuşama sıcaklığına sahiptir. Protez kaidelerinin çoğu PMMA olarak da bilinen polimetil metakrilat reçineler kullanılarak üretilmiştir. PMMA renksiz, şeffaf bir katıdır ve pigmentler, boyalar, dolgu maddeleri ve liflerle renklendirilerek neredeyse her renk, ton ve saydamlık derecesi sağlanabilir. PMMA'nın rengi, optik özellikleri ve boyutsal özellikleri normal intraoral koşullar altında sabit kalır ve fiziksel özelliklerinin dental uygulamalar için yeterli olduğu kanıtlanmıştır.

PMMA'nın kesin bir avantajı, bu malzemenin işlenebilmesinin görece kolay olmasıdır. PMMA protez kaide malzemesi genellikle toz-sıvı sistemi olarak tedarik edilir. Sıvı çoğunlukla metil metakrilat monomerleri, di- veya tri- metakrilat çapraz bağlama ajanları ve bir inhibitör içerir ve toz ağırlıklı olarak mikro boyutlu boncuklar (veya küreler) şeklinde PMMA reçinesi içerir.

2.6.6 Akrilik Rezinlerin Farklı Polimerizasyon Yöntemleri

2.6.6.1 Isı ile polimerize olan akrilik rezinler

Akrilik rezin polimerizasyonu için ısı aktivasyonu ile basınçla kalıplama ve enjeksiyonla kalıplama tekniği, akrilik rezinin hazırlanabilmesi için geleneksel 2 yöntemdir. Isı ile polimerize olan akrilik rezinler genellikle polimetil metakrilat rezin toz ve sıvı bileşenler içerir. Toz, önceden polimerize edilmiş polimetil metakrilat kürelerinden ve polimerizasyon sürecini başlatmaktan sorumlu olan başlatıcı olarak adlandırılan az miktarda benzoil peroksitten oluşur. Sıvı ise ağırlıklı olarak polimerize olmamış metil metakrilat monomeri ile az miktarda hidrokinon içerir. Akrilik rezinin hazırlanması üretici firmanın belirttiği oranlar doğrultusunda belli toz ve sıvı oranı karıştırılarak hazırlanır. (43)

Mum eliminasyonundan sonra hazırlanmış olan akrilik rezin alçı kalıba doldurulur ve rezinin polimerizasyonunu başlatmak için mufla kalıbı su banyosunda basınç altına yerleştirilir. (43)

Polimerizasyon işlemi, akrilik rezinin 74 °C (165 °F) sabit sıcaklıktaki bir su banyosunda 8 saat veya daha uzun bir süre boyunca, son kaynatma işlemi olmaksızın işlenmesini içerir. Önerilen başka bir teknik, 74 °C'lik su banyosunda 8 saat boyunca işlem yapılmasını ve ardından sıcaklığın 1 saat boyunca 100 °C'ye çıkarılmasını içerir. Diğer bir teknik ise reçinenin 74 °C'de yaklaşık 2 saat boyunca işlenmesini ve su banyosunun sıcaklığının 100 °C'ye yükseltilerek 1 saat boyunca işlenmesini içerir. Tüm teknikler yaygın olarak kullanılır ve eşit derecede etkilidir. (43,45,46)

Polimerizasyon döngüsünün tamamlanmasının ardından, çıkarılan mufla kalıpları yavaşça oda sıcaklığına soğutulmalıdır. Hızlı soğutma, akrilik rezinin termal büzülmesindeki farklılıklar nedeniyle protez kaidesinde pöröziteye neden olabilir. Oluşabilecek olan bazı boyutsal değişiklikler, akrilik rezin ve alçı matrisinin farklı termal genleşme katsayılarıyla ilgilidir. (45)

2.6.6.2 Kimyasal olarak polimerize olan akrilik rezinler

Isıyla polimerize olan akrilik rezinde kullanılan aynı başlatıcı, kimyasal polimerizasyon gerçekleştirilmek istendiğinde dimetil-para-toluidin gibi bir tersiyer amin ile de aktive edilebilir. Kimyasal aktivasyon termal enerjinin uygulanmasını gerektirmez ve oda sıcaklığında tamamlanabilir. Bu nedenle, kimyasal olarak aktive edilen reçineler genellikle soğuk polimerizasyon, kendiliğinden polimerize olan veya otopolimerize olan rezinler olarak adlandırılır. (43)

2.6.6.3 Işık enerjisi ile polimerize olan akrilik rezinler

Işık enerjisi ile polimerize olan akrilik rezinlerin diş hekimliğinde birçok alanda kullanımın vardır. Akrilik reçine boncukları organik dolgu maddesi olarak dahil edilmiştir. Görünür ışık enerjisi aktivatördür, kamforkinon gibi bir fotosensitize edici ajan ise polimerizasyon için başlatıcı görevi görür. Işık enerjisi ile polimerize olan akrilik rezin kullanılarak yapılan protez kaidesi üretimi, ısıyla aktive olan veya kimyasal olarak aktive olan bir akrilik rezin kullanılarak yapılan protez kaidesi üretiminden önemli ölçüde farklıdır. Işıkla aktive olan bir reçine geleneksel şekilde mufla kalıbına alınmaz çünkü opak yatırım ortamı ışığın nüfuz etmesini önler. Görünür

ışıkla polimeriazyonla, bir miktar mikro ince silika dolgu maddesi içermesi nedeniyle dolgusuz bir sistem olmamasına rağmen, protez kaide malzemesi olarak kullanılması nedeniyle bu şekilde sınıflandırılmıştır. Bu rezinler ayrıca akrilik bazlı kopolimer reçine fazı ve bir foto başlatıcı sistemi ile bir üretan dimetakrilat matrisi içerir. Yüksek yoğunluklu kuvars halojen ampullerden gelen 400- 500 nm mavi ışıkla polimerize edilebilir.(43)

Işık enejisi ile polimerize olan akrilik rezinlerin avantajları şunlardır;

- PMMA'ya karşı alerji yoktur (metil metakrilat monomeri yoktur).
- Geleneksel rezinlere göre daha az polimerizasyon büzülmesi gerçekleşir.
- Altta yatan dokulara iyi adaptasyon sağlanır.

Dezavantajları ise;

- Fonksiyon sırasında protezlerin deformasyonu görülebilir.
- Işıkla polimerize akrilik rezinlerin rezin proteze bağlanma dayanımı düşüktür.

2.6.6.4 Mikrodalga enerjisi ile polimerize olan akrilik rezinler

Mikrodalga enerjisi ile polimerizasyon tekniğinde özel olarak formüle edilmiş bir akrilik rezin ve metal olmayan plastikten hazırlanmış muflalar kullanılır. Polimerizasyon için gereken termal enerjiyi sağlamak için geleneksel bir 1100 watt, 24 GHz mikrodalga fırın kullanılır ve bu polimerizasyon yaklaşık 3 dakika sürer. Bu tekniğin en büyük avantajı polimerizasyonun gerçekleştirilebilme hızıdır, ancak kalın kesitlerde aşırı ısınma meydana gelebilir, bu da monomerin kaynamasına ve gözeneklilik üretmesine neden olur. Polimerizasyon derecesi arttıkça, monomer içeriği orantılı olarak azalır. Bu tekniğin bazı diğer avantajları ise; daha temizdir, akrilik rezin ve alçı kalıp boyunca eşit sıcaklık dağılımı ve hazırlanmış olan akrilik rezin karışımının homojenliğinin artmasıdır. Dezavantajları ise yüksek ekipman giderleri ve kullanılan malzemenin kırılganlığıdır. Genel olarak, mikro dalga polimerize reçineler kısa bir kürlenme döngüsüne sahiptir, sağlar, geleneksel polimerizasyon teknikleriyle benzer fiziksel özelliklere sahiptir, ancak çok düşük termal eylemsizliğin bir sonucu olarak elde edilen reçinenin mükemmel sıcaklık kontrolü nedeniyle düşük kalıntı monomer içeriğine ve daha yüksek boyutsal stabiliteye sahiptir.(43)

2.6.7 Oklüzal splint yapımında kullanılan farklı malzeme türleri

Oklüzal splint malzemesi seçimi tedavi planlamasında çok önemli bir karardır ve esasen her vakanın gereksinimlerinden ve tedavi hedefinden etkilenir. Örneğin, malzemenin şeffaf veya diş benzeri bir renk tonu, renk stabilitesi ve yüksek cilalanabilirlik gibi optik özellikleri, özellikle splintin tüm gün boyunca takılması gerektiğinde, hasta uyumunu artırmada önemli bir rol oynar. Ayrıca, materyalin mekanik özellikleri, splintin dayanıklılığını ve hastanın konforundan ödün vermeden oklüzal kuvvetlere dayanmasını ve fonksiyon ve konuşma sırasında anatomik yapılara en az düzeyde müdahale etmesini sağlamak için dikkate alınmalıdır. (43,47–49)

Polimetil Metakrilat (PMMA)

PMMA, metil metakrilat monomerlerinin polimerizasyonu sonucu elde edilir. Analog bir iş akışında, sert şeffaf ateller üretmek için toz ve sıvı kullanılır. Malzemeye ve tekniğe bağlı olarak, ısı ile polimerize PMMA veya amin hızlandırıcılar (otomatik polimerize olan PMMA) yoluyla gerçekleşebilir.

Isı ile polimerize olan PMMA daha yüksek bir polimerizasyon derecesi ve dolayısıyla daha iyi mekanik özellikler sunar, bu da hastada minimal mine aşınması olduğunda veya antagonistik kompozit veya seramik restorasyonlara sahip olunduğunda tercih edilen malzeme olmasını sağlar. Isı ile polimerize PMMA genellikle ucuzdur ve işlenmesi kolaydır ve yüksek eğilme mukavemetine sahiptir, bu da oklüzal streslere dayanabilmesini sağlar. Başlıca eksiklikleri, splintin uyumunu azaltan polimerizasyon büzülmesinin yanı sıra alerji ve tahrişe neden olan ve yapının mekanik özelliklerini tehlikeye atan artık monomerlerden kaynaklanan düşük biyouyumluluktur. PMMA ayrıca termoform levhalar halinde de mevcuttur, ancak bunlar çoğunlukla protez tabanlarının üretiminde kullanılır. Dijital bir iş akışında, bir PMMA splint 3D olarak basılabilir veya önceden polimerize edilmiş PMMA bloklarından frezelenebilir.(50)

Polietilen tereftalat-Glikol (PET-G)

PET-G oklüzal splintlerin, hizalayıcıların ve ortodontik tutucuların üretiminde kullanılan termoplastik bir polimerdir ve termoform tabakalar halinde bulunur. Levhalar genellikle şeffaftır ancak renkli de olabilir. PET-G'nin oklüzal splintlerde kullanımına ilişkin çalışmalar, oklüzal splint üretimi için uygun olduğunu gösterse de literatürün çoğu ortodontik endikasyonlarına odaklanmıştır. (50)

Etilen-Vinil Asetat (EVA)

EVA veya poli (vinil asetat)-polietilen, termoplastik esnek bir polimerdir. Uygun fiyatlı olması, manipülasyon kolaylığı ve yaralanmaların önlenmesine yönelik uluslararası standartlara uygunluğu nedeniyle ticari ağız koruyucuları (mouthguards) üretmek için en popüler malzemedir. Ayrıca yumuşak oklüzal splintler üretmek için de kullanılır.

Mekanik özellikleri VinilAsetat (VA) oranı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir. Oran olarak daha yüksek VA içermesi daha esnek, daha sert ve şeffaf bir malzeme ile sonuçlanır. Yüksek su emilimi yapması malzemenin dezavantajlarından biridir. (50)

Poliolefin

Poliolefin, geliştirilmiş gerilme ve yırtılma mukavemetleri ve azaltılmış su emilimi ile EVA ile benzer fiziksel özellikler göstermektedir. Bununla birlikte, malzemenin mekanik ve fiziksel özelliklerini değerlendirmek istendiğinde ve malzemenin bir diğerine göre üstünlüğünü belirlemek için karşılaştırmalı klinik çalışmalara hala ihtiyaç vardır.(50)

Polietereterketon (PEEK)

PEEK, dentinden daha yüksek elastikiyete sahip (elastikiyet modülü 3-4 GPa) termoplastik biyouyumlu bir polimerdir. Opaktır ve doğal olarak diş rengindedir (kahverengi veya gri), ancak renk ve mekanik özellikler seramik parçacıklar, lifler veya metaller eklenerek değiştirilebilir. PEEK splintler, geleneksel olarak kayıp mum tekniğiyle veya CAD/CAM eksiltmeli veya eklemeli teknikler kullanılarak üretilebilir. Bunun da ötesinde, PEEK dijital oklüzal splintlerin üretimi için tercih edilen malzeme olmaya devam etmektedir, ancak eklemeli üretim yöntemlerinin hala araştırılması gerekmektedir.

Aşınma oranı oklüzal splintlerde önemli bir özelliktir. Uygun bir splint hızla aşınmamalı ve karşıt diş yapısını etkilememelidir. Düşük aşınma oranı, daha stabil ve dengeli oklüzal temaslar ve daha dayanıklı bir splint ile sonuçlanır.

PEEK özel bir cilalama protokolü gerektirir. Düzgün cilalanmadığında, PEEK sadece antagonist yüzeylerdeki aşınmayı hızlandırmakla kalmaz, aynı zamanda sonunda splintin opak yönüyle kontrast oluşturacak lekeleri de emebilir.PEEK'in bir başka eksikliği de, PMMA'nın aksine, bu malzemenin tamir edilemediği gerçeği göz önüne alındığında, diğer splint malzemelerine kıyasla yüksek maliyetidir. Buna ek

olarak, eğilme kısıtlamaları altında PEEK, PMMA reçinelerinden daha az esnek ve daha serttir, bu da splintin yerleştirilmesi ve çıkarılması sırasında deformasyonu sınırlar ve bu da tutucu bir splintin çıkarılmasını engelleyebilir. (47,50)

Polikarbonat (PC)

Polikarbonat, frezeleme ve baskı için mevcut diş renginde bir malzemedir.

Geleneksel PMMA ile karşılaştırıldığında polimerizasyon büzülmesinin azalması sayesinde daha iyi bir uyum sağlar. Daha yüksek esnekliği, kırılma direncinden ödün vermeden splint kalınlığının 0,3 mm'ye kadar düşürülmesine olanak tanır. Bu, daha ince splintlere daha hızlı adapte olma eğiliminde olan hastaların daha iyi uyum göstermesiyle sonuçlanabilir. Buna ek olarak, kalınlığın azaltılması, her bir ark için bir tane olmak üzere 'çift splint' kullanımına olanak tanıyarak yeni kurulan dikey oklüzyon boyutunun daha doğru bir şekilde test edilmesini sağlar. Bir çalışma, geleneksel olarak (ısıyla veya kendiliğinden sertleşen) veya dijital bir iş akışında (eklemeli ve eksiltmeli) üretilen PMMA materyallerine kıyasla polikarbonat splintlerde daha düşük yüzey sertliği ve daha fazla yüzey aşınması olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, polikarbonat splintlerin kısa veya orta vadeli tedaviler için kullanımını sınırlandırmakta ve bruksizm yapanlarda veya önemli çiğneme kuvvetleri gösteren hastalarda yetersiz kalmasına neden olmaktadır. PC'nin bir diğer sınırlaması da yüksek maliyetidir.(50)

2.7 Oklüzal Splint Üretim Yöntemleri

2.7.1 Konvansiyonel Üretim Yöntemleri

Basınç ile Kalıplama ve Enjeksiyonla Kalıplama Yöntemi: Oklüzal splint üretiminde konvansiyonel üretim olarak; basınçla kalıplama ve enjeksiyonla kalıplama tekniği, akrilik rezinin hazırlanabilmesi için geleneksel 2 yöntemdir.

Basınç ile kalıplama yönteminde, üretici firmanın belirttiği oranlar doğrultusunda belli toz ve sıvı oranı karıştırılarak hazırlanır.(43,51–53)

Polimerizasyon işlemi, akrilik rezinin 74 °C (165 °F) sabit sıcaklıktaki bir su banyosunda 8 saat veya daha uzun bir süre boyunca, son kaynatma işlemi olmaksızın işlenmesini içerir. Önerilen başka bir teknik, 74 °C'lik su banyosunda 8 saat boyunca işlem yapılmasını ve ardından sıcaklığın 1 saat boyunca 100 °C'ye çıkarılmasını içerir. Diğer bir teknik ise reçinenin 74 °C'de yaklaşık 2 saat boyunca işlenmesini ve su

banyosunun sıcaklığının 100 °C'ye yükseltilerek 1 saat boyunca işlenmesini içerir. Tüm teknikler yaygın olarak kullanılır ve eşit derecede etkilidir. (43,51,52)

Vakumla Şekillendirilen Sert Akrilik Rezin Plak: Bir diğer konvansiyonel yöntem olan sert akrilik rezin plağın vakumla şekillendirilmesidir. Vakumlu plak basma makinesi, 2 mm kalınlığında, sert, şeffaf akrilik plak rezin alçıya adapte edilir. Cihazın ana hatları daha sonra bir ayırma diski ile kalıptan kesilir. Kesim, dişlerin bukkal ve labial yüzeylerindeki interdental papilla seviyesinde yapılır. Posterior palatal bölge, her bir ikinci molar dişin distal yönlerini birleştiren düz bir hat boyunca ayırma diski ile kesilir.(12)

Uyarlanmış oklüzal aparey taş kalıptan çıkarılır. Damak bölgesindeki fazla akriliği ortadan kaldırmak için sert kauçuk tekerlekli bir torna kullanılabilir.

Apareyin lingual sınırı, arkın lingual kısmı boyunca dişlerin gingival sınırından 10 ila 12 mm uzanır. Pürüzlü kenarları düzeltmek için büyük bir akrilik frez kullanılır. Apareyin labial sınırı ön dişlerin başlangıç ve orta üçte birlik kısımları arasında sonlanır. (Arka dişlerin etrafındaki sınır biraz daha uzun olabilir.) Şu anda sınırı biraz daha uzun bırakmak daha güvenlidir. Oklüzal aparey intraoral olarak tam oturmazsa, yeterli uyum elde edilene kadar sınırlar dikkatlice kısaltılır. Az miktarda şeffaf otomatik sertleşen akrilik rezin bir dappen kabında karıştırılır. Kalınlaştıkça, apareyin ön kısmının oklüzal yüzeyine eklenir. Bu akrilik ön durdurucu olarak işlev görecektir. Yaklaşık 4 mm genişliğindedir ve mandibular anterior santral kesici dişin temas edeceği bölgeye kadar uzanmalıdır.(51,52)

2.7.2 Dijital Üretim

Son yıllarda malzeme üretiminde dijital sistemlere yönelim artmaktadır. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Tasarımın ilk kullanımından sonra 1980'lerde Mormann tarafından diş hekimliğinde üretim (CAD-CAM) teknolojileri geliştirilmiş, CAD-CAM sistemleri hızla yaygınlaşmıştır. Tüm CAD-CAM sistemleri 3 bileşenden oluşur.(42,54) Ürünlerin geometrisi, çok sayıda tarama yöntemiyle bilgisayar tarafından işlenecek dijital verilere dönüştürülür. Bu dijital veriler CAD yöntemi ile tasarlanarak istenilen düzen elde edilir. Daha sonra, istenilen malzemenin üretimi CAM yöntemi tarafından daha önce oluşturulan verilere göre gerçekleştirilir. (55–61)

CAD-CAM sistemleri diş hekimliğinde hasta başı üretim, laboratuvar üretimi ve bir üretim merkezinde merkezi üretim olmak üzere üç farklı üretim konseptine sahiptir. Diş hekimliğinde CAD-CAM sistemleri inley, onley, kron ve köprü restorasyonları, laminate veneer, hareketli bölümlü protez iskeletleri, oklüzal splintler, cerrahi kılavuzlar, abutmentler ve maksillofasiyal protezler ile yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. (55,57,58,62)

2.7.2.1 Eklemeli dijital yöntemler (Additive Manufacturing)

Son yıllarda geliştirilen ve kullanılan CAD-CAM sistemi Eklemeli İmalat sistemidir. Katı serbest form işleme, hızlı prototipleme ve 3D baskı olarak da adlandırılır. Bu sistem Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) ve Amerikan Standartlar Organizasyonu tarafından tanınmıştır. (56,58,63,64)

Society for Testing and Materials (ASTM) tarafından "3D model verilerinden istenilen malzemenin üretilmesi için indirgeme yönteminden farklı olarak malzemelerin katman katman birleştirilmesi işlemi" olarak tanımlanmıştır. Frezeleme tekniğine benzer şekilde, veriler ağız içi tarama ile elde edilir. (56,58,63) Bunu CAD yazılımı yardımıyla 3D modelleme takip eder; materyaller bilgisayar tarafından oluşturulan tasarıma (Standart Mozaikleme Dili) (STL) dayalı olarak katman katman oluşturulur. Tasarım genellikle iki boyutlu katmanlara ayrılır. Daha sonra ek imalat makinesi x,y yönleri boyunca üretimi gerçekleştirir. Her katman birbiri ardına eklenir ve malzeme üç boyutlu hale getirilir. Nihai restorasyonun üretimi için, üretim sırasında oluşturulan destek yapılarının kaldırılması, yıkama ve ısıl işlem gibi prosedürler gereklidir. Üretilen katmanların kalınlığı 15-500 mikron arasındadır. Tabakaların kalınlığı 50 mikronun altında ise tabakalar çıplak gözle ayırt edilemez. Eklemeli imalat sistemleri, geleneksel yöntemlerin aksine karmaşık geometride daha hassas bir üretim, tasarımda esneklik ve özel tasarımlar, malzeme tasarrufu gibi avantajlara sahiptir. Dezavantajı ise eklemeli imalat yöntemi ile malzemelerin mikro boyuttan makro boyuta kadar farklı boyutlarda üretilebilmesi; ancak üretimin hassasiyetinin kullanılan yönteme göre değişebilmesidir. Mikro boyutta 3D üretim ve sinterleme gibi üretim sonrası yöntemlere ihtiyaç duyulduğunda çözünürlük, yüzey kalitesi ve interlaminar bağlanma sorunları ortaya çıkabiliyor. 3D üretim için mevcut malzemelerin sınırlı olması, bu teknolojinin çeşitli sektörlerde kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle,

3D üretim için uygun malzemelerin geliştirilmesi ve bu malzemelerin mekanik niteliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Sistemde üretim için kullanılan malzemeler metaller ve metal alaşımları (titanyum, paslanmaz çelik, alüminyum, krom kobalt, molibden), polimer ve kompozit malzemeler (termoplastik polimerler, polilaktid, polikaprolakton, poliglikolid, akrilik reçine) ve seramiklerdir (alümina, zirkonya).(56,58,63,64)

2.7.2.1.1 Vat polymerization yöntemi (Hazne içi polimerizasyon)

Sıvı bir fotopolimer reçinesinin ışık enerjisiyle sertleştirilme yöntemine vat polimerizasyon yöntemi adı verilir. (64,65)

Stereolithography (SLA)

Stereolitografi, polimerize olabilen bir malzemenin (yani UV) birbiri üzerine eklenmesiyle katı nesneler üretmek için geliştirilmiştir. Bu sistem katı form tarama süreci ve 3D baskı teknolojisi olarak bilinir. Tasarımı karşılamak üzere önceden programlanmış UV ışık demeti, UV-polimerize sıvının bir yüzeyinde veya katmanında nesnenin kesitini oluşturmak için kullanılır. Nesne daha sonra programlandığı gibi sıvı yüzeyden uzaklaştırılır ve ardından bir sonraki kesim oluşturulur ve nesneyi tamamlayan katman eklenir. Bu işleme tüm obje oluşturulana kadar devam edilir. Bu sistem, tek bir günde anatomik teşhis kalıbı, protez restorasyonları, enjeksiyon modeli ve çeşitli metal dökümler için ana model oluşturma hızına sahip olma, daha iyi yüzey kalitesi ve daha az hammadde kullanımı gibi avantajlara sahiptir. Bu sistemin dezavantajı ise malzeme üretiminin destek yapılarına ihtiyaç duymasıdır. Böylece ek malzeme tüketilir ve destek yapılarının çıkarılması üretim sonrası süreyi artırır. Bu teknoloji ışığa duyarlı polimer malzemeler kullandığından kullanım alanı sınırlıdır. Seri üretim için kullanılmamaktadır. Makinenin maliyeti yüksektir.(64,65)

Digital Light Processing (DLP)

DLP sistemi 1987 yılında Larry Hornbeck tarafından geliştirilmiştir. DLP, benzer oldukları için ASTM tarafından SLA ile aynı eklemeli üretim kategorisine kabul edilmiştir. SLA ve DLP arasındaki temel fark, görüntünün ark lambası veya yarı iletken dijital mikro sinyal cihazı (DMD) üzerindeki matrise mikroskobik olarak yerleştirilen küçük aynalar tarafından oluşturulan ışık kaynağıdır. Sıvı fotopolimer projektörden gelen ışığa maruz kalır. DLP projektör 3D modelin görüntüsünü sıvı

fotopolimere gösterir. Radyasyon UV şeffaf bir pencereden geçer. Üç boyutlu bir nesne üretilinceye kadar işlem tekrarlanır.(64,65)

2.7.2.1.2 Powder Bed Fusion (Toz katman birleştirmesi)

Selective Laser Sintering (SLS)

Bu üretim teknolojisinde üretim sinterleme ile gerçekleştirilir. Kullanılan malzemeler toz halindedir ve lazer tozu sinterleyerek üretimi gerçekleştirir. Bu sistemin avantajları, üretim sırasında destek malzemesi kullanımına ihtiyaç duyulmaması ve üretilen malzemenin yüksek dayanıklılık ve sertliğe sahip olmasıdır. Çeşitli bitirme seçenekleri vardır.

Malzeme yüzeylerinin gözenekli olması dezavantajlarıdır. Katmanlar arasındaki bağlantıyı sağlamak için siyanoakrilat gibi yapıştırıcıların kullanılması gerekebilir.(64,65)

Direct metal laser sintering (DMLS)

Bu teknoloji, yüksek hassasiyete ve daha iyi mekanik dirence sahip malzemeler oluşturmak için kullanılır. Bu teknolojide metal tozunu eritmek için lazer ışınları kullanılır ve metaller katman katman üretilir.(65)

Selective laser melting (SLM)

Bu üretim tekniğinde, SLS ve DMLS üretim tekniklerinde gözlemlenen kısmi eritmenin aksine, metal tozu tamamen eritilir. Bu sayede gözenekli iç yapıların ve tanecikli yüzeylerin oluşması engellenir. SLM'de malzemeler daha iyi bağlanır. Gelişmiş mekanik özelliklere ve daha yüksek yoğunluklara sahip malzemeler üretilir. SLM'de metal tozunu işlemek için kullanılan en yaygın fiber lazer CO2 lazerdir. Bu üretim tekniğinin dezavantajı, üretim sırasında sıcaklıklarda dalgalanmalar olmasıdır; bu nedenle üretilen malzemede yüksek iç gerilim oluşur. Malzemelerin işlem sonrası ısıl işleme ihtiyacı vardır.(65)

Electron beam melting (EBM)

Güçlü bir elektron ışını, metal tozu kullanarak ürünü bir katman olarak üretir. Vakum altında bulunan hammadde depolanır ve elektron ışını ile birleştirilir. Bu sistemin avantajları, dar ışınlarla yüksek enerji seviyeleri elde edebilmesi, vakumlu ortamda yabancı maddeleri yok edebilmesi, düşük enerji üretmesi ve az bakım

gerektirmesidir. Dezavantajları ise vakum maliyetinin çok pahalı olması ve bakım gerektirmesidir. Aynı zamanda, EBM üretim sırasında x-ışını iletir.(64)

2.7.2.1.3 Fused deposition modelling (FDM)

Termoplastik malzeme ısıtılır ve katman katman eklenerek üretilir. Bu işlemde, baskı ucu jetleme yoluyla çeşitli malzemeleri aynı anda kullanabilir.(64)

2.7.2.1.4 Material and binder jetting

Inkjet 3D Printing (IJP)

3 boyutlu seramik üretiminin ana yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde seramik süspansiyonu alt katman üzerinde damlacıklar halinde toplanır. Daha sonra damlacıklar katman katman eklenerek kalınlaştırılır ve yeterli direnç seviyesine ulaşılır. Bu yöntem hızlı ve verimlidir. İki ana seramik türü, balmumu esaslı mürekkepler ve sıvı süspansiyonlar kullanılır. Vaks esaslı mürekkepler eritilir ve soğuk hammadde üzerinde toplanarak koyulaştırılır. Sıvı süspansiyonlar ise sıvı buharlaştırma ile koyulaştırılır. Seramiklerin partikül boyutu dağılımı, viskozitesi ve katı madde içeriği, ekstrüzyon hızı, nozul boyutu ve üretim hızı, üretilen malzemenin kalitesinin belirleyici özellikleridir. Bu sistemin avantajları, karmaşık malzemeleri daha az zaman ve masrafla üretebilmesidir. Dezavantajları ise üretim sürecinin zor olması, çözünürlüğün düşük olması ve katmanlar arasındaki yapışmanın korunmasının zor olmasıdır. Malzemelerin boyutları sınırlıdır ve maliyeti yüksektir.(64)

Polyjet 3D printing

Stereolitografi ve malzeme püskürtme yöntemlerinin (yüksek üretim hızı ve büyük üretim kapasitesi) avantajlarının birleştirildiği bir tekniktir. Bu tekniğin avantajı, aynı anda birden fazla malzeme üretebilmesidir. SLA ve DLP ile üretilmesi zor olan 3D renkli malzemeler üretmek mümkündür. Dezavantajları ise diğer üretim yöntemlerinin aksine destek malzemesinin daha yoğun bir yapıya sahip olması ve buna bağlı olarak daha fazla malzeme kullanımı gerektirmesidir. Kullanılan malzemelerin üretim penceresinin dar olması viskozite ve yüzey gerilimini bozmaktadır.(64)

2.7.2.1.5. Laminated object manufacturing (LOM)

3D modeller lazer kullanımı ile katman katman eklenir. Katmanları birleştirmek için yapıştırıcılar kullanılır ve işlemlerin tekrarlanmasıyla üretim

tamamlanır. Bu sistemin avantajları büyük boyutlu malzemeler üretebilmesi, hızlı, doğru ve yüksek mukavemette üretim yapabilmesidir. Dezavantajları ise üretimin çok fazla zaman gerektirmesidir. Deneyim ve zaman gerektirir ve üretilen malzemelerin yüzey kalitesi ve boyutsal kararlılığı düşüktür. Ayrıca, üretim sonrası fazla malzemenin uzaklaştırılması, toz yatak füzyon yöntemlerinin aksine zaman alıcıdır. Bu nedenle, karmaşık morfolojiler için tavsiye edilmez.(64)

2.7.2.2 Eksiltmeli (Substractive, milling) dijital yöntemler

Eksiltmeli imalat, iş parçasının bilgisayar sayısal kontrollü (CNC) bir makine tarafından daha büyük bir iş parçasından frezelenmesine dayanır. CAM yazılımı CAD modelini otomatik olarak CNC makinesi için takım yoluna çevirir. Bu, sıralama, freze takımları ve takım hareket yönü ve büyüklüğü dahil olmak üzere CNC frezelemeyi belirleyen komut serilerinin hesaplanmasını içerir.(66) Dental restorasyon özelliklerinin düzensizliği nedeniyle, freze makineleri farklı boyutlardaki frezleri birleştirir. Takım konumlandırma doğruluğunun 10 μm içinde olduğu bildirilmiştir. CAM yazılımı ayrıca frezeleme frezinin iş parçasının gerekli bölümünden ödün vermeden istenen yüzeye ulaşmasını sağlayan kesici takım çapı için telafi adımları içerir. Dental CNC makineleri, dental iş parçalarının 3D frezelenmesini kolaylaştırmak için çok eksenli frezeleme cihazlarından oluşur. (66)Dental frezeleme sistemlerinde en yaygın olarak 3 eksenli frezeleme sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde frezler hesaplanan yol değerlerine göre üç eksende (x-, y- ve z- eksenleri) hareket eder. Bu nedenle, 3 eksenli frezeleme, minimum hesaplama ve kümülatif frezeleme süresine sahip olma avantajına sahiptir. (65) (66)

Eksiltici frezeleme ile işlenen malzemeler metaller, seramikler, reçineler ve mumlardır. Frezelemenin önemli bir avantajı, endüstriyel sınıf bir işlenmemiş malzemeden frezelendiği için iş parçasının dayanıklılığını sağlamaktır. İki frezeleme şekli mevcuttur: sert işleme ve yumuşak işleme. Sert işleme, iş parçasının sağlam bir CNC sistemi tarafından tam boyutlarına göre frezelenmesine dayanır. Yüksek sertlikte işlenmemiş parçaların frezelenmesini gerektirdiğinden, etkili malzeme kaldırma için ağır kesme kuvvetlerinin ve kesme gücünün uygulanmasına izin vermek için makinenin çok güçlü olması gerekir. Bu nedenle, kesme gücünün büyük bir kısmı termal enerjiye dönüşecek ve freze takımının sıcaklığını artırarak ömrünü

kısaltabilecektir. Frezeleme işleminin, protezlerin mumlama, yatırım ve döküm işlemlerini ortadan kaldırarak genel hassasiyeti artırması beklenmektedir. CAD/CAM protokollerinin sınırlı doğruluğunu iki faktör açıklayabilir. İlk faktör, CAD/CAM protokollerini takiben restorasyon üretimine ilişkin aşinalık ve buna bağlı öğrenme eğrisi ile iyi yapılandırılmış geleneksel protokole kıyasla ilişkilidir. İkinci faktör ise, birden fazla adımın atlanmasına rağmen CAD/CAM protokolünün üretim sürecinde yanlışlıklara yol açabilecek ek adımlar getirmesidir. Tarama, marjinin dijital olarak bulunması, yazılım modellemesi ve frezeleme gibi adımlar kaçınılmaz olarak yanlışlık kaynağı oluşturacaktır. Frezeleme hassasiyeti malzeme özellikleri tarafından belirlenir. Yüksek malzeme sertliği, düşük işlenebilirlik ve daha fazla kuvvet anlamına gelir. (65)

Diş hekimliğinde malzeme üretiminde yaygın olarak kullanılan CAD-CAM sistemleri Eksiltmeli (Substractive, Milling) üretim olarak adlandırılmaktadır. (67,68)

Bu yöntemde tasarlanan obje, üretim için kullanılan bloktan ek materyalin soyutlandığı frezeleme yöntemi ile elde edilir. CAM yazılımı, CAD ile oluşturulan tasarımı otomatik olarak CNC (Computer Numeric Controlled) makinesine gönderir ve makinenin frezeleme sistemi için konumlandırır. Konumlandırma hassasiyeti 10 nm olarak belirlenmiştir. Bu işlemde 3 eksenli freze sistemi kullanılır ve hedeflenen tasarım x, y,z düzlemi üzerinde hareket eden freze kesicileri ile elde edilir. Bu teknoloji, manipüle edilemeyen malzemelerin kullanılmasına olanak tanır. Çalışma koşullarından etkilenmez ve homojen malzeme kullanma avantajına sahiptir. Ancak üretim, malzemelerin katı bloktan çıkarılmasıyla yapıldığından, atık malzeme miktarı çok fazladır. Bu sistemde üretim için kullanılan malzemeler metaller, reçine malzemeler, silika esaslı seramikler, infiltre seramikler ve metal oksit seramiklerdir. (55,69)

2.8 OKLÜZAL SPLİNT YAPIMINDA KULLANILAN MATERYALLERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ÖLÇÜMÜNÜN YAPILMASI

2.8.1 Yüzey Pürüzlülük Ölçümü için Kullanılan Yöntemler

Yüzey dokusu, bir yüzeyin tamamen düz bir düzlemden yerel olarak sapmasıdır. Yüzey dokusunun ölçüsü genellikle pürüzlülüğü, dalgalılığı ve biçimi açısından belirlenir. Moleküler boyutlardaki girinti ve çıkıntıların malzeme yüzeyinde

ufak dalga boylarında oluşturdukları dalgalanmalar şeklinde görülmesine mikro pürüzlülük denir. Makro pürüzlülük ise daha büyük boyutlardaki girinti ve çıkıntıların büyük dalga boylarında oluşturdukları dalgalanmalar şeklinde görülebilir.

Malzemelerin içerdikleri yüzey pürüzlülüklerinin incelenmesi için bazı cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar;

- Mekanik profilometreler,
- Optik profilometreler,
- Atomik kuvvet mikroskobu,
- Taramalı elektron mikroskobu şeklinde sıralanabilir.

Yüzey pürüzlülüğünü ölçmek ve kaydetmek için genellikle yüzey profilometresi adı verilen aletler kullanılır.

Profilometre, yüzey üzerinde düz bir çizgi boyunca hareket eden elmas bir uca sahiptir. Kalemin kat ettiği mesafeye kesme adı verilir ve bu mesafe genellikle 0,08 ila 25 mm arasında değişir. Çoğu mühendislik uygulaması için 0,8 mm'lik bir kesme tipiktir. Temel kural, kesimin tüm yüzey dalgalanmalarının yanı sıra 10 ila 15 pürüzlülük düzensizliğini içerecek kadar büyük olması gerektiğidir.

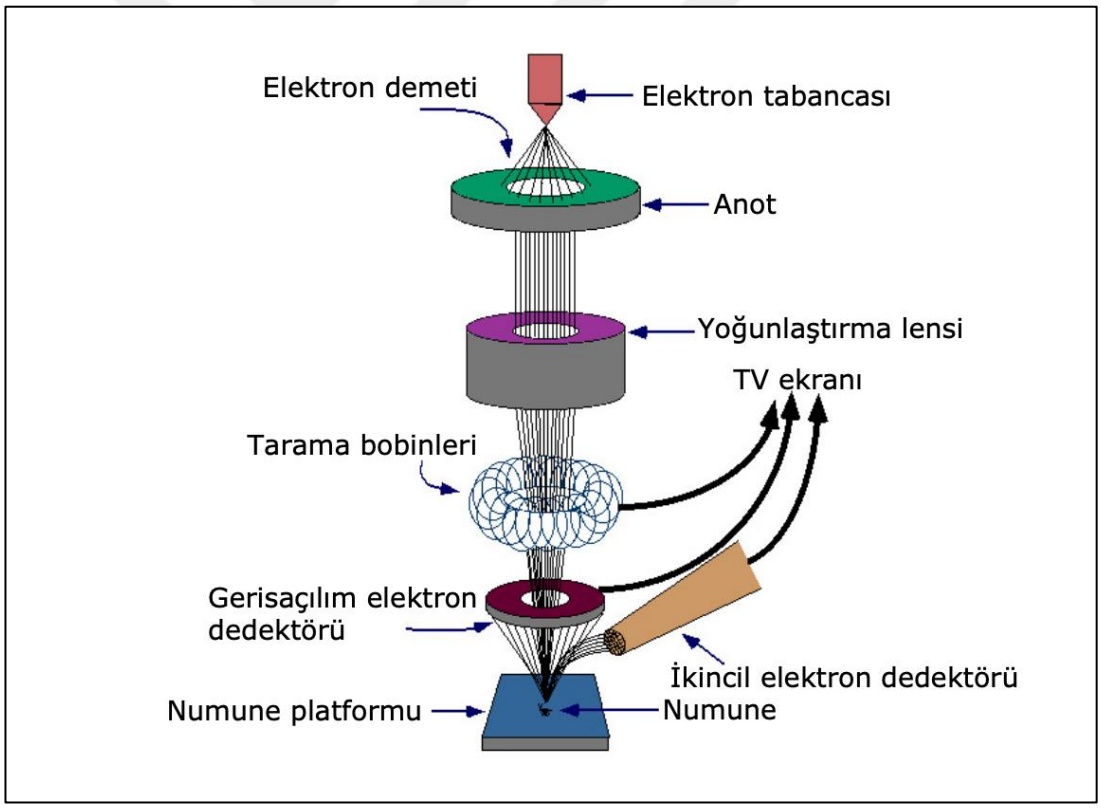
Pürüzlülüğü vurgulamak için, profilometre izleri aşırı gerilmiş bir dikey ölçekte kaydedilir (yatay ölçekten birkaç büyüklük mertebesi daha büyük; f üzerinden); ölçeğin büyüklüğüne kayıt cihazında kazanç denir. Bu nedenle, kaydedilen profil önemli ölçüde bozulur ve yüzey gerçekte olduğundan çok daha pürüzlü görünür. Kayıt cihazı herhangi bir yüzey dalgalanmasını telafi eder; sadece pürüzlülüğü gösterir.

Elmas prob ucunun sonlu yarıçapı nedeniyle, prob ucunun izlediği yol gerçek yüzeyden farklıdır (b'de kesik çizgiyle gösterilen yola dikkat edin) ve ölçülen pürüzlülük daha düşüktür. En yaygın kullanılan uç çapı 10 /sum'dur. Uç çapı ne kadar küçük ve yüzey ne kadar pürüzsüz olursa, ucun izlediği yol gerçek yüzey profiline o kadar yakın olur. Yüzey pürüzlülüğü doğrudan bir optik veya taramalı elektron mikroskobu aracılığıyla gözlemlenebilir. Stereoskopik fotoğraflar özellikle yüzeylerin üç boyutlu görünümleri için kullanışlıdır ve yüzey pürüzlülüğünü ölçmek için de kullanılabilir.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), numuneleri odaklamak ve taramak için düşük enerjide hareket eden bir elektron demeti kullanan mikroorganizmaların

yüzeylerini tarayan bir elektron mikroskobu türüdür. Belirli bir numunenin yüzeyi veya yüzeye yakın bölgesi hakkında mikroskobik bilgiye ihtiyaç duyulduğunda, SEM gerekli bir cihazdır. Geri saçılan elektronların yanı sıra nesnenin yüzeye yakın bölgesinden kopan elektronlar tespit edilir ve yüksek çözünürlüklü görüntüler oluşturmak için kullanılır. Elektron mikroskopları, ışık mikroskobuna kıyasla çok kısa dalga boylarına sahiptir ve bu da daha iyi çözünürlük gücü sağlar. Örnekler, yüzeyden görüntü alınmadan önce palladyum ya da altın gibi bir metal ile ince tabaka olacak şekilde kaplanır.

Yüzey atomu ile elektronlar etkileşime girerler ve sekonder elektronlar ortaya çıkar. Saçılan sekonder elektronlar bulunan sensörlerde bir araya gelir ve sinyal güçlendiricilerinden geçirildikten sonra katot tüpüne yollanır. Bilgisayar monitörüne görüntü olarak aktarılabilmesi için algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilir ve böylece sistem üzerinde görüntüye ulaşılır.



Resim 2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu Çalışma Prensibi (105)

2.8.2 Parlaklık

Dental materyallerde parlaklık, önemli bir özellik olarak kabul edilir ve genellikle yüzeydeki parlamanın bir göstergesi olarak kullanılır. Yüzeyin parlaklığı, onun ayna benzeri bir görünüm sağlama derecesiyle tanımlanabilir. Parlaklık, yüzeyin ne kadar ışık yansıttığını belirten sayısal bir ölçü ile ifade edilir. Işığın doğrudan yansıma miktarı arttıkça, yüzeyin parlaklık değeri de yükselir ve bu durum, yüzeyin pürüzsüz ve yüksek parlaklıkta olduğunu gösterir. Parlaklık genellikle GU (Gloss Unit) birimiyle ölçülür.

Yüzeyin parlaklığı, bir glossmeter kullanılarak ölçülür ve bu değerler parlaklık birimi olan GU (Gloss Unit) ile ifade edilir. Parlaklık ölçeğinde, 0 GU değeri tamamen ışık yansıtmayan bir yüzeyi belirtirken, 100 GU değeri ise en yüksek parlaklığa sahip cilalı opal cam ile eşdeğer olarak kabul edilir.

Parlaklık ölçümleri, goniofotometre, glossmetre ve spektrofotometre gibi farklı cihazlar kullanılarak yapılır ve bu değerler ışığın spektral dağılımı ile gözlem açısı gibi çeşitli deneysel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterir. ISO 2813 standardına göre, yarı parlak yüzeylerin ölçümünde 60° aydınlatma açısı kullanılmalıdır ve bu işlem bir glossmetre ile gerçekleştirilmelidir. Lazer ışını, yüzeyin üzerine 60° açıyla yönlendirilir ve yansıyan ışığın yoğunluğu, gelen ışının speküler yönünde bulunan bir fotodetektör aracılığıyla ölçülür. Reflektometre, yönlendirilmiş yansıyan ışığın miktarını değerlendirerek parlaklığı belirler; yüksek değerler, yüzeyin yüksek parlaklıkta olduğunu gösterir.(70)

Dental materyallerin parlatılabilirliğini değerlendirmek için glossmetre cihazları, düşük maliyetleri ve kullanım kolaylıkları sayesinde uygun bir tercih sunar. Bu cihazlar, veriye hızlı bir şekilde ulaşma imkânı sunduğundan, değerlendirme süreçlerinde etkin ve yeterli bir araç olarak kabul edilir.(70)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi

Tez çalışmamız Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. (Proje No: 2024/025)

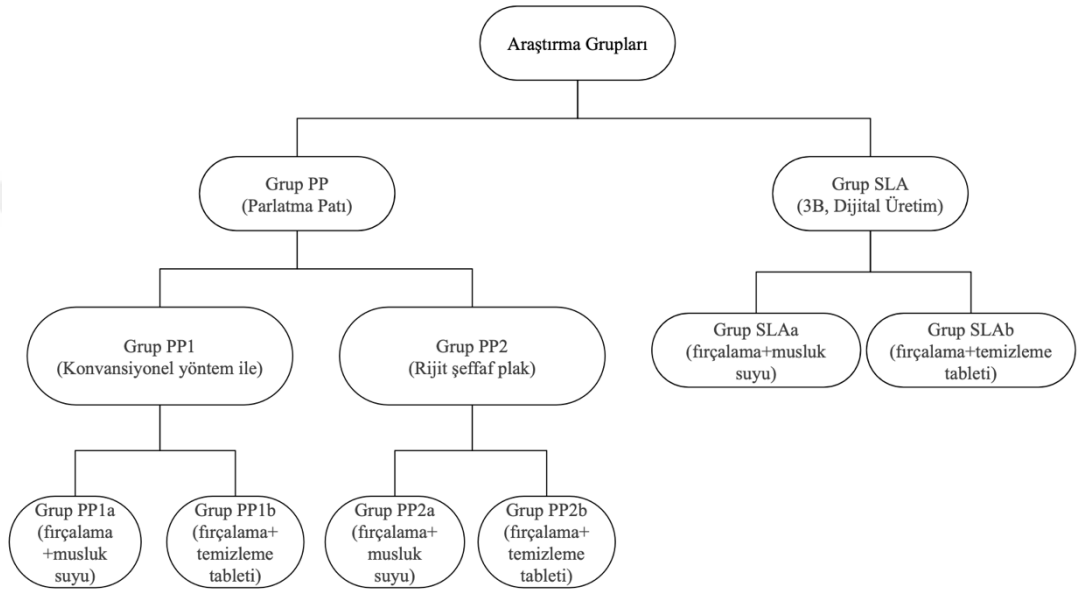
3.2. Araştırma Gücünün Hesaplanması (Analiz Sonuçları)

"*Temporomandibular eklem rahatsızlıkları için farklı yöntemlerle üretilen oklüzal splint materyallerine uygulanan yüzey işlemleri sonrası oluşan hacimsel kaybın in-vitro olarak değerlendirilmesi*" amacıyla yapılan bu prospektif çalışmanın örneklem büyüklüğü; G*Power istatistik programı (ver.3.1.9.7) * kullanılarak hesaplanmıştır. In-vitro yürütülen bu çalışmada; "3 ana grup ve her grupta da 2 alt grup" olmak üzere toplam 6 grup yer almaktadır. Buna göre; tek yönlü ANOVA deney tasarımında, Power (testin gücü) 0.80, Effect size 0.5 (F-testi etki büyüklüğü değer aralığı) ve Tip-1 hata (α) 0.05 alındığında; **"her alt grupta 10 örnek/diş olmak üzere toplam 60 örnek" olarak belirlenmiştir.** [1] Çalışmadaki sürekli ölçümlerin normal dağılıp dağılmadığına Shapiro-Wilk ($n<50$) ve Skewness-Kurtosis testleri ile bakılacaktır. Çalışmadaki değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Range, Sayı (n) ve Yüzde (%) olarak ifade edilecektir. Sürekli değişkenlerin, gruplara göre karşılaştırmalarında "Tek Yönlü ANOVA" veya "Kruskal-Wallis testi" kullanılacaktır. Bu analizi takiben farklı grupları belirlemede "Bonferroni Post-Hoc (Çoklu) karşılaştırma testi" kullanılacaktır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemede Pearson veya Spearman korelasyon katsayıları hesaplanacaktır. Kategorik değişkenler ile Grup arasındaki ilişkileri belirlemede ise "Ki-kare (veya Fisher's Exact) testi" hesaplanacaktır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi %5 (0,05) olarak alınacak ve hesaplamalar için SPSS (IBM SPSS for Windows, ver.26) istatistik paket programı kullanılacaktır.

3.3. Araştırma Gruplarının Oluşturulması

In-vitro olarak yürütülen bu çalışmamızda ısı ile polimerize olan sıcak akrilik örnekler geleneksel üretim ile, dijital örnekler eklemeli üretim ile (SLA yöntemi ile) ve sert şeffaf plaklar ise su jeti kesim cihazı ile elde edilmiştir. ISO 21920-2:2021

standartlarına göre her bir grup için örneklerin boyutları, 10 mm çap ve 2 mm kalınlık olacak şekilde belirlenmiştir. Malzemelere göre, yüzey işlemlerine göre ve kullanılacak olan solüsyonlarına göre ana hatlarıyla belirlemek ve karşılaştırmak için öncelikle gruplara ayrılmıştır. Örnekler Grup PP1 (Parlatma Patı, Geleneksel Üretim), Grup PP2 (Patlatma Patı, Rijit Şeffaf Plak) ve ve Grup SLA (3B, Dijital Üretim) olmak üzere yüzey işlemlerine ve üretim yöntemlerine göre 2 ana gruplara ayrılmıştır. Bu 2 ana gruplar kendi içlerinde kullanılacak olan solüsyonlara göre alt gruplara ayrılmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma Gruplarının Oluşturulması

<u>Grup PP (Parlatma Patı) (n=15) (1 tanesi kontrol)</u>

Grup PP1 (Konvansiyonel yöntem ile): Isı ile polimerize olan sıcak akrilik rezin (Şeffaf renkli)

Grup PP1a (fırçalama+musluk suyu): Isı ile polimerize olan sıcak akrilik rezin (şeffaf renkli), musluk suyunda bekletilmiş fırçalama ve polisaj işlemi yapılmıştır.

Grup PP1b (fırçalama+temizleme tableti): Isı ile polimerize olan sıcak akrilik rezin (şeffaf renkli), protez temizleme tableti solüsyonunda bekletilmiş fırçalama ve polisaj işlemi yapılmıştır.

Grup PP2: Rijit şeffaf plak (Şeffaf renkli)

Grup PP2a (fırçalama+musluk suyu): Rijit şeffaf plak, musluk suyunda bekletilmiş fırçalama ve polisaj işlemi yapılmıştır.

Grup PP2b (fırçalama+temizleme tableti): Rijit şeffaf plak, protez temizleme tableti solüsyonunda bekletilmiş fırçalama ve polisaj işlemi yapılmıştır.

Grup SLA (Optiglaze, 3B, Dijital Üretim) (n=15) (1 tanesi kontrol)

Grup SLAa (fırçalama+musluk suyu): 3 boyutlu yazıcıda SLA yöntemi ile üretilmiş Fotopolimer Reçine esaslı splint ve oklüzal koruyucu rezin, polimerizasyon sonrası ışıkla cilalama işlemi tamamlanmış temizleme tabletinde bekletilmiş fırçalama işlemi yapılmıştır.

Grup SLAb (fırçalama+temizleme tableti): 3 boyutlu yazıcıda SLA yöntemi ile üretilmiş Fotopolimer Reçine esaslı splint ve oklüzal koruyucu rezin, polimerizasyon sonrası ışıkla cilalama işlemi tamamlanmış musluk suyunda bekletilmiş fırçalama işlemi yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan sarf malzeme bilgileri

Kullanılan Malzeme	İçeriği	Marka/Üretici Firma
Isı ile Polimerize Sıcak Şeffaf Akrilik Rezin	PMMA	Birleşik Grup Dental, İvedik OSB. Yenimahalle, Ankara, Türkiye
Vakumla Şekillendirilmiş Essix Sert Şeffaf Plak	Polikarbonat	Keystone Industries, 480 South Democrat Road Gibbstown NJ 08027, Amerika Birleşik Devletleri
Fotopolimer Reçine esaslı Splint ve Oklüzal Koruyucu Rezin	Sıvı Fotopolimerler, Metalik Esterler, Fotobaşlatıcılar	NAMSA World Headquarters, OH, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)
Zımpara ve Keçe Diskleri	Zımpara diskleri: polyester disk, yapışkan, aşındırıcı ve silikon kauçuk.	FGM Products Odontologicas Ltda, Joinville, State of Santa Catarina, Brezilya
	Keçe disk: polyester disk, yapışkan, mikro kıllar ve silikon kauçuk.	
Polisaj Patı	Polisaj pastası: mikronize elmas, kayganlaştırıcı baz, kalınlaştırıcı ve emülgatör.	FGM Products Odontologicas Ltda, Joinville, State of Santa Catarina, Brezilya
Özel Tıbbi Amaçlı Sıvı Gıda	Hacim: 500 ml , Enerji : 500 kcal Protein : 20 gr, Yağ : 19.5 gr (E%35), Karbonhidrat : 61,5 gr, Sodyum : 500 mg , Potasyum: 750 mg , Ozmolarite: 255mOsmol/l	Nutricia Nutrison / N.V Nutricia, Zoetermeer, Hollanda
Protez Temizleyici Tablet	Sodyum Bikarbonat, Sitrik Asit, Potasyum Karoat, Sodyum Karbonat, Sodyum Karbonat Peroksit, TAED, Sodyum Benzoat, PEG-180, Sodyum Lauril Sülfat	Corega / Stafford-Miller (İrlanda) Limited, Clocherane, Youghal Road, Dungarvan, Co. Waterford, İrlanda
Plak Örtücü Jel	Tehlikeli Komponentler: Gliserol, Sükroz, Etil Alkol, Sodyum Karboksil Metil Selüloz (CMC-Na) (Diğer komponentler üretici firma tarafından ticari sır olarak saklanmaktadır.)	GC / Nimi Chemical Industrial Co. Ltd., Kıryu, Gunma, Japonya

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan cihaz bilgileri

Kullanılan Cihazlar	Marka/Üretici Firma
Formlabs Form 3B+ Yazıcı	Formlabs, Somerville, Massachusetts, Amerika Birleşik Devletleri
Su Jeti Kesim Makinesi	Storma 5 Eksen Su Jeti Kesim Makinesi, Usel Makine Sanayi ve Tic. Ltd. Şti, Ümraniye, İstanbul, Türkiye
Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	HITACHI, SU5000, Tokyo, Japonya
Optik Profilometre	Zeiss Smartproof 5, Carl Zeiss, Jena, Almanya
Parlaklık Ölçüm Cihazı	Rhopoint Instrumentation Ltd., Bexhill on Sea, Birleşik Krallık)
Otomatik Diş Fırçası	Oral-B, Redwood City, Kaliforniya,Amerika Birleşik Devletleri
Polimerizasyon (Mufla Kaynatma Cihazı)	Er Metal Dental, Büğdüz Mahallesi Çankırı Bulvarı No:119, Akyurt, Ankara, Türkiye
Otomatik Mum Eritme Cihazı	Er Metal Dental, Büğdüz Mahallesi Çankırı Bulvarı No:119, Akyurt, Ankara, Türkiye
Vakumlu Polisaj Cihazı	Er Metal Dental, Büğdüz Mahallesi Çankırı Bulvarı No:119, Akyurt, Ankara, Türkiye
Dijital Kumpas	Hozee, Suzhou, Çin

3.4. Araştırmada Kullanılan Olan Örneklerin Elde Edilmesi

Grup PP1 (Parlatma Patı) (Isı ile Polimerize olan Sıcak Akrilik Rezin) Grubunun Hazırlanması

Isı ile polimerize olan sıcak akrilik rezin örnekler geleneksel yöntem olan basınçla kalıplama tekniği ile hazırlanmıştır. ISO 21920-2:2021 standartlarına göre örneklerin boyutları, 10 mm çap ve 2 mm kalınlık olacak şekilde belirlenmiştir. Mum örneklerin hazırlanabilmesi için Arma Lüks Lazer Kesim Firması tarafından belirtilen

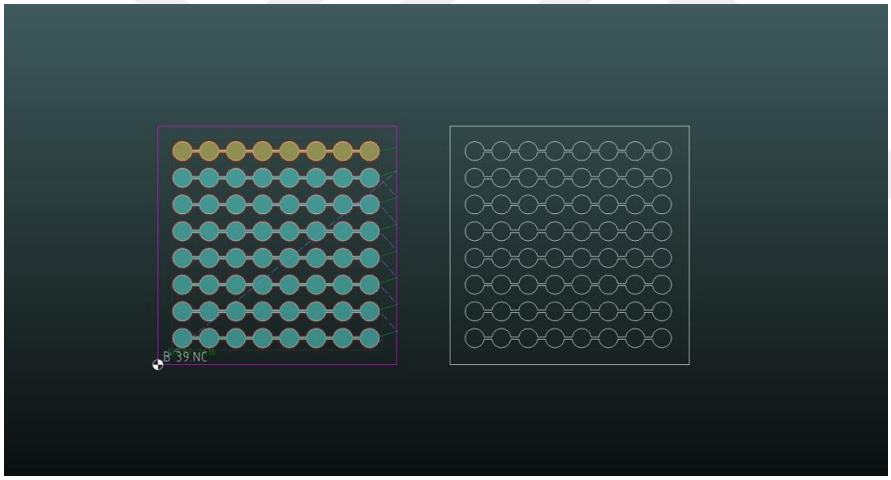
örnek boyutunda metal levha kestirilerek metal bir şablon yaptırılmıştır. Yaptırılan bu metal şablondan 10 mm çap ve 2 mm kalınlıkta disk şeklinde mum şablonlar elde edilmiştir. Mum şablonlar mufla içine gömüldükten sonra mufla kalıplarına alçı dökülüp kapağı kapatılmıştır. Mufla içindeki mum şablonların erimesi için muflalar otomatik mum eritme cihazında yaklaşık 10 dakika boyunca 80 derece sıcaklıkta bekletilmiştir. Mufla kapakları açıldıktan sonra muflalar sıcak su ile yıkanarak içinde kalan mum artıkları temizlenmiştir ve akrilik tepimi için mum şablonların yeri boşalmıştır. Yeri boşalan mum şablonlara tepilecek olan şeffaf akrilik rezin, üretici firmanın talimatları doğrultusunda uygun monomer ve polimer oranı sağlayacak şekilde karıştırılıp tepim işlemi yapılmıştır. Muflalar hidrolik pres altında brit ile sıkıldı. Polimerize edilmek üzere polimerizasyon cihazı içerisine yerleştirildi. Cihaz 100 derece sıcaklıkta 45 dakika boyunca cihaz içerisindeki muflalara ısıl işlem uygulandı. İşlem sonunda muflalar çıkarılarak soğuması beklenmiştir. Muflalardan çıkan akrilik örnekler tesviye edilmiştir.

Grup PP2 (Parlatma Patı) (Rijit Şeffaf Plak) Grubunun Hazırlanması

Rijit şeffaf plaktan yapılacak örnekler için, ISO 21920-2:2021 standartlarına göre boyutları 10 mm çap ve 2 mm kalınlık olacak şekilde belirlenmiştir. Malzemenin sertliği ve manipülasyon zorluğundan kaynaklı farklı yöntemler ile üretimi düşünülmüştür ve örneklerin su jeti ile kesim yapılarak üretilmesine karar verilmiştir. Su jeti, yüksek hız ve basınçlı su kullanarak özel malzemeleri hassas biçimde kesmek için kullanılan bir teknolojidir. Bu yöntemdeki en büyük avantaj ise, kesim sırasında ısı oluşmadığı için malzemede deformasyon oluşmamasıdır. Kesim öncesi bilgisayar ortamında, ISO standartlarına göre belirlenmiş olan uygun çapta, örneklerin tasarımı yapılmıştır. Cihaz bilgisayardan aldığı direktifler ile kesim işlemine başlamıştır. Yüksek hız ve basınçta çalışan su jeti, aşındırıcı parçacıkları (aliminyum oksit veya granat gibi) su ile karıştırarak 2 mm sert şeffaf plağı istenilen boyut doğrultusunda rijit plağı kesmiştir. Plaktan çıkan örneklerin tesviyesi yapılmıştır.



Resim 3.1. Su Jeti Kesim Cihazı



Resim 3.2. Bilgisayar Ortamında Tasarımın Yapılması



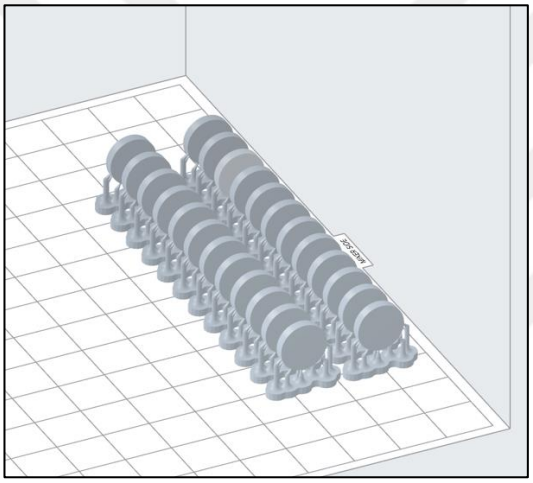
Resim 3.3. Su Jeti Kesiminin Gerçekleşmesi

Grup SLA (Optiglaze,3B, Dijital Üretim) Grubunun Hazırlanması

Dijital yöntem ile hazırlanmış olan örnekler BTech İleri Mühendislik Teknolojileri Anonim Şirketinde üretilmiştir. Örnekler eklemeli üretim olan Formlabs Form 3B+ yazıcı tipi SLA yöntemi ile, sırasıyla üretim amaçlı 3B çizim, tasarım ve üretim aşamalarından geçmiştir. 3B çizim ve tasarım Exocad programında 2 mm kalınlık, 10 mm çap boyutunda ve disk şeklinde tasarlanmıştır. Örneklerin üretiminde, Formlabs Form 3B+ yazıcı tipi ile uyumlu Biomed Clear Rezin (NAMSA World Headquarters, OH, USA) kullanılmıştır. Reçine örneklerinin yıkanması izopropil alkol (IPA, %90 veya daha yüksek konsantrasyon) ile yapılmıştır. Sonrasında polimerizasyon işleminin henüz tamamlanmamış olabileceğinden post-kürleme (post-cure) aşaması üretilen örneklerin malzeme özelliklerinin katılaşmasına yardımcı olmuştur. Örnek yüzeylerine son işlem olan ışıkla cilalama işlemi (Optiglaze; GC America Inc, Alsip, IL) üretici firma tarafından uygulanmıştır.



Resim 3.4. Formlabs Form 3B+ Yazıcı (107)



Resim 3.5. Tasarımın Yapılması



Resim 3.6. BioMed Clear Reçine

3.5. Araştırmada Kullanılan Olan Örneklerin Cilalama Prosedürü

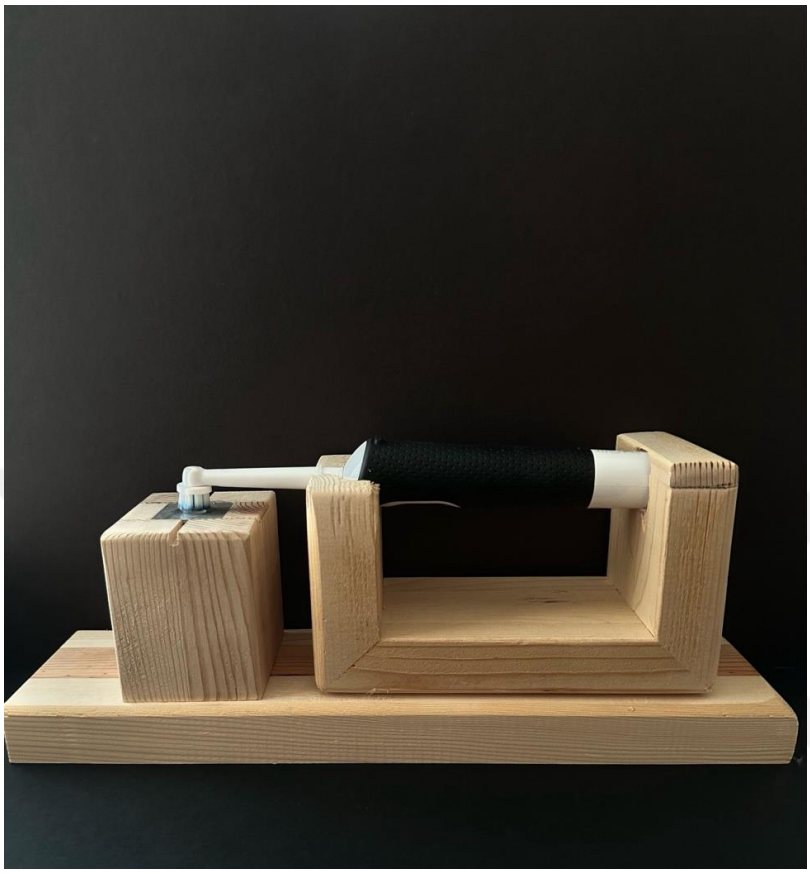
Örneklerin hazırlanmasından sonra, Grup PP1 (Isı ile Polimerize olan Sıcak Akrilik Rezin) ve Grup PP2 (Rijit Şeffaf Plak) gruplarına uygun sıralamada mekanik cilalama prosedürü uygulanmıştır. Bu mekanik cilalama prosedürü yüzeyin parlaklığını arttırabilmek için sırasıyla şu şekilde yapılmıştır; ilk olarak elmas içerikli zımpara diskler ile yüzeyler ön cilalama adımına hazırlanmak için aşındırılmıştır. Üretici firmanın doğrultusunda sırasıyla kalın, orta ve ince grenli zımpara diskleri (FGM Diamond Master, FGM Dental Grup, Joinville, State of Santa Catarina, Brezilya) yüzeye uygulandıktan sonra sırasıyla 320 (36 μm), 400 (23 μm) ve 600 (16 μm) grit boyutlarındaki silisyum karbür kâğıdı (zımpara kâğıdı) ile aşındırma işlemi tamamlanmıştır. Aşındırma işlemi tamamlandıktan sonra, belirtilen her iki grubun her örneğine alçı tozu ve alkol karıştırılarak parlatma keçesi yardımı ile yüzeye uygulanmıştır. Sonrasında keçe diskler (FGM Dental Grup, Joinville, State of Santa Catarina, Brezilya) ve polisaj patı (FGM Dental Grup, Joinville, State of Santa Catarina, Brezilya) ile yüzeylere son cilalama işlemi uygulanmıştır. Grup SLA (3B, Dijital Üretim) ile üretilen örnekler için, üretici firma tarafından cilalama prosedürü uygulandığı için diğer gruplara uygulanan cilalama işlemleri yapılmamıştır.

Cilalama işlemleri sonrasında Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA'nın bütün örneklerine numara verilmiştir ve sırasıyla her bir örnek yüzey pürüzlülük ölçümü için optik profilometre cihazı kullanılarak ilk yüzey ölçümleri (T0) yapılmıştır. Grup PP1, PP2 ve SLA gruplarından birer örnek alınarak numunelerin yüzeylerinden kesit görüntü alınması için Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılmıştır.

3.6. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Fırçalanması, Solüsyon Kullanımı ve Sıvı Besin Kullanımı

Gruplardaki her bir örnek, günlük oklüzal splint kullanımı taklit edeceği şekilde bir dizi planlanmış deney prosedürüne tabi tutulmuştur. Bu deney prosedürü sırasıyla şu şekilde uygulanmıştır; bir oklüzal splintin sabah, öğle ve akşam olarak 3 zaman diliminde kullanımı taklit edilmiştir. Sabah, her bir örneğin bir yüzeyi Oral-B Vitality D150 Şarj Edilebilir Diş Fırçası Cross Action ile fırçalanmıştır. Otomatik şarj edilebilir diş fırçasının sabit bir şekilde titreşim vererek dairesel hareketler ile fırçalama yapabilmesi için bir düzenek hazırlanmıştır. Fırçalama işlemi belirlenen

düzenek ile yapılmış ve üretici firmanın verdiği bilgiler doğrultusunda Oral-B Elektrikli Diş Fırçası ile 2 dakika (240 döngü) fırçalama işlemi gerçekleşmiştir.



Resim 3.7. Fırçalama Düzeneği



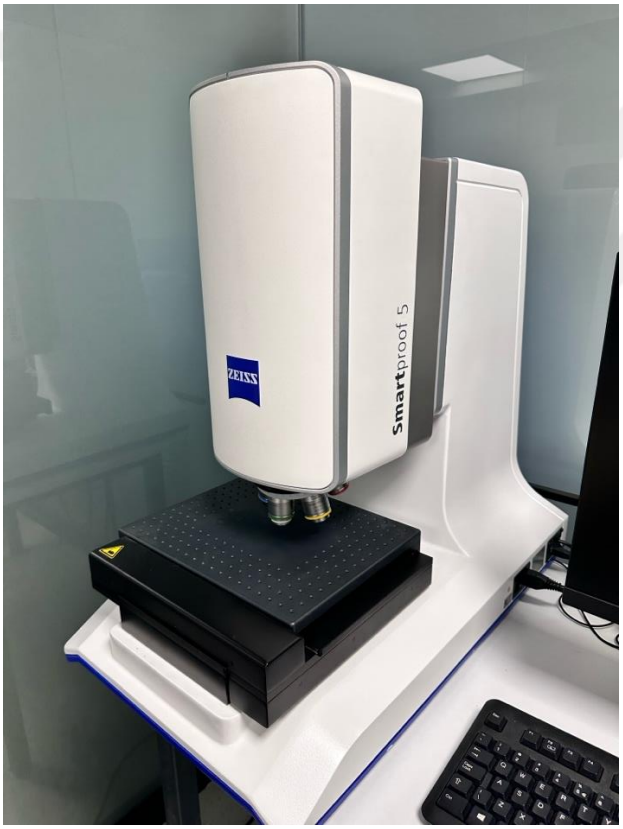
Resim 3.8. Fırçalama Düzeneği

Fırçalama işlemi gerçekleştikten sonra, Grup PP1a, Grup PP2a ve Grup SLAa'ya ait her bir örnek musluk suyu içerisinde bekletilmiştir ve Grup PP1b, PP2b ve Grup SLAb'ye ait her bir örnek günlük protez temizleyici (Corega Pro Guard & Retainer) içerisinde öğlen uygulanacak prosedüre kadar bekletilmiştir.

Öğlen, gruplardaki her örnek bir oklüzal splintin yemek sonrası takıldığını ve yemek sonrası plak birikiminin olduğunu varsayarak, yüksek protein içeren özel tıbbi amaçlı gıda olan sıvı besin içerisinde (Nutricia Nutrison, N.V Nutricia, Zoetermeer, Hollanda) 1 saat kadar bekletilmiştir ve tekrardan Grup PP1a, Grup PP2a ve Grup SLAa daki her bir örnek musluk suyu içerisinde bekletilmiştir ve Grup PP1b, Grup PP2b ve Grup SLAb deki her bir örnek günlük protez temizleyici içerisinde bekletilmiştir. Son aşama olarak gruplardaki her bir örnek tekrardan fırçalama düzeneğine yerleştirilerek her örneğin tek bir yüzeyi fırçalanmıştır. Bu deney prosedürü 1 ay boyunca her gün uygulanmıştır. Sırasıyla gruplardaki her bir örneğin deneyler uygulandıktan 1 hafta sonra (T1) ve 1 ay sonra (T2) optik profilometre cihazında yüzeylerin pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır.

3.7. Araştırmada Kullanılan Örneklerin 3-B Optik Profilometre Görüntülerinin Alınması

Çalışmamızdaki örneklerin pürüzlülük değerleri ölçümleri için SBÜ Gülhane Diş Hekimliği Fakültesinde bulunan optik profilometre (Zeiss Smartproof 5, Carl Zeiss, Jena, Almanya) ve yüzeyin 3 boyutlu topografisi için de otomatik yazılım analizi (ConfoMap ST, versiyon 7.4.8076, Carl Zeiss) kullanılmıştır. Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA gruplarındaki örneklere deneyler uygulandıktan 1 hafta (T1) ve 1 ay sonra (T2) her örnek yüzeyi 3 kere taranarak aşınma için ortalama değer belirlenmiştir ve 3 boyutlu optik profilometre ile yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür ve 3 boyutlu yüzey topografisi taranmıştır.



Resim 3.9. Çalışmada Kullanılan Optik Profilometre Cihazı

3.8. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülerinin Alınması

Çalışmamızdaki her bir gruptan üçer örnek alınarak örneklerin başlangıç, 1.hafta ve 1.ay yüzey özelliklerine ait görüntüleri, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan taramalı

elektron mikroskobu SEM (Hitachi, SU5000, Tokyo, Japonya) ile 3 farklı büyütme altında incelendi.



Resim 3.10. Örneklerin Altın Kaplama Cihazında Kaplama İşlemi

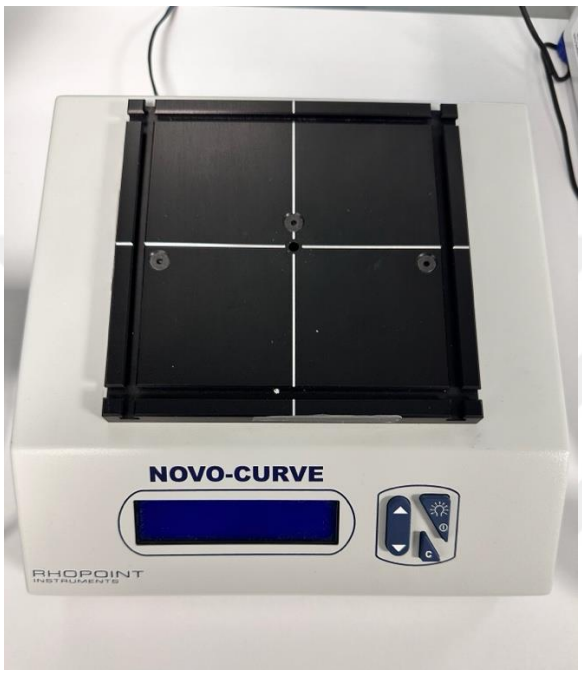


Resim 3.11. Taramalı Elektron Mikroskobu Cihazı

3.9. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Yüzey Parlaklığının Ölçülmesi

Çalışmamızdaki örneklerin yüzey parlaklığı SBÜ Gülhane Diş Hekimliği Fakültesinde bulunan Novo-Curve parlaklık ölçer cihaz ile ölçülmüştür. (Rhopoint Instrumentation Ltd., Bexhill on Sea, Birleşik Krallık)

Her bir gruptan alınan üçer örnek ile başlangıç, 1.hafta ve 1.aya ait yüzey parlaklık ölçüm değerlerine ulaşılmıştır.



Resim 3.12. Çalışmada Kullanılan Parlaklık Ölçer Cihazı

3.10. Araştırmada Kullanılan Örneklerin Yüzeydeki Plak Tutulumunun İncelenmesi

Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA gruplarındaki örnekler sıvı besin ve temizleme solüsyonlarında bekletildikten sonra örnek yüzeylerinde biyofilm akümülasyonu oluşması beklenmiştir. Yüzeydeki yeni, olgun ve asit üreten biyofilmleri tespit edebilmesi için plak boyama jeli uygulanmıştır. (GC Tri Plaque ID Gel, 4-13 Yokoyoma, Kıryu, Gunma, Japonya) GC Plaque ID Jel, yeni oluşmuş ve asit üreten biyofilmleri tespit eden üç tonlu bir plak belirleme jelidir. Bu tür ürünlerin kullanımı, kardiyolojik plakların tanımlanmasına yardımcı olur, hastaları motive eder ve fırçalama tekniklerini geliştirme fırsatı sunar. GC Plaque ID Jel, dişlerdeki renk tonlarına göre ağız ve diş sağlığını şu şekilde değerlendirmiştir:

- Pembe: Düşük riskli plak (yeni oluşmuş)
- Mor: Yüksek riskli plak (48 saatten fazla olgunlaşmış)
- Açık Mavi: Ekstra riskli plak (olgun ve yüksek asit üretimi)



Resim 3.13. Çalışmada Kullanılan Plak Boyama Jeli

3.11. İstatistiksel Analiz

Veriler ortalama±standart sapma (minimum; maksimum) ile özetlendi. PP1, PP2 ve SLA grupları, işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ay ölçümleri bakımından tekrarlı ölçümlerde varyans analiz ile değerlendirildi. Bu model yardımıyla zaman ve grup ana etkileri ile, grup×zaman etkileşimi test edildi. Etkileşim teriminin istatistiksel olarak anlamlı olması, zaman noktaları boyunca ölçümlerdeki değişimin üç grup arasında farklı olduğunu gösterdi. Bu durumda her zaman noktası için gruplar, ya da her grup içinde zaman noktaları ikili olarak post-hoc karşılaştırmalar yapıldı. Bütün etkileşim terimleri anlamlı bulunduğundan, her bir zaman noktasında pürüzlülük değerlerinin gruplar arasında karşılaştırılması ve her grup için zaman noktalarının karşılaştırılması post hoc testler ile gerçekleştirildi. Çoklu karşılaştırma sonucunda elde edilen düzeltilmiş p değerleri verildi. Her grup için alt gruplara (a ve b) ilişkin tekrarlı ölçümlerin değerlendirilmesi de benzer biçimde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile gerçekleştirildi. Alt grup analizlerinde yalnızca zaman ana etkisi anlamlı bulunduğu için post hoc testler alt gruplar göz ardı edilerek zaman noktaları arasındaki

karşılaştırmalar için uygulandı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile, tekrarlı ölçümlerde varyans analizinde küresellik varsayımı ise Mauchly's küresellik testi ile değerlendirildi. Analizler R programlama dili v.4.4.1 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) kullanılarak gerçekleştirildi. $P<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Grupların 3-B Optik Profilometre ile Ölçülen Pürüzlülük Ölçüm Değerleri

Çizelge 4.1. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri.

	İşlem öncesi	**1. hafta**	**1. ay**	
PP1	108,2±32,8 (70,8-187)	135,1±30,5[a] (77,6-206)	169,1±40,7[a,b] (115-250)	**P_grup**
PP2	67,6±13,3[€] (48,2-101)	81,2±10,2[€] (68-102)	87,1±14[b,€] (68,8-116)	<0,001
SLA	202,3±44,1[€,¥] (152,5-318)	231,4±36[a, € ,¥] (149,6-303)	263±48,7[a,b,€ ,¥] (181,2-347)	
	P_zaman <0,001			**P_etkileşim** <0,001

Veriler ortalama±standart sapma (minimum;maksimum) ile özetlendi. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre p_grup: grup ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_zaman: zaman ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_etkileşim: grup ve zaman arasındaki etkileşime ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi. a: işlem öncesi ile fark istatistiksel olarak anlamlı, b: 1. hafta ile fark istatistiksel olarak anlamlı. €: PP1 ile fark istatistiksel olarak anlamlı, ¥: PP2 ile fark istatistiksel olarak anlamlı.

Grupların 3-B Optik Profilometre ile ölçülen pürüzlülük ölçüm değerleri nanometre (nm) cinsinden ölçülmüştür. Çizelge 4.1, PP1, PP2 ve SLA gruplarının işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerini zaman içindeki değişikliklerle birlikte göstermektedir. İşlem öncesi ölçümde PP1 grubunun pürüzlülük değeri 108,2±32,8 (min-maks: 70,8-187) olarak kaydedilmişken, 1. hafta ve 1. ay ölçümlerinde sırasıyla 135,1±30,5 (min-maks: 77,6-206) ve 169,1±40,7 (min-maks: 115-250) olarak artmıştır. PP2 grubu için ise işlem öncesi 67,6±13,3 (min-maks: 48,2-101), 1. haftada 81,2±10,2 (min-maks: 68-102) ve 1. ayda 87,1±14 (min-maks: 68,8-116) olarak ölçülmüştür. En yüksek başlangıç değerlerine sahip olan SLA grubu, işlem öncesi 202,3±44,1 (min-maks: 152,5-318), 1. haftada 231,4±36 (min-maks: 149,6-303) ve 1. ayda 263±48,7 (min-maks: 181,2-347) olarak ölçülmüştür.

Tüm gruplar için zaman içinde anlamlı bir pürüzlülük artışı gözlemlenmiş olup (P_zaman <0,001), gruplar arası ve zaman içindeki farklar da önemli bulunmuştur (P_grup <0,001 ve P_etkileşim <0,001). Bu sonuçlar, farklı grupların tedaviye veya koşullara zaman içinde farklı yanıtlar verdiğini ve bu farklılıkların istatistiksel olarak güçlü bir şekilde desteklendiğini göstermektedir.

Çizelge 4.2. Her grup içinde zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri.

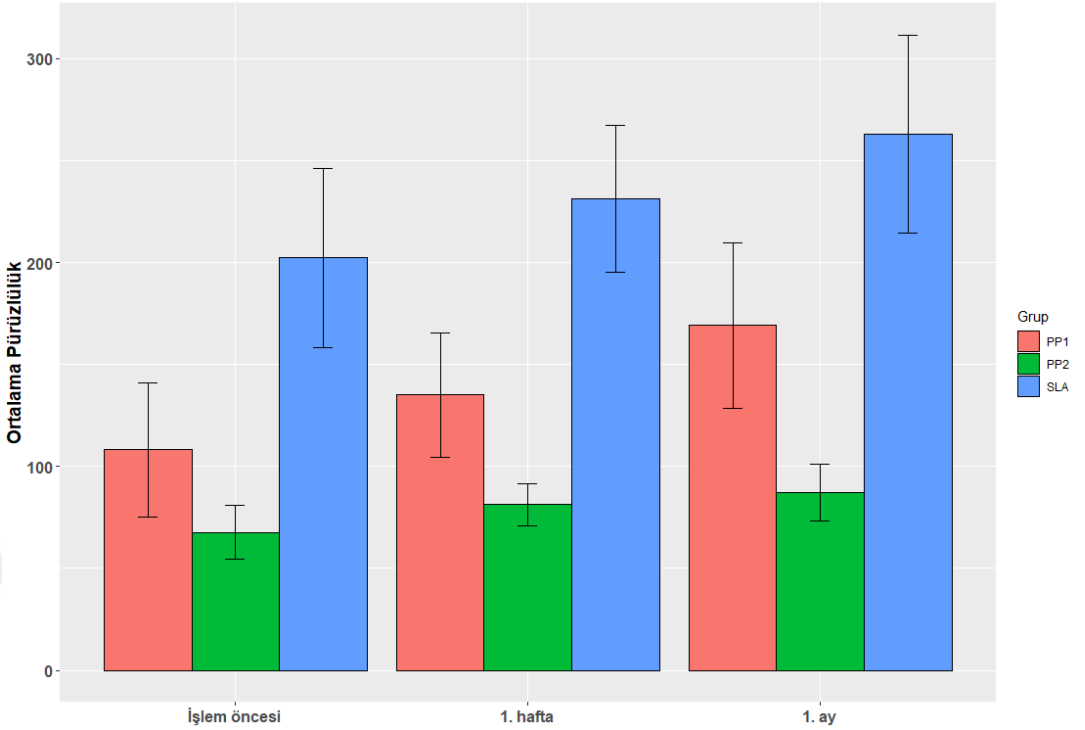
		İşlem öncesi	**1. hafta**
PP1			
	1. hafta	**<0,001**	
	1. ay	**<0,001**	**<0,001**
PP2			
	1. hafta	0,052	
	1. ay	**0,021**	0,868
SLA			
	1. hafta	**<0,001**	
	1. ay	**<0,001**	**<0,001**

Çoklu karşılaştırma testinden elde edilen düzeltilmiş p değerleri verilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan p değerleri koyu biçimde gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. İşlem zamanları açısından test grupların karşılaştırılmasına ilişkin p değerleri.

		PP1	**PP2**
İşlem öncesi			
	PP2	**0,001**	
	SLA	**<0,001**	**<0,001**
1.hafta			
	PP2	**<0,001**	
	SLA	**<0,001**	**<0,001**
1.ay			
	PP2	**<0,001**	
	SLA	**<0,001**	**<0,001**

Çoklu karşılaştırma testinden elde edilen düzeltilmiş p değerleri verilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan p değerleri koyu biçimde gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma).

ALT GRUP ANALİZLERİ

Alt gruplarda sadece zaman faktörü anlamlı bulundu.

PP1 grubunda:

Çizelge 4.4. Pürüzlülük ölçümlerinin alt gruplarda zaman içindeki değişimleri.

PP1	**İşlem öncesi**	**1. hafta**	**1. ay**	
a	110,4±30,92 (79,9-173,3)	134,5±20,7 (93,1-160,2)	181,1±40,1 (124,7-249,8)	**P_grup**
b	106±36.1 (70,8-186,8)	135,8±39,1 (77,6-206,2)	157,2±39,6 (115-241,8)	0,545
	P_zaman			**P_etkileşim**
	<0,001			0,065

Veriler ortalama±standart sapma (minimum;maksimum) ile özetlendi. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre p_grup: grup ana etkisine ilişkin istatistiksel

anlamlılık düzeyi; p_zaman: zaman ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_etkileşim: grup ve zaman arasındaki etkileşime ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi.

Çizelge 4.4, PP1 grubunun iki alt grubu (a ve b) için işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerini sunar. İki alt grup arasında başlangıçta ve sonraki ölçümlerde belirgin farklar olmamasına rağmen, her iki grup için de zamanla pürüzlülük değerlerinde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Grup a, işlem öncesinde 110,4±30,92 ile başlarken, 1. haftada 134,5±20,7 ve 1. ayda 181,1±40,1 değerlerine ulaşmıştır. Grup b ise işlem öncesinde 106,3±36,1 ile başlayıp, 1. haftada 135,8±39,1 ve 1. ayda 157,2±39,6 değerlerine yükselmiştir. İstatistiksel olarak, zaman içindeki değişimler (P_zaman <0,001) her iki grupta da önemli bulunmuştur, fakat gruplar arası (P_grup = 0,545) ve grup-zaman etkileşimi (P_etkileşim = 0,065) açısından anlamlı farklar saptanmamıştır.

Bu sonuçlar, her iki alt grubun benzer şekilde zaman içinde değişim gösterdiğini ve tedaviye paralel yanıtlar verdiğini göstermektedir. Gruplar arası ve grup-zaman etkileşimlerinin istatistiksel olarak anlamsız olması, tedavinin her iki alt grup üzerindeki etkisinin homojen olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 4.5. Zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri.

PP1	**İşlem öncesi**	**1. hafta**
1. hafta	**<0,001**	
1. ay	**<0,001**	**<0,001**

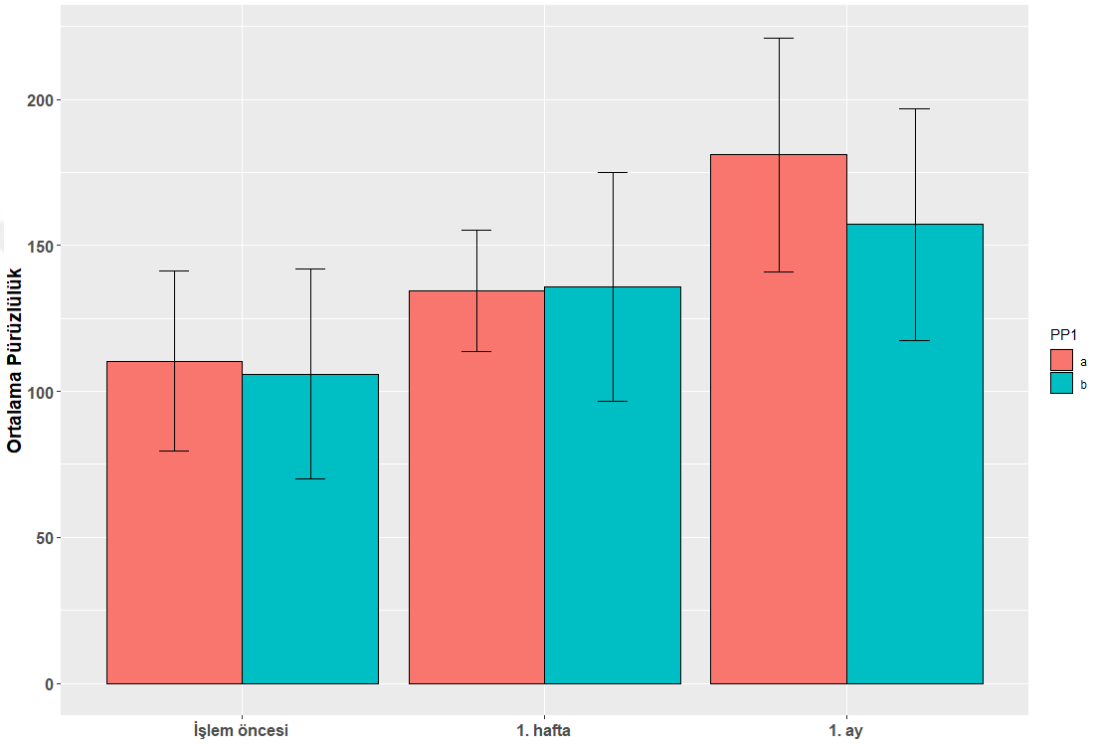
Çoklu karşılaştırma testinden elde edilen düzeltilmiş p değerleri verilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan p değerleri koyu biçimde gösterilmiştir.

Çizelge 4.5, PP1 grubu için zaman ana etkisinin istatistiksel değerlendirmesini göstermektedir. Bu tablo, işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ay arasındaki p değerlerini içermekte ve çoklu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen düzeltilmiş p değerleri sunulmaktadır.

İşlem Öncesi ile 1. Hafta Arasındaki Karşılaştırma: p değeri <0,001 olarak bulunmuş, bu, işlem öncesi ile 1. hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu, tedavinin ilk hafta içinde önemli bir etki yarattığını belirtir.

İşlem Öncesi ile 1. Ay Arasındaki Karşılaştırma: p değeri <0,001 olarak bulunmuş, işlem öncesi ile 1. ay arasında bir fark bulunmuştur. Bu, tedavinin uzun vadede daha da etkili olduğunu gösteren bir bulgudur.

1. Hafta ile 1. Ay Arasındaki Karşılaştırma: p değeri <0,001 olarak bulunmuştur. Bu değer, 1. hafta ile 1. ay arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.2. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma).

PP2 grubunda:

Çizelge 4.6. Pürüzlülük ölçümlerinin alt gruplarda zaman içindeki değişimleri.

PP2	**İşlem öncesi**	**1. hafta**	**1. ay**	
a	71,3±15,1 (48,2-101,5)	84,4±8,9 (68,9-95,9)	91,1±14,8 (70,4-116,2)	**P_grup**
b	63,8±10,8 (53,2-90,7)	78±10,8 (68-102,1)	83,2±12,6 (68,8-107,3)	0,111
	P_zaman			**P_etkileşim**
	<0,001			0,904

Veriler ortalama±standart sapma (minimum;maksimum) ile özetlendi. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre p_grup: grup ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_zaman: zaman ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_etkileşim: grup ve zaman arasındaki etkileşime ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi.

Çizelge 4.6, PP2 grubunun iki alt grubu (a ve b) için işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerini göstermektedir. Her iki alt grup için de zaman içinde pürüzlülük değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüş (P_zaman <0,001), ancak gruplar arası (P_grup = 0,111) ve grup-zaman etkileşimi (P_etkileşim = 0,904) açısından anlamlı farklar saptanmamıştır.

Grup a: İşlem öncesi pürüzlülük değeri 71,3±15,1 (min-maks: 48,2-101,5) iken, 1. haftada 84,4±8,9 (min-maks: 68,9-95,9) ve 1. ayda 91,1±14,8 (min-maks: 70,4-116,2) olarak ölçülmüştür. Bu grup, özellikle 1. ayda gözlemlenen artış ile dikkat çekmektedir.

Grup b: Bu grubun işlem öncesi pürüzlülük değeri 63,8±10,8 (min-maks: 53,2-90,7) olarak kaydedilmiş, 1. haftada 78±10,8 (min-maks: 68-102,1) ve 1. ayda 83,2±12,6 (min-maks: 68,8-107,3) olarak artış göstermiştir.

Bu sonuçlar, her iki alt grubun benzer şekilde zaman içinde değişim gösterdiğini ve tedaviye paralel yanıtlar verdiğini göstermektedir. Ancak gruplar arası ve zaman-grup etkileşiminde anlamlı farklılıklar bulunamamıştır, bu da tedavinin her iki alt grup üzerinde homojen bir etki yarattığını düşündürmektedir.

Çizelge 4.7. Zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri.

PP2	**İşlem öncesi**	**1. hafta**
1. hafta	**0,001**	
1. ay	**<0,001**	**0,017**

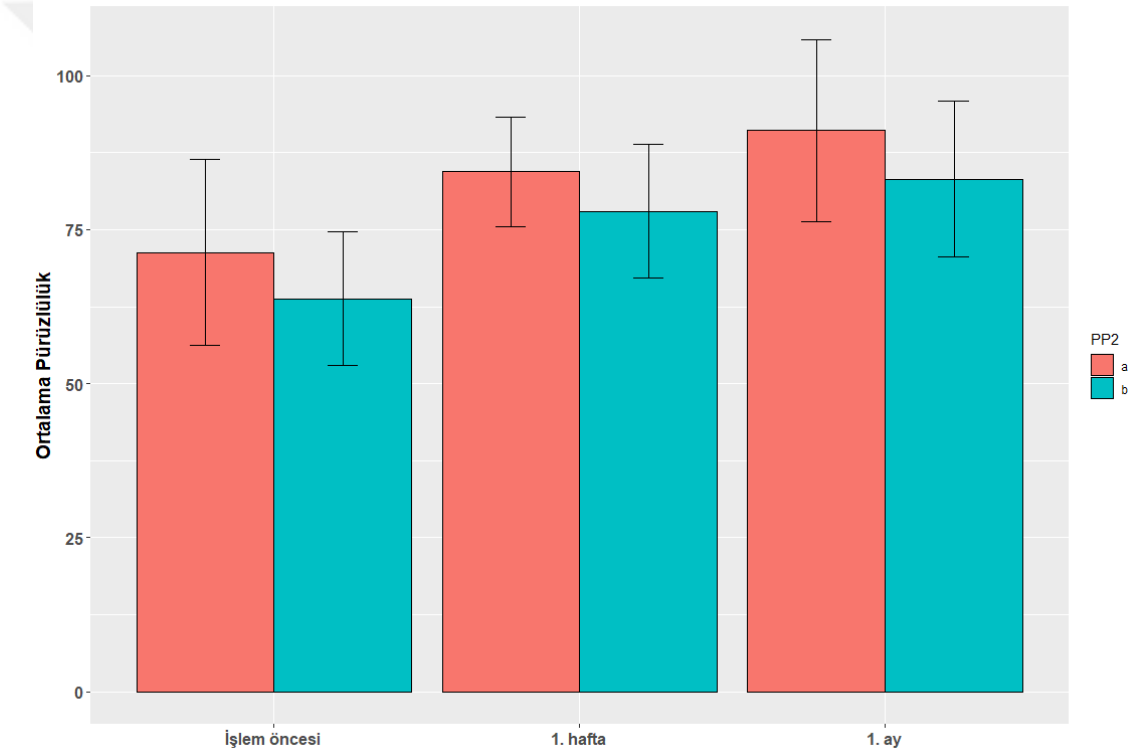
Çoklu karşılaştırma testinden elde edilen düzeltilmiş p değerleri verilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan p değerleri koyu biçimde gösterilmiştir.

Çizelge 4.7, PP2 grubu için zaman ana etkisinin istatistiksel değerlendirmesini göstermektedir. Bu tablo, işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ay arasındaki p değerlerini içermekte ve çoklu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen düzeltilmiş p değerleri sunulmaktadır.

İşlem Öncesi ile 1. Hafta Arasındaki Karşılaştırma: p değeri 0,001 olarak bulunmuş, bu, işlem öncesi ile 1. hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu, tedavinin ilk hafta içinde önemli bir etki yarattığını belirtir.

İşlem Öncesi ile 1. Ay Arasındaki Karşılaştırma: p değeri <0,001 olarak bulunmuş, işlem öncesi ile 1. ay arasında bir fark bulunmuştur. Bu, tedavinin uzun vadede daha da etkili olduğunu gösteren bir bulgudur.

1. Hafta ile 1. Ay Arasındaki Karşılaştırma: p değeri 0,017 olarak bulunmuştur. Bu değer, 1. hafta ile 1. ay arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma).

SLA grubunda:

Çizelge 4.8. Pürüzlülük ölçümlerinin alt gruplarda zaman içindeki değişimleri.

SLA	İşlem öncesi	1. hafta	1. ay	
a	194,2±33 (152,5-250,4)	211,8±28,2 (149,6-236,3)	254,1±32,8 (205,2-302,2)	**P_grup**
b	210,4±53,6 (157,1-317,6)	251,1±32,8 (205,5-303,2)	272±61,3 (181,2-346,7)	0,143
	P_zaman			**P_etkileşim**
	<0,001			0,168

Veriler ortalama±standart sapma (minimum;maksimum) ile özetlendi. Tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre p_grup: grup ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_zaman: zaman ana etkisine ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi; p_etkileşim: grup ve zaman arasındaki etkileşime ilişkin istatistiksel anlamlılık düzeyi.

Çizelge 4.8, SLA grubunun iki alt grubu (a ve b) için işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerini göstermektedir. Her iki alt grubun ölçümleri zaman içinde anlamlı bir artış göstermiş (P_zaman <0,001), ancak gruplar arası (P_grup = 0,143) ve grup-zaman etkileşimi (P_etkileşim = 0,168) açısından anlamlı farklar saptanmamıştır.

SLA grubunun iki alt grubu olan Grup a ve Grup b, işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerine göre zaman içinde belirgin bir artış göstermiştir. Grup a için işlem öncesi ortalama pürüzlülük değeri 194,2±33 (min-maks: 152,5-250,4) iken, 1. haftada 211,8±28,2 (min-maks: 146,9-236,3) ve 1. ayda 254,1±32,8 (min-maks: 205,2-302,2) olarak artmıştır. Bu artış, tedavinin bu alt grup üzerindeki etkinliğini göstermektedir. Öte yandan, Grup b'de işlem öncesi ortalama 210,4±53,6 (min-maks: 157,1-317,6), 1. haftada 251,1±32,8 (min-maks: 205,5-303,2) ve 1. ayda 272±61,3 (min-maks: 181,2-346,7) olarak ölçülmüştür. Her iki grup arasında ve zaman-grup etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, her iki alt grup da zaman içinde önemli derecede pürüzlülük artışı sergilemiş, bu da tedavinin uzun vadede etkili olduğunu gösteren önemli bir bulgudur. Her iki grup da benzer şekilde tedaviye tepki vermiş olup, tedavi protokollerinin bu gruplar üzerinde homojen bir etki yarattığı görülmektedir. Bu sonuçlar, her iki alt grubun benzer şekilde zaman içinde değişim gösterdiğini ve tedaviye paralel yanıtlar verdiğini göstermektedir. İki alt grup arasında ve zaman-grup etkileşiminde istatistiksel olarak

anlamlı farklılıklar olmaması, tedavinin her iki alt grup üzerinde homojen bir etki yarattığını düşündürmektedir. Zaman içinde görülen bu anlamlı artışlar, tedavinin uzun vadede etkili olduğunu gösteren önemli bir bulgudur, ancak gruplar arasında belirgin bir fark olmaması, alt grupların her ikisinin de benzer şekilde tepki verdiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.9. Gruplar içinde zamanlar arası farklara ilişkin p değerleri.

SLA		İşlem öncesi	1. hafta
	1. hafta	**0,004**	
	1. ay	**<0,001**	**0,001**

Çoklu karşılaştırma testinden elde edilen düzeltilmiş p değerleri verilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan p değerleri koyu biçimde gösterilmiştir.

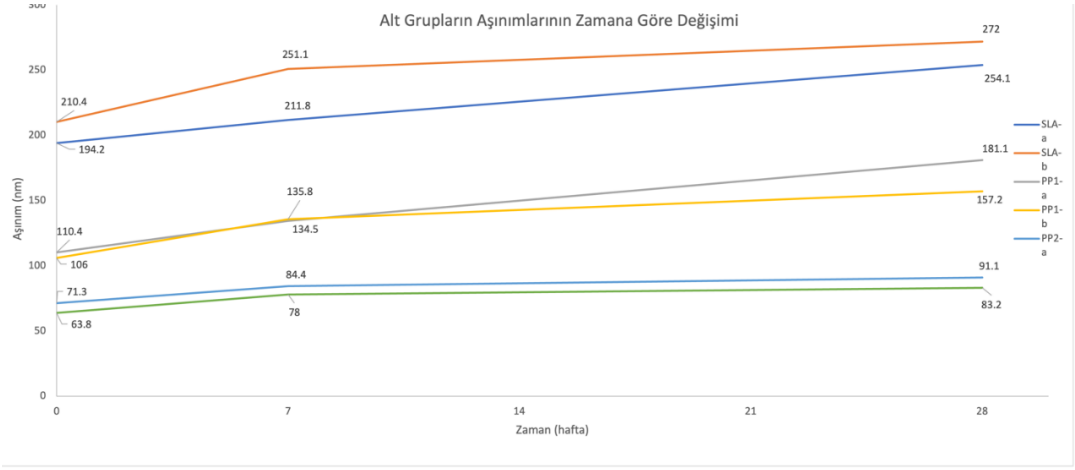
Çizelge 4.9, SLA grubu için zaman ana etkisinin istatistiksel değerlendirmesini göstermektedir. Bu tablo, işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ay arasındaki p değerlerini içermekte ve çoklu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen düzeltilmiş p değerleri sunulmaktadır.

İşlem Öncesi ile 1. Hafta Arasındaki Karşılaştırma: p değeri 0,004 olarak bulunmuş, bu, işlem öncesi ile 1. hafta arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu, tedavinin ilk hafta içinde önemli bir etki yarattığını belirtir.

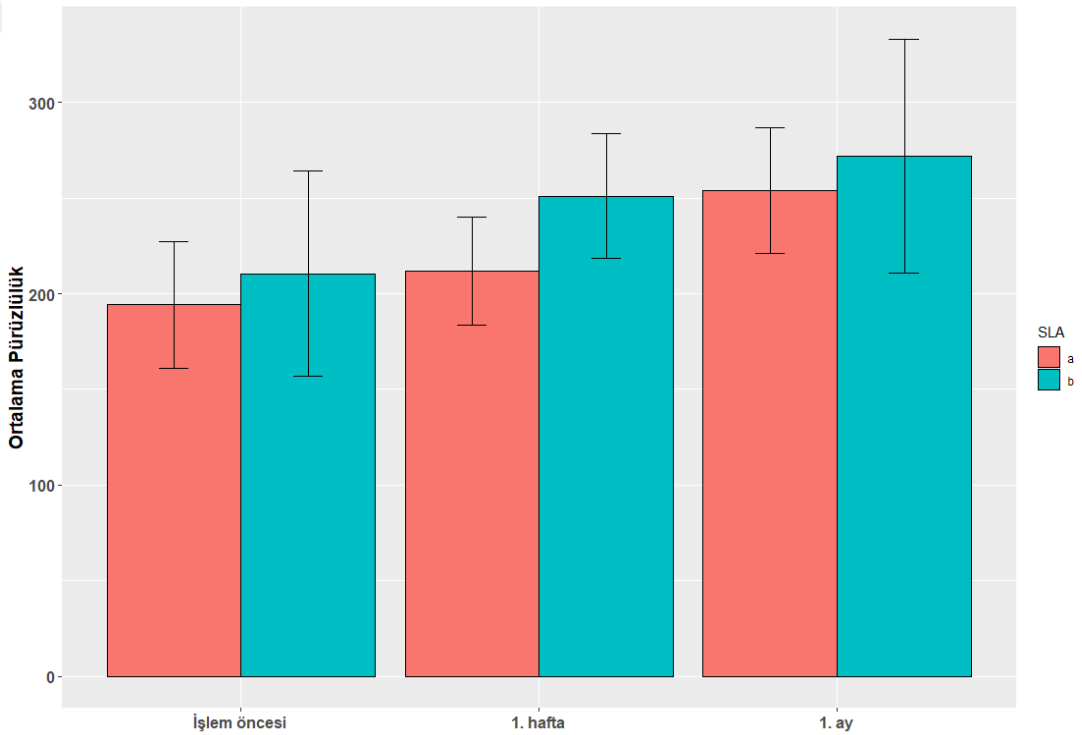
İşlem Öncesi ile 1. Ay Arasındaki Karşılaştırma: p değeri <0,001 olarak bulunmuş, işlem öncesi ile 1. ay arasında bir fark bulunmuştur. Bu, tedavinin uzun vadede daha da etkili olduğunu gösteren bir bulgudur.

1. Hafta ile 1. Ay Arasındaki Karşılaştırma: p değeri 0,001 olarak bulunmuştur. Bu değer, 1. hafta ile 1. ay arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.4, tüm alt grupların aşınım değerlerinin zamana göre değişimini göstermektedir. Zamanla meydana gelen bu artışlar, tedavinin uzun süreli etkilerini yansıttığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, alt gruplar arasında belirgin bir ayrım olmaması, her iki alt grubun da benzer tepkiler gösterdiğini işaret etmektedir.



Şekil 4.4. Alt Grupların Aşınma Değerlerinin Zamana Göre Değişimi



Şekil 4.5. Pürüzlülük ölçümlerinin gruplarda zaman içindeki değişimleri (ortalama±standart sapma).

Çizelge 4.10. 0-7 arası değişim hızı ve 7-28 arası değişim hızı (nm/hafta)

Zaman	SLA-a	SLA-b	PP1-a	PP1-b	PP2-a	PP2b
0	0	0	0	0	0	0
7	2.51428571	5.81428571	3.44285714	4.25714286	1.87142857	2.02857143
28	2.01428571	0.9952381	2.21904762	1.01904762	0.31904762	0.24761905

Çizelge 4.10, PP1, PP2 ve SLA gruplarının alt grupları olan Grup PP1a, PP1b, PP2a, PP2b, SLAa ve SLAb nin pürüzlülük değerlerinin zaman içerisinde değişen aşınma hızını göstermektedir. Tüm alt gruplar için 0-7 gün arasındaki aşınma hızları değerlendirilmek istenirse, her alt grup için aşınma hızları zaman içerisinde artış göstermiştir. Aynı zamanda tüm alt gruplar için 7-28 gün arasındaki aşınma hızları değerlendirilmek istenirse, her alt grup için aşınma hızları zaman içerisinde azalma göstermiştir.

4.2 Grupların Yüzey Parlaklık Ölçüm Değerleri

Ortalama GU Değerleri:

Çizelge 4.11. Ortalama GU değerleri

	İşlem öncesi	1. hafta	1. ay
PP1	74,3±2,2 (74,3-72,1)	68,5±7,3 (68,5-61,2)	57,6±6,1 (57,6-51,5)
PP2	72,7±2,6 (72,7-70,1)	68,2±2,7 (68,2-65,5)	56,3±1,9 (56,3-54,4)
SLA	30,7±2,3 (30,7-28,4)	23,5±3,4 (23,5-20,1)	13,4±2 (13,4-11,4)

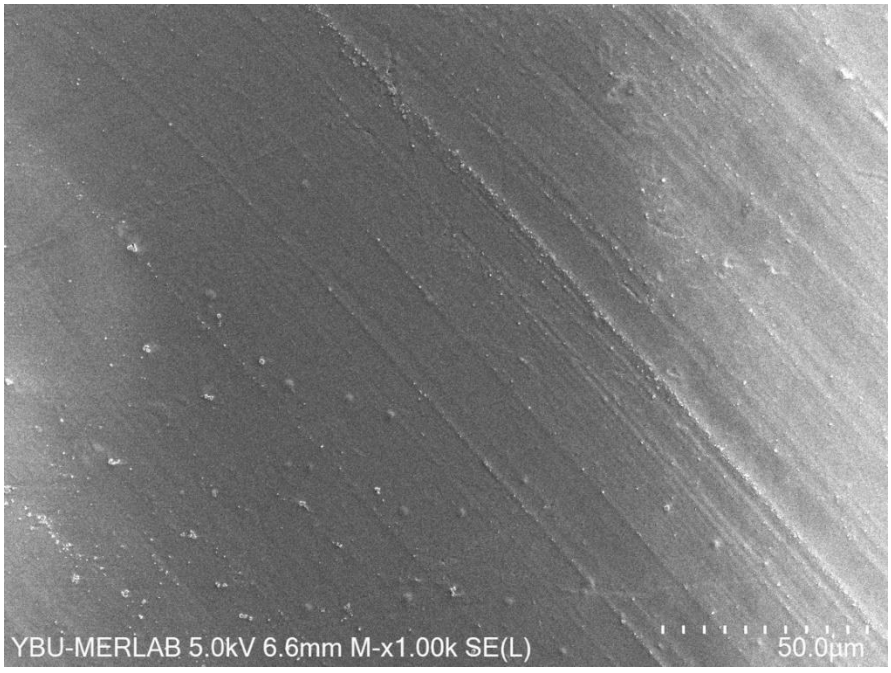
Çizelge 4.11, PP1, PP2 ve SLA gruplarının işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan yüzey parlaklık ölçümlerini zaman içindeki değişikliklerle birlikte göstermektedir. İşlem öncesi ölçümde PP1 grubunun yüzey parlaklık değeri 74,3±2,2 (min-maks: 72,1-74,3) olarak kaydedilmişken, 1. hafta ve 1. ay ölçümlerinde sırasıyla

68,5±7,3 (min-maks: 61,2-68,5) ve 57,6±6,1 (min-maks: 51,5-57,6) olarak artmıştır. PP2 grubu için ise işlem öncesi 72,7±2,6 (min-maks: 70,1-72,7), 1. haftada 68,2±2,7 (min-maks: 65,5-68,2) ve 1. ayda 56,3±1,9 (min-maks: 54,4-56,3) olarak ölçülmüştür. En yüksek başlangıç değerlerine sahip olan SLA grubu, işlem öncesi 30,7±2,3 (min-maks: 28,4-30,7), 1. haftada 23,5±3,4 (min-maks: 20,1-23,5) ve 1. ayda 13,4±2 (min-maks: 11,4-13,4) olarak ölçülmüştür.

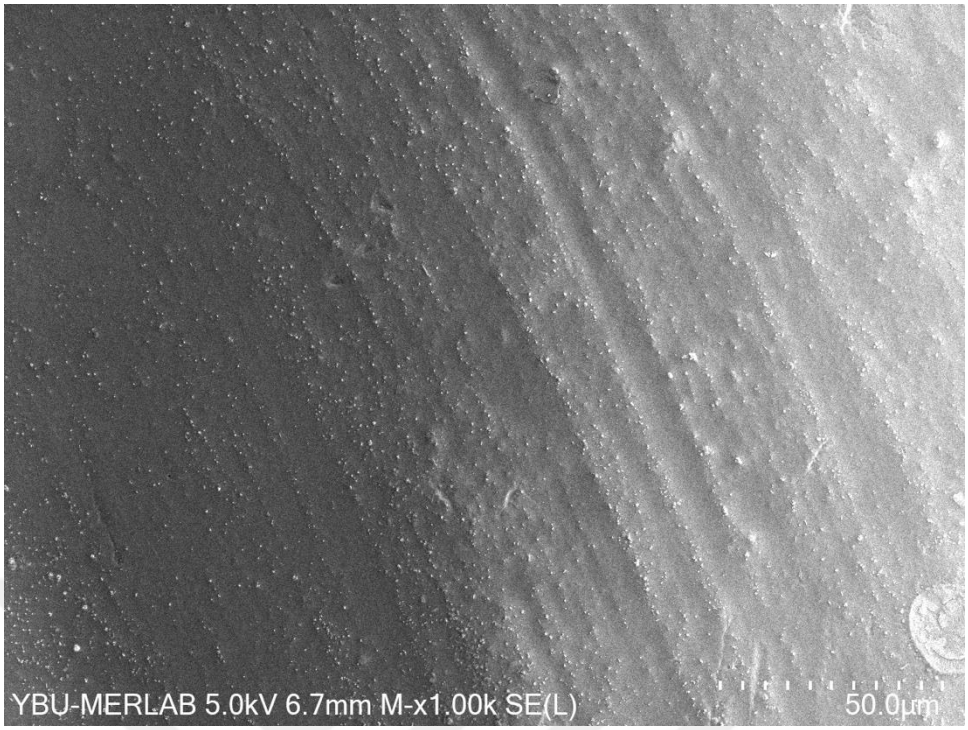
Tüm gruplar içerisinde yüzey parlaklıklarının düştüğü gözlemlenmektedir. Gruplar arası ve zaman içindeki değer farkları da önemli bulunmuştur. En düşük yüzey parlaklık değerine sahip Grup SLA'yken, en yüksek yüzey parlaklık değeri Grup PP1'e aittir. Grup PP1 ve Grup PP2 arasında önemli farklar bulunmazken, Grup SLA ile iki grup arasında önemli farklar bulunmuştur.

4.3 Grupların SEM (Taramalı Elekton Mikroskobu) Bulguları

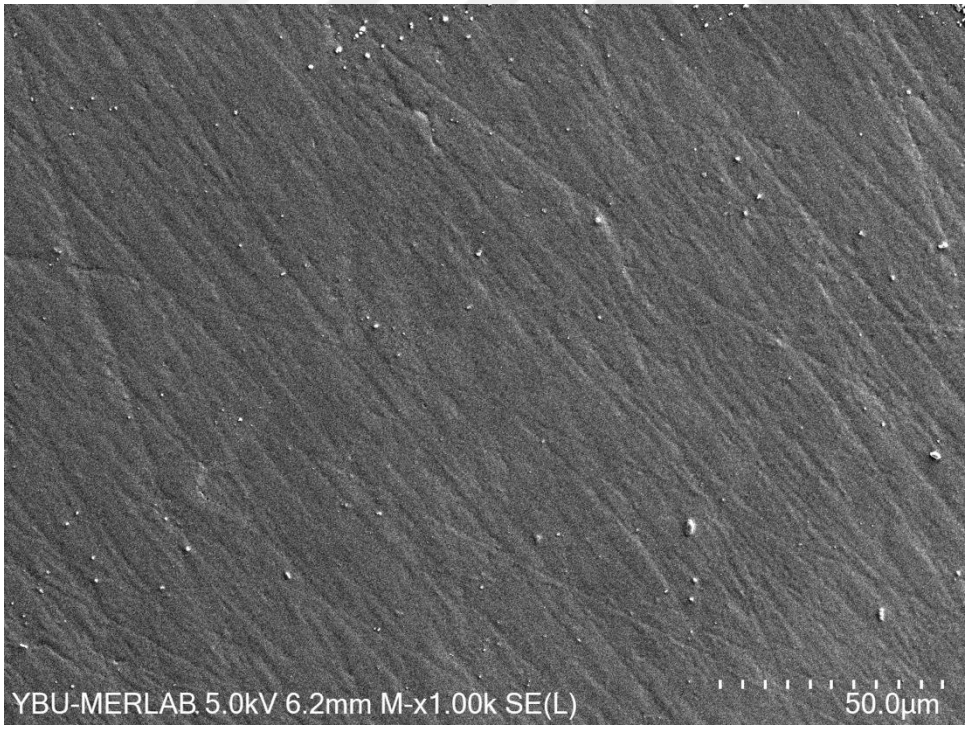
Her gruptan belirlenen birer örnek için Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan taramalı elektron mikroskobu (HITACHI, SU5000, Tokyo, Japonya) ile x1000 büyütmede örnek yüzeyleri incelenmiştir. Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA'nın başlangıç görüntüleri, 1.hafta ve 1.ay görüntüleri karşılaştırıldığında, incelenen yüzeylerde 1.hafta ve 1.ay görüntülerinde çizgisel aşınma izleri görülmüştür.



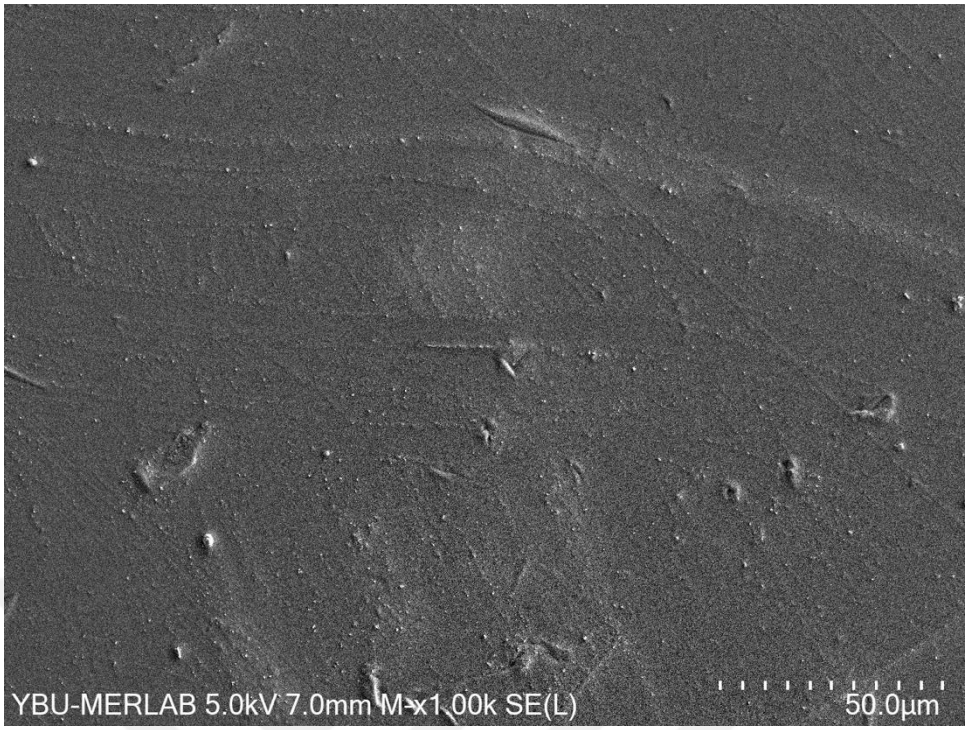
Resim 4.1. PP1 Grubunun Başlangıç Yüzey Kesit Görüntüsü



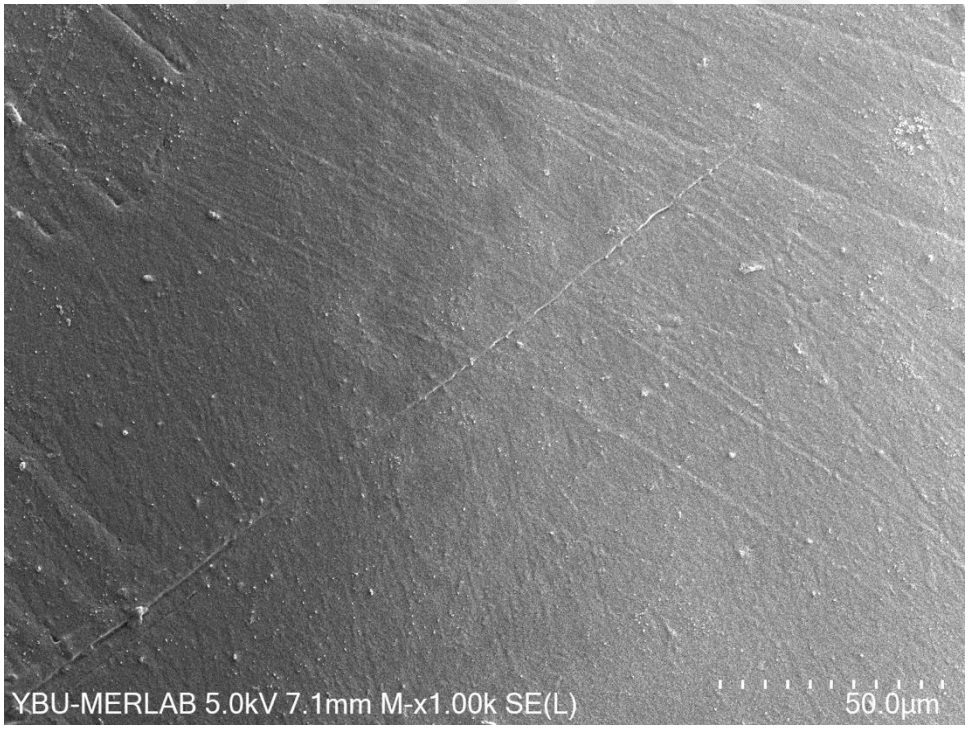
Resim 4.2. PP1 Grubunun 1.Hafta Yüzey Kesit Görüntüsü



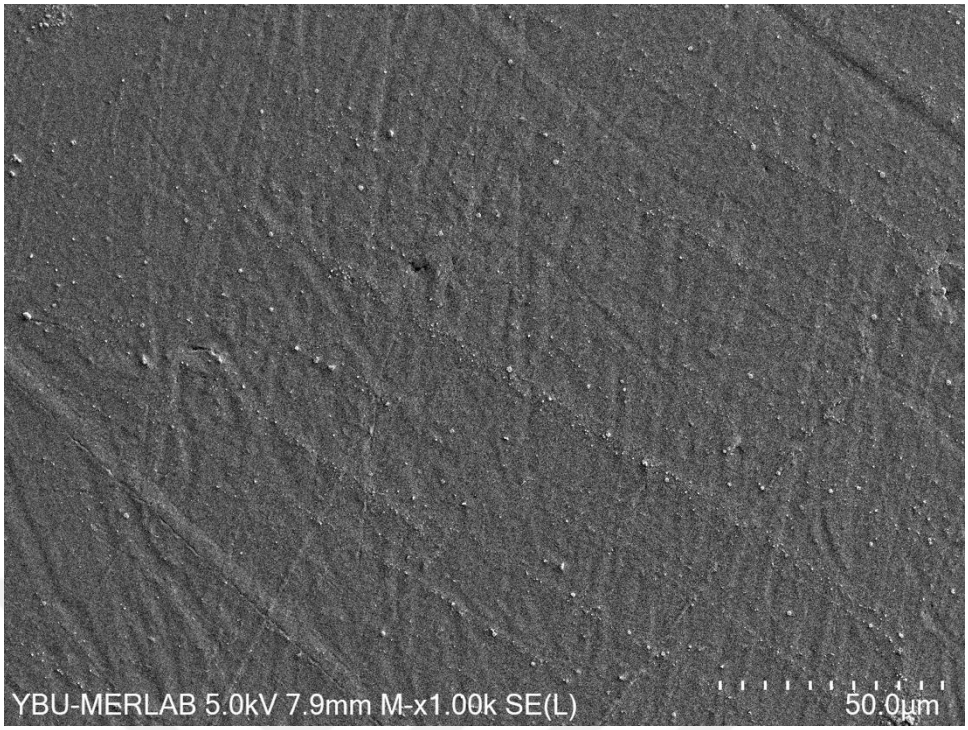
Resim 4.3. PP1 Grubunun 1.Ay Yüzey Kesit Görüntüsü



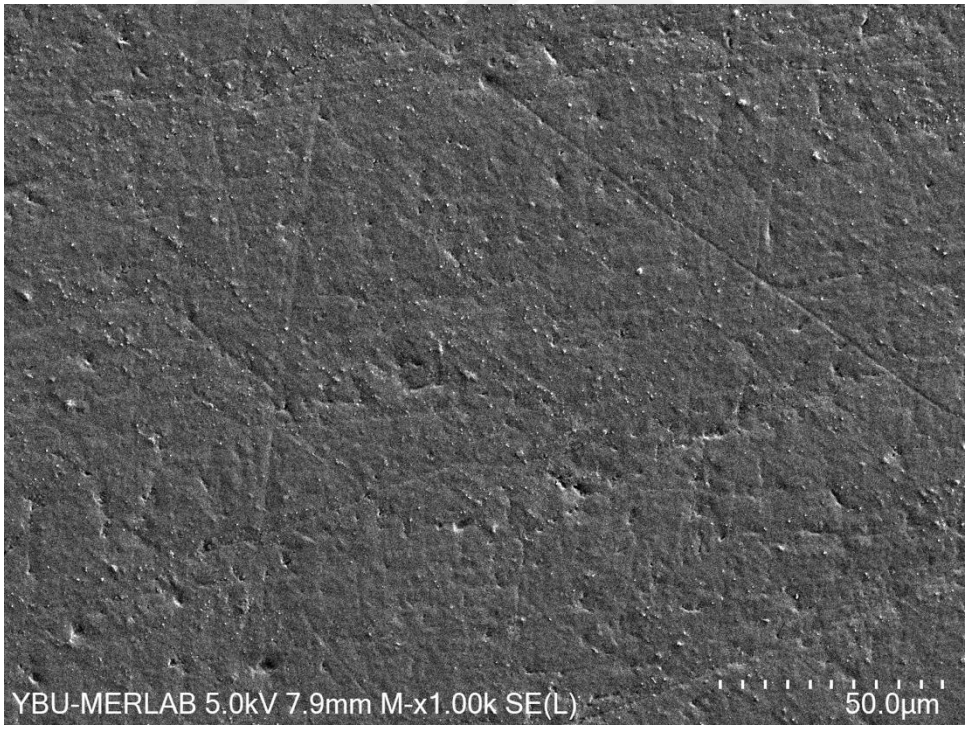
Resim 4.4. PP2 Grubunun Başlangıç Yüzey Kesit Görüntüsü



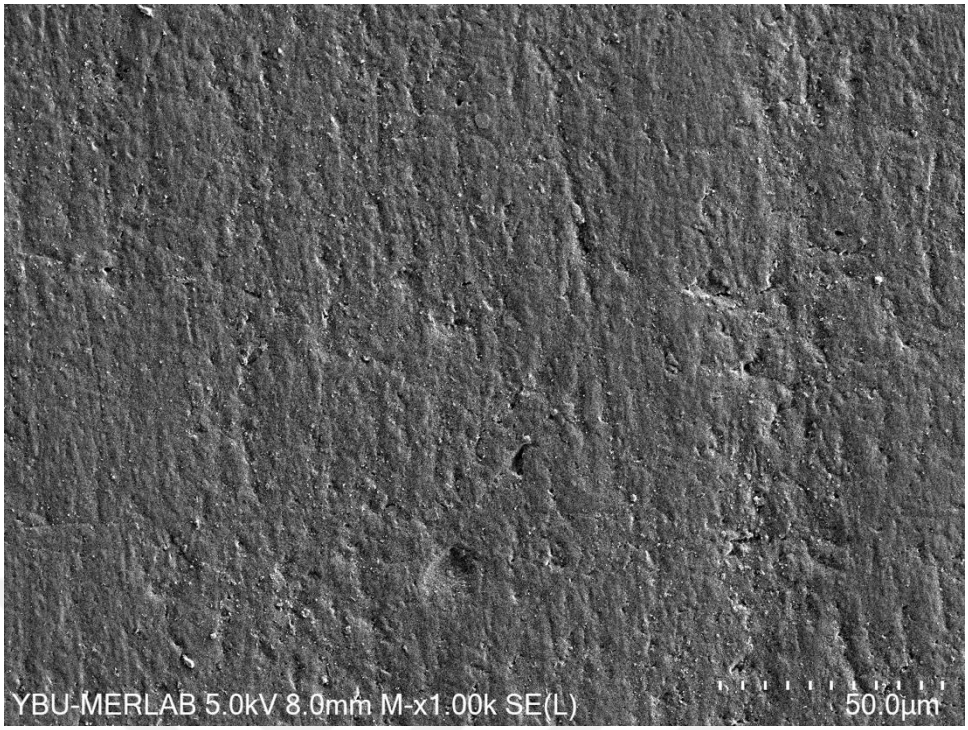
Resim 4.5. PP2 Grubunun 1.Hafta Yüzey Kesit Görüntüsü



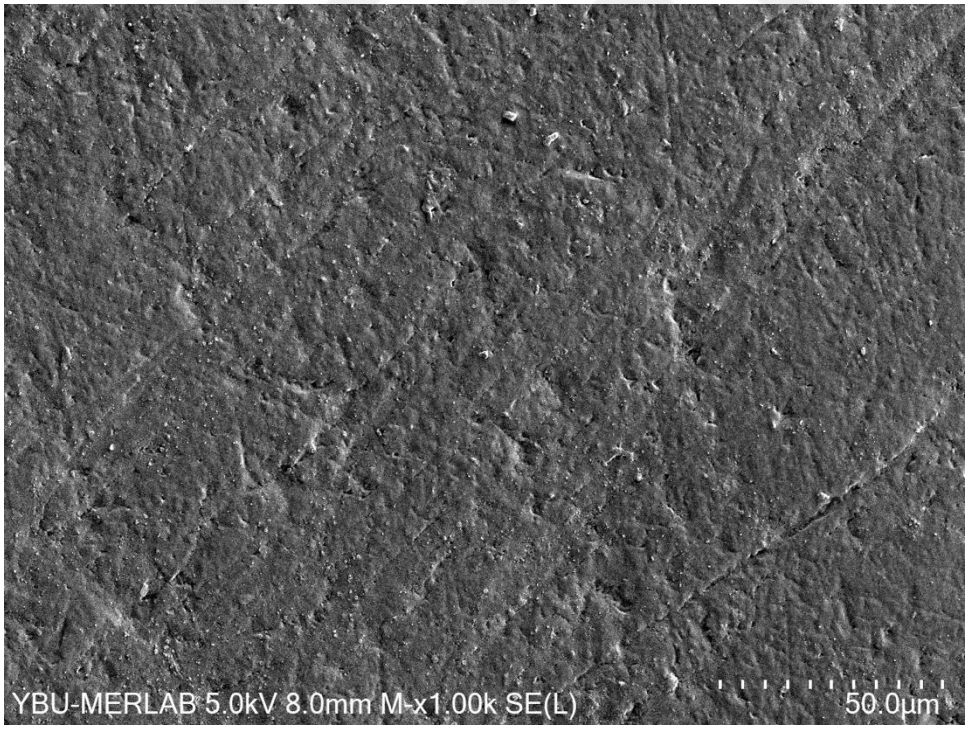
Resim 4.6. PP2 Grubunun 1.Ay Yüzey Kesit Görüntüsü



Resim 4.7. SLA Grubunun Başlangıç Yüzey Kesit Görüntüsü



Resim 4.8. SLA Grubunun 1.Hafta Yüzey Kesit Görüntüsü



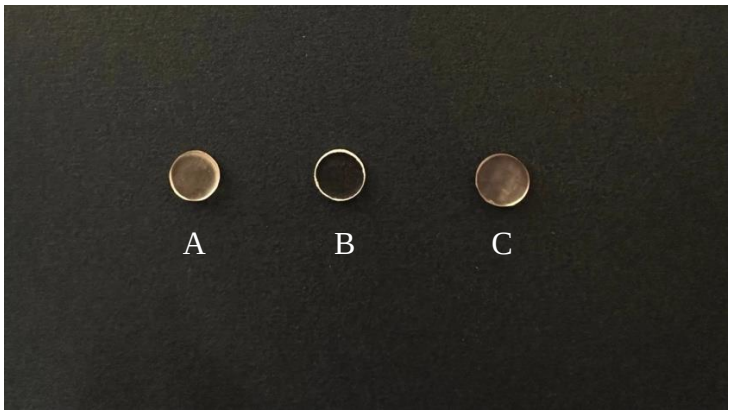
Resim 4.9. SLA Grubunun 1.Ay Yüzey Kesit Görüntüsü

Optik profilometre ve taramalı elektron mikroskobu görüntülerinde aşınma testi sonrası gözlemlenen çeşitli düzensizlikler, oluklar, boşluklar, karışık olan bölgeler ve heterojen alanlar, hacim kaybı yaşanan bölgelerin yüzey özellikleri

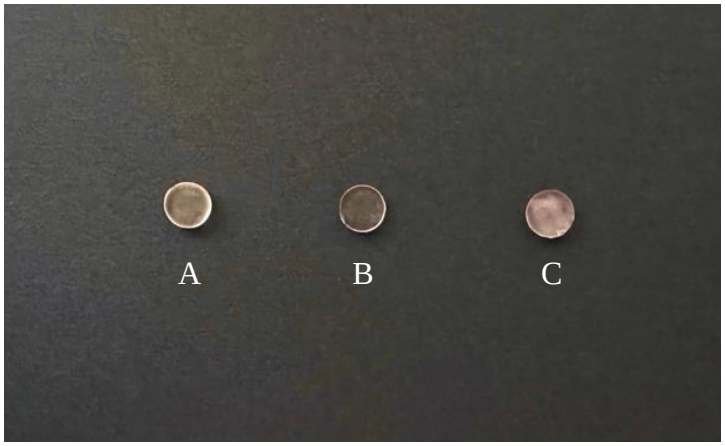
gözlemlenmektedir. Grup SLA aşınma sonrası diğer gruplara göre en çok düzensizlik içeren, en pürüzlü, çıkıntılı yüzey karakterine sahip olan gruptur. Grup PP1 ve Grup PP2'de pürüzlenen alanların yüzeye daha homojen yayıldığı da görülmektedir. Her gruptaki yüzeydeki çizgi biçimindeki aşınmalar, fırçalama prosedürünün etkisi olarak gözlemlenmektedir.

4.4 Grupların Yüzey Plak Tutulum Bulguları

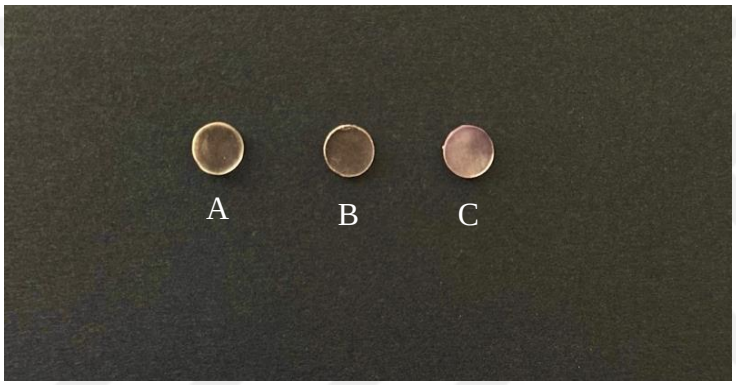
Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA'daki örneklerde yüzeydeki yeni, olgun ve asit üreten biyofilmleri tespit edebilmek amacıyla plak boyama jeli uygulaması başlangıçta, 1. haftada ve 1. ayda yapılmıştır. Örneklerin 1. hafta yüzey plak boyama sonuçlarına göre, Grup PP1 ve Grup PP2'deki örneklerin yüzeylerinde herhangi bir boyanma gözlemlenmezken, Grup SLA'daki örneklerin yüzeyinde hafif pembe renklenme tespit edilmiştir. 1. ay yüzey plak boyama sonuçlarında ise, Grup PP1 ve PP2'deki örneklerde bölgesel olarak hafif pembe renklenme görülürken, Grup SLA'daki örneklerin yüzeyinde yaygın ve homojen bir pembe-mor renklenme gözlemlenmiştir. Plak örtücü jelin renk tonlarına göre, pembe renklenme düşük riskli plak ya da yeni oluşmuş plağı ifade ederken, mor renklenme ise yüksek riskli plak ya da 48 saatten fazla olgunlaşmış plak tutulumunu gösterir. Grup PP1 ve Grup PP2'nin 1.ay yüzey plak tutulum bulguları düşük riskli plak tutulumunu göstermiştir. Grup SLA'nın 1. hafta yüzey plak tutulum bulguları, düşük riskli plak tutulumunu işaret ederken, 1. ay yüzey plak tutulum bulguları, düşük risk ile yüksek risk plak tutulumu gözlemlenmiştir.



Resim 4.10. Örneklerin Başlangıç Plak Boyamaları **A:** Grup PP1 Başlangıç Plak Boyama **B:** Grup PP2 Başlangıç Plak Boyama **C:** Grup SLA Başlangıç Plak Boyama



Resim 4.11. Örneklerin 1.Hafta Plak Boyamaları **A:** Grup PP1 1.Hafta Plak Boyama **B:** Grup PP2 1.Hafta Plak Boyama **C:** Grup SLA 1.Hafta Plak Boyama



Resim 4.12. Örneklerin 1.Ay Plak Boyamaları **A:** Grup PP1 1.Ay Plak Boyama **B:** Grup PP2 1.Ay Plak Boyama **C:** Grup SLA 1.Ay Plak Boyama

5. TARTIŞMA

Non invaziv bir tedavi seçeneği olan oklüzal splintler, TME rahatsızlıklarında, bruksizmde, çiğneme kaslarının ağrı ve disfonksiyonlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Oklüzal splint tedavisinde, stabil ve dengeli bir oklüzyon oluşturmak, parafonksiyonel alışkanlıkların etkisini azaltmaktadır. Bruksizm ve TME tedavisinde splintlerin kullanımı bilimsel olarak kabul görmüştür. Günümüzde oklüzal splintlerin üretiminde çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Oklüzal splintler genellikle polimerlerden yapılır. Geleneksel olarak ısıyla sertleşen polimetil metakrilat (PMMA), vakumla şekillendirilen termoplastik reçineler veya otopolimerize PMMA kullanılarak üretilebilirler. Alternatif olarak, oklüzal splintlerin dijital üretimi için bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim (CAD-CAM) teknolojileri kullanılabilir. (26)(12,49)

Çalışmamızda PP1 Grubu (Konvansiyonel) olan ısı ile polimerize olan sıcak akrilik rezin, PP2 Grubu olan vakumla şekillendirilmiş rijit sert plak (Konvansiyonel) ve SLA Grubunda (Dijital) fotopolimer reçine materyalleri kullanılmıştır. PP1 Grubu olan ısı ile polimerize sıcak akrilik polimetilmetakrilatların (PMMA) toz ve sıvı karışımından oluşan geleneksel üretim yöntemi ile elde edilmiştir. Dijital üretim için alternatif bir üretim yöntemi olan ağız içi tarama, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve eksiltmeli veya eklemeli üretimler de kullanılabilir. Dijital üretimin bir parçası olan CAM sürecinde, günümüzde iki seçenek mevcuttur. Splintler, eksiltmeli ya da eklemeli olarak üretilebilir. Eksiltmeli yöntem, özellikle seramik gibi sert malzemeler için yüksek malzeme israfının yanı sıra frezeleme frezlerinde yüksek aşınmaya neden olur. Ayrıca, tek bir splint üretimi oldukça zaman alıcıdır. Eklemeli olarak üretilen splintler ise aynı anda birden fazla ve farklı cihazlarla üretilebilir.(71) (72)Günümüzde splintler için en çok tercih edilen üretim yöntemidir. Çalışmamızdaki SLA grubu oklüzal splint materyal örnekleri eklemeli üretim yöntemi ile elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, temporomandibular eklem rahatsızlıkları için kullanılan 2 farklı konvansiyonel (geleneksel) yöntem ve 1 adet dijital yöntem ile üretilen oklüzal splint materyaline uygulanmış olan çeşitli yüzey işlemleri sonrasında, aşınma bağlı olarak materyaller üzerinde oluşan hacimsel kaybın değerlendirilmesi ve kullanılacak

olan temizleme solüsyonlarının oklüzal splint materyallerinin fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın hipotezleri şu şekilde sıralanabilir:

H_0: Yüzey değişikliklerinin malzemeye/fabrikasyona, saklama türüne (temizleme solüsyonları) ve süreye bağlı olarak değişmeyeceği yönündedir.

H_1: Üretim yöntemlerindeki farklılık aşınma karşısında farklılık gösterecektir.

H_2: Cilalama yöntemlerindeki farklılıkların pürüzlülük üzerinde etkisi olacaktır.

H_3: Parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü, kullanılan solüsyonlar ve diş fırçalama prosedürleri sebebiyle materyaller arasında farklılık gösterecektir.

H_4: Temizlik protokolündeki farklıkların aşınma üzerinde etkisi olacaktır.

H_5: Yüzey pürüzlülüğü, aşınma, parlaklık gibi malzemeye ait mekanik özellikler kullanılan malzemenin cinsine, üretim şekline, saklama türüne, kullanılan temizleme solüsyonlarına ve zamana bağlı olarak değişecektir.

H_6: Üretim tekniğindeki değişiklikler ve kullanılacak olan temizleme solüsyonlarındaki bekleme/saklama süresi yüzeyin plak tutulumuna etki edecektir. Yüzeyi daha pürüzlü olan materyalin plak tutulumu daha çok olacaktır.

Çalışmanın başlangıcında ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri karşılaştırıldığında en yüksek değeri SLA grubu örnekler göstermiştir. İşlem öncesi 202,3 ±44,1 (min-maks: 152,5-318) pürüzlülük değeri gösteren örneklerin pürüzlülük değeri 1. haftada 231,4 nm±36 (min-maks: 149,6 -303) ve 1. ayda 263±48,7 (min-maks: 181,2-347) olarak ölçülmüştür. Sırasıyla diğer grupların pürüzlülük değerlerini incelemek istersek, işlem öncesi ölçümde PP1 grubunun pürüzlülük değeri 108,2±32,8 (min-maks: 70,8-187) iken 1. hafta ve 1. ay ölçümlerinde sırasıyla 135,1±30,5 (min-maks: 77,6-206) ve 169,1±40,7 (min-maks: 115-250) olarak artmıştır. PP2 grubunda ise işlem öncesi 67,6±13,3 (min-maks: 48,2-101) olan pürüzlülük değeri 1. haftada 81,2±10,2 (min-maks: 68-102) ve 1. ayda 87,1±14 (min-maks: 68,8-116) olarak ölçülmüştür. Tüm gruplar için zaman içinde anlamlı bir pürüzlülük artışı gözlemlenmiş olup (P_zaman <0,001), gruplar arası ve temizlemeye bağlı etkileşim açısından da anlamlı farklılık bulunmuştur. (P_grup <0,001 ve P_etkileşim <0,001)

Gruplar arası hacimsel kayıp değerlendirildiğinde bu farklı sonuçların istatistiksel olarak güçlü bir şekilde desteklendiğini göstermektedir ve hipotezlerimizden H_1 kabul edilmiştir.

Çalışmamızda uyguladığımız deney prosedürü sonrasında yüzey parlaklık ölçümlerinin gruplar arasında zaman içindeki değişimleri değerlendirildiğinde başlangıç değerlerine bakıldığında gruplar arası en yüksek parlaklık değerinin 74,3 GU ±2,2 ile PP1 grubunda olduğu görülmüştür. PP2 grubunun başlangıç parlaklık değeri 72,7 GU ±2,6 olarak kaydedilirken, SLA grubunun parlaklık değeri 30,7 GU ±2,3 olarak kaydedilmiştir ve gruplar arasında başlangıç parlaklık değerinin en düşük olduğu grup SLA grubu olarak saptanmıştır. Sırasıyla tüm gruplar arasında 1.hafta ve 1.ay parlaklık değerleri incelendiğinde parlaklık değerinde azalış gözlemlenmiştir. Tüm gruplar arasındaki parlaklık değerlerinde anlamlı bir farklılık kaydedilmiştir ve hipotezlerimizden H_3 kabul edilmiştir.

Çalışmamızdaki bütün ana gruplara ait alt gruplar özel tıbbi sıvı besin içerisinde bekletilmiştir ve çalışmamızın ana grubu olan PP1 grubunun iki alt grubu (a ve b) için işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümleri incelendiğinde, başlangıçta ve sonraki ölçümlerde belirgin farklar olmamasına rağmen, her iki grup için de zamanla pürüzlülük değerlerinde anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Grup a, işlem öncesinde 110,4±30,92 ile başlarken, 1. haftada 134,5±20,7 ve 1. ayda 181,1±40,1 değerlerine ulaşmıştır. Grup b ise işlem öncesinde 106,3±36,1 ile başlayıp, 1. haftada 135,8±39,1 ve 1. ayda 157,2±39,6 değerlerine yükselmiştir. İstatistiksel olarak, zaman içindeki değişimler (P_zaman <0,001) her iki grupta da önemli bulunmuştur, fakat gruplar arası (P_grup = 0,545) ve grup-zaman etkileşimi (P_etkileşim = 0,065) açısından anlamlı farklar saptanmamıştır. Çalışmamızın 2. ana grubu olan PP2 grubunun iki alt grubu (a ve b) için işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerinde her iki alt grup için de zaman içinde pürüzlülük değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüş (P_zaman <0,001), ancak gruplar arası (P_grup = 0,111) ve grup-zaman etkileşimi (P_etkileşim = 0,904) açısından anlamlı farklar saptanmamıştır. Çalışmamızın 3.grubu olan SLA grubunun iki alt grubu olan Grup a ve Grup b, işlem öncesi, 1. hafta ve 1. ayda yapılan pürüzlülük ölçümlerine göre zaman içinde belirgin bir artış göstermiştir. Grup a için işlem öncesi ortalama pürüzlülük değeri 194,2±33 (min-maks: 152,5-250,4) iken, 1.

haftada 211,8±28,2 (min-maks: 146,9-236,3) ve 1. ayda 254,1±32,8 (min-maks: 205,2-302,2) olarak artmıştır. Bu artış, temizleme protokolünün bu alt grup üzerindeki etkinliğini göstermektedir. Öte yandan, Grup b'de işlem öncesi ortalama 210,4±53,6 (min-maks: 157,1-317,6) olan pürüzlülük değeri, 1. haftada 251,1±32,8 (min-maks: 205,5-303,2) ve 1. ayda 272±61,3 (min-maks: 181,2-346,7) olarak ölçülmüştür. Bütün alt gruplar incelendiğinde gruplar arasında ve zaman-grup etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, bütün alt gruplar zaman içinde önemli derecede pürüzlülük artışı sergilemiş, bu da temizleme protokolünün uzun vadede yüzey pürüzlülüğüne etkili olduğunu gösteren önemli bir bulgudur. Bütün alt gruplar benzer şekilde bu protokole tepki vermiş olup, tedavi protokollerinin bu gruplar üzerinde homojen bir etki yarattığı görülmektedir ve bu sonuçlara bakıldığında H_6 hipotezimiz kabul edilirken, H_4 numaralı başlangıç hipotezimiz reddedilmiştir. Kabul görmeyen kısım kullanılan temizleme solüsyonlarına bağlı olarak sonuçların değişkenlik göstermemesidir.

Çalışmamızda Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA gruplarındaki örnekler sıvı besin ve temizleme solüsyonlarında bekletildikten sonra örnek yüzeylerinde biyofilm akümülasyonu oluşacağı hipotezimiz H_6 ile ön görülmüştür ve yüzeydeki yeni, olgun ve asit üreten biyofilmleri tespit edebilmesi için plak boyama jeli uygulanmıştır. Uygulanan plak boyama jelin sonucu doğrultusunda, Grup PP1 ve PP2 örnek yüzeyleri boyanmazken, Grup SLA'nın örnek yüzeyleri mor renge boyanmıştır. Pürüzlülük değerleri de dikkate alındığında en fazla pürüzlülük değerlerinin Grup SLA'ya ait olduğu görülmektedir ve bunların sonucunda hipotezimiz H_6 kabul edilmiştir.

Materyallerin aşınma özellikleri hem klinik hem de laboratuvar testleri aracılığıyla incelenmektedir. Ağız içindeki materyal aşınması, fiziksel ve kimyasal pek çok faktörle etkileşim halindedir. Çiğneme kuvvetleri ve beslenme gibi biyomekanik çevresel faktörler, malzemelerin tribolojik davranışlarını etkiler. Bu sebeple, klinik çalışmalarda atrizyon, abrazyon ve erozyon durumlarını ayrı ayrı incelemek ve yorumlamak, öznellik sorunlarına yol açabilir. Verilerin çok sayıda değişkene bağlı olması ve in vivo çalışmalarda belirgin sonuçların elde edilmesinin uzun sürmesi ve yüksek maliyetli olması bu süreci zorlaştırır. Laboratuvar simülasyonları, ağız ortamındaki aşınma koşullarını daha iyi taklit edebilme ve değişkenleri daha hassas şekilde kontrol edebilme avantajı sunar. Ancak, in vitro testler ağız ortamının biyolojik

karmaşıklığını tam olarak yansıtamaz. İn vitro sonuçlar, etkili parametrelerin ve uygun mekanizmaların belirlenmesiyle güvenilir hale gelir ve bu veriler in vivo çalışmalarla desteklendiğinde klinik açıdan anlamlı sonuçlar elde edilir. (73)

Marcel ve ark. materyaller arasında incelenen özelliklerdeki farklılıkların yalnızca farklı üretim teknolojileriyle değil, aynı zamanda kimyasal bileşimleriyle de ilgili olduğunu göstermiştir. PMMA bazlı (geleneksel olarak üretilmiş ve CAD-CAM ile frezelenmiş) oklüzal splint materyalleri en düşük yüzey aşınmasına sahiptir. Çalışmanın sonuçlarına göre, CAD-CAM ile frezelenmiş polikarbonat hem de katkılı olarak üretilmiş esnek splint materyalleri en yüksek aşınmayı göstermiştir. Ayrıca, sert ve esnek 3B baskılı splint materyalleri arasında aşınma davranışı ve yüzey sertliği açısından önemli farklılıklar gözlenmiştir. Çalışmamızın sonuçları, PMMA oklüzal splint materyallerinin yüksek aşınma direncine sahip olduğunu göstermektedir, bu da bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur.(74,75)

Huetting ve ark. geleneksel olarak üretilen rezin sistemler ile klinik olarak kabul edilebilir yüzey elde edilse de CAD-CAM veya 3B baskı kullanılarak yapılan oklüzal splintlerle klinik olarak kabul edilebilir bir yüzey elde edilip edilmeyeceğinin hala şüpheli olduğunu gözlemlemişlerdir. (76) Darvell ve ark. bir splint yüzeyinin cilalanabilirliğinin, rezin materyalin sertliğinden etkilendiğini ve sertlik arttıkça yüzey parlaklığının daha uzun süre korunduğunu çalışmalarında açıklamışlardır. Bu durum, splint yüzeylerinin oklüzal temaslara ve gıda partiküllerine maruz kaldıklarında aşınma direncini etkiler. Çalışmamızda en fazla pürüzlülük değeri eklemeli üretim olan SLA grubuna ait örneklerde görülmüştür ve klinik olarak kabul edilebilir bir yüzey elde edilip edilemeyeceği hala belirsizdir. Geleneksel yöntemlerle üretilen oklüzal splintlerin, üretici firmanın talimatları doğrultusunda yapıldığı takdirde kısa ve uzun vadeli oklüzal splint tedavilerinde klinik olarak ideal aşınma gösterecektir. Huetting ve ark.nın elde ettiği sonuçlar, çalışmamızın bulgularını doğrulamaktadır. (77)

Huettig ve ark. ile Hickl ve ark., pürüzlü akrilik yüzeylerin mikroorganizmaların birikimi ve plak oluşumuna, pürüzsüz yüzeylere kıyasla çok daha yatkın olduğunu ve akrilik rezin yüzey pürüzlülüğünün parlatıcının partikül boyutuna bağlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Mikrobiyolojik incelemeler, pürüzlü yüzeylerdeki girintilerin mikroorganizmaları mekanik temizleme kuvvetlerinden

koruyarak, ağız hijyen yöntemleri ile temizlenmelerini zorlaştıran korunaklı bir ortam sunduğunu belirtmektedir. Bu yüzey düzensizlikleri, bazı durumlarda mikrobiyal hücrelerin yüzeye kalıcı olarak tutunmalarına neden olabilmektedir.(78,79)

Patzeit ve ark., dijital oklüzal splintlerin, dijital üretim yöntemlerinde kullanılan malzemeler nedeniyle geleneksel olanlara göre daha avantajlı olduğu bildirilmiştir. Bilgisayar destekli tasarım/bilgisayar destekli üretim (CAD/CAM) sistemleri, splintlerin polikarbonat (PC) ve PMMA diskler gibi prefabrike ve standart malzemelerden yapılmasına olanak sağladığı gözlemlenmektedir. Bu malzemeler, kırılmaya daha az duyarlı, teknik süreçler sırasında bireysel insan hatalarını azaltan ve geleneksel malzemelere göre daha üstün malzeme özellikleri sergileyen yüksek performanslı polimerler oldukları için oklüzal splintler için yapılan çalışmada bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Kendi çalışmamız ile yapılan çalışma karşılaştırıldığında, çalışma gruplarımızın arasında pürüzlülük ve parlaklık değerleri karşılaştırıldığında, dijital oklüzal splint materyallerinin olduğu grup en yüksek değerlere sahiptir. Bu nedenle, bu çalışma ile kendi çalışmamız arasında uyumsuzluk bulunmaktadır. (91)

Ulusoy ve ark., ısıyla polimerize edilmiş akrilik rezin yüzeylerinde çeşitli kalınlıklarda aşındırıcı diskler, keçe ile sulandırılmış pomza ve pamuk fırça ile alçı-alkol uygulamaları kullanıldığında en iyi yüzey kalitesinin elde edildiği bulgusunu desteklemektedir. Adımlardan biri ihmal edilirse, akrilik reçine yüzeylerinde istenmeyen pürüzlülük sekelleri oluştuğunu da çalışmalarında belirtmişlerdir.(80) Çalışmamızda Grup PP1 grubu olan sıcak akrilik örneklerin parlatma prosedüründe tüm aşamaları eksiksiz yaparak ve final aşamada parlatma patı uygulayarak yüzey pürüzlülüğünü minimuma indirmeye çalıştık.

PMMA kaide materyallerinin bitim ve polisaj işlemlerinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Geleneksel mekanik polisaj işleminde, frezleme ve aşındırıcı taşlarla yapılan bitim işlemlerinin ardından sulandırılmış pomza, polisaj pastası veya alüminyum oksit içeren sıvı polisaj ürünleri kullanılmaktadır. Son dönemde, yüzeydeki gözenekleri azaltmak ve daha pürüzsüz yüzeyler elde etmek amacıyla glaze ajanları kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu ajanların uzun süreli etkileri henüz kesinlik kazanmamıştır. (81,82)

De Moraes Melo Neto CL ve ark., oklüzal splint materyalleri olan polietilen tereftalat glikol/termoplastik poliüretan (PETG/TPU) ve polimetilmetakrilat (PMMA) yapılacak olan yüzey işlemleri sonrası oluşan yüzey pürüzlülüğü cilalamadan etkilendiği gözlemlenmiştir, çünkü cilalama daha az aşınmaya uğrayan pürüzsüz yüzeylere yol açmıştır ve restorasyonun daha uzun ömürlü olması avantajını sağlamıştır. Bu nedenle, oklüzal splint yüzeylerinin aşınmasını önlemek ve optimum klinik performans elde etmek için cilalama önerilmiştir. Çalışmamızdaki Grup PP1 (Isı ile Polimerize olan Sıcak Akrilik Rezin) ve Grup PP2 (Rijit Şeffaf Plak) gruplarına klinik olarak uygun yüzeyler elde etmek için uygun sıralamada mekanik cilalama prosedürü uygulanmıştır ve yapılan cilalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkisi olduğu edindiğimiz bulgularla tespit edilmiştir ve literatürün önerisi ile çalışmamız birbirini desteklemektedir. (76,83)

Oklüzal splint materyallerinin bazı temel estetik gereksinimler arasında renk stabilitesi ve yüzey parlaklığı olduğunu söylemektedir. Renk değişiklikleri intrinsik ve ekstrinsik faktörlerden kaynaklanabilir ve bu nedenle splintin kimyasal yapısı ve yüzeyinden etkilenmektedir. Birçok çalışma, rezinlerin kahve, kırmızı şarap ve ağız gargaraları gibi çeşitli boyayıcı sıvılarla temasının renk değişikliklerine yol açtığını göstermiştir. (77,84–86)

Hickl ve ark. tarafından, farklı solüsyonlarda (su, kahve, kırmızı şarap ve protez temizleyici solüsyon) saklama süresinin ve diş fırçası simülasyonunun oklüzal splint materyallerinin rengi, parlaklığı veya yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çeşitli incelemelerde, renk, parlaklık ve yüzey pürüzlülüğünün kullanılan solüsyonlar ve diş fırçası simülasyonu ile kalıcı temas nedeniyle değişmesi beklenmiştir. Çalışmada toplam 58 × 8 (malzeme ve grup başına n = 10) numune üretilmiş (elle döküm, termoform, CAD/CAM ile öğütülmüş, 3B baskılı malzemeler); hava, su, kahve, kırmızı şarap ve temizleme tabletlerinde saklanmış, 24 saat, iki ve dört haftalık saklama veya diş fırçalama sonrasında incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, test edilen malzemelerin neredeyse tamamında, özellikle kahve olmak üzere, sadece 4 haftalık saklama koşullarından sonra gözle görülür şekilde renk değişikliği görülmüştür ve malzeme yüzeylerinde parlaklığın azaldığı gözlemlenmiştir. Test edilen saklama yöntemleri, 3B baskılı oklüzal splintlerin uyum yüzeyinin boyutsal stabilitesini 27 gün içinde önemli ölçüde etkilememiştir. 3B baskılı

oklüzal aygıtlar su ve ışık varlığında ya da yokluğunda, uyum doğruluğu üzerinde klinik olarak tespit edilen bir etki olmaksızın saklanabilir. Yapılan çalışmanın sonucu olarak, solüsyon içindeki saklama süresi arttıkça parlaklık değerleri azaldığı söylenmiştir.Çalışmamızın deney prosedürü uyguladıktan sonra, yüzey parlaklık ölçümlerindeki değişiklikleri değerlendirirken, gruplar arasındaki başlangıç değerlerine bakıldığında, en yüksek parlaklık değeri 74,3 GU ±2,2 ile PP1 grubunda gözlemlenmiştir. PP2 grubunun başlangıç parlaklık değeri 72,7 GU ±2,6 olarak belirlenirken, SLA grubunun değeri ise 30,7 GU ±2,3 olarak ölçülmüş ve SLA grubunun başlangıç parlaklık değeri en düşük olarak kaydedilmiştir. İlk hafta ve ilk ay boyunca, tüm gruplar arasındaki parlaklık değerlerinde azalma gözlemlenmiştir ve gruplar arasındaki parlaklık değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Çalışmamızın bulguları, yapılan bu çalışma ile uyumludur. (79)

Schmeiser ve ark., subtraktif (eksiltmeli) bilgisayar destekli üretim (CAM) ile üretilen oklüzal splint materyallerinin aşınmasını üç boyutlu baskı (3B) ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Mandibular birinci molar diş tasarımındaki 48 örnek (n = 12/malzeme) CAM (CAM-TD, Thermeo, pro3dure medical GmbH, Iserlohn, Almanya; CAM-CL, CLEARsplint, Astron Dental Corporation, Lake Zurich, ABD) ve 3B (3B-GI, GR22 flex, pro3dure medical GmbH; 3BP-KY, KeySplint soft, Key-stone Industries, Gibbstown, ABD) kullanılarak üretilmiştir. Substratlar, mine antagonistlerine karşı çiğneme simülasyonuna (120.000 döngü, 37 °C, 50 N, 1,3 Hz) tabi tutulmuştur.Tüm malzemeler arasında aşınma sonuçları açısından fark bulunmamıştır (p = 0,102). Antagonistlerde herhangi bir aşınma kaybı tespit edilmemiştir. 3B alt tabakaları, CAM alt tabakalarına kıyasla aşınmada farklılık göstermemiştir ancak kırılma gösterme olasılığı daha yüksek çıkmıştır. Test edilen materyallerin hiçbiri insan diş yapısı üzerinde aşınmaya neden olmamıştır. Oklüzal splint materyalleriyle yapılan tedaviler artarken 3B, üretim doğruluğu ve düşük maliyetlerle tedavi başarısı açısından dijital için bir alternatif sunmaktadır.(87)

Gerçekleştirilen pek çok çalışma kapsamında, termoplastik özelliklere sahip splint malzemelerinin cilalama sonrasında daha yüksek yüzey pürüzlülüğü ve daha fazla aşınma gösterdiği görülmektedir. Wuersching ve ark., 3B baskı ile üretilmiş malzemelerin üzerindeki ilk bakteriyel tutunmanın, kullanılan oklüzal splint

materyallerinin yüzey özellikleriyle nasıl ilişkili olduğu incelenmişlerdir. Beş adet basılabilir splint reçinesi (SHERAprint-ortho plus UV, NextDent Ortho Rigid, LuxaPrint Ortho Plus, V-Print Splint, KeySplint Soft), bir adet subtraktif üretim için polimetilmetakrilat (PMMA) blok (Astron CLEARsplint Disc) örnekleri, iki geleneksel toz/sıvı PMMA malzemesi (FuturaGen, Astron CLEARsplint) ve vakumla şekillendirme için bir polietilen tereftalat glikol (PETG) termoplastik levha (Erkodur Termoform Folyosu) üretilmiş ve tamamlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü Ra kontakt profilometre ile belirlenmiştir. Yüzey morfolojisi taramalı elektron mikroskobu altında incelenmiştir. Çok türlü bakteriyel biyofilmler tüm splintler üzerinde büyütülmüştür. Toplam biyofilm kütlesi ve biyofilmler içindeki canlı bakteri sayıları (CFU/ml) belirlenmiştir. Astron CLEARsplint ve KeySplint Soft örnekleri en yüksek yüzey pürüzlülüğünü göstermiştir. KeySplint Soft splintler üzerindeki ortalama toplam biyofilm kütlesi diğer tüm materyallere kıyasla daha yüksektir ($p < 0.05$). Yapılan çalışmanın sonucunda, dijital yöntem ile üretilen splint malzemeleri, yüzey özellikleri ve bakteriyel biyofilm büyümesi açısından geleneksel toz/sıvı bazlı reçinelere ve PMMA bloklarına iyi bir alternatif gibi göründüğü söylenmektedir. Ancak yaptığımız çalışmanın sonucu doğrultusunda, pürüzlülük değerleri dikkate alındığında en fazla pürüzlülük değeri en yüksek başlangıç değerlerine sahip olan Grup SLA'da (3B, Dijital Üretim) görülürken, en az pürüzlülük değerleri Grup PP1 ve PP2 de görülmüştür. Grup SLA'nın işlem öncesi 202,3 nm±44,1 (min-maks: 152,5-318), 1. haftada 231,4 nm±36 (min-maks: 149,6 nm-303 nm) ve 1. ayda 263±48,7 (min-maks: 181,2 nm-347 nm) olarak ölçülürken, Grup PP1'in pürüzlülük değeri 108,2±32,8 (min-maks: 70,8-187) olarak kaydedilmişken, 1. hafta ve 1. ay ölçümlerinde sırasıyla 135,1±30,5 (min-maks: 77,6-206) ve 169,1±40,7 (min-maks: 115-250) olarak artmıştır. Grup PP2 için ise işlem öncesi 67,6±13,3 (min-maks: 48,2-101), 1. haftada 81,2±10,2 (min-maks: 68-102) ve 1. ayda 87,1±14 (min-maks: 68,8-116) olarak ölçülmüştür. Literatürdeki sonuçlar, çalışmamızın sonuçlarıyla örtüşmemektedir ve çalışmalardaki materyal methodun farklılığı da göz önünde bulundurulmalıdır. (88)

Kullanılan materyallerin yüzey özellikleri, plak birikimi, renk değişimi, aşınma ve estetik görünüm üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle yüzey pürüzlülüğü, oklüzal splintlerin ağız içi dokularla olan teması üzerinde doğrudan bir etki yapar. Yüzey pürüzlülüğündeki 0.3 μm'lik bir artış, hastalar tarafından dil ile

hissedilebilir. Bu yüzden yüzey pürüzlülüğü hem hasta konforu açısından hem de yüzeyde oluşabilecek bakteriyel kolonizasyon açısından önem arz etmektedir. Quirynen ve ark. ile Bollen ve ark., cilalama yapılmış akrilik rezinlerin yüzey pürüzlülüğü, kullanılacak olan aşındırıcıların partikül boyutlarına göre 0.03 ile 0.75 μm arasında değişkenlik gösterdiğini söylemişlerdir. Bakteriyel kolonizasyon açısından 0.2 μm'lik pürüzlülük değeri eşik olarak belirlenmiş ve bu değerin altında bakteriyel kolonizasyonda belirgin bir azalma gözlemlememişlerdir. Ancak, yüzey pürüzlülüğü 2 μm'ye ulaştığında kolonizasyonda belirgin bir artış beklendiğini de tespit etmişlerdir. Ayrıca, 0.12 μm'lik bir pürüzlülük değeri, pürüzsüz bir akrilik yüzeyin tipik özelliği olarak kabul etmişlerdir. (94)

Bakteriyel tutunma, iki şekilde olabilir: geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüz. Geri dönüşümsüz tutunma genellikle yüzey pürüzlülüğü ve zamana bağlı bir süreçtir. İlk aşamada, geri dönüşümlü tutunmada yüzey enerjisi de önemli bir etken olarak karşımıza çıkar. Bakteriyel tutunma süreci, bakterinin kendine ve tutunduğu materyalin yüzey özelliklerine bağlı olarak karmaşık bir yapıdadır. Bakterilerin hidrofobik özellikleri bu süreçte önemli bir rol oynar. Ayrıca, materyalin hidrofobikliği, yüzey pürüzlülüğü, kimyasal bileşimi ve çevresel faktörler (ısı, süre ve bakteri yoğunluğu gibi) de bu etkileşimi belirleyen unsurlardır. (104)

Quirynen ve ark., C. albicans ve S. mutans'ın 3B ile üretim, eksiltmeli, ısıyla şekillendirilmiş ve preslenmiş oral splint reçinelerine yapışması ilk kez araştırılmıştır. Mikrobiyal yapışma, mantar ve bakteri kolonizasyonunu yüzey karakteristikleri ve üretim yöntemleri ile ilişkilendirmek amacıyla değerlendirilmiştir. Biyofilm birikiminin göreceli olarak ölçülmesinde yalnızca canlı hücrelerin kullanıldığından emin olmak için, iyi kurulmuş, tekrarlanabilir ve son derece hassas bir ATP tabanlı lüminesans testi gerçekleştirilmiştir. (93)

Yüzey pürüzlülüğünün dental materyallere mikrobiyal adezyon üzerindeki etkisi kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve genel olarak pürüzlü yüzeyler pürüzsüz yüzeylere kıyasla daha yüksek mikrobiyal birikimle ilişkilendirilmiştir. Quirynen ve arkadaşları, 0,2 μm'nin altındaki Ra değerlerinin in vivo olarak titanyum yüzeylerde biyofilm birikimini daha fazla azaltmadığını bildirmiştir. Bu spesifik değer genellikle dental materyallerin "pürüzsüzlüğü" için bir eşik olarak gösterilmiştir. Buna karşılık, 30 nm ve altındaki çok düşük Ra değerlerinin bile biyomateryallere bakteriyel

yapışmayı etkilediği gösterilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, yüzey pürüzlülüğü ile 0,2 μm Ra eşiğinin altındaki mikrobiyal yapışma arasında hafif pozitif ancak önemsiz bir korelasyon olduğunu göstermiştir.

Başka bir çalışmada, üretim yönteminin mikrobiyal yapışma üzerindeki etkisini araştırmak için reçineler uygulanan üretim yöntemlerine göre gruplandırılmıştır. Frezeleme, 3B ile üretim, ısıyla şekillendirilmiş veya preslemeye kıyasla önemli ölçüde daha fazla mantar birikimine neden olmuştur. Üç boyutlu üretim, ısıl şekillendirmeye göre önemli ölçüde daha yüksek C. albicans yapışması ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak, CAD/CAM teknolojileri, 3B üretim ve frezelemenin, oral splint reçinelerinin C. albicans'ın yapışmasına karşı duyarlılığını geleneksel üretime kıyasla arttırdığı görülmektedir. (87)Bulgular, oral veya sistemik candida gelişme olasılığı olan tıbbi ve oral açıdan riskli hastalar için klinik olarak anlamlı olabilir ve bu nedenle daha fazla in vitro ve in vivo araştırmalarla doğrulanması gerekir. (91) Çalışmamızın hipotezi H_6'ya göre, Grup PP1, Grup PP2 ve Grup SLA'daki örneklerin yüksek protein içeren sıvı gıda ve temizleme solüsyonlarında bekletilmesinin ardından yüzeylerinde biyofilm birikmesi öngörülmüştür. Yüzeydeki yeni, olgun ve asit üreten biyofilmleri belirlemek amacıyla plak boyama jeli uygulanması sonucunda Grup PP1 ve PP2 örnek yüzeylerinde boyanma görülmezken, Grup SLA'nın yüzeyi pembe-mor renge boyanmıştır. Üretici firmanın belirlediği renk tonlarına göre bakıldığında, pembe renk yeni oluşmuş plak tutulumunu ifade ederken mor renk 48 saatten fazladır yüzeyde tutulum sağlayan olgun plakları ifade eder. Bu bağlamda, Grup SLA'daki örnek yüzeylerinde plak birikimi olduğuna dair sonuçlar, bulgularımızla da desteklenmiştir. Çalışmamızın sonucu bu çalışma ile paralel olarak CAD/CAM teknolojileri, 3B üretim ve frezelemenin, geleneksel üretime kıyasla yüzeyde daha fazla mikrobiyal yapışma ve bakteri kolonizasyonuna yatkın olduğu sonucunu desteklemektedir. (91)

Wuersching ve ark., ısı ve kimyasal olarak polimerize akrilik rezinlerin mekanik parlatma, kimyasal parlatma ve mikrodalga ile kimyasal parlatma işlemleri yapıldıktan sonra yüzey pürüzlülüklerini belirlemeyi ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Ayrıca, diş fırçaları ve diş macunlarının ısı ve kimyasal olarak polimerize edilmiş akrilik yüzeylerde neden olduğu pürüzlülüğü ve ağırlık kaybını gözlemlemişlerdir. Örnekler mekanik parlatma, kimyasal parlatma ve mikrodalgada

kimyasal parlatma işlemlerine tabi tutulmuştur. Bu numunelere daha sonra diş macunları ile diş fırçalama işlemi yapılmıştır. Diş fırçalamadan önce ve sonra numunelerin yüzey pürüzlülüğü ve ağırlığı ölçülmüştür. Orta ve sert diş fırçaları ile bir normal diş macunu ve bir jel diş macunu kullanılmıştır. Fırçalama işlemi motor tahrikli bir cihazla yapılmış ve fırçalama döngüsü 30.000 ile sınırlandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, diş fırçaları ve diş macunları yüzey pürüzlülüğü ve hacimsel olarak ağırlık kaybına neden olma konusunda önemli bir farklılık göstermemiştir. Kıl dokusunun sert ya da orta olması akrilik rezin yüzeylerinin bütünlüğünü bozmamıştır. Fırça kıllarının protez yüzeyindeki debrisi ortadan kaldırma yeteneği öncelikli olmalıdır; bu amaçla, standart diş fırçaları ve macunları 5-6 yıl gibi makul bir süre boyunca kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Birçok yazar bu konuda görüş ayrılığına düşmüştür. Bu çalışmada, üç yıllık bir süreye eşdeğer olan 30,000 daha hafif vuruş yapabilen bir fırçalama simülatörü üretilmiştir. Bu çalışmanın bir sınırlaması olarak düşünülebilir. Gelecekte gelişmiş simülatörler kullanılarak ve piyasada bulunan standart diş fırçaları ve macunları kullanılarak daha uzun süreli çalışmalar yapılabilir.(92,93)

Çalışmamızda, her bir gruptaki örneğin yüzeyi, otomatik şarj edilebilen diş fırçası ile sabit bir şekilde titreşim vererek dairesel hareketlerle fırçalanmıştır. Fırçalama işlemi kurulan düzenek aracılığıyla gerçekleştirilmiş olup, üretici firmanın sağladığı bilgilere göre Oral-B Elektrikli Diş Fırçaları dakikada 48.800 döngüye kadar hareket sağlamıştır. Yüzey işlemleri tamamlandıktan sonra, gruplardaki her bir örneğin yüzey pürüzlülük ölçümleri başlangıç, 1 hafta sonra (T1) ve 1 ay sonra (T2) 3 zaman dilimi olacak şekilde optik profilometre cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Pürüzlülük değerleri incelendiğinde, başlangıç pürüzlülük değerleri, 1.hafta ve 1.ay pürüzlülük değerleri arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bunun sonucunda, literatürde belirtilen diş fırçaları ve diş macunlarının yüzey pürüzlülüğü ve hacimsel ağırlık kaybı bakımından önemli bir farklılık yaratmadığını gösterirken, bu bulgular çalışmamızın sonuçlarıyla uyuşmamaktadır.

Yapılan başka bir in vitro çalışmada, oklüzal splintlerin geleneksel üretimi, eksiltmeli üretim ve 3B baskı ile üretilen dokuz malzemenin aşınma ve yüzey sertliğini değerlendirmenin yanı sıra sert ve esnek 3B baskılı oklüzal splint malzemeleri arasındaki aşınma ve yüzey sertliği farklılıklarını değerlendirilmiştir. İki gövdeli

aşınma ve Vickers sertlik testleri gerçekleştirilmiştir. Dikey aşınma derinliği ve Vickers sertlik değerleri istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Dikey aşınma derinliği ve yüzey sertliği değerleri incelenen materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ($p<0.05$). En düşük dikey aşınma derinliği ısıyla sertleşen reçine (27,5±2,4 μm), PMMA bazlı frezelenmiş malzeme (30,5±2,8 μm) ve otopolimerize reçine (36,7±6,3 μm) için gözlenmiş olup istatistiksel fark bulunmamıştır ($p<0,05$). Esnek 3B baskılı ve CAD-CAM frezeli polikarbonat bazlı splint materyalleri PMMA bazlı materyallere göre daha düşük yüzey sertliği ve daha yüksek aşınma sergilemiştir. PMMA bazlı splint materyalleri, üretim teknolojisinden bağımsız olarak en tutarlı yüzey sertliğini ve aşınma direncini sergilemiştir. Çalışmamızda, geleneksel üretim yöntemine sahip olan Grup PP1'in, PMMA esaslı toz-likit formundaki ısı ile polimerize edilen akrilik rezinin, pürüzlülük değeri 108,2±32,8 (min-maks: 70,8-187) olarak kaydedilmişken, 1. hafta ve 1. ay ölçümlerinde sırasıyla 135,1±30,5 (min-maks: 77,6-206) ve 169,1±40,7 (min-maks: 115-250) olarak kaydedilmiştir. SEM ve optik profilometre görüntüleri, bu materyalin çizgi şeklinde aşınma karakterini, eksiltmeli üretim olan Grup SLA'ya kıyasla daha ideal ve klinik olarak daha kabul edilebilir olarak değerlendirmiştir. (98)

Flury ve arkadaşları, diş rengindeki CAD/CAM restorasyonlarının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki su emiliminin etkilerini araştırdıkları çalışmada, yüzey pürüzlülüğünün ve mikromekanik özelliklerinin hem kullanılan polisaj sistemi hem de malzemenin su emiliminden önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymuşlardır. Çalışmamızın ana grubu olan Grup SLA'ya ait bütün örnek yüzeylerine üretim sonrasında cilalama prosedürü olarak OptiGlaze uygulanmıştır. OptiGlaze, dolgu partikülleri içeren düşük viskoziteli bir rezindir ve mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla içine bu partiküller eklenmiştir. Ancak, glaze ajanları uygulandıkları yüzeylerde dalgalanmalara neden olabilir ve bu dalgalanmalar, dolgu içeriği ile ilişkili olabilir. OptiGlaze'in dolgu içeriği, viskozitesini artırır, bu nedenle OptiGlaze, uygulandığı örneklerinin yüzeylerinde düzgün bir şekilde dağılmayabilir. Bu durum, çalışmamızdaki Grup SLA grubundaki örnek yüzeylerine OptiGlaze'in dolgu partiküllerinden dolayı homojen dağılmaması ve bu sebeple mekanik polisaja kıyasla daha pürüzlü yüzeyler oluşturmuş olabileceğini düşündürmektedir ve bulgularımızda yer alan pürüzlülük değerleri de bu sonucu desteklemektedir. (106)

Sesma ve ark., protez glaze ajanları uygulanan yüzeylerde çatlakların oluşabileceği ve bunun sonucunda bakteriyel kolonizasyonun artabileceği öngördüklerini belirtmişlerdir. Gerçekleştirdikleri in vivo çalışmada, protez yüzeyine uygulanan glaze'in plak oluşumuna etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, maksiller hareketli bölümlü protez kullanıcılarından birinin protezlerinin dokuya bakan yüzeylerinin yarısına Palaseal (ışık ile polimerize glaze likidi) uygulamışlar, diğer yarısında ise herhangi bir işlem gerçekleştirmemişlerdir. Bir ay sonra, glaze uygulanan yüzeylerde SEM görüntülerinde ince bir bakteriyel plak tabakası görülürken, işlem görmemiş yüzeylerde yoğun mikroorganizma içeren plak oluşumu tespit edilmiştir. Üç ay sonra elde edilen SEM görüntülerinde bazı glaze uygulanan bölgelerde çatlakların oluştuğu ve her iki yüzeyde de yoğun bakteriyel plak tabakalarının oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu çatlakların mikro tutucu alanlar yaratarak bakteriyel kolonizasyonu artırdığı belirtilmiştir. (99)

Grymak ve ark., çeşitli yöntemlerle üretilen oklüzal splint materyallerinin cilalanabilirliğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Dört farklı yöntemle üretilen yedi oklüzal splint materyali ısı ile polimerize olan (Vertex Rapid simplified Clear), CAD ile frezelenen (Ceramill a-splint), vakumla şekillendirilen (Proform splint) ve 3B baskılı (Freeprint Ortho, KeySplint Soft, DentaClear ve FreePrint Splint 2.0) parlaklık, pürüzlülük, yüzey sertliği ve elastik modül açısından test edilmiştir. Tüm gruplar için testler, pomza ve yüksek parlaklık olmak üzere üç farklı parlatma freziyle parlatılan malzemelerle tekrarlanmıştır. Tüm parlatma prosedürleri, ayarlanan hızda 1 dakika boyunca 1 N kuvvet uygulanarak standartlaştırılmıştır. Her bir numunenin parlatılmış yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu altında analiz edilmiştir. Vakumla şekillendirilmiş malzemeler en yüksek cilalanabilirliği (80.61 ±0.98 GU) göstermiştir ancak ısıyla sertleştirilmiş veya CAD ile frezelenmiş malzemelere göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p =1.00). Pomza ve yüksek parlaklıkta cila tüm gruplar için parlaklığı önemli ölçüde artırmıştır. Tüm 3B baskılı malzemeler için ortalama parlaklık ve yüzey pürüzlülüğü 75,24 ±25,05 GU ile 0,18 ±0,21 GU ve 2,73 ±3,18 µm ile 0,06 ±0,01 µm arasında değişmiş ve ısıyla polimerize, CAD ile üretilen ve vakumla şekillendirilen malzemelerden önemli ölçüde daha düşük çıkmıştır (p <0,001). Farklı oklüzal splint materyalleri arasında parlatılabilirlik açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. 3B baskıyla yapılan oklüzal splint materyallerinin

parlatılabilirliği ve yüzey sertliği baskı açısından etkilenmiştir. 3B baskılı oklüzal splint materyalleri, yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için frez, pomza ve yüksek parlaklık ile parlatma gerektirirken, baskı sırasında katman yapıları oluşmuştur. Çalışmamızda kullandığımız parlatma prosedürleri yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir. Bunun sonucu olarak da çalışmamızdaki bütün grupların parlaklık ölçüm değerleri ve yapılan çalışmanın parlaklık ölçüm değerleri birbiri ile örtüşmektedir. Çalışmamızda yüzey parlaklık ölçümlerinin gruplar arasında zaman içindeki değişimleri değerlendirildiğinde başlangıç değerlerine bakıldığında PP1 grubunun parlaklık değeri 74,3 GU ±2,2 olarak ölçülürken, PP2 grubunun başlangıç parlaklık değeri 72,7 GU ±2,6 olarak kaydedilmiştir. SLA grubunun parlaklık değeri 30,7 GU ±2,3 olarak kaydedilmiştir ve gruplar arasında başlangıç parlaklık değerinin en düşük olduğu Grup SLA grubu olarak saptanmıştır. (101)

Çalışmamızın bulguları incelendiğinde, tüm gruplarda pürüzlülük değerlerinin zaman içerisinde değişen aşınma hızı gösterdiği görülmektedir. Tüm alt gruplar için 0-7 gün arasındaki aşınma hızları değerlendirilmek istenirse, her alt grup için aşınma hızları zaman içerisinde artış göstermiştir. Aynı zamanda tüm alt gruplar için 7-28 gün arasındaki aşınma hızları değerlendirilmek istenirse, her alt grup için aşınma hızları zaman içerisinde azalma göstermiştir. Tüm alt grupların aşınma hızlarının 7-28 gün süresince düşüş göstermesi, malzemelerin sertlik dereceleriyle bağlantılı olabilir. Birçok çalışmada dental materyallerin yüzey mikro sertliklerinin kimyasal bileşimler ve çevresel faktörlerden etkilendiği bildirilmiştir. (63)(98) Bunun sonucu olarak da materyallerin mikro sertliklerinde artış görülebilir. Fakat bunu doğrulamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. (63)

Çalışmamız birtakım sınırlamaları içermektedir. Klinik uygulamaları etkileyebilecek sınırlamaları incelersek, klinik koşulların tam olarak simüle edilmemesi, ağız ortamının taklit edecek nitelikte tükürük, kas etkileşimi gibi faktörlerin bulunmaması, fırçalama prosedürü uygulanırken örnek üzerine gelen fırçalama kuvvetinin hesaplanamaması, deneylerde kullandığımız yüksek proteinli sıvı gıdanın, bir insanın aldığı günlük gıda ile farklı olması ve test edilen materyallerin karşıt dişler üzerindeki potansiyel etkilerinin araştırılamamış olması ve kullanılan oklüzal splint materyallerinin yüzey mikro sertlik derecelerinin ölçülmemesi şeklinde sayılabilir. Bu çalışma, laboratuvar koşullarında kısa süreli deneyler aracılığıyla

gerçekleştirilmiş olup, ağız içi ortamını tam anlamıyla yansıtmamaktadır. Daha doğru sonuçlara ulaşmak için, daha geniş kapsamlı in vitro ve in vivo araştırmaların yapılması gerekmektedir.

6. SONUÇ

Tez kapsamında, temporomandibular eklem rahatsızlıkları için iki farklı geleneksel yöntem ve dijital üretim yöntemi ile üretilmiş oklüzal splint materyallerinin çeşitli yüzey işlemlerinden sonra aşınma nedeniyle meydana gelen hacimsel kayıplar değerlendirilmiştir. Ayrıca, kullanılan temizleme solüsyonlarının materyallerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve farklı yüzey işlemleri ile üretim yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmamızın sonuçları ve kullanılan yöntemlerin kısıtlamaları çerçevesinde, elde edilebilecek sonuçlar şu şekildedir:

- Ana gruplar arasında zaman içerisinde anlamlı pürüzlülük artışı gözlenmiş olup gruplar arası ve zamana bağlı farklar da anlamlı bulunmuştur. Ana gruplar arasında en yüksek pürüzlülük değerleri Grup SLA'ya, en düşük pürüzlülük değerleri Grup PP2'ye aittir.
- Kullanılan temizleme sıvıları ve fırçalama prosedürünün etkisiyle, ana gruplar arasındaki parlaklık değerleri farklılık göstermiştir. Ana gruplar arasında en yüksek parlaklık değerleri Grup PP1'e ait iken, en düşük parlaklık değerleri Grup SLA'ya aittir.
- Konvansiyonel üretim yöntemiyle (PP1) ve rijit şeffaf plaktan üretilen oklüzal splintlerin (PP2) pürüzlülük değerleri, etkin bir cilalama prosedürü uygulandığında klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur. Ancak, dijital üretim yöntemi ile üretilen oklüzal splintlerde (SLA), klinik olarak kabul edilebilir bir yüzey pürüzlülüğü elde edilememiştir.
- TME rahatsızlığının uzun dönem tedavilerinde SLA splintler oral hijyen açısından son tercih olmalı ya da cilalama prosedürü geliştirilmelidir.

7. KAYNAKLAR

1. Okeson JP. “The determinants of occlusal morphology.” Management of temporomandibular disorders and occlusion. 7th ed. St. Louis: Elsevier Mosby, editor. 2013.

2. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. Mosby Elsevier; 2008. 631 p.

3. Wadhwa S, Kapila S. TMJ Disorders: Future Innovations in Diagnostics and Therapeutics. J Dent Educ. 2008 Aug;72(8):930–47.

4. Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture: An overview. Prog Orthod. 2011 May;12(1):53–8.

5. Anderson GC, Gonzalez-Stucker Y, Ohrbach R. The Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. VI: Future Directions [Internet]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/41826412

6. Rjm G. Stabilisation splint therapy for temporomandibular pain dysfunction syndrome (Review) [Internet]. 2009. Available from: http://www.thecochranelibrary.com

7. Gil-Martínez A, Paris-Alemany A, López-de-Uralde-Villanueva I, La Touche R. Management of pain in patients with temporomandibular disorder (TMD): Challenges and solutions. Vol. 11, Journal of Pain Research. Dove Medical Press Ltd.; 2018. p. 571–87.

8. Valé P, Alves M, Roberto ;, Lima Filho MA, Telles E, Bolognese A. Surface Roughness of Acrylic Resins after Different Curing and Polishing Techniques. Angle Orthodontist [Internet]. 2007;77(3):528. Available from: http://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article-pdf/77/3/528/1385636/0003-3219

9. Heintze SD, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. Dental Materials. 2006 Feb;22(2):146–65.

10. Quezada MM, Salgado H, Correia A, Fernandes C, Fonseca P. Investigation of the Effect of the Same Polishing Protocol on the Surface Roughness of Denture Base Acrylic Resins. Biomedicines. 2022 Aug 1;10(8).

11. Bilir H, Eyyupoglu SE, Karaman E, Özcan M, Lukic N. Effect of laboratory and chairside polishing methods on the surface topography of occlusal splint materials manufactured using conventional, subtractive and additive digital technologies. Braz Dent Sci. 2023 Jul 1;26(3).

12. Belayutham S, Wan Hassan WN, Razak FA, Mohd Tahir NN zahidah. Microbial adherence on vacuum-formed retainers with different surface roughness as constructed from conventional stone models and 3D printed models: a randomized controlled clinical trial. Clin Oral Investig. 2023 Jun 1;27(6):3245–59.

13. Sharma S, Gupta D, Pal U, Jurel S. Etiological factors of temporomandibular joint disorders. Natl J Maxillofac Surg. 2011;2(2):116.

14. Chisnoiu AM, Picos AM, Popa S, Chisnoiu PD, Lascu L, Picos A, et al. Factors involved in the etiology of temporomandibular disorders - a literature review. Vol. 88, Clujul Medical. Universitatea de Medicina si Farmacie Iuliu Hatieganu; 2015. p. 473–8.

15. De Rossi SS, Greenberg MS, Liu F, Steinkeler A. Temporomandibular Disorders: Evaluation and Management. Medical Clinics of North America. 2014 Nov 1;98(6):1353–84.

16. Tournavitis A, Sandris E, Theocharidou A, Slini T, Kokoti M, Koidis P, et al. Effectiveness of conservative therapeutic modalities for temporomandibular disorders-related pain: a systematic review. Acta Odontol Scand. 2023;81(4):286–97.

17. Türp JC, Komine F, Hugger A. Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a qualitative systematic review. Vol. 8, Clinical oral investigations. 2004. p. 179–95.

18. Goldstein G, DeSantis L, Goodacre C. Bruxism: Best Evidence Consensus Statement. Journal of Prosthodontics. 2021 Apr 1;30:91–101.

19. Goldstein G, DeSantis L, Goodacre C. Bruxism: Best Evidence Consensus Statement. Journal of Prosthodontics. 2021 Apr 1;30:91–101.

20. Liu F, Steinkeler A. Epidemiology, diagnosis, and treatment of temporomandibular disorders. Vol. 57, Dental Clinics of North America. W.B. Saunders; 2013. p. 465–79.

21. Buescher JJ. Temporomandibular Joint Disorders [Internet]. Vol. 76, Am Fam Physician. 2007. Available from: www.aafp.org/afp.

22. Kayaoğlu B, Özdemir Özenen D, Balık A, Özdemir Karataş M. Sleep and Bruxism: A Complex and Compelling Relationship Uyku ve Bruksizm: Kompleks ve İlginç Bir İlişki. AYDIN DENTAL. 2015;9(2):49–57.

23. Fricton J, Velly AM. Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials Evaluating Intraoral Orthopedic Appliances for Temporomandibular Disorders SEE PROFILE [Internet]. 2009. Available from: https://www.researchgate.net/publication/45389763

24. Di Paolo C, Qorri E, Falisi G, Gatto R, Tari SR, Scarano A, et al. RA.DI.CA. Splint Therapy in the Management of Temporomandibular Joint Displacement without Reduction. J Pers Med. 2023 Jul 1;13(7).

25. Mauro G, Verdecchia A, Suárez-Fernández C, Nocini R, Mauro E, Zerman N. Temporomandibular Disorders Management—What's New? A Scoping Review. Vol. 12, Dentistry Journal. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.

26. Kalamir A, Pollard H, Vitiello AL, Bonello R. Manual therapy for temporomandibular disorders: A review of the literature. J Bodyw Mov Ther. 2007 Jan;11(1):84–90.

27. Gezer Albayrak İ LF. Temporomandibular eklem rahatsızlığının sınıflandırılması,tanı ve tedavisi. Genel Tıp Dergisi. 2016;34–40.

28. De Leeuw R, Klasser GD; American Academy of Orofacial Pain. Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis, and Management. 5th ed. Chicago, Ill.: Quintessence Publ.; 2013.

29. Truelove E, Huggins KH, Mancl L, Dworkin SF. The efficacy of traditional, low-cost and nonsplint therapies for temporomandibular disorder: A randomized controlled trial. The Journal of the American Dental Association. 2006 Aug 1;137(8):1099–107.

30. Xu GZ, Jia J, Jin L, Li JH, Wang ZY, Cao DY. Low-Level Laser Therapy for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review with Meta-Analysis. 2018; Available from: https://doi.org/10.1155/2018/4230583

31. Liu F, Steinkeler A. Epidemiology, diagnosis, and treatment of temporomandibular disorders. Vol. 57, Dental Clinics of North America. W.B. Saunders; 2013. p. 465–79.

32. Menchel HF, Greene CS, Huff KD. Intraoral appliances for temporomandibular disorders: what we know and what we need to know. Vol. 3, Frontiers of Oral and Maxillofacial Medicine. AME Publishing Company; 2021.

33. Nesbit SP, Kanjirath PP, Stefanac SJ. The Definitive Phase of Treatment. Treatment Planning in Dentistry. 2007 Jan 1;169–212.

34. Nazir O, Sonali, Singh R, Altaf Tantray Mohd, Farhaan D. Occlusal appliance therapy: A review. IP Annals of Prosthodontics and Restorative Dentistry. 2021 Jun 28;7(2):84–6.

35. Ananya RA, Santhosh Kumar MP, Hinaz N, Santhosh Kumar ; M P. Effectiveness of Splint Therapy in the Management of Temporomandibular Joint Disorders. Int J Dentistry Oral Sci [Internet]. 2021;8(6):2792–8. Available from: https://scidoc.org/IJDOS.php

36. Garstka AA, Kozowska L, Kijak K, Brzózka M, Gronwald H, Skomro P, et al. Accurate Diagnosis and Treatment of Painful Temporomandibular Disorders: A Literature Review Supplemented by Own Clinical Experience. Vol. 2023, Pain Research and Management. Hindawi Limited; 2023.

37. Al-Moraissi EA, Farea R, Qasem KA, Al-Wadeai MS, Al-Sabahi ME, Al-Iryani GM. Effectiveness of occlusal splint therapy in the management of temporomandibular disorders: network meta-analysis of randomized controlled trials. Int J Oral Maxillofac Surg. 2020 Aug 1;49(8):1042–56.

38. Albagieh H, Alomran I, Binakresh A, Alhatarisha N, Almeteb M, Khalaf Y, et al. Occlusal splints-types and effectiveness in temporomandibular disorder management. Saudi Dental Journal. 2023 Jan 1;35(1):70–9.

39. Delsnyder J, Colina T, Elsemary N, Padilla M, Enciso R. Stabilization Appliances as Treatment for Myogenous Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis. Open Journal of Dentistry and Oral Medicine. 2017 Sep;5(4):72–84.

40. Chate RAC, Falconer DT. Dental appliances with inadequate occlusal coverage: A case report. Br Dent J. 2011 Feb 12;210(3):109–10.

41. Algabri RS, Alqutaibi AY, Keshk AM, Alsourori A, Swedan M, ElKhadem AH, et al. Effect of Hard Versus Soft Occlusal Splint on the Management of Myofascial Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. Indian J Sci Technol [Internet]. 2017 Apr 1;10(16):1–8. Available from: http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/109598

42. Algabri RS, Alqutaibi AY, Keshk AM, Alsourori A, Swedan M, ElKhadem AH, et al. Effect of Hard Versus Soft Occlusal Splint on the Management of Myofascial Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. Indian J Sci Technol [Internet]. 2017 Apr 1;10(16):1–8. Available from: http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/109598

43. Kui A, Pop S, Buduru S, Negucioiu M. The use of occlusal splints in temporomandibular disorders - an overview. Acta Stomatologica Marisiensis Journal. 2020 Dec 1;3(2):3–8.

44. Algabri RS, Alqutaibi AY, Keshk AM, Alsourori A, Swedan M, ElKhadem AH, et al. Effect of Hard Versus Soft Occlusal Splint on the Management of Myofascial Pain: Systematic Review and Meta-Analysis. Indian J Sci Technol [Internet]. 2017 Apr 1;10(16):1–8. Available from: http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/109598

45. Tian L, Zhao P, Li X, Wang S, Ali Z, Zhang B, et al. Large-Scale Fabrication of Polymer Microcavities with Adjustable Openings and Surface Roughness Regulated by the Polarity of both Seed Surface and Monomers. Macromol Rapid Commun. 2016 Jan 1;37(1):47–52.

46. Shen C, Ralph Rawls H, Esquivel-Upshaw J. Phillips' Science of Dental Materials. 2021.

47. Tuna EB, Rohlig BG, Sancakli E, Evlioglu G, Gencay K. Influence of acrylic resin polymerization methods on residual monomer release. Journal of Contemporary Dental Practice. 2013;14(2):259–64.

48. Altıncı P, Durkaya P. EFFECTS OF THERMOCYCLING AND VARIOUS DRINKS ON COLOR STABILITY OF HEAT-POLYMERIZED ACRYLIC RESIN. J Istanb Univ Fac Dent. 2016 Oct 3;50(3).

49. Nassif M, Haddad C, Habli L, Zoghby A. Materials and manufacturing techniques for occlusal splints: A literature review. Vol. 50, Journal of Oral Rehabilitation. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 1348–54.

50. Checherita LE, Beldiman MA, Stamatin O, Forna NC. Aspects on Structure of Materials Used for Different Types of Occlusal Splints [Internet]. 2018. Available from: https://www.researchgate.net/publication/286164647

51. Nekora A, Gulümser Evlioglu ·, Ceyhan A, Haluk Keskin ·, Halim Issever ·. Patient responses to vacuum formed splints compared to heat cured acrylic splints: pilot study. 2009.

52. Nassif M, Haddad C, Habli L, Zoghby A. Materials and manufacturing techniques for occlusal splints: A literature review. Vol. 50, Journal of Oral Rehabilitation. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 1348–54.

53. William J. O'Brien - Dental Materials and Their Selection, Fourth Edition-Quintessence Publishing (2008).

54. Altıncı P, Durkaya P. EFFECTS OF THERMOCYCLING AND VARIOUS DRINKS ON COLOR STABILITY OF HEAT-POLYMERIZED ACRYLIC RESIN. J Istanb Univ Fac Dent. 2016 Oct 3;50(3).

55. Çelebi N, Yüzügülü B, Canay Ş, Yücel Ü. Effect of polymerization methods on the residual monomer level of acrylic resin denture base polymers. Polym Adv Technol. 2008 Mar;19(3):201–6.

56. Sagl B, Besirevic-Bulic F, Schmid-Schwap M, Laky B, Janjić K, Piehslinger E, et al. A novel quantitative method for tooth grinding surface assessment using 3d scanning. Diagnostics. 2021 Aug 1;11(8).

57. DEMİRALP E, DOĞRU G, YILMAZ H. Additive Manufacturing (3D PRINTING) Methods and Applications in Dentistry. Clinical and Experimental Health Sciences. 2021 Mar 31;11(1):182–90.

58. Sathish, K., Kumar, S. S., Magal, R. T., Selvaraj, V., Narasimharaj, V., Karthikeyan, R., ... & Kassa, A. E. (2022). A comparative study on subtractive manufacturing and additive manufacturing. *Advances in Materials Science and Engineering*, *2022*(1), 6892641.

59. Ren G, Peng Binzhou T, Binzhou TM, Yang Z. Digital production of an occlusal splint by a jaw movement analysis system and an average articulator: A preliminary study. 2022;

60. Kalpakjian S, Schmid SR, Teknologi U, Prentice M, Singapore H, New L, et al. MANUFACTURING ENGINEERING AND TECHNOLOGY SIXTH EDITION IN SI UNITS SI Conversion by Hamldon Musa.

61. Wulff J, Schmid A, Huber C, Rosentritt M. Dynamic fatigue of 3D-printed splint materials. J Mech Behav Biomed Mater. 2021 Dec 1;124:104885.

62. Buduru S, Talmaceanu D, Baru O, Buduru R, Szuhanek C, Mesaros A. CAD-CAM Occlusal Splints: Milling and Printing Methods [Internet]. Vol. 69, REV.CHIM. (Bucharest)♦. 2018. Available from: http://www.revistadechimie.ro*

63. Véronneau S, Torrington G, Hlavka J. 3D Printing: Downstream Production Transforming the Supply Chain. 3D Printing: Downstream Production Transforming the Supply Chain. RAND Corporation; 2017.

64. Lamartine de Moraes Melo Neto C, Simão Bernardi B, Dekon SF de C, dos Santos DM, Goiato MC. Influence of thermal cycles and disinfection on the roughness, microhardness and color of PETG/TPU and PMMA. Polymers in Medicine. 2023 Mar 16;53(1):19–24.

65. Bozkurt Y, Gülsoy HÖ, Karayel E. The use of additive manufacturing technologies in the production of medical equipment. El-Cezeri Journal of Science and Engineering. 2021;8(2):962–80.

66. Revilla-León M, Özcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. Vol. 28, Journal of Prosthodontics. Blackwell Publishing Inc.; 2019. p. 146–58.

67. Abduo J, Lyons K, Bennamoun M. Trends in computer-aided manufacturing in prosthodontics: A review of the available streams. Int J Dent. 2014;2014.

68. Schmeiser F, Baumert U, Stawarczyk B. Two-body wear of occlusal splint materials from subtractive computer-aided manufacturing and three-dimensional printing. Clin Oral Investig. 2022;

69. Alhassan M, Maawadh A, Labban N, Alnafaiy SM, Alotaibi HN, BinMahfooz AM. Effect of Different Surface Treatments on the Surface Roughness and Gloss of Resin-Modified CAD/CAM Ceramics. Applied Sciences (Switzerland). 2022 Dec 1;12(23).

70. Schmeiser F, Baumert U, Stawarczyk B. Two-body wear of occlusal splint materials from subtractive computer-aided manufacturing and three-dimensional printing. Clin Oral Investig. 2022 Sep 1;

71. Ren G, Peng Binzhou T, Binzhou TM, Yang Z. Digital production of an occlusal splint by a jaw movement analysis system and an average articulator: A preliminary study. 2022;

72. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. In: Journal of Materials Science: Materials in Medicine. 2007. p. 155–63.

73. Grymak A, Aarts JM, Ma S, Waddell JN, Eun Choi JJ. Comparison of hardness and polishability of various occlusal splint materials. J Mech Behav Biomed Mater. 2021 Mar 1;115.

74. Marcel R, Reinhard H, Andreas K. Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing. Available from: www.cloudcompare.com

75. Ceren Aygüzen D. DİJİTAL VE KONVANSİYONEL YÖNTEMLERLE ELDE EDİLEN OKLÜZAL SPLİNT MATERYALLERİNİN AŞINMASININ İN VİTRO OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ. (Doktora Tezi)

76. Lamartine de Moraes Melo Neto C, Simão Bernardi B, Dekon SF de C, dos Santos DM, Goiato MC. Influence of thermal cycles and disinfection on the roughness, microhardness and color of PETG/TPU and PMMA. Polymers in Medicine. 2023 Mar 16;53(1):19–24.

77. Tuna EB, Rohlig BG, Sancakli E, Evlioglu G, Gencay K. Influence of acrylic resin polymerization methods on residual monomer release. Journal of Contemporary Dental Practice. 2013;14(2):259–64.

78. Huettig F, Kustermann A, Kuscu E, Geis-Gerstorfer J, Spintzyk S. Polishability and wear resistance of splint material for oral appliances produced with conventional, subtractive, and additive manufacturing. J Mech Behav Biomed Mater. 2017 Nov 1; 75:175–9.

79. Hickl V, Strasser T, Schmid A, Rosentritt M. Effects of storage and toothbrush simulation on color, gloss, and roughness of CAD/CAM, hand-cast, thermoforming, and 3D-printed splint materials. Clin Oral Investig. 2022 May 1;26(5):4183–94.

80. Schubert A, Bürgers R, Baum F, Kurbad O, Wassmann T. Influence of the manufacturing method on the adhesion of candida albicans and streptococcus mutans to oral splint resins. Polymers (Basel). 2021 May 1;13(10).

81. Radford DR, Challacombe SJ, Walter JD. Denture plaque and adherence of Candida albicans to denture-base materials in vivo and in vitro. Vol. 10, Critical Reviews in Oral Biology and Medicine. Intern. and American Associations for Dental Research; 1999. p. 99–116.

82. Ulusoy M, Ulusoy N, Aydin AK. An evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins.

83. Burns DR, Beck DA Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. J Prosthet Dent. 2003 Nov 1;90(5):474–97.

84. Garcia PPNS, Neto ER, dos Santos PA, Campos JÁDB, Dibb RGP. Influence of surface sealant on the translucency of composite resin: Effect of immersion time and immersion media. Materials Research. 2008;11(2):193–7.

85. Benli M, Al-Haj Husain N, Ozcan M. Mechanical and chemical characterization of contemporary occlusal splint materials fabricated with different methods: a systematic review. Vol. 27, Clinical Oral Investigations. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2023. p. 7115–41.

86. Altıncı P, Durkaya P. EFFECTS OF THERMOCYCLING AND VARIOUS DRINKS ON COLOR STABILITY OF HEAT-POLYMERIZED ACRYLIC RESIN. J Istanb Univ Fac Dent. 2016 Oct 3;50(3).

87. Martinez Y, Ausina V, Llena C, Montiel JM. Scientific evidence on the efficacy of effervescent tablets for cleaning removable prostheses. A systematic review and meta-analysis. Vol. 1, THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY.

88. Mayer J, Stawarczyk B, Vogt K, Hickel R, Edelhoff D, Reymus M. Influence of cleaning methods after 3D printing on two-body wear and fracture load of resin-based temporary crown and bridge material. Clin Oral Investig. 2021 Oct 1;25(10):5987–96.

89. Schmeiser F, Baumert U, Stawarczyk B. Two-body wear of occlusal splint materials from subtractive computer-aided manufacturing and three-dimensional printing. Clin Oral Investig. 2022 Sep 1;

90. Ren G, Peng Binzhou T, Binzhou TM, Yang Z. Digital production of an occlusal splint by a jaw movement analysis system and an average articulator: A preliminary study. 2022;

91. Patzelt SBM, Krügel M, Wesemann C, Pieralli S, Nold J, Spies BC, et al. In Vitro Time Efficiency, Fit, and Wear of Conventionally-versus Digitally-Fabricated Occlusal Splints. Materials. 2022 Feb 1;15(3).

92. Wuersching SN, Westphal D, Stawarczyk B, Edelhoff D, Kollmuss M. Surface properties and initial bacterial biofilm growth on 3D-printed oral appliances: a comparative in vitro study. Clin Oral Investig. 2023 Jun 1;27(6):2667–77.

93. Quirynen\ M, Marechap M, Busscher^ HJ, Weerkamp^ AH, Darius PL, Van Steenberghe^ D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation An in vivo study in man. Vol. 17, J Clin Periodontot. 1990.

94. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. Dental Materials. 1997 Jul 1;13(4):258–69.

95. Schubert A, Bürgers R, Baum F, Kurbad O, Wassmann T. Influence of the manufacturing method on the adhesion of candida albicans and streptococcus mutans to oral splint resins. Polymers (Basel). 2021 May 1;13(10).

96. Krishnamurthy H, Nair KC, Shetty J. Surface Roughness and Weight Loss of Heat Cure and Self-Cure Acrylic Resins Which Were Subjected to Tooth Brush and Tooth Paste Cleaning-an In Vitro Study. Acta Scientific Dental Scienecs. 2024 Jan 1;95–102.

97. Krishnamurthy H, Nair KC, Shetty J. Surface Roughness and Weight Loss of Heat Cure and Self-Cure Acrylic Resins Which Were Subjected to Tooth Brush and Tooth Paste Cleaning-an In Vitro Study. Acta Scientific Dental Scienecs. 2024 Jan 1;95–102.

98. Gibreel M, Perea-Lowery L, Vallittu PK, Garoushi S, Lassila L. Two-body wear and surface hardness of occlusal splint materials. Dent Mater J. 2022;41(6):916–22.

99. Sesma N, Laganá DC, Morimoto S, Gil C. Effect of denture surface glazing on denture plaque formation. Braz Dent J. 2005;16(2):129–34.

100. Walsh LJ. Chemical cleaning of oral appliances [Internet]. 2014. Available from: https://www.researchgate.net/publication/43480189

101. Grymak A, Aarts JM, Ma S, Waddell JN, Eun Choi JJ. Comparison of hardness and polishability of various occlusal splint materials. J Mech Behav Biomed Mater. 2021 Mar 1;115.

102. Nekora A, Gulümser Evlioglu ·, Ceyhan A, Haluk Keskin ·, Halim Issever ·. Patient responses to vacuum formed splints compared to heat cured acrylic splints: pilot study. 2009.

103. Gökçimen G, Gökay GD, Oyar P, Durkan R, Rona N. Evaluation of the Effect of Brushing on Vickers Microhardness of Acrylic Denture Base Resins Polymerized by Different Techniques. Cumhuriyet Dental Journal. 2023;26(3):255–60.

104. An, Y.H. and Friedman, R.J. (1998), Concise review of mechanisms of bacterial adhesion to biomaterial surfaces. J. Biomed. Mater. Res., 43: 338- 348. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(199823)43:3<338::AID-JBM16>3.0.CO;2-B

105. Açık Bilim. (2014, Şubat). Daha yakın olmak için elektron mikroskopları. Açık Bilim. http://www.acikbilim.com/2014/02/dosyalar/daha-yakin-olmak-icin-elektron-mikroskoplari-2.html

106. Flury, S., Diebold, E., Peutzfeldt, A., & Lussi, A. (2017). Effect of artificial toothbrushing and water storage on the surface roughness and micromechanical properties of tooth-colored CAD-CAM materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, *117*(6), 767–774. https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.08.034

107. https://www.btech.com.tr/tr/dental/3-boyutlu-recineli-yazicilar/formlabs/

8. EKLER

Power (Testin Gücü) ile Örneklem Büyüklüğü Analizi Sonucu

"*Temporomandibular eklem rahatsızlıkları için farklı yöntemlerle üretilen oklüzal splint materyallerine uygulanan yüzey işlemleri sonrası oluşan hacimsel kaybın in-vitro olarak değerlendirilmesi*" amacıyla yapılan bu prospektif çalışmanın örneklem büyüklüğü; G*Power istatistik programı (ver.3.1.9.7) * kullanılarak hesaplanmıştır. In-vitro yürütülen bu çalışmada; "3 ana grup ve her grupta da 2 alt grup" olmak üzere toplam 6 grup yer almaktadır. Buna göre; tek yönlü ANOVA deney tasarımında, Power (testin gücü) 0.80, Effect size 0.5 (F-testi etki büyüklüğü değer aralığı) ve Tip-1 hata (α) 0.05 alındığında; **"her alt grupta 10 örnek/diş olmak üzere toplam 60 örnek" olarak belirlenmiştir**. Bu durumda, "gerçek (actual) **Power değeri %88** bulunmuştur.

*** Kaynak: Faul** F and Erdfelder E. "GPOWER: A priori, post-hoc, and compromise power analyses for MS-DOS [Computer program]". Bonn, FRG: Bonn University, Department of Psychology. (1992-2020).

Not: Her grupta minimum 6 örnek bulunmuş olsa da bu sayının üzerine çıkılmasında sorun yoktur, aksine testin gücünü arttıracaktır.

F tests - ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:

- Effect size f = 0.5
- α err prob = 0.05
- Power (1-β err prob) = 0.80
- Number of groups = 6

Output:

- Noncentrality parameter λ = 27.0
- Critical F = 1.73
- Numerator df = 17
- Denominator df = 90

- **Total sample size = 60**
- **Actual power= 0.88**

Power analizi sonucu merkezi dağılım grafiği

