T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
HAMİDİYE SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR DESTEKLİ KİŞİYE ÖZEL ARTROSENTEZ REHBERİ İLE UYGULANAN ARTROSENTEZİN KONVANSİYONEL ARTROSENTEZE GÖRE KLİNİK ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: RETROSPEKTİF İNCELEME

MERT KARACAKURTOĞLU

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ TAHSİN TEPECİK

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI
AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ
MAYIS/2026

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca ihtiyaç duyduğum her konuda bana yol gösteren ve birçok konuda bana bilgisi ve deneyimiyle meslekte katbekat yol almamı sağlayan sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Tahsin TEPECİK'e

Doktora eğitimim süresince benle bilgilerini karşılıksız paylaşan ve eğitimimin her adımında yanımda olan sayın hocalarıma,

Doktora sürecimin bu kadar keyifli ve su gibi geçmesini sağlan sevgili eş kıdemlilerim ve asistan arkadaşlarıma,

Doktora süresince bana gösterdiği sonsuz sabır ve desteğiyle Elif'e,

Bugüne gelmemi sağlayan, emeğinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim annem Esma GÜNDÜZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

BEYAN ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
TEŞEKKÜR iv
İÇİNDEKİLER v
TABLOLAR LİSTESİ viii
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
SİMGELER VE KISALTMALAR x
ÖZET xi
ABSTRACT xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM ANATOMİSİ 3
2.1.1. Kemik Yapılar 3
2.1.2. Artiküler Disk 4
2.1.3. Eklem Kapsülü, Bağlar ve Sinovyal Yapı 4
2.2. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM FİZYOLOJİSİ VE BİYOMEKANİĞİ 4
2.2.1. Eklem Hareketleri ve Disk-Kondil Kompleksi 5
2.2.2. Sinovyal Sıvı, Lubrikasyon ve Yük Dağılımı 5
2.3. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARI 6
2.3.1. Sınıflandırma 6
2.3.2. Disk Deplasmanları ve Kapalı Kitlenme 6
2.3.3. Dejeneratif Eklem Hastalıkları 7
2.4. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARINDA KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME 7
2.4.1. Klinik Değerlendirme 8
2.4.2. Ağrı ve Fonksiyon Değerlendirme Ölçekleri 8
2.4.3. Radyolojik Görüntüleme 9
2.5. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARINDA TEDAVİ YAKLAŞIMLARI 9
2.5.1. Konservatif Tedaviler 9
2.5.2. Minimal İnvaziv Cerrahi Tedaviler 10
2.5.3. Artroskopi ve Açık Cerrahiye Geçiş Endikasyonları 10
2.6. ARTROSENTEZ 10
2.6.1. Tanım ve Tarihçe 11
2.6.2. Etki Mekanızması 11
2.6.3. Endikasyonlar 11

2.6.4. Kontrendikasyonlar 12
2.6.5. Uygulama Teknikleri 12
2.6.6. Komplikasyonlar 13
2.6.7. Klinik Etkinlik ve Başarıyı Etkileyen Faktörler 13
2.7. DİJİTAL CERRAHİ PLANLAMA 13
2.7.1. Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD/CAM) Temelleri 14
2.7.2. STL Veri ve Sanal Planlama 14
2.7.3. 3B Yazıcı Teknolojileri 14
2.7.4. Maksillofasiyal Cerrahide Hastaya Özel Rehberler 15
2.8. ARTROSENTEZ REHBER TASARIMLARI 15
2.8.1. Rehber Tasarım Mantığı 15
2.8.2. Literatürde Bildirilen Rehberli Artrosentez Çalışmaları 16
2.8.3. Rehberli Yaklaşımın Olası Avantaj ve Sınırlılıkları 16
3. GEREÇ VE YÖNTEM 17
3.1. ÇALIŞMA TASARIMI 17
3.2. HASTA GRUPLARI 17
3.3. REHBER HAZIRLIK PROTOKOLÜ 19
3.4. CERRAHİ İŞLEM PROTOKOLÜ 23
3.4.1. Konvansiyonel Artrosentez Tekniği 24
3.4.2. Rehberli Artrosentez Tekniği 24
3.4.3. Postoperatif Yaklaşım 24
3.5. KULLANILAN ÖLÇEKLER 24
3.6. DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER 25
3.7. İSTATİSTİKSEL ANALİZ 26
4. BULGULAR 27
4.1. GRUPLARIN BAŞLANGIÇ ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI 27
4.2. İNTRAOPERATİF BULGULAR 28
4.3. POSTOPERATİF KLİNİK BULGULAR 30
4.4. GRUP İÇİ ZAMAN İÇİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ 34
4.4.1. Kontrol grubunda zaman içindeki değişim 34
4.4.2 Çalışma grubunda zaman içindeki değişim 35
4.5. GRUPLAR ARASINDA BAŞLANGICA GÖRE DEĞİŞİM MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI 36
5. TARTIŞMA 39
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 49
KAYNAKLAR 50
EK 54

ÖZ GEÇMİŞ ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4.1: Grupların demografik özellikleri ve başlangıç klinik bulgularının karşılaştırılması 27

Tablo 4.2: Grupların intraoperatif bulgularının karşılaştırılması 30

Tablo 4.3: Grupların postoperatif klinik bulgularının karşılaştırılması 33

Tablo 4.4: Kontrol grubunda zaman içindeki değişimlerin değerlendirilmesi 35

Tablo 4.5: Çalışma grubunda zaman içindeki değişimlerin değerlendirilmesi..... 36

Tablo 4.6: Gruplar arasında başlangıca göre değişim miktarlarının karşılaştırılması 37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Segmentasyon 19

Şekil 3.2: Kanül pozisyonlarının ayarlanması 20

Şekil 3.3: Eklem seviyesinden cilt seviyesine kanallar 20

Şekil 3.4: Rehberin cilde oturan kısmının hazırlanması 21

Şekil 3.5: Rehberin anatomik noktalardan destekli şekilde hazırlanması 22

Şekil 3.6: Meshmixer uygulaması ile eklem-cilt arası kanalların kontrolü 22

Şekil 3.7: Basım öncesi hazırlanması 23

Şekil 3.8: Basım ve kürleme sonrası bir rehber örneği 23

SİMGELER VE KISALTMALAR

3B	: Üç Boyutlu
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CAD/CAM	: Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat
DICOM	: Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim
JFLS-20	: Çene Fonksiyonel Kısıtlanma Skalası-20
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
MAA	: Maksimum Ağız Açıklığı
STL	: Standart Mozaikleme Dili
TME	: Temporomandibular Eklem
VAS	: Görsel Analog Skala

BİLGİSAYAR DESTEKLİ KİŞİYE ÖZEL ARTROSENTEZ REHBERİ İLE UYGULANAN ARTROSENTEZİN KONVANSİYONEL ARTROSENTEZE GÖRE KLİNİK ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: RETROSPEKTİF İNCELEME

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, temporomandibular eklem bozukluklarının tedavisinde kişiye özel üç boyutlu rehber eşliğinde uygulanan artrosentez ile konvansiyonel artrosentez yönteminin klinik ve işlemsel sonuçlarının karşılaştırılması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Çalışma, 01.01.2025-01.01.2026 tarihleri arasında artrosentez uygulanan 46 hastanın kayıtlarının retrospektif olarak değerlendirilmesiyle gerçekleştirildi. Hastalar konvansiyonel grup (n=23) ve rehberli grup (n=23) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Rehberli grupta Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) verileri kullanılarak hastaya özel cerrahi rehber tasarlandı ve üç boyutlu baskı ile üretildi. Değerlendirilen parametreler; işlem süresi, işlem zorluğu, kanül relokasyon sayısı, ağrı düzeyi [Görsel Analog Skala (VAS)], maksimum ağız açıklığı (MAA) ve Çenenin Fonksiyon Kısıtlanma Skalası-20 (JFLS-20) skorları idi. Klinik değerlendirmeler işlem öncesi, postoperatif 1. hafta, 1. ay ve 3. ayda yapıldı.

Bulgular: Gruplar yaş, cinsiyet, işlem öncesi VAS, MAA ve JFLS-20 bakımından benzer bulundu. Rehberli grupta işlem süresi, işlem zorluğu ve kanül relokasyon sayısı konvansiyonel gruba göre anlamlı düzeyde daha düşüktü ($p<0,001$). Postoperatif 1. hafta VAS skoru rehberli grupta anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p=0,019$). Buna karşın 1. ay ve 3. ay VAS, MAA ve JFLS-20 skorları açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı. Her iki grupta da zaman içinde ağrı skorlarında azalma, MAA'da artış ve JFLS-20 skorlarında düzelme izlendi.

Sonuç: Kişiye özel rehber eşliğinde uygulanan artrosentez, konvansiyonel tekniğe göre daha kısa sürede, daha düşük işlem zorluğu ile ve daha az kanül relokasyonu gerektirerek uygulanabilmektedir. Klinik açıdan erken dönemde ağrı kontrolüne katkı sağlamakla birlikte, orta dönem sonuçlarda konvansiyonel yöntemle benzer etkinlik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Artrosentez, Rehberli cerrahi, Temporomandibular eklem

CLINICAL EFFECTIVENESS OF ARTHROCENTESIS APPLIED WITH COMPUTER-GUIDED PATIENT SPECIFIC ARTHROCENTESIS GUIDE: RETROSPECTIVE STUDY

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to compare the clinical and procedural outcomes of conventional arthrocentesis with patient-specific 3D-guided arthrocentesis in the treatment of temporomandibular joint disorders.

Materials and Methods: The study was conducted through a retrospective evaluation of the records of 46 patients who underwent arthrocentesis between January 1, 2025, and January 1, 2026. Patients were divided into two groups: the conventional group (n=23) and the guided group (n=23). In the guided group, patient-specific surgical guides were designed using CBCT data and produced via 3D printing. The evaluated parameters included procedure duration, procedural difficulty, number of cannula relocations, pain level [Visual Analog Scale (VAS)], maximum mouth opening (MMO), and Jaw Functional Limitation Scale-20 (JFLS-20) scores. Clinical evaluations were performed preoperatively, and at 1 week, 1 month, and 3 months postoperatively.

Results: The groups were found to be similar in terms of age, gender, preoperative VAS, MAA, and JFLS-20 scores. In the guided group, procedure duration, procedural difficulty, and the number of cannula relocations were significantly lower than in the conventional group ($p<0.001$). The postoperative 1-week VAS score was significantly lower in the guided group ($p=0.019$). However, no significant differences were observed between the groups in terms of VAS, MAA, and JFLS-20 scores at 1 month and 3 months. In both groups, a decrease in pain scores, an increase in MAA, and an improvement in JFLS-20 scores were observed over time.

Conclusion: Arthrocentesis performed with personalized guidance can be carried out in a shorter time, with lower procedural difficulty, and requiring fewer cannula relocations compared to the conventional technique. While it contributes to pain control in the early clinical phase, it demonstrates similar efficacy to the conventional method in mid-term outcomes.

Key Words: Arthrocentesis, Guided surgery, Temporomandibular joint

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Temporomandibular eklem (TME) rahatsızlıkları, çiğneme kasları, eklem diski ve çevre dokuları etkileyen, toplumda yaygın görülen karmaşık patolojilerdir (1–7). Bu rahatsızlıkların tedavisinde cerrahi olmayan yöntemlerden cerrahi müdahalelere kadar geniş bir yelpaze bulunmakta (4,8–12); bu müdahalelerden artrosentez, özellikle iç düzensizlik ve dejeneratif eklem hastalıklarının yönetiminde minimal invaziv (12–17), etkin ve güvenilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Geleneksel (konvansiyonel) artrosentez tekniklerinde, eklem boşluğuna erişim genellikle yüzeyel anatomik işaret noktalarına (tragus-kantus hattı vb.) dayalı manuel palpasyon ile gerçekleştirilir (14). Ancak TME anatomisinin bireyler arasında gösterdiği yüksek varyasyon, kondil morfolojisindeki patolojik değişimler ve ağız açıklığının değişikliği, iğne giriş noktalarının hassasiyetle belirlenmesini güçleştirmektedir (18). Ayrıca işlemin doğru şekilde uygulanması yüksek oranda uygulayıcının deneyimine bağlıdır. Bu sebeplerden dolayı işlem süresinin oldukça uzaması, çok kez tekrarlayan iğne manipülasyonları, referans noktalarının anatomi ile uyuşmaması gibi durumlar ile karşılaşılabilir ve işlemin ideal şekilde uygulanamamasıyla karşılaşılabilir (19–22).

Son yıllarda dental implantoloji ve maksillofasiyal cerrahide başarıyla uygulanan üç boyutlu (3B) yazıcı teknolojileri, kişiye özel cerrahi rehberlerin üretimini mümkün kılmıştır (23–25). Artrosentez işleminde rehber kullanımı; hastanın tomografi verileri üzerinden dijital ortamda planlama yaparak iğne giriş noktalarını ve açılarını önceden belirlemeyi hedefler (18,26–38). Bu sayede anatomik varyasyonlardan kaynaklanan risklerin minimize edilmesi, operasyon süresinin kısaltılması ve hasta konforunun artırılması öngörülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı; TME rahatsızlıklarında uygulanan rehber eşliğinde artrosentez yöntemini, konvansiyonel teknik ile retrospektif olarak karşılaştırmaktır. Araştırma kapsamında şu hedefler belirlenmiştir:

- Rehberli yöntemin planlandığı şekilde eklem boşluğuna ulaşmasını ve operasyon süresi üzerindeki etkisini değerlendirmek.

- Konvansiyonel yönteme kıyasla rehber kullanımının intraoperatif manipülasyon gereksinimi ve komplikasyon görülme durumu üzerindeki etkisini değerlendirmek
- Maksimum ağız açıklığı (MMO) artışı ve görsel analog skala (VAS) ağrı skorlarındaki değişimler üzerinden klinik başarıyı analiz etmek.
- 3B baskılı rehberlerin süre-fayda dengesini ve klinik rutin içerisindeki uygulanabilirliğini tartışmak.

Çalışmanın hipotezi, bilgisayar destekli kişiye özel rehber ile uygulanan artrosentezin, konvansiyonel artrosenteze kıyasla eklem boşluğuna erişimi kolaylaştırdığı, işlem süresini kısalttığı, iğne manipülasyon ihtiyacını azalttığı ve klinik sonuçları negatif etkilemediğidir. Elde edilecek verilerin, artrosentez işlemlerinde standardizasyonun ve öngörülebilirliğin artırılmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

TME, mandibulanın temporal kemikle yaptığı, bilateral yerleşimli, fonksiyonel açıdan birbirine bağımlı bir eklemdir. Yapısal olarak sinovyal bir eklem olmasına karşın hem menteşe tipi rotasyon hem de kayma tipi translasyon hareketlerini bir arada gerçekleştirmesi nedeniyle diğer sinovyal eklemlerden ayrılır. Bu nedenle TME, klasik anlamda yalnızca bir menteşe eklem olarak değil, kombine hareket özelliği gösteren ginglimoartrodial bir eklem olarak tanımlanmaktadır (39–43).

TME'nin anatomik ve fonksiyonel özellikleri yalnızca eklem yüzleriyle sınırlı değildir. Eklem; mandibular kondil, temporal kemiğin artiküler yüzleri, artiküler disk, kapsül, bağlar, sinovyal yapılar ve çiğneme kaslarının koordineli birlikteliği ile görev yapar. Ayrıca dişler, oklüzal ilişkiler ve nöromüsküler kontrol mekanizmaları da bu sistemin ayrılmaz parçalarıdır. Bu nedenle TME anatomisinin değerlendirilmesi, yalnızca statik morfolojik unsurların değil, bu yapıların fonksiyon sırasında birbirleriyle olan ilişkilerinin de anlaşılmasını gerektirir (39–43).

2.1. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM ANATOMİSİ

2.1.1. Kemik Yapılar

TME, mandibular kondil ile temporal kemiğin mandibular fossa ve artiküler eminens bölümü arasında yer alan bir sinovyal eklemdir. Mandibular kondil mediolateral yönde geniş, anteroposterior yönde dardır; fonksiyonel yük taşıyan esas yüzeyi üst ve ön bölümündedir. Kondil morfolojisi bireyler arasında farklılık gösterir ve yaş, fonksiyonel yüklenme ile patolojik süreçlere bağlı olarak değişime uğrayabilir. Temporal komponentte mandibular fossa'nın ince yapılı posterior bölümü yük taşımaya elverişli değilken, artiküler eminens ve fossa'nın anterior kısmı fonksiyonel temasın esas gerçekleştiği alanlardır. Eminens eğimi, kondilin ağız açma ve protrüziv hareketler sırasında öne ve aşağı ilerlemesini belirler. TME'yi diğer sinovyal eklemlerden ayıran özellik, artikülasyon yüzeylerinin hiyalin kıkırdak yerine mekanik yüklenmeye daha dirençli yoğun fibröz bağ dokusu ile örtülü olmasıdır (39–43).

2.1.2. Artiküler Disk

Artiküler disk, kondil ile temporal kemik arasında yer alan bikonkav fibröz yapıdır; ön ve arka bandı kalın, orta kısmı incedir. Disk, eklem boşluğunu üst ve alt kompartımanlara böler; alt kompartımanda rotasyon, üst kompartımanda translasyon hareketi gerçekleşir. Diskin santral bölgesi damarsız ve sinirsizken, periferi ve özellikle retrodiskal alan zengin vasküler-nöral içeriğe sahiptir; bu nedenle disk pozisyonundaki bozulmalar ağrı ve fonksiyon kaybının temel mekanizmalarından birini oluşturur. Diskin anterior bağlantısı lateral pterygoid kasın üst başı ile, posterior bağlantısı ise retrodiskal dokular aracılığıyla temporal kemikle kurulur (40,42,44,45).

2.1.3. Eklem Kapsülü, Bağlar ve Sinovyal Yapı

TME, temporal kemik artiküler sınırlarına ve kondil boynuna tutunan fibröz bir kapsül ile çevrilidir. Diskin kondile tutunmasını medial ve lateral diskal kollateral bağlar sağlar; eklemin esas fonksiyonel bağı ise kondilin posteriora ve aşırı aşağı hareketini sınırlayan lateral temporomandibular bağdır. Sfenomandibular ve stilomandibular bağlar yardımcı rol üstlenir (39,40,42,45–47).

Her iki kompartımanın iç yüzeyi, beslenme ve lubrikasyondan sorumlu sinovyal sıvıyı üreten sinovyal membran ile döşelidir. Sinovyal sıvı sürtünmeyi azaltır ve yük dağılımını düzenler; viskoelastik özelliklerindeki bozulma, iç düzensizlikler ve dejeneratif değişimlerin patogenezinde zemin hazırlayıcı rol oynar (40,42,44,45,48).

2.2. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM FİZYOLOJİSİ VE BİYOMEKANİĞİ

Temporomandibular eklemin fizyolojisi, mandibulanın yalnızca açılıp kapanmasını sağlayan basit bir mekanizmanın ötesinde, son derece karmaşık bir nöromüsküler ve biyomekanik dengeyi ifade etmektedir. TME'deki normal fonksiyon; eklem yüzleri, artiküler disk, bağ dokuları, sinovyal yapılar, çiğneme kasları ve santral sinir sistemi tarafından yürütülen nöromüsküler kontrol mekanizmalarının uyumlu çalışmasına bağlıdır. Bu sistemin herhangi bir bileşenindeki bozulma, mandibular hareketlerin niteliğini değiştirebilmekte ve zamanla ağrı, klik, hareket kısıtlılığı veya iç düzensizlik gibi klinik tabloların gelişimine zemin hazırlayabilmektedir (40,41,43,45,46,49–51).

TME'nin fonksiyonel açıdan en ayırt edici özelliği hem rotasyon hem de translasyon hareketlerini aynı eklem sistemi içinde gerçekleştirebilmesidir. Bu nedenle eklem, klasik menteşe eklemlerden farklı olarak yalnızca tek eksenli bir hareket örüntüsü göstermez. Mandibular hareketler sırasında disk ve kondilin birlikte, ancak her zaman aynı tarzda olmayan, birbirini tamamlayıcı bir hareket ilişkisi içinde bulunduğu kabul edilir. Bu hareketlerin uyumlu biçimde yürütülmesi, normal ağız açma, kapanma, protrüzyon, retrüzyon ve lateral hareketler için gereklidir (40,42,44,45).

2.2.1. Eklem Hareketleri ve Disk-Kondil Kompleksi

Mandibular hareketler, alt kompartımandaki rotasyon ile üst kompartımandaki translasyonun senkronize birleşiminden oluşur. Ağız açmanın ilk 20-25 mm'lik fazında baskın olarak rotasyon gerçekleşirken, daha geniş açılmalarda kondil ile disk birlikte artiküler eminens boyunca öne ve aşağı kayar (translasyon). Bu iki hareketin koordineli çalışması, fonksiyonel ve sessiz bir eklem hareketinin temelidir (40,42,44,45).

Disk-kondil kompleksinin fonksiyonel bütünlüğü, kollateral bağlar aracılığıyla sağlanır. Lateral pterygoid kasın üst başı disk pozisyonunun kontrolünde, inferior başı ise kondilin protrüziv ve lateral hareketlerinde rol oynar. Bu ince dengenin bozulması, disk deplasmanları ve iç düzensizliklerin başlıca mekanizması olarak kabul edilmektedir (40,42,44,45).

2.2.2. Sinovyal Sıvı, Lubrikasyon ve Yük Dağılımı

Sinovyal sıvı, başta hyalüronik asit olmak üzere glikozaminoglikanlardan zengin viskoelastik bir yapıdadır ve "sınır yağlaması (boundary lubrication)" ile "ağlama yağlaması (weeping lubrication)" mekanizmaları aracılığıyla eklem yüzeyleri arasındaki sürtünmeyi minimuma indirir. Eklem içi inflamatuvar süreçlerde hyalüronik asidin depolimerizasyonu ve serbest radikal artışı, viskoziteyi düşürerek sürtünmeyi artırır; bu durum artrosentezin tedavi edici etkinliğinin temelini oluşturan patofizyolojik hedefi tanımlar (40,42,44,45).

Normal koşullarda TME, çiğneme sırasında her iki eklem arasında dengeli yük dağılımına sahiptir. Yük dağılımındaki asimetri, disk pozisyon bozuklukları veya parafonksiyonel alışkanlıklar; eklem yüzeylerinde mikrohasar, adezyon oluşumu ve uzun dönemde dejeneratif değişimlerle sonuçlanabilmektedir (40,42,44,45).

2.3. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARI

TME bozuklukları; eklem içi ve eklem dışı yapıları etkileyebilen, etiyolojisi multifaktöriyel olan ve ağrı, eklem sesi, mandibular hareket kısıtlılığı ile fonksiyon bozukluğu gibi heterojen klinik bulgularla seyreden bir hastalık grubunu ifade eder.

2.3.1. Sınıflandırma

Güncel yaklaşımda TME bozuklukları kas kaynaklı (myalji, miyofasyal ağrı) ve eklem kaynaklı (artralji, disk deplasmanları, dejeneratif eklem hastalığı, subluksasyon) tablolar şeklinde ele alınır. İç düzensizlik kavramı, disk deplasmanı ile eş anlamlı kullanılmakla birlikte disk adezyonu, yapışıklık ve disk-kondil kompleksinin dislokasyonu gibi diğer intrakapsüler bozuklukları da kapsar. Klinik açıdan en sık karşılaşılan form anterior disk deplasmanıdır (52–54).

2.3.2. Disk Deplasmanları ve Kapalı Kitlenme

Redüksiyonlu disk deplasmanı, ağız kapalı konumda anterior yer değiştirmiş diskin, ağız açma sırasında kondil tarafından yeniden yakalanması ile karakterizedir; redüksiyon sırasında tipik klik/pop sesi duyulur. Mandibular açıklık çoğunlukla ciddi düzeyde kısıtlı değildir ve tablo zaman içinde redüksiyonsuz forma ilerleyebilir (55,56).

Redüksiyonsuz disk deplasmanında anteriora yer değiştirmiş disk kondil tarafından yakalanamaz ve kondilin translasyonunu mekanik olarak kısıtlar. Akut dönemde ağrı ve belirgin açıklık kısıtlılığı, kronik dönemde ise adaptif değişiklikler ve dejeneratif bulgular ön plandadır. Klinik olarak kısıtlı ağız açıklığının eşlik ettiği akut ve fonksiyonel olarak belirgin formu kapalı kilitlenme olarak adlandırılır. Nitzan'ın (12) öne sürdüğü alternatif görüşe göre bu tabloda yalnızca diskin mekanik engeli değil, lubrikasyon bozukluğu ve adeziv kuvvetlerdeki artışta rol oynamaktadır. Akut olgularda artrosenteze yanıt daha iyi iken, ileri adezyonlu gelişmiş kronik olgularda tedavi başarısı azalmaktadır (55,56).

2.3.3. Dejeneratif Eklem Hastalıkları

TME'nin dejeneratif eklem hastalıkları, osteoartrit spektrumu içinde yer alır ve yalnızca kıkırdak yüzeyleri değil, tüm eklem kompleksini etkileyen bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Klinikte ağrı, hareket kısıtlılığı, krepitasyon ve fonksiyon bozukluğu; radyolojik olarak ise yassılaşma, skleroz, erozyon ve osteofit ön plandadır. Ancak klinik tablo ile görüntüleme bulguları her zaman paralel seyretmeyebilir. Derwich ve ark. (53) TME artritik tablolarını düşük ve yüksek inflamatuar bozukluklar şeklinde ayırmış; Dimitroulis (60) ise cerrahi sınıflamasında ilerleyici yapısal bozulma temelinde kategori 4 (korunabilir ileri dejeneratif değişiklik) ve kategori 5 (katastrofik yıkım) olmak üzere ayrı basamaklar tanımlamıştır (53–59).

İç düzensizlikler ile dejeneratif değişiklikler arasında yakın ancak doğrusal olmayan bir ilişki vardır: disk deplasmanı olan her olguda dejeneratif değişiklik gelişmemekte, osteoartritik değişiklikler her zaman belirgin disk bozukluğu ile birlikte olmamaktadır (55,56,60).

Bu çalışma açısından özellikle redüksiyonlu/redüksiyonsuz disk deplasmanları, kapalı kilit ve erken dejeneratif eklem hastalıkları klinik önem taşımaktadır; çünkü artrosentez uygulamaları esas olarak bu intraartiküler patolojilerin seçilmiş formlarında etkili bir minimal invaziv tedavi olarak konumlanmaktadır.

2.4. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARINDA KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

TME bozukluklarının değerlendirilmesinde temel yaklaşım, ayrıntılı anamnez, dikkatli klinik muayene ve gerekli olgularda uygun görüntüleme yöntemlerinin birlikte kullanılmasıdır. Tanı çoğu zaman yalnızca tek bir görüntüleme bulgusuna değil, hastanın yakınmaları ile muayene bulgularının birlikte yorumlanmasına dayanır. Güncel yaklaşımda bu değerlendirme, yalnızca fiziksel bulguların değil, aynı zamanda ağrı, fonksiyon ve biyopsikososyal etkilenimin de birlikte ele alındığı standardize bir çerçeve içinde yapılmaktadır. Schiffman ve ark. (53) tarafından geliştirilen DC/TMD konsensusu, TME bozukluklarının klinik ve araştırma uygulamalarında kullanılabilecek kanıta dayalı bir sınıflama ve tanı sistemi sunmaktadır. Bu nedenle TME bozukluklarında klinik değerlendirme tanısal sürecin merkezinde yer almakta, radyolojik incelemeler ise klinik

şüpheyi destekleyen veya ayırıcı tanıyı netleştiren tamamlayıcı araçlar olarak önem kazanmaktadır (9,45,53).

2.4.1. Klinik Değerlendirme

Anamnezde hastanın ağrı karakteri, süresi, şiddeti, tetikleyici faktörler (çiğneme, esneme, parafonksiyonel alışkanlıklar), eklem sesleri (klik, krepitasyon), kilitlenme öyküsü ve daha önceki tedaviler sorgulanır. Klinik muayene; preauriküler bölge palpasyonu, çiğneme kaslarının palpasyonu, maksimum ağız açıklığının (maximum mouth opening – MMO) ölçümü, lateral ve protrüziv hareket miktarlarının değerlendirilmesi ve eklem seslerinin oskültasyonu şeklinde standardize edilmiş biçimde gerçekleştirilir. Uluslararası literatürde bu değerlendirmeler için Temporomandibular Bozukluklar için Araştırma Tanı Kriterleri (DC/TMD) protokolü referans kabul edilmektedir (49,53).

2.4.2. Ağrı ve Fonksiyon Değerlendirme Ölçekleri

TME bozukluklarında tedavi başarısının izlenebilmesi için ağrı ve fonksiyonun standart yöntemlerle değerlendirilmesi gereklidir. Ağrı şiddeti çoğu klinik çalışmada görsel analog skala (VAS) veya sayısal ağrı ölçekleri ile kaydedilmektedir. Bu yöntemler, özellikle preoperatif ve postoperatif karşılaştırmalar açısından pratik ve tekrarlanabilir veri sunar. Aynı şekilde fonksiyonel değerlendirme için çiğneme, konuşma, esneme ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında ortaya çıkan kısıtlılıkların sorgulanması önemlidir. DC/TMD konsensusu, bu fiziksel değerlendirmenin biyopsikososyal bir çerçeve ile tamamlanmasını önermekte; ağrı şiddeti, ağrıya bağlı özürlülük, çene fonksiyon kısıtlılığı, psikolojik distres ve parafonksiyonel davranışların birlikte değerlendirilmesini ön plana çıkarmaktadır (31).

Bu çalışmada ağrı değerlendirmesi için VAS, fonksiyonel değerlendirme için ise Çenenin Fonksiyon Kısıtlanma Skalası - 20 (JFLS-20) kullanılmıştır. Dinamik yükleme ile ağrının artması, palpasyon ağrısı, eklem hareketi sırasındaki rahatsızlık hissi ve fonksiyonel kısıtlılık derecesi, eklem içi patolojinin şiddeti hakkında dolaylı bilgi verir. Bu nedenle TME bozukluklarında tedavi öncesi ve sonrası dönemde ağrı ve fonksiyonun birlikte değerlendirilmesi, klinik değişimin daha sağlıklı yorumlanmasına olanak sağlamaktadır (9,53).

2.4.3. Radyolojik Görüntüleme

TME'nin radyolojik incelemesinde kullanılacak yöntem, klinik ön tanıya göre belirlenir. Panoramik radyografi, tarama amaçlı ilk basamak inceleme olmakla birlikte TME'nin kompleks anatomisini yeterli detayda göstermez. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve özellikle konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), kondil ve fossa morfolojisindeki dejeneratif değişiklikleri (osteofit, subkondral skleroz, erozyon) ve kemik yapı ilişkilerini yüksek çözünürlükle görüntüleme olanağı sunar; ayrıca üç boyutlu cerrahi planlama ve kişiye özel rehber üretimi için gerekli DICOM verilerini sağlar. DC/TMD konsensusuna göre dejeneratif eklem hastalığının kesin tanısı klinik bulgulara ek olarak görüntüleme ile desteklenmelidir ve bu amaçla BT esas referans görüntüleme yöntemidir. Manyetik rezonans görüntüleme ise artiküler disk pozisyonu, disk deformasyonu, sinovit ve eklem efüzyonunun değerlendirilmesinde altın standart olup, iç düzensizliklerin kesin tanısında ayırt edici rol oynar (51–54).

2.5. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM RAHATSIZLIKLARINDA TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

ME bozukluklarının tedavisinde temel amaç; ağrının azaltılması, mandibular fonksiyonun iyileştirilmesi, yaşam kalitesinin artırılması ve yapısal ilerlemenin sınırlandırılmasıdır. Hastalığın heterojen doğası nedeniyle tek tip algoritma uygun olmayıp, güncel yaklaşım semptom şiddeti, patoloji tipi ve önceki tedavilere yanıta göre basamaklı ve bireyselleştirilmiş bir tedavi planını öngörmektedir (9,45).

2.5.1. Konservatif Tedaviler

Konservatif tedavi; hasta eğitimi, davranış değişikliği, parafonksiyonların azaltılması, yumuşak diyet, ılık uygulamalar ve ev egzersizleri gibi destekleyici yöntemleri kapsar ve erken dönem ile orta şiddetli olguların büyük bölümünde ilk basamak olarak kabul edilmektedir (45). Manuel egzersizler, kontrollü açma-kapama ve mobilizasyon tekniklerinden oluşan fizik tedavi uygulamaları, mandibular hareket açıklığının korunması ve kas spazmının azaltılmasında etkilidir. Oklüzal splintler eklem üzerindeki aşırı yükleri azaltmak ve çiğneme kaslarında gevşeme sağlamak amacıyla kullanılır; Tatli ve ark. (11) redüksiyonsuz disk deplasmanında splint tedavisinin yaygın kullanıldığını, ancak normal fonksiyona ulaşmak için gereken sürenin uzun olabildiğini

bildirmiştir. Farmakolojik tedavide akut dönemde nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar, kas spazmının eşlik ettiği olgularda ise kas gevşeticiler tercih edilmektedir (9).

2.5.2. Minimal İnvaziv Cerrahi Tedaviler

Konservatif tedaviye yanıtsız, belirgin fonksiyon kaybı olan veya daha hızlı klinik düzelme hedeflenen olgularda artrosentez, artroskopi ve eklem içi enjeksiyonlar gündeme gelir. Artrosentez, günümüzde TME bozukluklarının minimal invaziv yönetiminde en sık kullanılan yöntemlerden biri olup, Tatli ve ark. (11) konservatif tedaviye yanıtsız iç düzensizlik olgularında ikinci basamak tedavi olarak tercih edildiğini belirtmektedir. Ancak Hu ve ark.'nın (61) meta-analizinde, ilk basamak artrosentezin konservatif tedaviye kıyasla ağrı skorlarında küçük bir avantaj sağladığı, MMO'da ise ek yarar göstermediği ve mevcut kanıtların artrosentezin ilk basamak olarak kullanılmasını desteklemekte yetersiz kaldığı vurgulanmıştır.

Eklem içi enjeksiyonlar arasında sodyum hiyalüronat, kortikosteroid ve trombositten zengin plazma tek başına veya artrosentezle kombine uygulanabilir. Hyder ve ark.'nın (35) randomize kontrollü çalışmasında bilgisayar destekli sodyum hiyalüronat enjeksiyonunun konvansiyonel yönteme kıyasla erken dönemde klinik avantaj sağladığı; Alpaslan ve Alpaslan (62) ise sodyum hiyalüronat eklemenin tek başına artrosenteze göre daha üstün sonuçlar verebildiğini göstermiştir.

2.5.3. Artroskopi ve Açık Cerrahiye Geçiş Endikasyonları

Artroskopi, doğrudan görsel kontrol altında eklem içi müdahaleye olanak sağlayan daha ileri bir minimal invaziv yöntemdir; yapışıklık ayrılması ve disk manipülasyonunda avantaj sağlar ancak daha fazla deneyim ve ekipman gerektirir. Açık eklem cerrahisi, Dimitroulis (60) sınıflamasında kategori 4–5 düzeyindeki, eklem bileşenlerinin cerrahi korunabilirliğinin azaldığı ileri olgularda düşünülmektedir. (59–61,63)

2.6. ARTROSENTEZ

TME artrosentezi, eklem boşluğunun doğrudan görüntülenmesine gerek duyulmaksızın, üst eklem kompartımanının iğneler aracılığıyla irrigasyonu esasına dayanan minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Günümüzde özellikle iç düzensizlikler, kapalı kilit tabloları ve seçilmiş dejeneratif eklem hastalıklarında yaygın biçimde

kullanılmaktadır. Artrosentez, düşük morbidite, göreceli teknik sadelik, ofis şartlarında veya sınırlı cerrahi altyapıyla uygulanabilmesi ve konservatif tedavi ile açık cerrahi arasında ara bir basamak oluşturması nedeniyle TME cerrahisinde önemli bir yer edinmiştir (12,14,36).

2.6.1. Tanım ve Tarihçe

Artrosentez, modern anlamda 1991 yılında Nitzan (12) tarafından, ani gelişen ve belirgin ağız açma kısıtlılığı bulunan olgularda üst eklem kompartımanının laktatlı Ringer solüsyonu ile irrigasyonu şeklinde tanımlanmıştır. Söz konusu çalışmada, bu basit yaklaşımın ağrının azaltılması ve normal ağız açıklığının yeniden sağlanması açısından etkili olduğu bildirilmiş; böylece doğrudan disk reposizyonu yapılmaksızın da klinik düzelme elde edilebileceği gösterilmiştir. Bu yaklaşım, TME patofizyolojisinde yalnızca diskin mekanik olarak engel oluşturduğu klasik görüşün yeniden tartışılmasına yol açmış ve arthroskopik lizis-lavajın daha basit bir türevi olarak artrosentezin klinik pratiğe girmesini sağlamıştır (12,14).

2.6.2. Etki Mekanızması

Artrosentezin etkisi tek bir mekanizmayla açıklanmamaktadır. En sık kabul edilen görüşe göre işlem, eklem içindeki inflamatuar mediyatörlerin, ağrıya katkıda bulunan kimyasal maddelerin ve hücresel artıkların uzaklaştırılması yoluyla analjezik ve antiinflamatuvar etki göstermektedir. Ayrıca irrigasyon sırasında oluşan hidrolik basınç, eklem içi adezyonların ayrılmasına ve disk-kondil kompleksinin hareket kabiliyetinin artmasına katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle artrosentezin yalnızca bir "yıkama" işlemi olmadığı, aynı zamanda eklem içi biyomekanik ortamı değiştiren bir müdahale olduğu kabul edilmektedir (14,15).

2.6.3. Endikasyonlar

Artrosentez için en klasik endikasyon, konservatif tedaviye dirençli kapalı kilit tablosudur. Nitzan'ın (12) öncü çalışması, ani gelişen, belirgin ve persistan ağız açma kısıtlılığı olan olgularda bu yöntemin etkili olabileceğini göstermiştir. Daha sonraki çalışmalarda redüksiyonsuz disk deplasmanı, bazı redüksiyonlu disk deplasmanı olguları, ağrılı iç düzensizlikler ve seçilmiş dejeneratif eklem hastalıkları da uygulama alanı içinde değerlendirilmiştir (64).

2.6.4. Kontrendikasyonlar

Artrosentez minimal invaziv ve görece güvenli bir işlem olmakla birlikte, her olguda uygun değildir. Tozoglu ve ark.nın (65) derlemesinde, ponksiyon bölgesindeki enfeksiyonun mutlak kontrendikasyon olarak kabul edildiği; bakteriyemi, komşu osteomyelit, kontrolsüz koagülopati ve malign tümör varlığının ise göreceli kontrendikasyonlar arasında sayıldığı bildirilmiştir. Bu yaklaşım, işlemin eklem içi enfeksiyon riskini artırabilecek veya kanama kontrolünü zorlaştırabilecek klinik durumlarda dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

2.6.5. Uygulama Teknikleri

Artrosentez için en klasik teknik, iki iğneli konvansiyonel yöntemdir. Bu yaklaşımda giriş ve çıkış için iki ayrı iğne üst eklem kompartımanına yerleştirilir; irrigasyon sıvısı bir iğneden verilerek diğer iğneden drenaj sağlanır. Khallaf ve Sidebottom'un (36) özetlediği biçimde, çoğu cerrah Holmlund-Hellsing hattı ya da cantho-tragal hat üzerinde belirlenen anatomik referans noktalarına dayanarak üst eklem boşluğuna kör ponksiyon yapmaktadır. Bayram ve ark.nın çalışmasında da konvansiyonel grupta Nitzan ve ark.nın önerdiği iki iğneli teknik kullanılmıştır (12,31,36).

Zaman içinde iki iğneli tekniğe alternatif olarak tek iğneli, çift lümenli kanül ve çeşitli modifiye giriş teknikleri geliştirilmiştir. Tozoglu ve ark.nın (65) derlemesi, tek ponksiyon ve çift ponksiyon tekniklerinin yanı sıra farklı cihaz ve kanül tasarımlarının da tanımlandığını göstermektedir. Aynı derlemede, özellikle ikinci iğnenin yerleştirilmesinin zor olduğu hipomobil eklemlerde veya dejeneratif değişiklik bulunan olgularda tek ponksiyon tekniklerinin yararlı olabileceği belirtilmiş; ancak bu yöntemlerin gerçek üstünlüğünü kesin olarak gösteren verilerin sınırlı olduğu da vurgulanmıştır (65).

Son yıllarda dijital planlama, hastaya özel rehberler ve görüntüleme kılavuzluğunda uygulamalar da artrosentez tekniğine eklenmiştir. Bu yaklaşımlar özellikle iğne yerleştirme doğruluğunu artırmak, girişim sayısını azaltmak ve işlem süresini kısaltmak amacıyla önerilmektedir. Dijital planlama sayesinde anatomik yerleşim noktalarına alternatif olarak hastaya özel yerleşim noktaları da planlanabilmektedir (31,36).

2.6.6. Komplikasyonlar

Artrosentez düşük komplikasyon oranına sahip olmakla birlikte bütünüyle risksiz bir işlem değildir. Tozoglu ve ark.nın (65) derlemesinde, komplikasyonların eklem anatomisi ve çevre yapılarla yakın komşuluğa bağlı olarak gelişebileceği belirtilmiş; yüz siniri yaralanması, otik yaralanma, preauriküler hematom, yüzeyel temporal arter anevrizması, arteriovenöz fistül, transartiküler perforasyon, intrakraniyal perforasyon, ekstradural hematom, parafaringeal şişlik ve intraartiküler sorunlar olası komplikasyonlar arasında sayılmıştır. Bu komplikasyonların çoğu nadir olmakla birlikte, doğru anatomik bilgi ve dikkatli teknik uygulama zorunludur (31).

Khallaf ve Sidebottom (36), kör ponksiyon tekniğinde ekstraartiküler enjeksiyon, çoklu ponksiyon, fasiyal sinir yaralanması ve intrakraniyal penetrasyon gibi istenmeyen durumların teorik ve pratik riskler arasında bulunduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde rehberli teknikler üzerine yapılan çalışmalar da tekrarlayan iğne relokasyonlarının postoperatif ödem, şişlik ve hasta rahatsızlığını artırabileceğini vurgulamıştır. Bu nedenle komplikasyonları yalnızca majör yaralanmalarla sınırlı düşünmemek, postoperatif ağrı, hematom ve ödem gibi daha sık karşılaşılan morbidite unsurlarını da değerlendirmek gerekir.

2.6.7. Klinik Etkinlik ve Başarıyı Etkileyen Faktörler

Artrosentezin klinik etkinliği en sık ağrı azalması (VAS) ve maksimum ağız açıklığındaki artış (MMO) üzerinden değerlendirilmektedir. Nitzan'ın (12) ilk serisinde işlem sonrası normal açıklığın yeniden kazanıldığı bildirilmiş; Carvajal ve Laskin'in (65) uzun dönem izleminde preoperatif 25,3 mm olan ortalama vertikal açıklığın kısa dönemde 43,8 mm'ye, uzun dönem takipte ise 37,1 mm'ye yükseldiği raporlanmıştır. Monje-Gil ve ark. (14) derlemesinde genel iyileşme oranının %80'in üzerinde olduğu belirtilmektedir.

2.7. DİJİTAL CERRAHİ PLANLAMA

Dijital cerrahi planlama, günümüzde yalnızca ileri rekonstrüktif cerrahilerde değil; implant cerrahisi, ortognatik cerrahi, oklüzal splint üretimi, travma cerrahisi, kişiye özel implant uygulamaları ve TME girişimleri dahil olmak üzere diş hekimliği ve ağız, diş ve çene cerrahisinin çok sayıda alanında giderek daha fazla yer almaktadır. Bu

yaklaşımın temel avantajı, hastaya ait anatomik verilerin ameliyat öncesinde üç boyutlu olarak değerlendirilmesine, işlemin dijital ortamda simüle edilmesine ve cerrahi planın fiziksel rehberler ya da hastaya özel araçlar aracılığıyla klinik uygulamaya aktarılmasına olanak sağlamasıdır. Böylece cerrahi doğruluk, öngörülebilirlik ve standardizasyon artmakta; serbest el uygulamalara bağlı değişkenlik ise azalmaktadır (18,25,38,66).

2.7.1. Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD/CAM) Temelleri

CAD/CAM kavramı, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim süreçlerinin birlikte kullanılması anlamına gelmektedir. Bu sistemde önce hastaya ait anatomik veriler dijital olarak modellenmekte, daha sonra planlanan splint, rehber, osteotomi kılavuzu, pozisyonlama kılavuzu veya hastaya özel implant uygun üretim yöntemi ile fiziksel ürüne dönüştürülmektedir. Özellikle diş hekimliği ve maksillofasiyal cerrahide CAD/CAM yaklaşımı; implant rehberleri, cerrahi splintler, osteotomi kılavuzları ve pozisyon rehberlerinin geliştirilmesiyle önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Bu dönüşüm, cerrahi planın ameliyat sahasına daha kontrollü aktarılmasını sağlamaktadır (38,67).

2.7.2. STL Veri ve Sanal Planlama

Dijital cerrahi planlamanın temelini görüntü verisinin doğru işlenmesi oluşturmaktadır. Bu süreç çoğunlukla BT, KIBT veya bazı durumlarda intraoral tarama ve yüz taraması gibi kaynaklardan elde edilen verilerin bir araya getirilmesi ile başlar. Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim (DICOM) formatındaki radyolojik veriler segmentasyon işlemleriyle işlenerek üç boyutlu anatomik modellere dönüştürülür; daha sonra bu modeller STL formatında tasarım yazılımlarına aktarılır. Bu aşama, sanal planlama ve rehber tasarımının teknik temelini oluşturur (25,28,30,68).

2.7.3. 3B Yazıcı Teknolojileri

Sanal planın cerrahi kullanım için fiziksel ürüne dönüştürülmesi, 3B yazıcı teknolojileri ile mümkün olmaktadır. Bu teknolojiler, diş hekimliği ve ağız, diş ve çene cerrahisinde anatomik modeller, oklüzal splintler, cerrahi rehberler, kesim kılavuzları, pozisyonlama rehberleri ve hastaya özel implantların üretiminde kullanılmaktadır. Özellikle biyouyumlu reçinelerle üretilen cerrahi rehberler hem yeterli rijidite hem de

sterilizasyona uygunluk sağlamaları nedeniyle klinikte yaygın kabul görmektedir (28,38,67).

2.7.4. Maksillofasiyal Cerrahide Hastaya Özel Rehberler

Hastalara özel rehberler, dijital cerrahi planlamanın klinikteki en somut çıktılarından biridir. Ağız, diş ve çene cerrahisinde bu rehberler; osteotomilerin doğru yerden yapılması, kemik segmentlerinin hedeflenen pozisyona taşınması, implantların önceden planlanan açı ve derinlikte yerleştirilmesi ve bazı durumlarda hastaya özel plaklarla birlikte pozisyonun korunması amacıyla kullanılmaktadır. Literatürde özellikle ortognatik cerrahide kesi rehberi, pozisyonlandırma rehberi, splint ve hastaya özel plak sistemlerinin doğruluğu artırdığı ve serbest el cerrahisine bağlı hata payını azalttığı bildirilmektedir (18,29,31,33).

TME'ye yönelik rehberler ise bu genel dijital cerrahi mantığın daha sınırlı fakat özgün bir uygulamasıdır. Buradaki temel amaç, kör ponksiyon tekniğine bağlı belirsizliği azaltmak, girişim sayısını düşürmek, iğne yerleşimini daha öngörülebilir hale getirmek ve özellikle daha az deneyimli cerrahlar için işlemi standardize etmektir. Mahmoud ve ark. (18), hastaya özel rehberlerle üst eklem boşluğuna planlanan anatomik bölgelere doğrudan erişim sağlanabildiğini göstermiştir.

2.8. ARTROSENTEZ REHBER TASARIMLARI

TME artrosentezinde rehber tasarımları, kör ponksiyon tekniğine bağlı anatomik belirsizliği azaltmak ve iğnenin eklem boşluğuna daha öngörülebilir biçimde yönlendirilmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu tasarımların ortak çıkış noktası, üst eklem kompartımanına girişin serbest el tekniğinde operatör deneyimine yüksek derecede bağımlı olmasıdır. Rehberli yaklaşımlar ise görüntüleme verileri üzerinden giriş noktası, açı ve penetrasyon derinliğinin önceden belirlenmesine dayanır. Böylece çoklu iğne denemeleri, relokasyon gereksinimi ve işlemsel travmanın azaltılması hedeflenmektedir (18,29,34).

2.8.1. Rehber Tasarım Mantığı

Artrosentez rehberlerinin tasarımında temel prensip, hastaya ait kemik ve yumuşak doku anatomisinin dijital ortamda eşleştirilmesi ve iğnelerin üst eklem boşluğuna güvenli biçimde ulaşacağı kanalların önceden planlanmasıdır. Bu amaçla çoğu

çalışmada BT veya KIBT verileri DICOM formatında elde edilmekte, daha sonra segmentasyon ve STL dönüşümü ile üç boyutlu modeller oluşturulmaktadır. Rehber tasarımında yalnızca kemik referanslar değil, tragus, aurikula, yüzeyel deri konturu ve bazı olgularda dış kulak yolu gibi yumuşak doku destek noktaları da stabilizasyon amacıyla kullanılmaktadır (27,28,38).

2.8.2. Literatürde Bildirilen Rehberli Artrosentez Çalışmaları

Rehberli artrosentez literatürü başlangıçta teknik notlar ve küçük olgu serileri ile başlamış, daha sonra karşılaştırmalı klinik çalışmalar ve randomize kontrollü araştırmalarla genişlemiştir. Erken dönem teknik yayınlarda temel vurgu, üst eklem boşluğuna ilk denemede doğru ve komplikasyonsuz giriş yapılabilmesi üzerinedir. Krause ve ark. (38), altı eklemde rehberli minimal invaziv girişim uygulamış ve tüm şablonların mükemmel uyum gösterdiğini, ekleme anlık erişim sağlandığını ve komplikasyon görülmediğini bildirmiştir. Khallaf ve Sidebottom (36) da 3B yumuşak ve sert doku modeline dayalı guiding stent ile üst eklem boşluğu ponksiyonunun hızlı ve öngörülebilir hale geldiğini; işlemin birkaç dakika içinde topikal anestezi altında tamamlanabildiğini belirtmiştir.

2.8.3. Rehberli Yaklaşımın Olası Avantaj ve Sınırlılıkları

Rehberli artrosentezin en belirgin avantajı, girişim doğruluğunun artmasıdır. Özellikle birden fazla ponksiyon denemesi gerektiren olgularda işlem süresinin uzaması, yumuşak doku travması, postoperatif ödem ve hasta rahatsızlığı artabilmektedir. Göçmen ve ark. (29) ile Mohammed ve ark. (28), tekrarlayan iğne girişimlerinin postoperatif şişlik ve rahatsızlıkla ilişkili olduğunu; rehber kullanımının bu sorunları azaltma potansiyeli taşıdığını vurgulamıştır.

Bununla birlikte rehberli yaklaşımın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle bu yöntem ek görüntüleme, dijital planlama yazılımı, tasarım süreci, baskı ve sterilizasyon gibi ilave basamaklar gerektirir. Bu durum toplam prosedür süresini uzatabilir; nitekim Bayram ve ark.nın (31) çalışmasında operasyon süresi kısalsa da toplam prosedür süresi rehberli grupta daha uzun bulunmuştur. Ayrıca planlama aşamasında hastanın BT/KIBT sırasında koruduğu mandibular pozisyon ile intraoperatif pozisyonun uyumu kritik önem taşır; Mahmoud ve ark.nın (18) bir başarısızlığı da bu uyumsuzlukla ilişkilendirilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA TASARIMI

Bu çalışma, TME bozuklukları nedeniyle artrosentez uygulanan hastalarda, bilgisayar destekli kişiye özel rehber eşliğinde gerçekleştirilen artrosentez ile konvansiyonel artrosentez yönteminin klinik ve işlemsel sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla planlanan retrospektif karşılaştırmalı bir klinik çalışmadır. Çalışma, Tacirler Eğitim Vakfı Sultanbeyli Ağız ve Diş Sağlığı Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Kliniği'nde tedavi edilen hastaların kayıtları üzerinden yürütüldü. Çalışmanın temel karşılaştırma ekseni; rehberli ve konvansiyonel artrosentez uygulamalarının işlem süresi, işlem zorluğu, kanül relokasyon sayısı, ağrı düzeyi, MAA ve fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkileridir. Literatürde rehberli artrosentez çalışmalarında da benzer parametrelerin değerlendirildiği bildirilmektedir.

Çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkelerine uygun olarak yürütüldü. Araştırma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 08.05.2025 tarihinde 10/6 karar sayısı ile etik kurul onayı alındı. Retrospektif tasarım nedeniyle hasta verileri anonimleştirilerek değerlendirildi.

3.2. HASTA GRUPLARI

Çalışmaya, 01.01.2024 ile 01.01.2025 tarihleri arasında TME şikâyetleri nedeniyle başvuran ve artrosentez uygulanan hastalar dahil edildi. Hastalar uygulanan yönteme göre iki gruba ayrıldı:

Grup 1 (Konvansiyonel grup): Anatomik yüzey referans noktaları kullanılarak serbest el tekniği ile konvansiyonel artrosentez uygulanan hastalar.

Grup 2 (Rehberli grup): Ameliyat öncesi dijital planlama ile hazırlanan kişiye özel cerrahi rehber eşliğinde artrosentez uygulanan hastalar.

Dahil edilme kriterleri şu şekilde belirlendi:

- 18-65 yaş arası kadın ve erkek hastalar
- Disk deplasmanı veya osteoartrit gibi bir TME rahatsızlığı sonucu Artrosentez endikasyonu konulan hastalar

- Daha önce artrosentez uygulanmamış, TME bölgesinden herhangi bir cerrahi girişim yapılmamış hastalar.
- Kayıtlarda ameliyat öncesi ve sonrası değerlendirme verilerinin bulunması,

Dışlama kriterleri ise şu şekilde belirlendi:

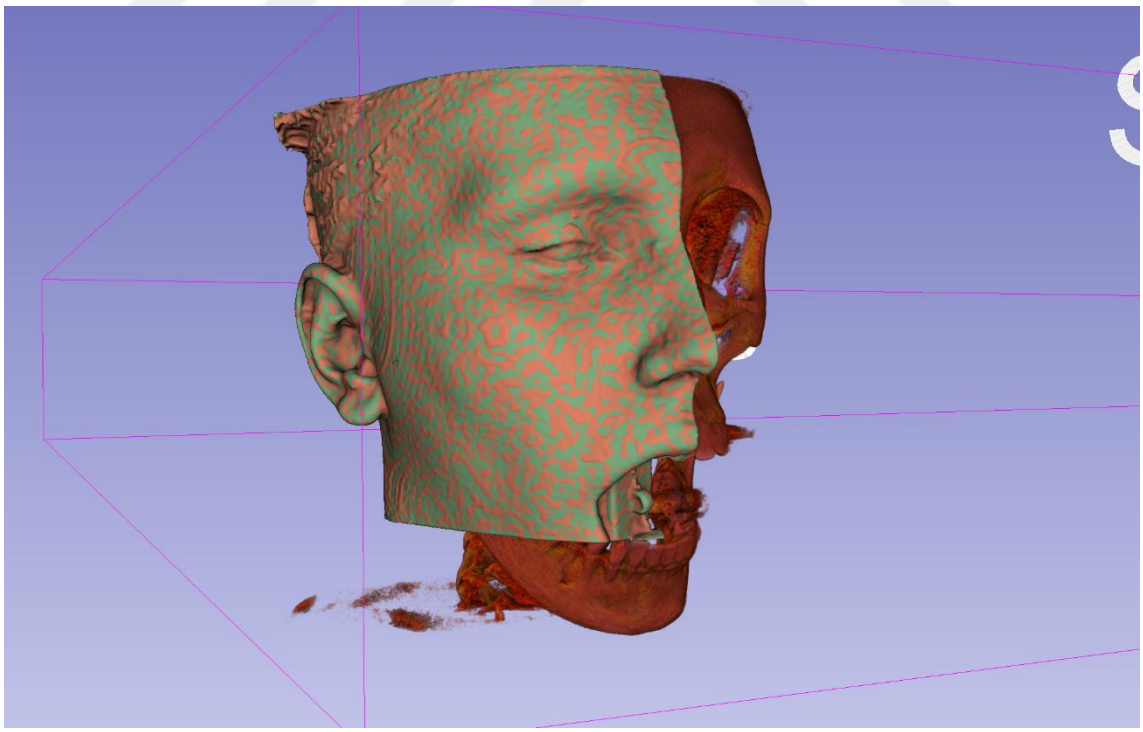
- Kontrolsüz sistemik hastalığı belirtilmiş hastalar
- İşlem döneminde hamile veya emzirmiş hastalar
- Anamnezinde kemoterapi veya baş boyun bölgesinden radyoterapi öyküsü olanlar
- Romatoid artrit öyküsü olan hastalar
- Dosyalarında ve takiplerinde eksiklik olan hastalar

Bu seçimin oluşturulmasında, rehberli artrosentez çalışmalarında sıklıkla kullanılan örnekleme yaklaşımı da göz önünde bulunduruldu. Örneğin Bayram ve ark. Wilkes evre I-III, konservatif tedaviye yanıtsız, tek taraflı olguları karşılaştırmalı çalışmaya dahil etmiş; Mahmoud ve ark. ise konservatif tedaviye rağmen yakınmaları süren iç düzensizlik olgularını değerlendirmiştir (18,31).

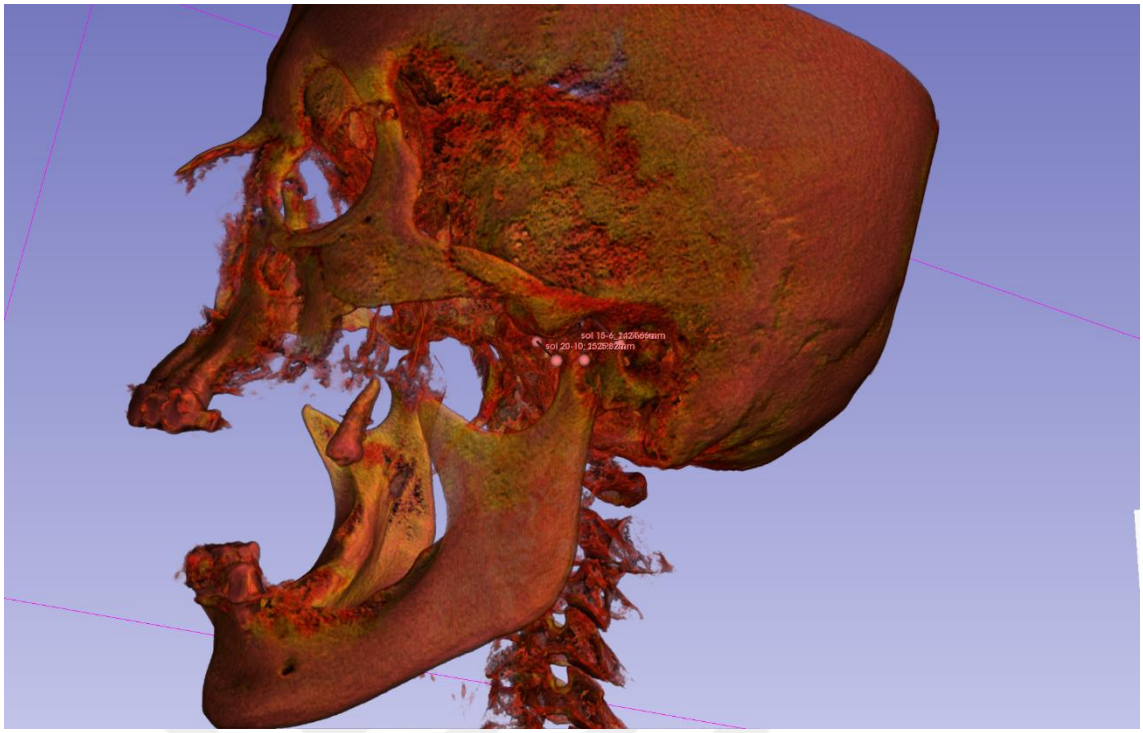
3.3. REHBER HAZIRLIK PROTOKOLÜ

Rehberli gruptaki hastalarda operasyon öncesinde TME bölgesini kapsayan KIBT görüntüleri elde edildi. Görüntüleme sırasında hastalardan maksimum ağız açıklığını korumaları istendi ve bu açıklık ısırma bloğu yardımıyla stabilize edildi.

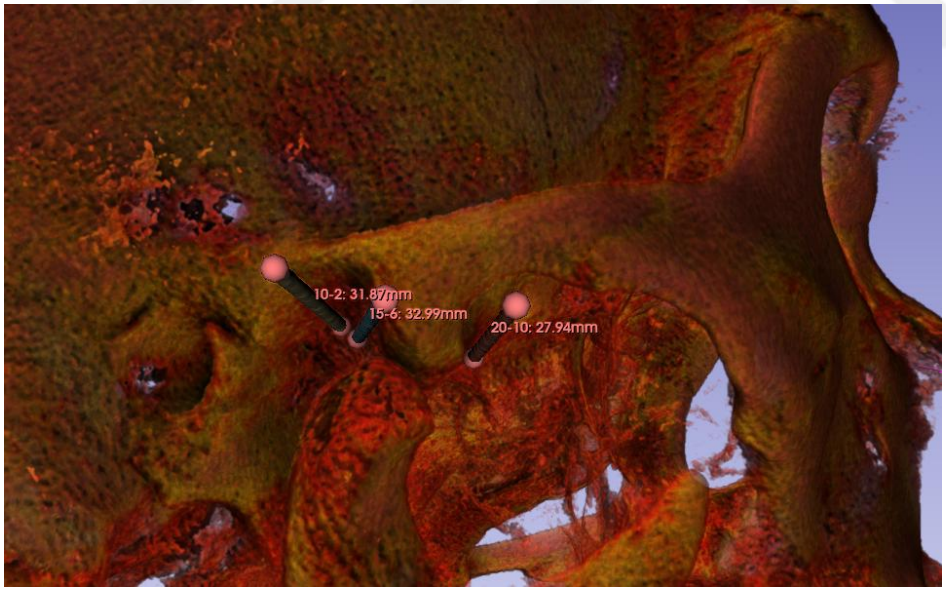
Elde edilen DICOM verileri 3D Slicer (Slicer Community, ABD) yazılımına aktarıldı. Segmentasyon işlemi sonrasında hastaya ait kemik ve yumuşak doku bileşenleri üç boyutlu olarak modellenerek rehber tasarımına uygun hale getirildi. Planlama aşamasında üst eklem boşluğuna ulaşım için giriş noktaları, iğne açıları ve penetrasyon derinlikleri sanal ortamda belirlendi (Şekil 3.3.1). Bu aşamada glenoid fossanın tavanı ve cantho-tragal hat referans olarak kullanıldı. Giriş noktaları, bu hattın tragustan 20 mm anteriorunda ve 10 mm inferiorunda yer alan nokta ile tragustan 10 mm anteriorunda ve 2 mm inferiorunda yer alan nokta temel alınarak hastaya özgü anatomik verilere göre modifiye edildi (Şekil 3.3.2.). Ayrıca, kanül relokasyonu gerektiğinde kullanılmak üzere tomografi üzerinden ek bir giriş noktası planlandı.



Şekil 3.1: Segmentasyon

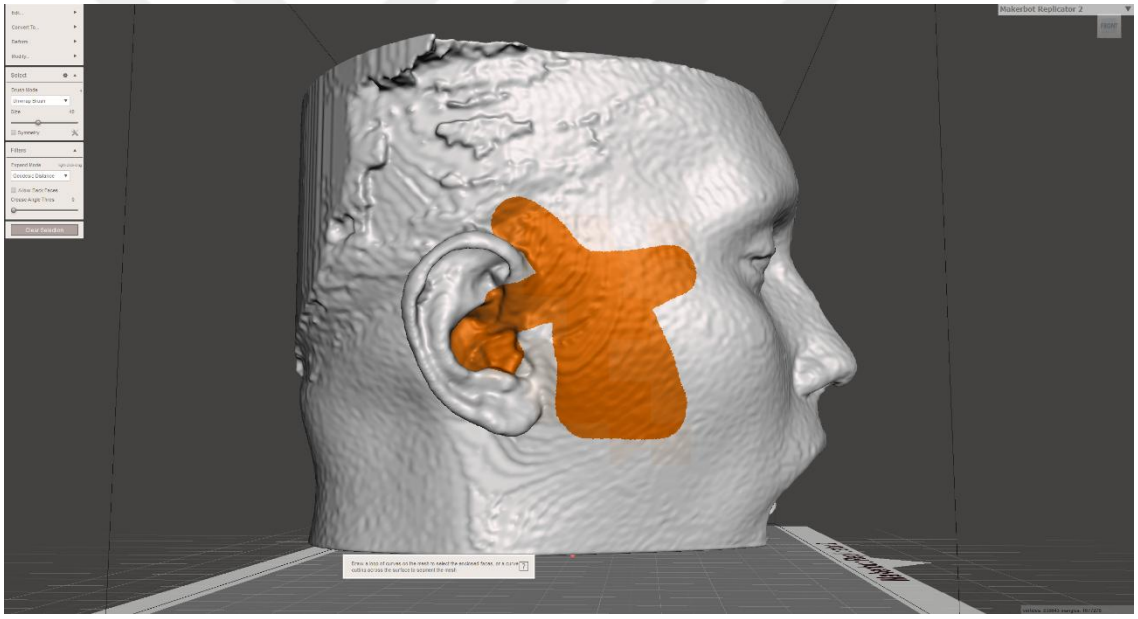


Şekil 3.2: Kanül pozisyonlarının ayarlanması

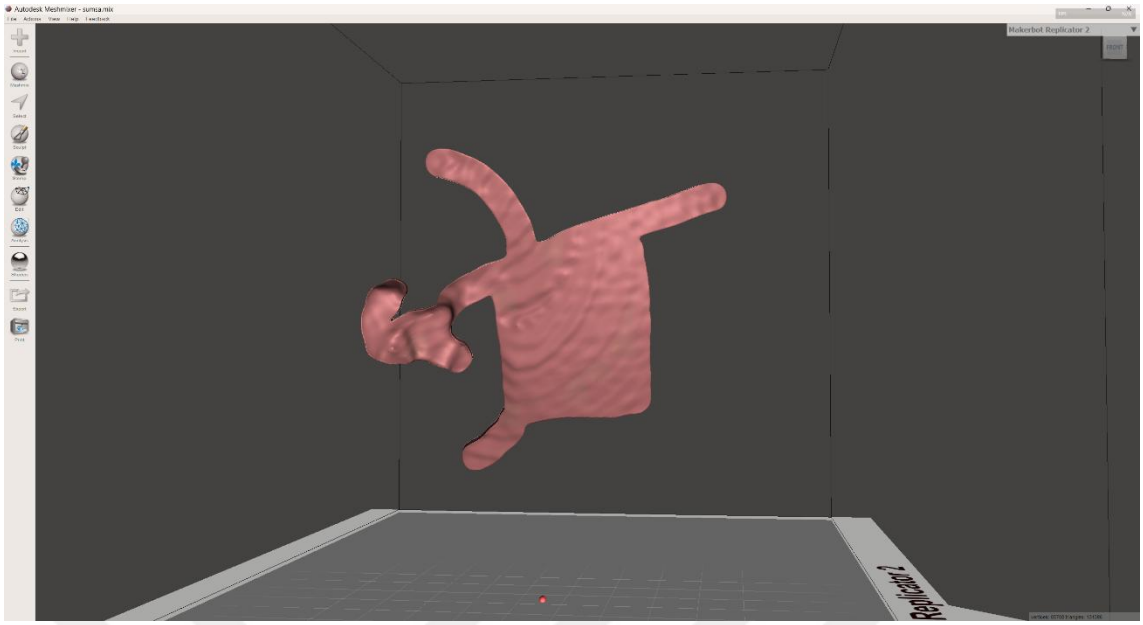


Şekil 3.3: Eklem seviyesinden cilt seviyesine kanallar

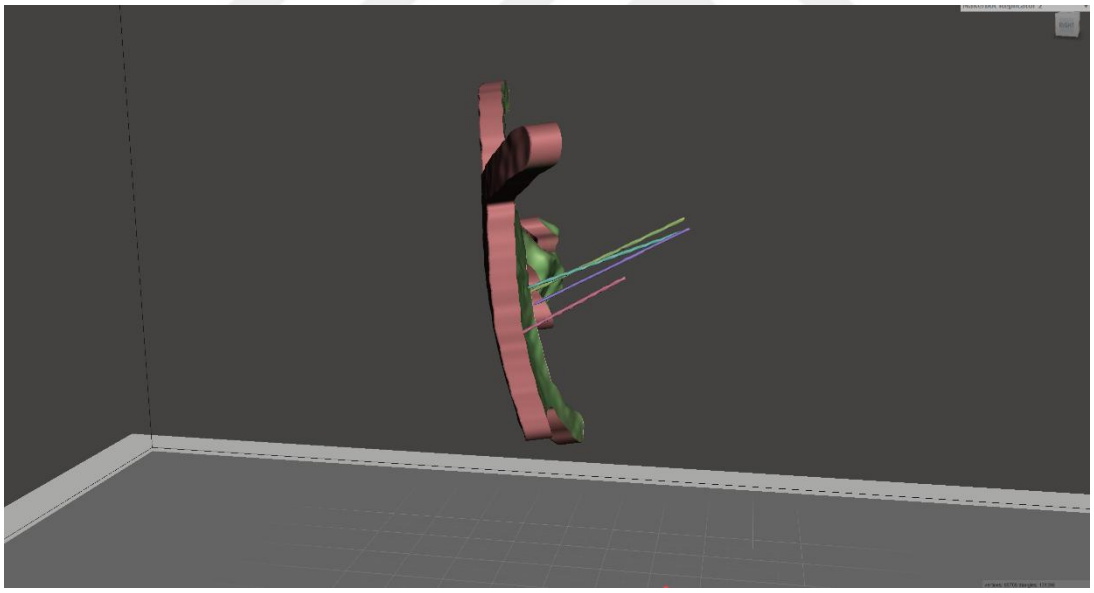
Daha sonra giriş yollarını temsil eden sanal silindirik kanallar oluşturuldu ve rehber gövdesi, hastanın aurikula ve tragus gibi stabil anatomik referans bölgelerine oturacak şekilde önce Meshmixer (Autodesk, San Francisco, ABD), ardından Shapr3D (Shapr3D Zrt, Budapeşte, Macaristan) yazılımları kullanılarak tasarlandı (Şekil 3.3.3). Bu çalışmada kullanılan rehber tipi tragus ve aurikula destekli rehber olarak planlandı (Şekil 3.3.4). Tasarlanan rehber STL formatında dışa aktarıldı (Şekil 3.3.5.) ve 3B yazıcı (Elegoo, Saturn 4 Ultra 16K Resin 3D Printer, Çin) kullanılarak biyouyumlu reçine materyalden üretildi (Şekil 3.3.6.). Baskı sonrası yıkama, kürleme ve sterilizasyon işlemleri üretici firmanın önerilerine uygun olarak tamamlandı. Rehber, işlem öncesinde hastada pasif uyum açısından kontrol edildi.



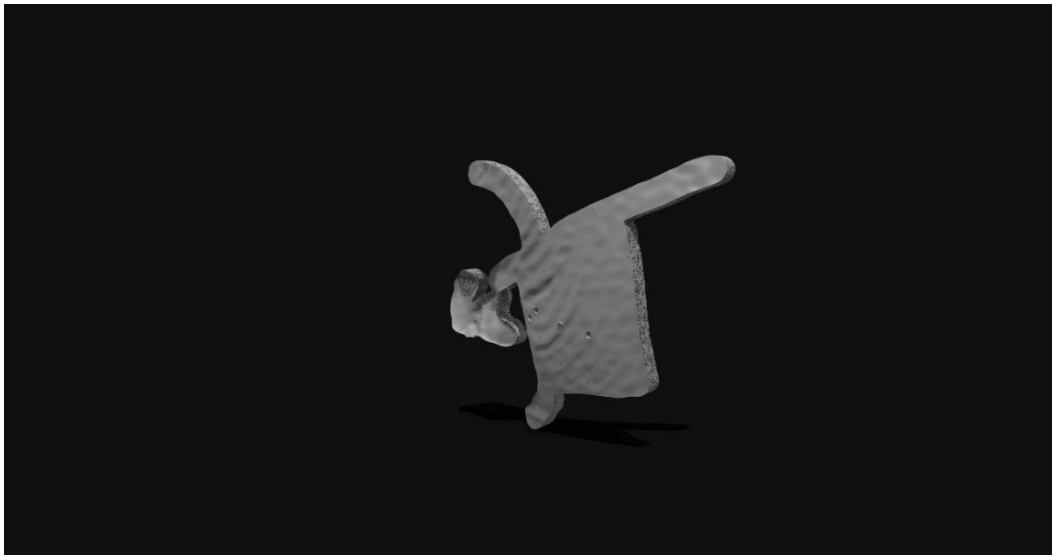
Şekil 3.4: Rehberin cilde oturan kısmının hazırlanması



Şekil 3.5: Rehberin anatomik noktalardan destekli şekilde hazırlanması



Şekil 3.6: Meshmixer uygulaması ile eklem-cilt arası kanalların kontrolü



Şekil 3.7: Basım öncesi hazırlanması



Şekil 3.8: Basım ve kürleme sonrası bir rehber örneği

3.4. CERRAHİ İŞLEM PROTOKOLÜ

Tüm işlemler aynı cerrah tarafından (M.K), standart aseptik koşullarda uygulandı. Cerrahi alan antiseptik solüsyon ile hazırlandı ve eklem boşluğunun, yumuşak dokuların, aurikulotemporal sinirin ve iğne girişlerinin hissedilmemesi için cilt anestezisinde %0,2 epinefrin içeren artikain hidroklorür (Maxicaine Fort, Vem İlaç, Türkiye) kullanıldı.

3.4.1. Konvansiyonel Artrosentez Tekniği

Konvansiyonel grupta işlem, klasik iki iğneli artrosentez tekniği ile gerçekleştirildi. Tragus ile lateral kantus arasında çizilen referans hat üzerinde giriş noktaları işaretlendi. İlk iğne üst eklem kompartımanına glenoid fossa bölgesine yönelik yerleştirildi; ardından ikinci iğne posterior artiküler eminens bölgesine yönlendirilerek çıkış hattı oluşturuldu. Eklem boşluğu yaklaşık 100mL serum fizyolojik ile irrige edildi. Literatürde bu yaklaşım, Nitzan (12) tekniğinin modifiye formu olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

3.4.2. Rehberli Artrosentez Tekniği

Rehberli grupta steril edilmiş kişiye özel rehber ilgili anatomik referanslara oturtuldu. Rehberin üzerindeki kılavuz kanallar kullanılarak iğneler önceden planlanan derinlik ve açıda üst eklem kompartımanına yerleştirildi. Gerekli durumlarda ilk iğnenin konumu sıvı geri akışı ve serbest akış ile doğrulandı. Ardından ikinci iğne yerleştirildi ve eklem boşluğu yaklaşık 100mL serum fizyolojik ile yıkandı. Bu işlem sonrası hiçbir ek ajan uygulanmadı.

3.4.3. Postoperatif Yaklaşım

İşlem sonrasında hastalara nonsteroid antiinflamatuar verildi ve yumuşak diyet, ağız açma egzersizleri ile parafonksiyonlardan kaçınma önerildi. Gerektiğinde mevcut splint tedavisine devam edildi. Postoperatif kontroller 1. hafta, 1. ay ve 3. ay zaman noktalarında değerlendirildi.

3.5. KULLANILAN ÖLÇEKLER

Bu çalışmada ağrı ve fonksiyonun değerlendirilmesi amacıyla aşağıdaki ölçüm araçları kullanıldı:

- Görsel Analog Skala (VAS): Hastalardan ağrı düzeylerini 0 ile 10 arasında derecelendirmeleri istendi. Fonksiyon da ağrıya bakıldı. “0” ağrı yokluğunu, “10” dayanılmaz ağrıyı ifade edecek şekilde değerlendirildi. VAS, TME artrosentez çalışmalarında en sık kullanılan ağrı değerlendirme ölçeklerinden biridir. Bayram ve ark. (31) ile rehberli enjeksiyon çalışmalarında da ağrı takibinde VAS kullanılmıştır. Ayrıca

ayrı bir VAS skalası (1-5 arası) uygulayıcının işlem zorluğunu değerlendirmesi için kullanılmıştır.

- Maksimum ağız açıklığı (MAA): Üst ve alt kesici dişler arasındaki ağrısız açıklıkta maksimum interinsizal mesafe milimetre cinsinden ölçüldü. Ölçüm cetvel ile yapıldı. DM-TMD kriterlerine göre ölçümler yapılmıştır (53).
- Çenenin Fonksiyon Kısıtlanma Skalası – 20 (Jaw Functional Limitation Scale- 20, JFLS-20): Hastanın günlük işlerdeki fonksiyonları değerlendirilmiştir. JFLS-20, çene fonksiyonunun farklı yönlerini ölçen üç ayrı yapıdan oluşmaktadır. Bu üç alan—çiğneme, dikey çene hareketliliği ile duygusal ve sözel ifade—toplam 20 maddeden oluşmakta ve bu maddeler bir araya gelerek mandibular fonksiyonel kısıtlamaların kapsamlı bir değerlendirmesini sağlamaktadır. Her yapı, modelleme varyansı, madde uyumu, güvenilirlik ve iç tutarlılık açısından mükemmel psikometrik özellikler sergilemektedir. Bu form kliniğimizde TME hastalarının değerlendirilmesinde rutin olarak kullanılmaktadır.

3.6. DEĞERLENDİRİLEN PARAMETRELER

Bu çalışmada değerlendirilen başlıca parametreler şunlardır:

- Demografik veriler: yaş, cinsiyet,
- Başlangıç klinik verileri: işlem öncesi ağrı düzeyi, MAA, JFLS-20, VAS Skalası,

İntraoperatif veriler:

- operasyon süresi,
- kanül relokasyon sayısı (ilk giriş hariç)
- işlem kolaylığı

Postoperatif klinik veriler:

- VAS ile ağrı düzeyi,
- MAA,

- JFLS-20 skoru
- komplikasyonlar.

Takip verileri: işlem öncesi, 1. hafta, 1. ay ve 3. ay ölçümleri.

3.7. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Bu çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics 24.0 programı kullanılarak gerçekleştirildi. Sürekli değişkenlerin dağılım özellikleri Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama ± standart sapma, kategorik değişkenler için sayı ve yüzde olarak sunuldu. Kontrol ve çalışma grupları arasında yaş, işlem süresi, işlem zorluğu VAS skoru, kanül relokasyon sayısı, işlem öncesi ve postoperatif klinik ölçümler gibi sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Kategorik değişkenlerin gruplar arası karşılaştırılmasında Fisher exact testinden yararlanıldı. Her bir grup içinde zamanla meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesinde, işlem öncesi, postoperatif 1. hafta, 1. ay ve 3. ay ölçümlerini içeren parametreler için Friedman testi uygulandı. Friedman testi ile anlamlılık saptanan değişkenlerde ikili karşılaştırmalar Wilcoxon işaretli sıralar testi ile yapıldı. Çoklu ikili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi uygulanarak anlamlılık düzeyi $p<0,0083$ olarak kabul edildi. Diğer analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR

4.1. GRUPLARIN BAŞLANGIÇ ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmaya toplam 46 hasta dahil edildi. Hastaların 23'ü kontrol, 23'ü çalışma grubunda yer aldı. Gruplara ait demografik özellikler ve başlangıç klinik veriler Tablo 4.1'de sunuldu.

Kontrol grubunda yaş ortalaması 36,65±11,84 yıl, çalışma grubunda ise 42,57±11,83 yıl olarak bulundu. Yaş açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,080). Cinsiyet dağılımı değerlendirildiğinde, kontrol grubunda 15 erkek (%65,2) ve 8 kadın (%34,8), çalışma grubunda ise 10 erkek (%43,5) ve 13 kadın (%56,5) hasta bulunduğu görüldü. Cinsiyet dağılımı bakımından da gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi (p=0,236).

İşlem öncesi klinik parametreler incelendiğinde, VAS skoru kontrol grubunda 6,30±1,72, çalışma grubunda 7,09±1,47 olarak bulundu ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,081). MAA kontrol grubunda 31,95±3,85 mm, çalışma grubunda 30,76±3,12 mm idi ve gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı (p=0,227). JFLS-20 başlangıç skorları da iki grup arasında benzerdi; kontrol grubunda 2,31±0,48, çalışma grubunda 2,46±0,53 olarak ölçüldü (p=0,129).

Bu bulgular, kontrol ve çalışma gruplarının girişim öncesi demografik ve klinik özellikler bakımından karşılaştırılabilir nitelikte olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.1: Grupların demografik özellikleri ve başlangıç klinik bulgularının karşılaştırılması

Parametre	Kontrol (n=23)	Çalışma (n=23)	p*
Yaş (yıl)	36,65 ± 11,84	42,57 ± 11,83	0,080*
Cinsiyet, erkek/kadın, n	15/8	10/13	0,236**

Tablo 4.1 (devam)

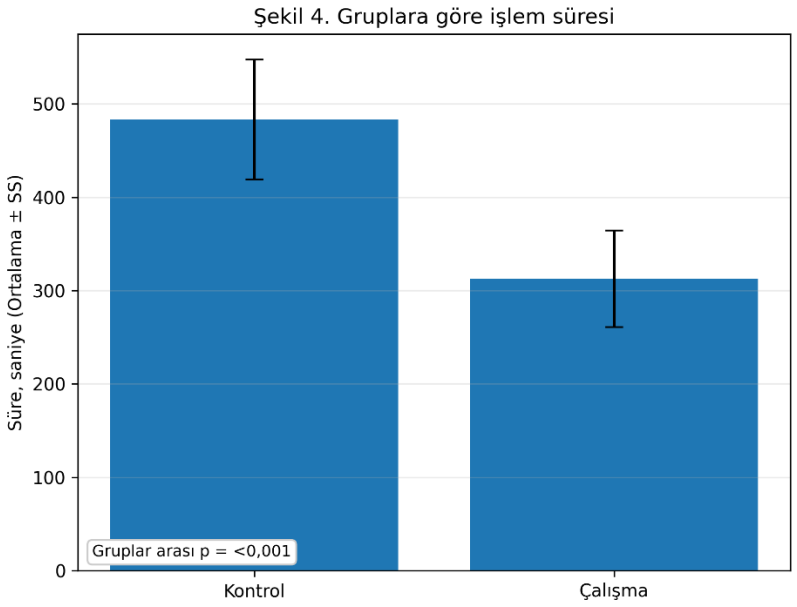
İşlem öncesi VAS	6,30 ± 1,72	7,09 ± 1,47	0,081*
İşlem öncesi MAA (mm)	31,95 ± 3,85	30,76 ± 3,12	0,227*
JFLS-20 işlem öncesi	2,31 ± 0,48	2,46 ± 0,53	0,129*

* Mann–Whitney U testi
** Fisher exact testi

4.2. İNTRAOPERATİF BULGULAR

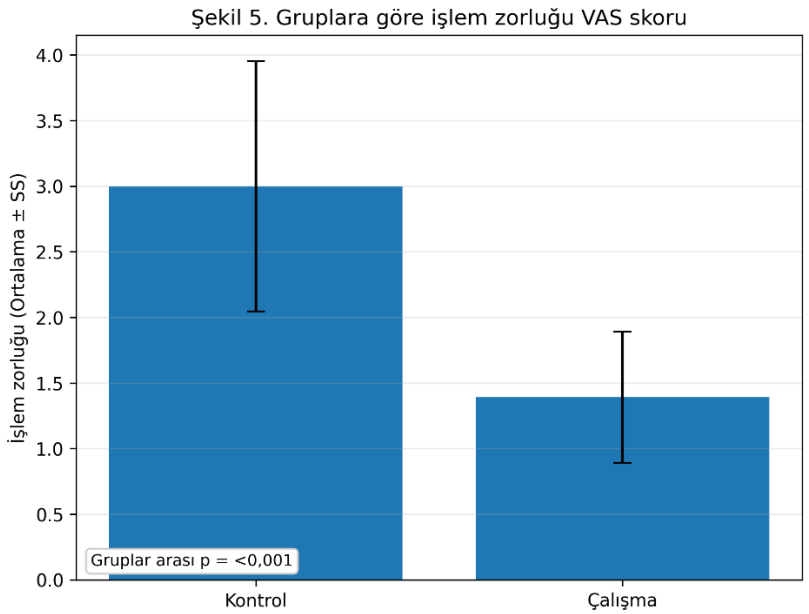
İntraoperatif bulgular Tablo 4.2'de özetlendi.

İşlem süresi kontrol grubunda 483,35±64,04 saniye, çalışma grubunda ise 312,52±51,55 saniye olarak bulundu. Çalışma grubunda işlem süresinin belirgin olarak daha kısa olduğu ve bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görüldü (p<0,001) (Şekil 4.1).



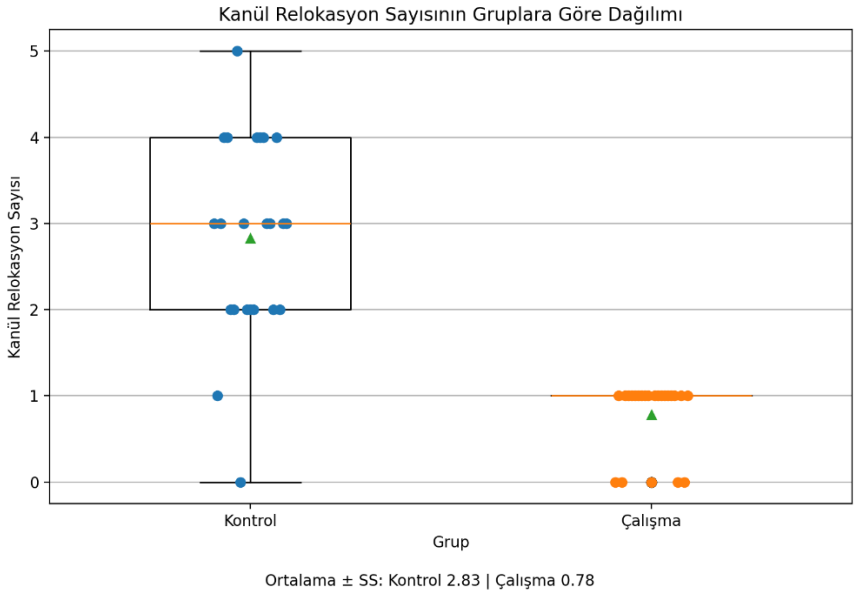
Şekil 4.1: Görsel analog skalanın zaman içindeki değişimi

İşlem zorluğunu değerlendirmek amacıyla kullanılan VAS skorları kontrol grubunda 3,00±0,95, çalışma grubunda 1,39±0,50 olarak saptandı. Çalışma grubunda işlemin operatör açısından daha düşük zorluk düzeyinde gerçekleştirildiği belirlendi (p<0,001)(Şekil 4.2).



Şekil 4.2: İşlem Zorluğu Görsel Analog Skalası

Kanül relokasyon sayısı kontrol grubunda 2,83±1,15, çalışma grubunda ise 0,78 ± 0,42 idi. Çalışma grubunda relokasyon gereksiniminin anlamlı düzeyde daha düşük olduğu saptandı (p<0,001)(Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Kanül Relokasyon Sayısı

Her iki grupta da işlem esnasında herhangi bir komplikasyon ile karşılaşılmadı.

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, çalışma grubunda uygulanan yaklaşımın intraoperatif açıdan daha kısa süreli, daha kolay uygulanabilir ve daha az kanül relokasyonu gerektiren bir yöntem olduğu görülmektedir.

Tablo 4.2: Grupların intraoperatif bulgularının karşılaştırılması

Parametre	Kontrol (n=23)	Çalışma (n=23)	p*
İşlem Süresi (sn)	483,35 ± 64,04	312,52 ± 51,55	<0,001
İşlem zorluğu VAS	3,00 ± 0,95	1,39 ± 0,50	<0,001
Kanül relokasyon sayısı	2,83 ± 1,15	0,78 ± 0,42	<0,001

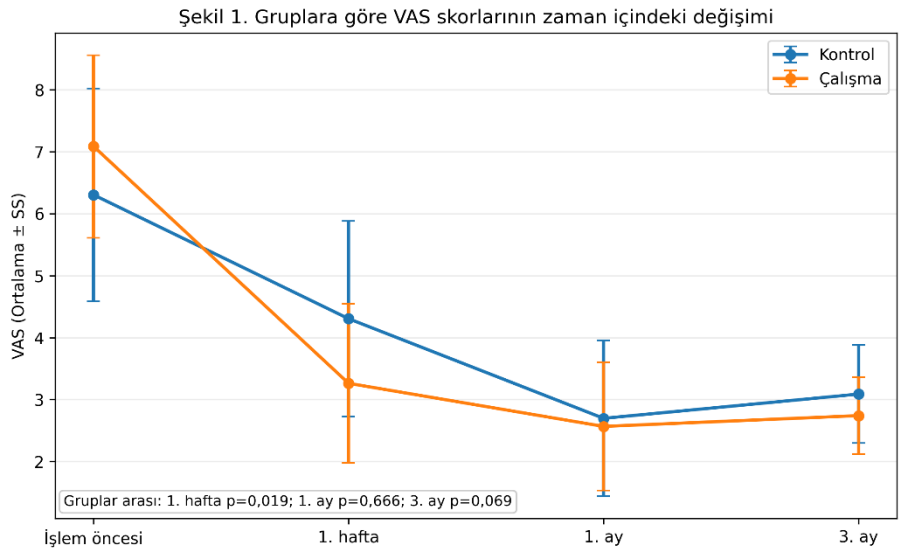
* Mann–Whitney U testi

4.3. POSTOPERATİF KLİNİK BULGULAR

Gruplara ait postoperatif klinik bulgular Tablo 4.3'te sunuldu.

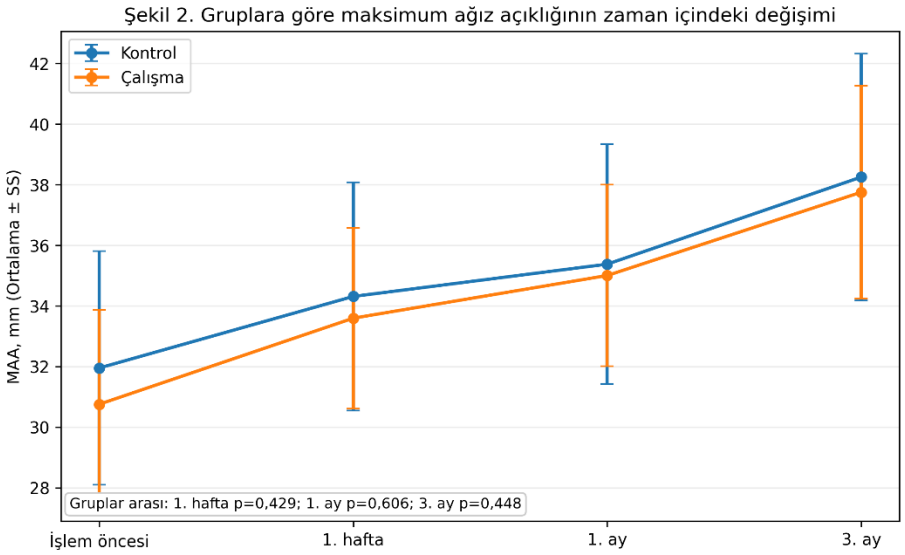
Postoperatif 1. hafta VAS skorları kontrol grubunda 4,30±1,58, çalışma grubunda 3,26±1,29 olarak bulundu. Çalışma grubunda erken dönem ağrı düzeyinin daha düşük olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü (p=0,019).

Postoperatif 1. ay VAS skorları değerlendirildiğinde, kontrol grubunda ortalama skor 2,70±1,26, çalışma grubunda 2,57±1,04 olarak saptandı. Birinci ay VAS değerleri bakımından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı (p=0,666). Postoperatif 3. ay VAS skorları ise kontrol grubunda 3,09±0,79, çalışma grubunda 2,74±0,62 olarak bulundu; ancak bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,069)(Şekil4.4.).



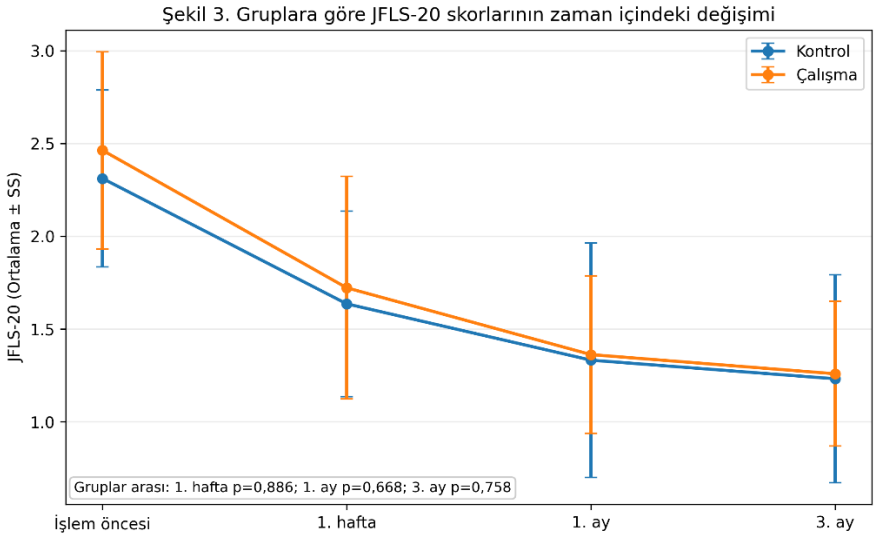
Şekil 4.4: Görsel analog skalası zaman içindeki değişim

MAA bakımından, postoperatif 1. hafta değerleri kontrol grubunda 34,31±3,76 mm, çalışma grubunda 33,60±2,98 mm olarak ölçüldü ve gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0,429). Postoperatif 1. ay MAA kontrol grubunda 35,38±3,96 mm, çalışma grubunda 35,00±2,99 mm idi; bu dönemde de gruplar arasında anlamlı farklılık izlenmedi (p=0,606). Postoperatif 3. ay MAA kontrol grubunda 38,25±4,07 mm, çalışma grubunda 37,75±3,50 mm olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0,448)(Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Maksimum ağız açıklığı zaman içindeki değişim

Fonksiyonel değerlendirmede kullanılan JFLS-20 skorları incelendiğinde, 1. hafta JFLS-20 skoru kontrol grubunda 1,64±0,50, çalışma grubunda 1,72±0,60 olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi (p=0,886). Benzer şekilde, 1. ay JFLS-20 skoru kontrol grubunda 1,33±0,63, çalışma grubunda 1,36±0,42 olup istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,668). Postoperatif 3. ay JFLS-20 skorları da sırasıyla 1,23±0,56 ve 1,26±0,39 olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi (p=0,758)(Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Çenenin fonksiyon kısıtlanma skalası - 20 değişim

Postoperatif değerlendirme genel olarak ele alındığında, çalışma grubunda yalnızca erken dönemde, yani 1. haftada ağrı kontrolü açısından anlamlı bir üstünlük bulunduğu; buna karşılık 1. ay ve 3. ay VAS, MAA ve JFLS-20 sonuçları açısından iki grubun benzer seyir gösterdiği izlendi.

Tablo 4.3: Grupların postoperatif klinik bulgularının karşılaştırılması

Parametre	Kontrol (n=23)	Çalışma (n=23)	p*
1. Hafta VAS	4,30 ± 1,58	3,26 ± 1,29	0,019
1. Ay VAS	2,70 ± 1,26	2,57 ± 1,04	0,666
3. Ay VAS	3,09 ± 0,79	2,74 ± 0,62	0,069
1. hafta MAA (mm)	34,31 ± 3,76	33,60 ± 2,98	0,429
1. Ay MAA (mm)	35,38 ± 3,96	35,00 ± 2,99	0,606
3. ay MAA (mm)	38,25 ± 4,07	37,75 ± 3,50	0,448
JFLS-20 1. hafta	1,64 ± 0,50	1,72 ± 0,60	0,886

Tablo 4.3 (devam)

JFLS-20 1. ay	1,33 ± 0,63	1,36 ± 0,42	0,668
JFLS-20 3. ay	1,23 ± 0,56	1,26 ± 0,39	0,758

* Mann–Whitney U testi

4.4. GRUP İÇİ ZAMAN İÇİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.4.1. Kontrol grubunda zaman içindeki değişim

Kontrol grubunda VAS skorlarının zaman içindeki değişimi değerlendirildiğinde, işlem öncesi, postoperatif 1. hafta, 1. ay ve 3. ay ölçümleri arasında anlamlı farklılık bulundu (Friedman testi, $p<0,001$). Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalarda işlem öncesi VAS ile 1. hafta, 1. ay ve 3. ay değerleri arasında anlamlı fark saptandı (tümü $p<0,001$). Ayrıca 1. hafta ile 1. ay ve 1. hafta ile 3. ay VAS skorları arasında da anlamlı fark bulundu (her ikisi için $p=0,001$). Buna karşılık 1. ay ile 3. ay VAS skorları arasındaki fark anlamlı değildi ($p=0,061$). Bu bulgu, kontrol grubunda ağrı düzeyinin esas olarak erken dönemde azaldığını ve 1. aydan sonra belirgin ek değişim göstermediğini düşündürmektedir.

Kontrol grubunda MAA işlem öncesinde 31,95±3,85 mm iken, postoperatif 1. haftada 34,31±3,76 mm, 1. ayda 35,38±3,96 mm ve 3. ayda 38,25±4,07 mm olarak ölçüldü. Zaman içindeki bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Friedman testi, $p<0,001$). Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalarda işlem öncesi ile tüm takip zamanları arasında anlamlı fark saptandı (tümü $p<0,001$). Ayrıca 1. hafta ile 1. ay ($p=0,002$), 1. hafta ile 3. ay ($p<0,001$) ve 1. ay ile 3. ay ($p<0,001$) arasında da anlamlı artış izlendi. Bu sonuçlar, kontrol grubunda maksimum ağız açıklığının postoperatif süreç boyunca kademeli olarak arttığını göstermektedir.

JFLS-20 skorları açısından da kontrol grubunda zaman içinde anlamlı iyileşme izlendi (Friedman testi, $p<0,001$). İşlem öncesi JFLS-20 ile 1. hafta, 1. ay ve 3. ay skorları arasında anlamlı fark saptandı (tümü $p<0,001$). Ayrıca 1. hafta ile 1. ay ($p=0,003$), 1. hafta ile 3. ay ($p<0,001$) ve 1. ay ile 3. ay ($p=0,001$) arasında da anlamlı fark bulundu. Bu bulgular, kontrol grubunda fonksiyonel kısıtlılığın zaman içinde düzenli biçimde azaldığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.4: Kontrol grubunda zaman içindeki değişimlerin değerlendirilmesi

Parametre	İşlem öncesi	1. hafta	1. ay	3.ay	p
VAS	6,30 ± 1,72	4,30 ± 1,58	2,70 ± 1,26	3,09 ± 0,79	<0,001*
JFLS-20	2,31 ± 0,48	1,64 ± 0,50	1,33 ± 0,63	1,23 ± 0,56	<0,001*
MAA (mm)	31,95 ± 3,85	34,31 ± 3,76	35,38 ± 3,96	38,25 ± 4,07	<0,001**

*Friedman testi
**Eşleştirilmiş örneklem t-testi

4.4.2 Çalışma grubunda zaman içindeki değişim

Çalışma grubunda da VAS skorlarının zaman içerisinde anlamlı değişim gösterdiği saptandı (Friedman testi, p<0,001). Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalarda işlem öncesi VAS ile 1. hafta, 1. ay ve 3. ay değerleri arasında anlamlı fark saptandı (tümü p<0,001). Buna karşılık takip zamanlarının kendi aralarındaki karşılaştırmalarda, 1. hafta ile 1. ay (p=0,113), 1. hafta ile 3. ay (p=0,119) ve 1. ay ile 3. ay (p=0,346) arasında anlamlı fark izlenmedi. Bu durum, çalışma grubunda ağrıdaki azalmanın ağırlıklı olarak erken dönemde ortaya çıktığını ve daha sonraki takiplerde görece stabil seyrettiğini düşündürmektedir.

Çalışma grubunda MAA işlem öncesinde 30,76±3,12 mm iken, postoperatif 1. haftada 33,60±2,98 mm, 1. ayda 35,00±2,99 mm ve 3. ayda 37,75±3,50 mm olarak ölçüldü. Zaman içindeki bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Friedman testi, p<0,001). Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalarda işlem öncesi ile tüm takip zamanları arasında anlamlı fark saptandı (tümü p<0,001). Ayrıca 1. hafta ile 1. ay, 1. hafta ile 3. ay ve 1. ay ile 3. ay karşılaştırmalarının tamamında da anlamlı artış izlendi (tümü p<0,001). Bu bulgu, çalışma grubunda maksimum ağız açıklığının 3. aya kadar kademeli olarak arttığını göstermektedir.

JFLS-20 skorları bakımından çalışma grubunda da anlamlı düzelme izlendi (Friedman testi, p<0,001). İşlem öncesi JFLS-20 ile 1. hafta, 1. ay ve 3. ay değerleri arasında anlamlı fark saptandı (tümü p<0,001). Takip zamanlarının kendi aralarında

yapılan karşılaştırmalarda ise 1. hafta ile 1. ay (p=0,005), 1. hafta ile 3. ay (p=0,001) ve 1. ay ile 3. ay (p<0,001) arasında anlamlı fark bulundu. Buna göre çalışma grubunda fonksiyonel kısıtlılık postoperatif süreç boyunca düzenli biçimde azalmıştır.

Tablo 4.5: Çalışma grubunda zaman içindeki değişimlerin değerlendirilmesi

Parametre	İşlem öncesi	1. hafta	1. ay	3. ay	p
VAS	7,09 ± 1,47	3,26 ± 1,29	2,57 ± 1,04	2,74 ± 0,62	<0,001*
JFLS-20	2,46 ± 0,53	1,72 ± 0,60	1,36 ± 0,42	1,26 ± 0,39	<0,001*
MAA (mm)	30,76 ± 3,12	33,60 ± 2,98	35,00 ± 2,99	37,75 ± 3,50	<0,001**

*Friedman testi
**Eşleştirilmiş örneklem t-testi

4.5. GRUPLAR ARASINDA BAŞLANGICA GÖRE DEĞİŞİM MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Gruplar arasında işlem öncesine göre değişim miktarları Tablo 4.6'da gösterildi.

VAS değişimi bakımından, işlem öncesi ile postoperatif 1. hafta arasındaki azalma kontrol grubunda -2,00±1,91, çalışma grubunda ise -3,83±2,08 olarak bulundu ve bu fark çalışma grubu lehine anlamlıydı (p=0,006). İşlem öncesi ile 1. ay arasındaki VAS değişimi kontrol grubunda -3,61±1,92, çalışma grubunda -4,52±2,02 olup gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p=0,133). İşlem öncesi ile 3. ay arasındaki VAS değişimi ise kontrol grubunda -3,22±1,81, çalışma grubunda -4,35±1,61 olarak bulundu; bu fark çalışma grubu lehine anlamlıydı (p=0,032).

MAA değişimi bakımından, işlem öncesi ile 1. hafta, 1. ay ve 3. ay arasındaki artış miktarları sırasıyla kontrol grubunda 2,36±1,00 mm, 3,43±1,41 mm ve 6,30±1,78 mm; çalışma grubunda 2,84±1,18 mm, 4,25±1,90 mm ve 7,00±2,37 mm olarak bulundu. Ancak bu değişim miktarları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p=0,244; p=0,231; p=0,429).

JFLS-20 değişimi değerlendirildiğinde, işlem öncesi ile 1. hafta, 1. ay ve 3. ay arasındaki değişim miktarları kontrol grubunda sırasıyla -0,68±0,48, -0,98±0,47 ve -1,08±0,41; çalışma grubunda ise -0,74±0,34, -1,10±0,47 ve -1,20±0,47 olarak bulundu. Bu değişimler açısından da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi (sırasıyla p=0,302; p=0,568; p=0,496).

Bu bulgular, rehberli grupta özellikle ağrıdaki erken dönem azalmanın daha belirgin olduğunu; buna karşılık MAA ve fonksiyonel düzelme açısından iki grubun benzer iyileşme gösterdiğini ortaya koymaktadır

Tablo 4.6: Gruplar arasında başlangıca göre değişim miktarlarının karşılaştırılması

Parametre	Kontrol (n=23)	Çalışma (n=23)	p*
VAS değişimi (işlem öncesi–1. hafta)	-2,00 ± 1,91	-3,83 ± 2,08	0,006
VAS değişimi (işlem öncesi–1. ay)	-3,61 ± 1,92	-4,52 ± 2,02	0,133
VAS değişimi (işlem öncesi–3. ay)	-3,22 ± 1,81	-4,35 ± 1,61	0,032
MAA değişimi (işlem öncesi–1. hafta)	2,36 ± 1,00	2,84 ± 1,18	0,244
MAA değişimi (işlem öncesi–1. ay)	3,43 ± 1,41	4,25 ± 1,90	0,231
MAA değişimi (işlem öncesi–3. ay)	6,30 ± 1,78	7,00 ± 2,37	0,429
JFLS-20 değişimi (işlem öncesi–1. hafta)	-0,68 ± 0,48	-0,74 ± 0,34	0,302

Tablo 4.6 (devam)

JFLS-20 değişimi (işlem öncesi–1. ay)	-0,98 ± 0,47	-1,10 ± 0,47	0,568
JFLS-20 değişimi (işlem öncesi–3. ay)	-1,08 ± 0,41	-1,20 ± 0,47	0,496

* Wilcoxon Signed-Rank testi

5. TARTIŞMA

Bu retrospektif çalışmada, kişiye özel rehber eşliğinde uygulanan artrosentez ile konvansiyonel artrosentez tekniği karşılaştırıldığında, iki grubun yaş, cinsiyet, işlem öncesi ağrı düzeyi, MAA ve JFLS-20 skorları bakımından benzer başlangıç özelliklerine sahip olduğu görüldü. Buna karşılık rehberli grupta işlem süresi, işlem zorluğu ve kanül relokasyon sayısı anlamlı düzeyde daha düşük bulundu. Klinik sonuçlar açısından ise rehberli grupta postoperatif 1. haftada daha düşük ağrı skoru saptanırken, 1. ay ve 3. ayda VAS, MAA ve JFLS-20 bakımından gruplar arasında anlamlı fark oluşmadı. Her iki grupta da zaman içinde ağrı skorlarında azalma, maksimum ağız açıklığında artış ve fonksiyonel kısıtlılıkta düzelme izlendi. Bu genel görünüm, rehberli yaklaşımın asıl katkısının işlemin teknik yürütülüşünde ve erken dönem konforunda ortaya çıktığını, buna karşılık artrosentezin temel terapötik etkisinin her iki teknikte de sürdüğünü düşündürmektedir.

TME bozuklukları, tek bir patolojik durumdan çok, kas-iskelet sistemi ve intraartiküler yapıların farklı düzeylerde etkilendiği heterojen bir hastalık grubudur. Elsaid ve ark. (34), bu grubun disk deplasmanı, sinovit, kapsülit ve dejeneratif eklem hastalığı gibi tabloları kapsadığını; klinik olarak ağrı, eklem sesi, mandibular hareket kısıtlılığı ve çiğneme fonksiyonunda bozulma ile seyrettiğini belirtmiştir. Aynı derlemede, TME bozukluklarının erişkinlerde yaklaşık %5-12, adölesanlarda ise %7-30 sıklığında görüldüğü ve dental ağrıdan sonra kronik orofasiyal ağrının önde gelen nedenlerinden biri olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle TME bozuklukları yalnızca lokal bir eklem sorunu değil, yaşam kalitesini, beslenme alışkanlıklarını, konuşmayı ve günlük fonksiyonları etkileyen yaygın bir klinik problem olarak değerlendirilmelidir. Çalışma da ağrı, ağız açıklığı ve fonksiyonel kısıtlılığın birlikte değerlendirilmiş olması da bu klinik yükün çok boyutlu doğasına uygundur.

İç düzensizlikler, artrosentezin en sık uygulandığı hasta grubunu oluşturmaktadır. Elsaid ve ark. (34) sinovyal sıvının viskoelastik özelliklerindeki bozulmanın, eklem yüzeyleri arasındaki sürtünmenin artmasının ve biyomekanik dengenin kaybolmasının inflamatuvar ve dejeneratif süreci tetikleyebildiğini bildirmiştir. Bu durum, artrosentezin neden yalnızca mekanik bir irrigasyon işlemi olarak değil, inflamatuvar mediyatörlerin uzaklaştırılması, adezyonların gevşetilmesi ve eklem içi basıncın yeniden dengelenmesi açısından biyolojik etkileri olan bir girişim olarak kabul edildiğini açıklamaktadır.

Çalışmada hem rehberli hem de konvansiyonel grupta VAS, MAA ve JFLS-20 bakımından zaman içinde anlamlı iyileşme saptanması, artrosentezin bu temel terapötik etkisiyle uyumludur. Dolayısıyla iki teknik arasındaki asıl farkın artrosentezin etkili olup olmaması değil, üst eklem boşluğuna hangi yöntemle daha güvenli, daha öngörülebilir ve daha az travmatik biçimde ulaşıldığı olduğu söylenebilir.

Güncel tedavi yaklaşımında konservatif yöntemler hâlen ilk basamak olarak kabul edilmektedir. Galhoum ve ark. (32) , nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar, oklüzal splint ve fizyoterapinin ilk aşamada tercih edildiğini; bunların başarısız olduğu olgularda artrosentez gibi minimal invaziv girişimlerin gündeme geldiğini belirtmiştir. Hyder ve ark. (35) da konservatif tedaviye yeterli yanıt vermeyen iç düzensizlik olgularında üst eklem boşluğuna yönelik enjeksiyon ve artrosentez benzeri girişimlerin uygulanabildiğini göstermiştir. Bu bakımdan çalışmadaki hasta grubunun, konservatif tedaviye dirençli ve girişimsel basamağa geçmiş seçilmiş bir TME bozukluğu popülasyonunu temsil ettiği söylenebilir. Bu durum çalışmanın klinik geçerliliğini artırmaktadır; çünkü gerçek hayatta rehberli artrosentez kararı da çoğu zaman bu hasta grubunda verilmektedir.

Artrosentezin klasik tekniği, üst eklem boşluğuna iki iğne ile girilen çift ponksiyonlu yöntemdir. Odabaşı ve ark. (69), Nitzan (12) tarafından tanımlanan geleneksel yaklaşımın, biri giriş diğeri çıkış yolu olarak kullanılan iki iğne ile uygulanan çift ponksiyon tekniği olduğunu ve bunun halen yaygın şekilde kullanıldığını vurgulamıştır. Aynı çalışmada artrosentezin, ağrıyı azaltan mediyatörlerin uzaklaştırılması ve adezyonların lizisi yoluyla etkili olduğu; basit, düşük maliyetli ve kısa süreli bir işlem olması nedeniyle günümüzde de yoğun olarak tercih edildiği belirtilmiştir. Bu temel teknik çerçeve, çalışmanın konvansiyonel kolunu tanımlamaktadır. Bununla birlikte artrosentez literatürü son yıllarda tek ponksiyonlu modifikasyonları da içerecek şekilde genişlemiştir. Odabaşı ve ark. (69), tek ponksiyonlu artrosentez içinde Y-şekilli kanül ve konsantrik iğne yöntemlerini karşılaştırmış; Y-şekilli kanül tekniğinin işlem süresini anlamlı biçimde azalttığını bildirmiştir. Bu sonuç, artrosentezde teknik tasarımın doğrudan intraoperatif performansı etkileyen bir değişken olduğunu göstermektedir.

Konvansiyonel teknikte en kritik basamak, giriş noktasının ve iğne yönünün doğru belirlenmesidir. Hyder ve ark. (35), klasik giriş yerinin genellikle tragusun 10 mm önünde ve kantus-tragus hattının 2 mm altında işaretlendiğini belirtmiştir. Göçmen ve ark. (29) ise tragus destekli rehber tasarımında ilk iğnenin artiküler tüberkülün posterior

eğimine göre planlandığını, ikinci iğnenin ilk iğneden 5 mm öne ve üçüncü iğnenin ikinci iğneden 2 mm aşağı yerleştirildiğini bildirmiştir. Bu farklılıklar, serbest el yaklaşımda anatomik işaretlerin hasta bazında değişebildiğini ve sabit yüzey referanslarının her zaman eklem içi gerçek geometriyi tam olarak yansıtamayabildiğini göstermektedir. Özellikle kondil morfolojisindeki değişiklikler, yumuşak doku kalınlığı ve ağız açıklığına bağlı pozisyon farklılıkları düşünüldüğünde, hastaya özel planlama teorik olarak daha yüksek doğruluk potansiyeli sunmaktadır. Çalışma da rehberli grupta işlem zorluğu ve relokasyon sayısının düşük bulunması da bu teorik üstünlüğün pratikte karşılık bulduğunu düşündürmektedir.

Fahmy ve ark. (26) rehberli grupta relokasyon gereksiniminin tamamen ortadan kalktığı rapor edilmiş olsa da çalışmada kaydedilen düşük oranlı relokasyon gereksinimi preauriküler bölgedeki yumuşak doku kalınlığı varyasyonlarına veya rehberin cilt üzerindeki mikro hareketlerine bağlanabilir. Bu noktada Yokoyama ve ark. (30) tarafından tanımlanan "Arthroguide" protokolündeki güvenlik durdurucuları gibi derinlik kontrol mekanizmalarının, iğne ucunun eklem içindeki konumunu daha hassas hale getirebileceği ve relokasyon gereksinimini daha da azaltabileceği düşünülebilir. Kendi tasarımımızdaki tragus desteği ve stabilite unsurları cerraha işlem sırasında güvenli bir dayanak sunarken, bu tür teknolojik eklemelerin gelecek tasarımlarda hata payını daha da azaltabileceği öngörülebilir.

Çalışmada rehberli grupta işlem süresi, işlem zorluğu ve kanül relokasyon sayısının belirgin şekilde düşük bulunması, rehberli artrosentez literatürü ile büyük ölçüde uyumludur. Bayram ve ark. (31), rehberli ve konvansiyonel artrosentezi karşılaştırdıkları randomize kontrollü çalışmada rehberli tekniğin özellikle prosedürel parametreler açısından avantaj sağladığını göstermiştir. Elsaid ve ark. (34) da sistematik derlemelerinde rehberli artrosentezin prosedürel doğruluğu artırdığını, iğne relokasyon gereksinimini azalttığını ve operasyon süresini kısalttığını bildirmiştir. Fahmy ve ark. (26) da rehberli grupta relokasyon gereksiniminin ortadan kalktığını ve işlem süresinin kısaldığını göstermiştir. Bu nedenle çalışmadaki teknik üstünlük, izole bir bulgu olmaktan çok, mevcut literatürde giderek daha netleşen ortak bir eğilimi yansıtmaktadır. Teknik doğruluk, özellikle TME gibi küçük, derin ve nörovasküler yapılarla yakın komşuluğu bulunan bir alanda, yalnızca cerrahın işini kolaylaştıran değil, aynı zamanda komplikasyon olasılığını azaltabilecek bir unsur olarak değerlendirilmelidir. Nitekim

çalışmada bilgisayar destekli rehber kullanımı operasyon süresini konvansiyonel yönteme göre yaklaşık %35 oranında azaltmıştır. Bu belirgin kısalma, cerrahın anatomik işaretleri arama sürecinin kısalması ve kör girişlerin yerini doğrudan hedefe yönelik manevraların almasıyla açıklanabilir.

Çalışmada kullanılan rehber; aurikula, tragus, yanak yumuşak dokusu bölgelerinden bölgeden destek alacak şekilde tasarlanmıştır. Bu çok noktalı stabilizasyon yaklaşımı, rehberin intraoperatif süreçte mikro hareketlerini ve rotasyonel kaymasını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca tasarım, çift iğne girişine uygun olarak planlanmış olup olası relokasyon gereksinimi için ek bir giriş noktası da dijital planlama aşamasında belirlenmiştir. Bu özellik, diğer rehber tasarımlarının çoğunda bulunmayan ve klinik esnekliği artıran özgün bir unsurdur.

Literatürdeki alternatif tasarımlarla karşılaştırıldığında bazı yapısal farklılıklar dikkat çekmektedir. Mahmoud ve ark. (18) tarafından tanımlanan rehber, maksiller uzantı, gövde parçası ve bağlantı kollarından oluşan üç ayrı bileşenden meydana gelmekte ve stabilizasyonunu maksiller dişler ile yanak dış konturundan sağlamaktadır. Bu tasarım, dişsiz hastalarda uygulanabilirliğini kaybetmekte; ayrıca çok parçalı yapısı montaj sırasında kümülatif hata riski taşımaktadır. Jeon ve ark. (27) kulak destekli tek parçalı bir rehber tanımlamış olsa da bu tasarım yalnızca tek iğne girişi için planlanmıştır ve çift iğneli artrosenteze doğrudan uyarlanamamaktadır. Krause ve ark. (38) tarafından geliştirilen iki parçalı modüler rehber, artroskopi gibi daha ileri girişimlere uyarlanabilme esnekliği sunmakla birlikte, alın, yanak ve cavum concha'dan destek alan geniş yüzey alanı nedeniyle üretim ve sterilizasyon süreci daha karmaşıktır. Göçmen ve ark. (29) tarafından tanımlanan tragus destekli tasarım, stabilizasyon prensibi açısından çalışmada ki yaklaşıma en yakın olanıdır; ancak bu çalışma yalnızca teknik not düzeyinde sunulmuş olup karşılaştırmalı klinik veri içermemektedir. Yokoyama ve ark. (30) ise iğne derinliğini sınırlayan güvenlik durdurucuları ekleyerek kondile güvenli mesafe bırakılmasını hedeflemiştir. Bu mekanizma derinlik kontrolü açısından değerli olmakla birlikte, çalışmadaki tasarım da bu özellik bulunmamaktadır ve gelecek versiyonlarda entegre edilmesi düşünülebilir.

Çalışmadaki rehberin ayırt edici yönleri; tek parçalı ve kolay üretilebilir yapısı, dişlerden bağımsız olması nedeniyle dişsiz veya protetik restorasyonlu hastalarda da uygulanabilirliği, çift iğne girişine ve ek relokasyon noktasına olanak tanıması ve çok

noktalı yumuşak doku desteği sayesinde geniş temas yüzeyinden kaynaklanan stabilitesidir. Bu özelliklerin klinik karşılığı olarak çalışmada rehberli grupta işlem zorluğunun ve kanül relokasyon sayısının anlamlı düzeyde düşük bulunması, tasarımın pratik uygulanabilirliğini desteklemektedir.

İşlemsel üstünlüğün klinik anlamı, tekrarlayan iğne girişimlerinin postoperatif morbidite ile ilişkisi düşünüldüğünde daha açık hale gelmektedir. Göçmen ve ark. (29), uzayan prosedür süresi ve iğne relokasyon girişimlerinin postoperatif ödem ve şişlik ile ilişkili olabileceğini; daha kısa süreli ve daha az relokasyon gerektiren bir işlemin hasta konforunu artırabileceğini belirtmiştir. Mohammed ve ark .(28) de iğne relokasyonu ve operasyon süresi uzamasının postoperatif ödem ve şişliğin başlıca nedenleri arasında olduğunu vurgulamıştır. Bu çerçevede bu çalışma da rehberli grupta hem işlem zorluğunun hem de relokasyon sayısının düşük bulunması, yalnızca cerrahi kolaylık değil, erken postoperatif dönemde daha düşük doku travması anlamına da gelebilir. Nitekim postoperatif 1. haftada rehberli grupta daha düşük VAS skoru saptanmış olması, bu yorumla uyumludur. Bu bulgu, rehberli tekniğin klinik değerinin yalnızca daha hızlı uygulanmasında değil, aynı zamanda potansiyel olarak daha az travmatik olmasında da yattığını düşündürmektedir.

Çalışmada rehberli grupta 1. hafta VAS skorlarının daha düşük olması, erken dönem ağrı kontrolü açısından rehberli tekniğin avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, Hyder ve ark. (35) ile uyumludur. Söz konusu çalışmada bilgisayar rehberli üst eklem boşluğu enjeksiyonu uygulanan grupta, erken dönemde MAA ve ağrı açısından daha hızlı düzelme bildirilmiş; altı ay sonunda maksimum ağız açıklığındaki farkın sürdüğü, buna karşın ağrı ve TME disfonksiyonu bakımından grupların benzer hale geldiği belirtilmiştir. Elsaid ve ark. (34) da rehberli tekniklerin daha hızlı ağrı azalması ve daha erken ağız açıklığı kazanımı sağlayabildiğini, ancak uzun dönem sonuçların çoğu çalışmada benzerleştiğini vurgulamıştır. Bu nedenle çalışmadaki erken dönem avantaj, literatür tarafından desteklenen beklenen bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Erken dönemde daha az ağrı, hasta memnuniyeti ve gündelik yaşama dönüş açısından klinik olarak küçümsenmeyecek bir avantaj olabilir.

Buna karşılık, 1. ay ve 3. ayda mutlak VAS, MAA ve JFLS-20 skorları açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmamış olması, rehberli yaklaşımın temel katkısının tedavinin biyolojik sonucunu değiştirmekten çok, aynı sonuca daha kontrollü biçimde

ulaşılmasına yardımcı olmak olduğu görüşünü desteklemektedir. Bayram ve ark. (31), rehberli teknikte operasyon süresinin ve girişim sayısının azalmasına rağmen klinik sonuçların benzer kaldığını bildirmiştir. Fahmy ve ark. (26) de benzer şekilde, teknik avantajlara rağmen hasta sonuçlarında belirgin ayrışma göstermemiştir. Elsaid ve ark. (34) ise mevcut klinik çalışmaların toplu değerlendirmesinde rehberli tekniğin özellikle prosedürel hassasiyet ve kısa dönem rahatlama bakımından öne çıktığını, uzun dönem sonlanımların ise çoğu çalışmada konvansiyonel teknikle benzer hale geldiğini ortaya koymuştur. Çalışmanın 1. ve 3. ay bulguları bu tabloyla büyük ölçüde örtüşmektedir.

Öte yandan literatürde rehberli tekniğin orta ve daha uzun dönemde de üstünlük bildirdiği çalışmalar bulunmaktadır. Galhoum ve ark. (32), rehberli ve konvansiyonel artrosentezi 1. hafta, 2. hafta, 1., 2., 3. ve 6. aylarda değerlendirmiş; ayrıca 3. ve 6. aylarda manyetik rezonans görüntüleme ile inceleme yapmıştır. Bu çalışmada ağrı, MAA ve klik bakımından rehberli grup lehine daha hızlı ve daha belirgin klinik iyileşme bildirildiği görülmektedir. Bu sonuç, çalışma serisinde 3. ayda mutlak skorlar açısından fark oluşmamış olmasıyla tam olarak örtüşmemektedir. Ancak hasta seçimi, ek uygulanan ajanlar, takip planı ve örneklem büyüklüğü gibi metodolojik farklılıklar dikkate alındığında, bu ayrışma beklenebilir. Ayrıca bu çalışma da 3. ay mutlak VAS farkı anlamlı olmasa da başlangıca göre VAS değişimi açısından rehberli grup lehine daha belirgin düzelme izlenmiş olması, orta dönemde etkinin tamamen kaybolmadığını, ancak mutlak klinik düzeyde belirgin ayrışma oluşturacak kadar güçlü olmadığını düşündürmektedir. Bu nokta, rehberli sistemlerin etkisini yorumlarken mutlak skor ile başlangıca göre değişim kavramlarının birbirinden ayrılması gerektiğini göstermektedir.

MAA bakımından her iki grupta da 3. aya kadar kademeli ve anlamlı artış saptanması, artrosentezin terapötik etkisinin her iki teknikte de sürdüğünü göstermektedir. Çalışmada MAA'nın zaman içinde düzenli olarak artması, üst eklem boşluğuna başarıyla ulaşıldıktan sonra lavaj işleminin ortak biyolojik etkisini yansıtmaktadır. Hyder ve ark. (35), rehberli yaklaşım lehine daha hızlı ağız açıklığı kazanımı bildirmiştir. Galhoum ve ark. (32) ise 6. aya kadar rehberli teknik lehine ağız açıklığı üstünlüğü rapor etmiştir. Buna karşılık Elsaid ve ark. (34), MAA açısından uzun dönem üstünlüğün tüm çalışmalarda tutarlı olmadığını belirtmiştir. Çalışmanın sonuçları bu çerçevede değerlendirildiğinde, rehberli tekniğin MAA artışını hızlandırabilse bile

orta dönemde mutlak değerler bakımından konvansiyonel tekniği belirgin biçimde geride bırakmadığı söylenebilir.

Fonksiyonel iyileşme açısından JFLS-20 skorlarının her iki grupta da 3. aya kadar düzenli biçimde düzelmesi, artrosentezin ağrı azalması ve hareket açıklığındaki artışla paralel bir fonksiyonel kazanım sağladığını düşündürmektedir. Buna karşın JFLS-20 skorları ve değişim miktarları bakımından gruplar arasında fark oluşmaması, rehberli tekniğin fonksiyonel toparlanmaya katkısının daha çok dolaylı olduğunu göstermektedir. Hyder ve ark. (35), modifiye Helkimo klinik disfonksiyon indeksi ile yaptıkları değerlendirmede de iki grup arasında uzun dönem disfonksiyon farkının belirginleşmediğini göstermiştir. Bu nedenle çalışmanın JFLS-20 sonuçları, rehberli tekniğin fonksiyonu doğrudan dönüştüren bir yöntemden çok, prosedürü optimize eden bir yaklaşım olduğunu desteklemektedir.

Her iki grupta da ciddi komplikasyon, kalıcı fasiyal sinir hasarı, hematom, enfeksiyon, timpanik membran perforasyonu veya kafa tabanı penetrasyonu gözlenmemiştir. Bu sonuç, Krause ve ark. ile Mahmoud ve ark. (18,38) tarafından bildirilen rehberli işlemlerde komplikasyon görülmediği yönündeki bulgularla uyumludur. Bununla birlikte komplikasyon görülmemiş olması, yöntemin tamamen risksiz olduğu anlamına gelmemektedir; daha geniş örneklemli ve daha uzun takipli seriler bu konudaki güvenlik profilini daha net ortaya koyacaktır.

Hastaya özel rehberlerin ağız, diş ve çene cerrahisindeki genel kullanımı düşünüldüğünde, bu sistemlerin avantaj ve dezavantajlarını daha geniş bir dijital cerrahi bağlamında değerlendirmek gerekir. Zoabi ve ark. (25), üç boyutlu baskı ve sanal cerrahi planlamanın oral ve maksillofasiyal cerrahide cerrahi doğruluğu artırabildiğini, hasta anatomisine göre özelleştirilmiş rehber ve implant tasarımına imkân tanıdığını ve sinir hasarı gibi riskleri azaltmaya yardımcı olabildiğini belirtmiştir. Kim ve ark. (66) ise üç boyutlu baskı ile sanal cerrahi planlamanın hasta merkezli, daha öngörülebilir ve daha hassas bir cerrahi süreç sağladığını; ancak bunun için yazılım eğitimi ve belirgin bir öğrenme eğrisi gerektiğini vurgulamıştır. Bu genel değerlendirme TME artrosentezi için de geçerlidir. Rehberli sistemler giriş yolunu standardize eder, anatomik varyasyonlardan kaynaklanan belirsizliği azaltır ve işlemi daha tekrarlanabilir hale getirir; ancak bunun karşılığında ek görüntüleme, dijital planlama, tasarım ve üretim süreci gerektirir. Bu

nedenle rehberli yaklaşımın klinik faydası yalnızca sonuçlara değil, klinik akış ve maliyet dengesi içinde de değerlendirilmelidir.

TME artrosentezine özgü rehber tasarımlarında stabilizasyon, derinlik kontrolü ve hasta pozisyonunun korunması kritik parametrelerdir. Mahmoud ve ark. (18), hastaya özel rehberlerin üst eklem boşluğuna doğrudan erişim sağlamada yararlı olduğunu, başarısız bulunan tek olguda ise sorunun BT sırasında planlanan maksimum ağız açıklığının operasyonda sürdürülememesi ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu bulgu, rehberli sistemlerin başarısının yalnızca iyi bir tasarıma değil, planlama koşullarının operasyona doğru aktarılmasına da bağlı olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Yokoyama ve ark. (30), iğne derinliğini kontrol eden güvenlik durdurucuları ile kondile güvenli mesafeyi korumayı amaçlamıştır. Bu tür tasarımlar, rehberli artrosentezin neden teknik olarak daha öngörülebilir sonuçlar verdiğini açıklamaktadır. Çalışmadaki düşük relokasyon sayısı ve işlem zorluğu da bu tasarım ilkelerinin klinik karşılığı olarak değerlendirilebilir. Bu noktada rehberli artrosentezin başarısının yalnızca rehber kullanılmış olmasına değil, rehberin stabilizasyon yüzeyine, planlama doğruluğuna ve hasta pozisyonunun operasyonda korunmasına bağlı olduğu akılda tutulmalıdır.

Khallaf ve Sidebottom (36), kör ponksiyon tekniğinin ekstraartiküler enjeksiyon, çoklu ponksiyon ve nörovasküler yaralanma gibi riskler taşıyabildiğini; buna karşılık üç boyutlu model üzerinden hazırlanan rehber stentin daha öngörülebilir ve hızlı bir yaklaşım sağlayabildiğini belirtmiştir. Aynı teknik notta, bu stentin postoperatif ağrı ve zaman tasarrufu bakımından avantaj sağlayabildiği bildirilmiştir. Bu yayınlar, rehberli sistemlerin teorik değerini desteklemektedir. Buna karşılık klinik rutine geçişte her merkezin yeterli dijital altyapıya, yazılım deneyimine ve üretim kapasitesine sahip olmaması, bu tekniklerin yaygın kullanımını sınırlayabilir. Dolayısıyla rehberli artrosentez, teknik doğruluğu artıran ancak ek organizasyon ve altyapı gerektiren bir yöntem olarak değerlendirilmelidir. Bu durum, özellikle tek merkezli uygulamalarda yöntem seçiminin yalnızca klinik sonuçlara değil, merkezin teknik kapasitesine göre de şekillenebileceğini göstermektedir.

Çalışmadaki tüm işlemlerin TME artrosentezinde deneyimli tek bir cerrah tarafından uygulanmış olması, yöntemsel standardizasyon açısından avantaj sağlamaktadır. Öte yandan dikkat çekici olan nokta, yüksek deneyim düzeyine rağmen rehberli tekniğin işlem süresi ve zorluğunda anlamlı azalma sağlamış olmasıdır. Kazarian

ve ark. (33), rehberli sistemlerin özellikle deneyimi sınırlı cerrahlar için artrosentezi kolaylaştırabilecek bir araç olduğunu belirtmiştir. Çalışmanın bulguları, bu avantajın deneyimli cerrahlarda da geçerliliğini koruduğunu düşündürmektedir. Dolayısıyla gelecek çalışmalarda farklı deneyim düzeylerindeki cerrahların karşılaştırılması, rehberli tekniğin öğrenme eğrisini kısaltma potansiyelini daha net ortaya koyabilir.

Bu çalışmanın önemli katkılarından biri, 3. ay verisinin değerlendirmeye dahil edilmiş olmasıdır. Böylece yalnızca erken dönem değil, orta dönem klinik seyir de ortaya konabilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre VAS'taki esas düzelme her iki grupta da erken dönemde gerçekleşmiş, buna karşılık MAA ve JFLS-20 bakımından iyileşme 3. aya kadar sürmüştür. Bu bulgu, ağrı kontrolü ile fonksiyonel toparlanmanın zamansal eğrisinin aynı olmadığını düşündürmektedir. Ağrı daha erken plato çizerken, fonksiyonel iyileşme ve ağız açıklığı kazanımı daha uzun süre devam edebilmektedir. Bu gözlem, Hyder ve ark. (35) ile Galhoum ve ark. (32) tarafından bildirilen uzunlamasına değişim örüntüsü ile genel olarak uyumludur. Bu yönüyle 3. ay verisinin çalışmaya dahil edilmiş olması, tartışmanın yalnızca kısa dönem sonuçlar üzerinden yürütülmesini engellemiş ve klinik seyri daha dengeli yorumlama imkânı vermiştir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle retrospektif tasarım, hasta seçimi ve takip standardizasyonu bakımından prospektif randomize çalışmalara göre daha sınırlı bir metodolojik çerçeve sunmaktadır. İkinci olarak, 3. ay takip önemli bir avantaj sağlamakla birlikte, 6. ay ve daha uzun dönem sonuçlar için doğrudan veri bulunmaması rehberli tekniğin daha geç dönem etkilerini değerlendirmeyi sınırlandırmaktadır. Bu nedenle özellikle prospektif, daha büyük örneklemli ve daha uzun takip süreli çalışmaların gerekli olduğu açıktır. Bunun yanında çalışmadaki tüm işlemlerin aynı cerrah tarafından uygulanmış olması yöntemsel standardizasyon açısından avantaj sağlarken, elde edilen işlemsel üstünlüğün farklı deneyim düzeylerine sahip uygulayıcılarda aynı ölçüde ortaya çıkıp çıkmayacağı sorusunu da açık bırakmaktadır.

Çalışma da yalnızca operasyon süresi değerlendirilmiş olup, rehber hazırlık süreci, yani KIBT, segmentasyon, dijital planlama, üç boyutlu baskı ve sterilizasyon basamakları ayrıca kayıt altına alınmamıştır. Bayram ve ark. (31), rehber hazırlama süresini ortalama 57 dakika olarak bildirmiş ve toplam prosedür süresinin rehberli grupta konvansiyonel gruba kıyasla daha uzun olduğunu göstermiştir. Bu nedenle rehberli artrosentezin operasyon süresi avantajının, toplam klinik süre ve kaynak kullanımı

bağlamında da değerlendirilmesi gerekir. Bununla birlikte dijital planlama ve baskı süreçlerinin operasyon günü dışında tamamlanabilmesi, ameliyathane süresinin doğrudan kısalması anlamına gelmekte ve bu açıdan operasyon süresi ayrı bir klinik değer taşımaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları kişiye özel rehber eşliğinde yapılan artrosentezin TME bozukluklarının tedavisinde konvansiyonel tekniğe göre belirgin bir işlemsel avantaj sağladığını göstermektedir. Bu avantaj daha kısa işlem süresi, daha düşük işlem zorluğu ve daha az kanül relokasyon gereksinimi şeklinde ortaya çıkmıştır. Klinik açıdan rehberli yaklaşım erken dönemde ağrı kontrolüne katkı sağlayabilmekte, ancak 1. ay ve 3. ayda MAA ve fonksiyonel sonuçlar açısından belirgin üstünlük göstermemektedir. Mevcut literatürle birlikte değerlendirildiğinde, rehberli artrosentezin esas değerinin artrosentezin biyolojik etkisini değiştirmesinden çok, bu etkiyi daha güvenli, daha öngörülebilir, daha standardize ve muhtemelen daha konforlu biçimde elde etmeye yardımcı olması olduğu söylenebilir. Bu nedenle rehberli sistemler özellikle teknik zorluk beklenen olgularda, anatomik varyasyonun belirgin olduğu hastalarda ve prosedürel standardizasyonun önemli olduğu klinik ortamlarda anlamlı bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, rehberli yaklaşımın rutin uygulamada standart hale gelip gelmeyeceği sorusu, uzun dönem sonuçlar, maliyet-etkinlik analizi ve farklı cerrah deneyim düzeylerini içeren ileri çalışmalarla daha net yanıtlanabilecektir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, rehberli artrosentez protokolünün başarısını daha üst seviyeye taşımak için tasarım aşamasına derinlik kontrolü sağlayan güvenlik durdurucuları gibi mekanik eklentilerin dahil edilmesi önerilmektedir. Çalışma da rehberli grupta gözlenen mikro düzeydeki iğne relokasyon ihtiyaçlarının, bu tür teknolojik güncellemelerle tamamen elimine edilebileceği öngörülmektedir. Ayrıca, bu dijital protokolün daha geniş hasta popülasyonlarında ve bir yılı aşan uzun dönemli takiplerle prospektif randomize kontrollü çalışmalar bünyesinde değerlendirilmesi, yöntemin standart cerrahi rutin içerisindeki yerini sağlamlaştıracaktır. KIBT verilerinin 3B yazıcı teknolojisiyle entegre edildiği bu tür minimal invaziv yaklaşımların, özellikle karmaşık anatomik varyasyonlara sahip vakalarda komplikasyon riskini azaltmak adına cerrahi eğitim ve pratik süreçlerine dahil edilmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Young A. Internal Derangements of the Temporomandibular Joint: A Review of the Anatomy, Diagnosis, and Management. The Journal of the Indian Prosthodontic Society. Ocak 2015;15:2-7. doi:10.4103/0972-4052.156998
2. Wilkes CH. Internal Derangements of the Temporomandibular Joint. Pathological Variations. Archives of otolaryngology-\/-head & neck surgery. Nisan 1989;115 4:469-77. doi:10.1001/archotol.1989.01860280067019
3. Westesson P, Bronstein SL, Liedberg J. Internal Derangement of the Temporomandibular Joint: Morphologic Description with Correlation to Joint Function. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology. Nisan 1985;59 4:323-31. doi:10.1016/0030-4220(85)90051-9
4. Tanaka E, Detamore M, Mercuri L. Degenerative Disorders of the Temporomandibular Joint: Etiology, Diagnosis, and Treatment. Journal of Dental Research. Nisan 2008;87:296-307. doi:10.1177/154405910808700406
5. Kapos F, Exposto F, Oyarzo JF, Durham J. Temporomandibular Disorders: A Review of Current Concepts in Aetiology, Diagnosis and Management. Oral surgery. Ekim 2020;13 4:321-34. doi:10.1111/ors.12473
6. List T, Jensen R. Temporomandibular Disorders: Old Ideas and New Concepts. Cephalalgia. Ocak 2017;37:692-704. doi:10.1177/0333102416686302
7. Naeije M, Veldhuis A, Veldhuis E, Visscher C, Lobbezoo F. Disc Displacement Within the Human Temporomandibular Joint: A Systematic Review of a "Noisy Annoyance". Journal of oral rehabilitation. Şubat 2013;40 2:139-58. doi:10.1111/joor.12016
8. AL-Belasy F, Dolwick M. Arthrocentesis for the treatment of temporomandibular joint closed lock: a review article. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2007;36 9:773-82. doi:10.1016/J.IJOM.2007.04.005
9. Gauer RL, Semidey MJ. Diagnosis and Treatment of Temporomandibular Disorders. afp. 15 Mart 2015;91(6):378-86.
10. Manfredini D, Bonnini S, Arboretti R, Guarda-Nardini L. Temporomandibular joint osteoarthritis: an open label trial of 76 patients treated with arthrocentesis plus hyaluronic acid injections. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2009;38 8:827-34. doi:10.1016/j.ijom.2009.03.715
11. Tatli U, Benlidayi ME, Ekren O, Salimov F. Comparison of the effectiveness of three different treatment methods for temporomandibular joint disc displacement without reduction. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. Mayıs 2017;46(5):603-9. doi:10.1016/j.ijom.2017.01.018
12. Nitzan D, Dolwick M, Martinez GA. Temporomandibular joint arthrocentesis: a simplified treatment for severe, limited mouth opening. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 1991;49 11:1163-7; discussion 1168-70. doi:10.1016/0278-2391(91)90409-F
13. Fidele NB, Simplot TM, Augustin MM, Grace PL, Pierre MM, Julia ZM, vd. Controversies in the management of arthrocentesis treatment of temporomandibular joint disorders: systematic review. Journal of Medicine and Life. 01 Ağustos 2025;18. doi:10.25122/jml-2024-0402
14. Monje-Gil F, Nitzan D, González-García R. Temporomandibular joint arthrocentesis. Review of the literature. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal. 2012;17:e575-81. doi:10.4317/medoral.17670
15. Sakamoto I, Yoda T, Tsukahara H, Imai H, Enomoto S. Comparison of the Effectiveness of Arthrocentesis in Acute and Chronic Closed Lock: Analysis of Clinical and Arthroscopic Findings. CRANIO®. Ekim 2000;18(4):264-71. doi:10.1080/08869634.2000.11746140
16. Davoudi A, Khaki H, Mohammadi I, Daneshmand M, Tamizifar A, Bigdelou M, vd. Is arthrocentesis of temporomandibular joint with corticosteroids beneficial? A systematic review. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal. 2018;23:e367-75. doi:10.4317/medoral.21925
17. Asadpour N, Shooshtari Z, Kazemian M, Gholami M, Vatanparast N, Samieirad S. Combined Platelet-Rich Plasma and Hyaluronic Acid can Reduce Pain in Patients Undergoing Arthrocentesis for Temporomandibular Joint Osteoarthritis. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2022. doi:10.1016/j.joms.2022.05.002
18. Mahmoud K, Galal N, Ali S, Gibaly A, Behairy ME, Mounir M. Computer-Guided Arthrocentesis Using Patient-Specific Guides: A Novel Protocol for Treatment of Internal Derangement of the Temporomandibular Joint. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2019. doi:10.1016/j.joms.2019.10.005

19. Vaira L, Raho MT, Soma D, Salzano G, Orabona GD, Piombino P, vd. Complications and Post-Operative Sequelae of Temporomandibular Joint Arthrocentesis. CRANIO®. Temmuz 2018;36:264-7. doi:10.1080/08869634.2017.1341138
20. Nitzan D, Naaman H. Athrocentesis: What, When, and Why? Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America. Eylül 2022;30 2:137-45. doi:10.1016/j.cxom.2022.06.008
21. Baş B, Singer E, Çankaya R. What Are the Intraoperative and Early Postoperative Complications of Temporomandibular Joint Arthrocentesis? Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 02 Ocak 2025;83. doi:10.1016/j.joms.2024.12.012
22. Siewert-Gutowska M, Pokrowiecki R, Kamiński A, Zawadzki P, Stopa Z. State of the Art in Temporomandibular Joint Arthrocentesis-A Systematic Review. Journal of Clinical Medicine. 30 Haziran 2023;12. doi:10.3390/jcm12134439
23. Aragón-Niño Í, Moreiras-Sanchez Á, Del Castillo-Pardo De Vera J, Pampín-Martinez M, Barajas-Blanco M, Cebrián-Carretero J. 3D designed in-house positioning and cutting guide system for genioplasty surgery. Technical note and case report. Journal of Clinical and Experimental Dentistry. 01 Ocak 2023;15. doi:10.4317/jced.60896
24. Rabel K, Lüchtenborg J, Linke M, Burkhardt F, Roesner A, Nold J, vd. 3D printed versus milled stabilization splints for the management of bruxism and temporomandibular disorders: study protocol for a randomized prospective single-blinded crossover trial. Trials. 2024;25. doi:10.1186/s13063-024-08437-7
25. Zoabi A, Redenski I, Oren D, Kasem A, Zigron A, Daoud S, vd. 3D Printing and Virtual Surgical Planning in Oral and Maxillofacial Surgery. Journal of Clinical Medicine. 2022;11. doi:10.3390/jcm11092385
26. Fahmy A, Mohamed N, Halawani GE. 3D PRINTED COMPUTER GUIDED Vs CONVENTIAL ARTHROCENTESIS IN THE MANAGEMENT OF TEMPOROMANDIBULAR JOINT INTERNAL DERANGEMENT. Alexandria Dental Journal. 2023. doi:10.21608/adjalexu.2022.166907.1319
27. Jeon JH, Park SH, Yun P, Ku JK. A customized guide device for single needle arthrocentesis on temporomandibular joint. Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2025;51:95-101. doi:10.5125/jkaoms.2025.51.2.95
28. Mohammed MS, Hany HED, Fadly MAEAE, Taha MM. A Novel Design of Computer-Assisted 3D-Printed TMJ Arthrocentesis Guide (Technical Note). The Journal of craniofacial surgery. 2024. doi:10.1097/SCS.0000000000010306
29. Göçmen G, Bayram F, Özkan Y. Arthrocentesis of temporomandibular joint with a tragus-supported guide: a technical note. The British journal of oral & maxillofacial surgery. 2020. doi:10.1016/j.bjoms.2020.07.025
30. Yokoyama PJI, Shinohara E, Horikawa F, Franco A, Oenning A. Arthroguide: Development of a Surgical Guide for Temporomandibular Joint Arthrocentesis. Journal of Maxillofacial and Oral Surgery. 2025. doi:10.1007/s12663-025-02617-x
31. Bayram F, ABBASGHOLIZADEH ZŞ, Göçmen G. Comparative Evaluation of Conventional Arthrocentesis versus Template-Guided Arthrocentesis for Temporomandibular Joint Disorders: A Randomized Controlled Trial. Yeditepe Dental Journal. 2025. doi:10.5505/yeditepe.2025.38981
32. Galhoum MAI, Saad KA, Beder RR, Breshah M. Computer-guided versus conventional arthrocentesis in treatment of anterior disc displacement of temporomandibular joint. Tanta Dental Journal. 2024. doi:10.4103/tdj.tdj_2_24
33. Kazarian GG., Бекреев ВВ, Труфанов ВД, Саркисян МС, Чхиквадзе ТВ, Джуманиязова ЭД. Current approaches to guided arthrocentesis of the temporomandibular joint: A review. Клиническая стоматология. 2023. doi:10.37988/1811-153x_2023_2_164
34. Elsaid M, Altuhafy M, Elwaseef S, Qassim K, Khan J. Effectiveness of computer-guided versus conventional arthrocentesis in the management of temporomandibular joint disorders: a systematic review of clinical studies. Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology. 2026. doi:10.1016/j.oooo.2026.01.004
35. Hyder A, Tawfik BE, Elmohandes W. Efficacy of computer-guided versus conventional sodium hyaluronate injection in superior joint space in treatment of Temporomandibular Joint (TMJ) Internal Derangement: Comparative randomized controlled trial. Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery. 2022. doi:10.1016/j.jormas.2022.05.007
36. Khallaf M, Sidebottom A, Watson J. Khallaf and Sidebottom Guiding Stent for Temporomandibular Joint Arthrocentesis: A New Era for Joint Space Puncturing Techniques (Registered Technical Note). C. 6. 2019;6:27-35.

37. Abboud W. Novel guide device for temporomandibular joint arthroscopy. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2020. doi:10.1016/j.ijom.2020.02.013
38. Krause M, Dörfler H, Kruber D, Hümpfner-Hierl H, Hierl T. Template-based temporomandibular joint puncturing and access in minimally invasive TMJ surgery (MITMJS) – a technical note and first clinical results. Head & Face Medicine. 2019;15. doi:10.1186/s13005-019-0194-8
39. Griffin CJ, Hawthorn R, Harris R. Anatomy and Histology of the Human Temporomandibular Joint. Monographs in oral science. 1975;4:1-26. doi:10.1159/000397863
40. Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, Clavero JA, Lorente M, Serra I, vd. Anatomy of the temporomandibular joint. Semin Ultrasound CT MR. Haziran 2007;28(3):170-83. doi:10.1053/j.sult.2007.02.002 PubMed PMID: 17571700.
41. Schwartz LL. Clinical Anatomy and Physiology of the Temporomandibular Joint. The British journal of oral surgery. 1964;2 1:20-7. doi:10.1016/S0007-117X(64)80003-2
42. Christo J, Bennett S, Wilkinson T, Townsend G. Discal Attachments of the Human Temporomandibular Joint. Australian dental journal. Eylül 2005;50 3:152-60. doi:10.1111/j.1834-7819.2005.tb00354.x
43. Choukas N, Sicher H. The Structure of the Temporomandibular Joint. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology. Ekim 1960;13:1203-13. doi:10.1016/0030-4220(60)90093-1
44. Osborn J. The Disc of the Human Temporomandibular Joint: Design, Function and Failure. Journal of oral rehabilitation. Temmuz 1985;12 4:279-93. doi:10.1111/j.1365-2842.1985.tb01283.x
45. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. Elsevier; 2020.
46. Osborn J. A Model to Describe How Ligaments May Control Symmetrical Jaw Opening Movements in Man. Journal of oral rehabilitation. Kasım 1993;20 6:585-604. doi:10.1111/j.1365-2842.1993.tb01646.x
47. Carpentier P, Yung J, Marguelles-Bonnet R, Meunissier M. Insertions of the Lateral Pterygoid Muscle: An Anatomic Study of the Human Temporomandibular Joint. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. Haziran 1988;46 6:477-82. doi:10.1016/0278-2391(88)90417-x
48. Wilkinson T. The Relationship Between the Disk and the Lateral Pterygoid Muscle in the Human Temporomandibular Joint. The Journal of prosthetic dentistry. Aralık 1988;60 6:715-24. doi:10.1016/0022-3913(88)90406-4
49. Ferrario V, Sforza C, Miani A, Serrao G, Tartaglia G. Open-Close Movements in the Human Temporomandibular Joint: Does a Pure Rotation Around the Intercondylar Hinge Axis Exist? Journal of oral rehabilitation. Haziran 1996;23 6:401-8. doi:10.1111/j.1365-2842.1996.tb00871.x
50. Kino K, Ohmura Y, Amagasa T. Reconsideration of the Bilaminar Zone in the Retrodiskal Area of the Temporomandibular Joint. Oral surgery, oral medicine, and oral pathology. Nisan 1993;75 4:410-21. doi:10.1016/0030-4220(93)90162-w
51. Mapelli A, Galante D, Lovecchio N, Sforza C, Ferrario V. Translation and Rotation Movements of the Mandible During Mouth Opening and Closing. Clinical Anatomy. Nisan 2009;22. doi:10.1002/ca.20756
52. Derwich M, Mitus-Kenig M, Pawłowska E. Mechanisms of Action and Efficacy of Hyaluronic Acid, Corticosteroids and Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Temporomandibular Joint Osteoarthritis—A Systematic Review. International Journal of Molecular Sciences. 2021;22. doi:10.3390/ijms22147405
53. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, vd. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network* and Orofacial Pain Special Interest Group†. J Oral Facial Pain Headache. 2014;28(1):6-27. doi:10.11607/jop.1151 PubMed PMID: 24482784; PubMed Central PMCID: PMC4478082.
54. De Leeuw R. Internal Derangements of the Temporomandibular Joint. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America. Mayıs 2008;20(2):159-68. doi:10.1016/j.coms.2007.12.004
55. Stegenga B. Osteoarthritis of the Temporomandibular Joint Organ and Its Relationship to Disc Displacement. Journal of orofacial pain. 2001;15 3:193-205.
56. Delpachitra SN, Dimitroulis G. Osteoarthritis of the temporomandibular joint: a review of aetiology and pathogenesis. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. Mayıs 2022;60(4):387-96. doi:10.1016/j.bjoms.2021.06.017
57. Emshoff R, Rudisch A. Are internal derangement and osteoarthrosis linked to changes in clinical outcome measures of arthrocentesis of the temporomandibular joint? Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. Ekim 2003;61(10):1162-7. doi:10.1016/S0278-2391(03)00676-1

58. Haskin C, Milam S, Cameron I. Pathogenesis of Degenerative Joint Disease in the Human Temporomandibular Joint. Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists. 1995;6 3:248-77. doi:10.1177/10454411950060030601
59. Dimitroulis G. A new surgical classification for temporomandibular joint disorders. International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. Şubat 2013;42(2):218-22. doi:10.1016/j.ijom.2012.11.004
60. Thorpe A, Haddad Y, Hsu J. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials comparing arthrocentesis with conservative management for painful temporomandibular joint disorder. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2023. doi:10.1016/j.ijom.2022.12.005
61. Hu Y, Zhang X, Liu S, Xu F. Ultrasound-guided vs conventional arthrocentesis for management of temporomandibular joint disorders: A systematic review and meta-analysis. CRANIO®. 04 Mayıs 2023;41(3):264-73. doi:10.1080/08869634.2020.1829870
62. Alpaslan G, Alpaslan C. Efficacy of temporomandibular joint arthrocentesis with and without injection of sodium hyaluronate in treatment of internal derangements. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2001;59 6:613-8; discussion 618-9. doi:10.1053/JOMS.2001.23368
63. Breik O, Devrukhkar V, Dimitroulis G. Temporomandibular joint (TMJ) arthroscopic lysis and lavage: Outcomes and rate of progression to open surgery. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 01 Aralık 2016;44(12):1988-95. doi:10.1016/j.jcms.2016.09.017
64. Carvajal W, Laskin D. Long-term evaluation of arthrocentesis for the treatment of internal derangements of the temporomandibular joint. Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2000;58 8:852-5; discussion 856-7. doi:10.1053/JOMS.2000.8201
65. Tozoglu S, Al-Belasy FA, Dolwick MF. A review of techniques of lysis and lavage of the TMJ. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. Haziran 2011;49(4):302-9. doi:10.1016/j.bjoms.2010.03.008
66. Kim JY, Lee Y chan, Kim SG, Garagiola U. Advancements in Oral Maxillofacial Surgery: A Comprehensive Review on 3D Printing and Virtual Surgical Planning. Applied Sciences. 2023. doi:10.3390/app13179907
67. Lin HH, Lonic D, Lo LJ. 3D printing in orthognathic surgery − A literature review. Journal of the Formosan Medical Association. Temmuz 2018;117(7):547-58. doi:10.1016/j.jfma.2018.01.008
68. Wang P, Wang Y, Xu H, Huang Y, Shi Y, Chen S, vd. Effect of offset on the precision of 3D-printed orthognathic surgical splints. Clin Oral Invest. 06 Temmuz 2023;27(9):5141-51. doi:10.1007/s00784-023-05134-8
69. Odabaşi O, Şentürk MF, Polat ME, Durmuş Hİ. Intraoperative comparison of Y-shape cannula and concentric needle techniques in single-puncture temporomandibular joint arthrocentesis. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 01 Mayıs 2025;53(5):523-7. doi:10.1016/j.jcms.2025.01.031

EK

ETİK KURUL ONAYI

Evrak Tarih ve Sayısı: 25.05.2025-38899

T.C.
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
HAMİDİYE BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Toplantı Tarihi : 08.05.2025
Toplantı Sayısı : 2025/10
Karar Sayısı : 10/6

Kurulumuza değerlendirilmek üzere sunulan Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Tepecik'in sorumlu, Dt. Karacakurtoğlu'nun yardımcı araştırmacı olduğu 25/104 kayıt numaralı **"Bilgisayar Destekli Kişiye Özel Artrosentez Rehberi İle Uygulanan Artrosentezin Konvensiyonel Artrosenteze Göre Klinik Etkinliğinin Değerlendirilmesi: Retrospektif İnceleme"** başlıklı proje önerisi kurulumuzun 8.5.2025 tarihli toplantısında değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur.

Prof. Dr. Yasemin AYDIN KARTAL
Başkan

Doç. Dr. Muzaffer AKDOĞAN
Başkan Yardımcısı

Prof. Dr. Papatya KELEŞ
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Abubekir ELTAS
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Neslihan ÜSTÜNDAĞ OKUR
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Günseli GÜVEN POLAT
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Selda RIZALAR
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Derya BÜYÜKKAYHAN
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Mazhar Müslüm TUNA
Etik Kurul Üyesi

Prof. Dr. Serpil UĞRAŞ
Etik Kurul Üyesi

Doç. Dr. Eray Metin GÜLER
Etik Kurul Üyesi

Doç. Dr. Gamze TEMİZ
Etik Kurul Üyesi

Doç. Dr. Esra ÇİKLER
Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Serhat ARAS
Etik Kurul Üyesi

Doç. Dr. Yıldız BİLGE
Etik Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Banu BAYRAM
Etik Kurul Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Hasan DEMİRCİ
Öğretim Üyesi

13.05.2025 Memur Feyzanur SEZGİN

Evrakı Doğrulamak İçin : https://www.turkiye.gov.tr/sbu-ebys?eD=BSN6J4LY3V&eS=38899

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.