



**MANDİBULAR KORPUS KIRIKLARININ CERRAHİ
TEDAVİSİNDE UYGULANAN ÇEŞİTLİ FİKSASYON
METODLARININ STABİLİZASYON ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Mehmet Zahit BAŞ

**Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı
Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Ertan Yalçın
Uzmanlık Tezi-2017**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**MANDİBULAR KORPUS KIRIKLARININ CERRAHİ
TEDAVİSİNDE UYGULANAN ÇEŞİTLİ FİKSASYON
METODLARININ STABİLİZASYON ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İN VİTRO OLARAK
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt. Mehmet Zahit BAŞ

**Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi**

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Ertan YALÇIN**

**ERZURUM
2017**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

MANDİBULAR KORPUS KIRIKLARININ CERRAHİ
TEDAVİSİNDE UYGULANAN ÇEŞİTLİ FİKSASYON
METODLARININ STABİLİZASYON ÜZERİNE ETKİLERİNİN İN
VİTRO OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Arş. Gör. Dt. Mehmet Zahit BAŞ

Tez Savunma Tarihi : 08.05.2017

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ertan YALÇIN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ertunç DAYI

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ümit ERTAŞ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Barış Altuğ AYDİL

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ertan YALÇIN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Adnan KILINÇ

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.



Dış Hekimliği Fakültesi Dekanı
Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM

Uzmanlık Tezi
ERZURUM – 2017

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLOLAR DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Mandibulanın Anatomisi	3
2.1.1. Korpus Mandibula	3
2.1.2. Ramus Mandibula	4
2.2. Mandibula Kırıkları	5
2.2.1. Tarihsel Gelişim.....	5
2.2.2. Mandibula Kırıklarının Sınıflandırılması	12
2.2.3. Literatürde Mandibula Kırıkları.....	13
2.2.4. Mandibula Kırıklarının Teşhisi.....	16
2.2.4.1. Klinik Değerlendirme	16
2.2.4.2. Radyolojik Muayene.....	17
2.2.5. Mandibula Kırıklarında Uygulanan Tedavi Yöntemleri.....	21
2.2.5.1. Mandibula Kırıklarının Tedavisinde Genel Prensipler	21
2.2.5.2. Mandibula Kırıklarında Kapalı Redüksiyon ve Endikasyonları	23
2.2.5.3. Mandibula Kırıklarında Açık Redüksiyon ve Endikasyonları.....	25
2.3. Mandibula Korpus Kırıklarında Uygulanan Tedavi Yöntemleri.....	26
2.3.1. Kapalı Redüksiyon.....	28

2.3.1.1. Maxillomandibular Fiksasyon	28
2.3.1.2. Eskternal Fiksasyon	31
2.3.1.3. Splintler.....	31
2.3.2. Açık Redüksiyon.....	32
2.3.3. İnternal Fiksasyon ve Sistemleri.....	34
2.4. Mandibula Korpus Kırıklarında Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar.....	40
2.4.1. Enfeksiyon	40
2.4.2. Gecikmiş İyileşme (Delayed Union) ve Nonunion.....	41
2.4.3. Malunion-Malokluzyon	42
2.4.4. Nörosensöryel Değişiklikler	43
2.5. Mandibula Kırıklarında Biyomekanik Prensipler ve Çalışmalar.....	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	49
3.1. Hemimandibula Deneklerin Hazırlanması.....	49
3.2. Fiksasyon Grupları.....	52
3.3. Biyomekanik Fiksasyon Aygıtı ve Deney Düzenegi	56
3.4. Deney Aşaması	59
3.5. İstatistiksel Değerlendirme	59
4. BULGULAR.....	61
5. TARTIŞMA.....	68
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKLAR	94
EKLER	104
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	104

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin gerçekleşmesinde sonsuz desteğini ve engin hoşgörüsünü esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam Yrd. Doç.Dr. ERTAN YALÇIN'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim boyunca hoşgörüsünü kaybetmeyen kıymetli Anabilim Dalı Başkanımız, değerli hocam Prof. Dr. Ertunç DAYI' ya

Cerrahi eğitimimde bana yol gösteren ve üzerimde çok emeği bulunan değerli hocam Prof. Dr. Ümit ERTAŞ' a,

Uzmanlık eğitimim boyunca her noktada desteklerini esirgememiş olan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Adnan KILINÇ ve Yrd. Doç. Dr. Gelengül URVASIZOĞLU'na,

Birlikte çalışmaktan zevk aldığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Deneysel çalışmalar sırasında bilgi ve birikiminden istifade ettiğim, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç Dr. Halim KOVACI'ya,

Ve her zaman yanımda olan ve desteğini esirgemeyen değerli eşim Rukiye ve aileme

TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM...

Mehmet Zahit BAŞ

ÖZET

Mandibular Korpus Kırıklarının Cerrahi Tedavisinde Uygulanan Çeşitli Fiksasyon Metodlarının Stabilizasyon Üzerine Etkilerini İn Vitro Olarak Karşılaştırılması

Amaç: Maksillofasiyal bölgede mandibula korpus bölgesi en sık travmaya maruz kalan alanlardan biridir. Çalışmamızın amacı, mandibula korpus kırıklarında 4 farklı fiksasyon metodunun biyomekanik olarak karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Metot: 24 adet taze koyun hemimandibulası kullanılan çalışmamızda, basit mandibular korpus kırığı oluşturularak, 4 gruba ayrıldı. Çalışmadaki bütün gruplarda dört delikli 2.00 mm miniplak sistemleri kullanıldı ve her bir grubun 6 hemimandibuladan oluşmaktadır. İlk grup nötral bölgede bir miniplak, ikinci grup gerilme ve sıkışma bölgelerinde iki miniplak, üçüncü grup gerilme bölgelerinde (dişli alanda) arch bar ve nötral bölgede bir mini plak, dördüncü grup, gerilme bölgesinde (dişli alanında) fiber splint ve nötral bölgede bir miniplak içeriyordu. Tüm gruplarda miniplaklar Champy'nin tarif ettiği osteosentez hatlarına yerleştirildi. Daha sonra tüm hemimandibulalar, fiksasyon materyalleri kalıcı deformasyon gösterene kadar servohidrolik test cihazında vertikal yüke maruz bırakıldı. Veriler "BlueHill 2" yazılımıyla değerlendirildi.

Bulgular: Maksimum kuvvet açısından bakıldığında, tek miniplak fiber splint ve çift miniplak grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte tek miniplak fiber splint ve tek miniplak arch bar grupları arasında da maksimum kuvvet yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Diğer tüm gruplar arasında maksimum kuvvet açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Maksimum deplasman değerleri açısından; tek miniplak fiber splint ve çift miniplak grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmezken; diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Sonuç: Çalışmamızda tek miniplak grubunun fiksasyon stabilizasyonu açısından en düşük seviyede olduğu görülmüştür. Fiber splintin kırık fiksasyonunda arch bar yerine alternatif olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte çift miniplak kullanımının dezavantajlı olduğu durumlarda tek plak fiber splintle desteklenerek kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Mandibula Korpus Kırıkları, Fiksasyon Sistemleri, Stabilité

ABSTRACT

In Vitro Comparison of Effects on Stabilization of Various Fixation Methods Used in Surgical Treatment of Mandibular Corpus Fractures

Aim: The mandibular corpus region of the maxillofacial complex is one of the areas most frequently exposed to trauma. The aim of our study was to compare the biomechanical features of 4 different fixation methods, in which mandibular corpus fractures were treated.

Material and Methods: The study employed 24 fresh sheep hemi-mandible replicas, which simulated simple fractures of the mandibular body, divided into four groups. 2.00 mm system titanium plate with four holes were used in all the groups and each of it consisted of 6 hemi-mandibles. First group contained one mini plates in the neutral zones, second group contained two plates in the tension and compression zones, third group contained an arch bar in tension zones(in the dental area) and a miniplate in the neutral zones, fourth group contained fiber splint in tension zones (in dental area) and a mini plate in the neutral zones. In all groups, the mini plates were placed in the osteosynthesis lines described by Champy. Subsequently, all of the hemimandibles were subjected to a vertical load on the servohydraulic tester until the fixation materials showed permanent deformation. The data was evaluated using "BlueHill 2" software.

Results: The peak load values indicated that no statistically significant difference was found between the single mini plate fiber splint and double mini plate group ($p=0,818$). No statistically significant difference was found between the single miniplate fiber splint and single mini plate arch bar groups ($p=0,065$). However statistically significant differences were found between all other groups in terms of peak load values. In terms of peak displacement values; A statistically significant difference was not observed between the single mini plate fiber splint and double mini plate group ($p=0,957$) and statistically significant differences were found between all other groups.

Conclusion: In our study, it was observed that the single mini plate group was at the lowest level in terms of fixation stabilization. Fiber splint on fracture fixation is considered an alternative to arch bars. However, in cases where the use of double mini plates is disadvantageous, fiber splint supported single plate can be used.

Key Words: Mandibular Corpus Fractures, Fixation Systems, Stability

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- ARİF** : Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon
- AO/ASIF** : Association for Osteosynthesis/Association for Study of Internal Fixation
- BT** : Bilgisayarlı Tomografi
- İMF** : İntermaksiller Fiksasyon
- MM** : Milimetre
- TME** : Temporamandibular Eklem
- MMF** : Maksillomandibular Fiksasyon
- N** : Newton
- THORP** : Titanium-coated Hollow Screw and Reconstruction Plate System

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Mandibula Anatomisi-Ön yüz	4
Şekil 2.2. Mandibula Anatomisi-Lingual yüz	5
Şekil 2.3. A- 'Cerrahiyetül Haniyye' isimli kitapta mandibula kırıklarının tedavisi. B -Mandibula kırıklarının interdental ligatür ile tedavisi.....	6
Şekil 2.4. Gunning Splint	7
Şekil 2.5. Thomas gümüş tel tekniği	8
Şekil 2.6. Hammond Splinti	8
Şekil 2.7. Dr. Angle tarafından tarif edilen ortodontik braket ve teller uygulanan mandibula kırığı tedavisi	9
Şekil 2.8. Hansmann'ın kullandığı nikel kaplı plaklar ve vidalarla osteosentezi.....	10
Şekil 2.9. Luhr'un mandibulada kırıklarının osteosentezinde kullandığı kompresyon plağı.....	11
Şekil 2.10. Champy ve Lodde tarafından 1976'da geliştirilen miniplak uygulaması.....	12
Şekil 2.11. Tellez ve ark. önerdikleri mandibula kırık lokalizasyonu sınıflandırması...	13
Şekil 2.12. Mandibula kırıklarının anatomik dağılımı.....	15
Şekil 1.13. Simfiz bölgesindeki kırık nedeniyle ağız tabanında gözlenen hematom	17
Şekil 2.14. A) Sağ mandibular angulus kırığının panoramik radyografisi B) Fazla ışınlamaya bağlı farkedilemeyen korpus kırığının görüntüsü	19
Şekil 2.15. Posterior-Anterior grafide gözlenen sağ angulus ve anterior bölgenin fraktürü	20
Şekil 2.16. Mandibula korpusun anatomik lokalizasyonu.....	21
Şekil 2.17. Ivy loop ile İMF uygulaması	30

Şekil 2.18. A)Rezin destekli arch bar uygulamasıyla yapılan İMF B) İMF sökülmesi sonrası intraoral görüntü.....	30
Şekil 2.19. Eksternal pin fiksatorü ile tedavi edilen korpus kırığı	31
Şekil 2.20. Pediatrik hastada mandibula korpus kırığının tedavisinde kullanılan cap splint	32
Şekil 2.21. Mandibula korpus kırığına ekstraoral yaklaşım	33
Şekil 2.22. Angulus kırığının fonksiyonel stabil fiksasyonu	35
Şekil 2.23. Angulus kırığının rijit fiksasyonu.....	36
Şekil 2.24. Lag vidaların kırık hattına kemiğe ve kırık hattına dik uygulamaları	38
Şekil 2.25. Anterior yükleme sonrası kırık hattındaki kompresyon (C) ve gerilim (T) hatları.....	45
Şekil 2.26. Posterior yükleme sonrası kırık hattındaki kompresyon (C) ve gerilim (T) hatları.....	46
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan koyun hemimandibulaları	49
Şekil 3.2. Hemimandibulalarının deney düzeneyine uygun şekilde hazırlanması	50
Şekil 3.3. Fiksasyon amacıyla kullanılacak plakların yerleşeceği düzlemlerin çizimi ..	50
Şekil 3.4. Deneysel kırık hattının oluşturulması.....	51
Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan miniplak ve vidalar.	51
Şekil 3.6. Tek miniplak.....	52
Şekil 3.7. Çift miniplak.....	53
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan arch bar ve ligatür telleri.....	54
Şekil 3.9. Tek miniplak + Arch Bar.....	54
Şekil 3.10. Çalışmada kullanılan fiber splint seti	55
Şekil 3.11. Tek miniplak + Fiber Splint	55
Şekil 3.12. Fiber splint uygulanması	56

Şekil 3.13. Biyomekanik fiksasyon aygıtı	57
Şekil 3.14. Deneklerin 2 nokta deney düzeneği ile fiksasyon aygıtına bağlanması	57
Şekil 3.15. Deneyde kullanılan kuvvet kolu aparatı	58
Şekil 3.16. Servohidrolik test cihazı	59
Şekil 4.1. Örnek kuvvet - deplasman grafiği	61
Şekil 4.2. Fiksasyon gruplarının ortalama maksimum kuvvet değerleri(N) grafiği	64
Şekil 4.3. Fiksasyon gruplarının ortalama maksimum deplasman değerleri(mm) grafiği	65
Şekil 5.1. Champy'nin tarif ettiği sıkışma ve gerilme bölgeleri.....	73
Şekil 5.2. Çalışmada kullanılan kuvvet kolu aparatı	74
Şekil 5.3. Campy ideal osteosentez hatları	84
Şekil 5.4. Mandibula birinci molar bölgesindeki kortikal kemiğin kalınlığı.....	87

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Fiksasyon Grupları.....	52
Tablo 4.1. 4 delikli barlı tek titanyum miniplak ve 5.0 mm monokortikal vidalar kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve deplasman değerleri.....	61
Tablo 4.2. 4 delikli barlı çift titanyum miniplak ve 5.0 mm monokortikal vidalar kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve maksimum deplasman değerleri.....	62
Tablo 4.3. 4 delikli barlı tek titanyum miniplak ile 5.0 mm monokortikal vidalar ve arch bar kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve maksimum deplasman değerleri.....	62
Tablo 4.4. 4 delikli barlı tek titanyum miniplak ile 5.0 mm monokortikal vidalar ve fiber splint kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve maksimum deplasman değerleri.....	63
Tablo 4.5. Tüm grupların maksimum kuvvet açısından ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri	63
Tablo 4.6. Tüm grupların maksimum deplasman açısından ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri	64
Tablo 4.7. Grupların Mann-Whitney U testi ile ikili istatistiksel olarak karşılaştırılması	66
Tablo 4.8 Grupların Tukey's testi ile ikili istatistiksel olarak karşılaştırılması.....	67

1. GİRİŞ

Maksillofasiyal kompleksin travmaları dünya çapındaki en önemli sağlık sorunlarından biridir¹⁻⁴. Yapılan çalışmalarda mandibulada meydana gelen kırıklarda, korpus bölgesinin önemli bir oranı kapsadığı görülmektedir^{3,4}.

Mandibula korpus kırıklarının tedavi yöntemleri üzerine araştırmalar devam etmektedir. Bu kırıklar açık (cerrahi yaklaşım) ve kapalı (konservatif yaklaşım) redüksiyon olmak üzere başlıca iki yöntemle tedavi edilmektedirler. Kapalı redüksiyon 3 tip sistemle sağlanır. Bunlar maksillomandibular fiksasyon, eksternal fiksasyon ve splintlerdir. Maksillomandibular fiksasyon, kırık stabilitesi değerlendirildiğinde tarihi bir perspektifle iyi sonuçlar vermekle birlikte sıklıkla kullanılmaktadır. Bu prosedürün avantajları, daha az invaziv prosedür, daha az maliyet ve mesleki tecrübeye duyarlılığın düşük olmasıdır⁵. Erich arch bar kapalı redüksiyon tekniklerinde en çok tercih edilen araçlardandır. Öyle ki kapalı redüksiyon genellikle arch bar uygulaması ile eşanlamli hale gelmiştir. İşlem süresinin artması, sadece semi-rijid fiksasyon sağlaması, oral hijyenin sağlanmasının zor olması, işlem sırasında cerrahın ligatür telleri tarafından perkütan yaralanma riski gibi dezavantajları mevcuttur^{1, 6, 7}. Diğer taraftan, açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile yapılan cerrahi tedavi, oklüzyonun hızla iyileşmesini, anatomik kemik morfolojisinin yeniden yapılandırılmasını, sosyal hayata hızlı bir şekilde geri dönülmesini ve periodontal dokuların korunmasını sağlar. Açık redüksiyon ile internal fiksasyon yöntemi kabul edilebilir oklüzyon ile çenenin fonksiyonel hareketleri için temel koşulları sağlar⁵.

1900 yıllara kadar korpus, ramus ve angulus kırıkları kapalı redüksiyon ve intermaksiller fiksasyon ile tedavi edilmiştir. Günümüzde vida ve plak osteosentezi, bu tür kırıkların onarımında açık redüksiyon ve internal fiksasyon yöntemleri rutin bir şekilde kullanılmaktadır^{8,9}.

1970 yılında el cerrahisinde için kullanılan miniplaklar, Brons ve Boering tarafından mandibula kırıklarınının tedavisinde ilk defa kullanmıştır fakat bu plaklar mandibulanın alt kenarıyla biyomekanik olarak uyum gösterememiştir. 1973 yılında Michelet ve ark.¹⁰ mandibula kırıklarının tedavisinde miniplak osteosentezini tanımlamışlardır. Miniplakları monokortikal vidalar kullanarak mandibulaya uygulamışlar ve postoperatif olarak birçok vakada, İMF'yi gerekli görmemişlerdir. Champy ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarla bu yöntemi geliştirerek klinik olarak daha kullanılabilir hale getirmişlerdir¹¹⁻¹⁴.

Korpus kırıklarının tedavisinde kullanılan fiksasyon sistemlerinin hangisinin daha iyi olduğunun anlaşılması amacıyla biyomekanik in vitro çalışmalara gerek duyulmaktadır. Fakat literatürde mandibula korpus kırıklarında farklı fiksasyon sistemlerin biyomekanik olarak stabiliteilerinin karşılaştırıldığı sınırlı sayıda çalışma mevcuttur^{6, 15-18}.

Bu çalışmada, deneysel korpus kırığı oluşturulan 24 koyun hemimandibulasında, 2.0 mm miniplak/vida sistemleri kullanılarak, miniplakların arch bar ve fiber splintle de destenlenmiş grupların da yer aldığı 4 farklı fiksasyon metodunun biyomekanik olarak stabiliteileri karşılaştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mandibulanın Anatomisi

Mandibula iki kısımdan oluşur: korpus ve ramus. Korpus mandibula yatay olarak uzanan kısımdır. Anterior bölge ise sağ ve sol hemimandibula orta hattında kaynaşarak u-şekilli bir kemiği oluşturur. Ramus her iki tarafta korpusun posterior kısmından vertikal olarak yükselir¹⁹.

2.1.1. Korpus Mandibula

Mandibulanın orasında at nalı şeklinde horizontal olarak yer alır ve açıklığı arkaya bakar. Eksternal ve internal olmak üzere iki yüzeyi ile üstte pars alveolaris ve altta basis mandibula olmak üzere iki parçası vardır.

Eksternal yüzeyde yer alan anatomik oluşumlar: (Şekil 2.1)

- Symphysis mandibula (mentalis)
- İnsisiv fossa
- Linea obliqua externa
- Foramen mentalis

İnternal yüzeyde yer alan anatomik oluşumlar:

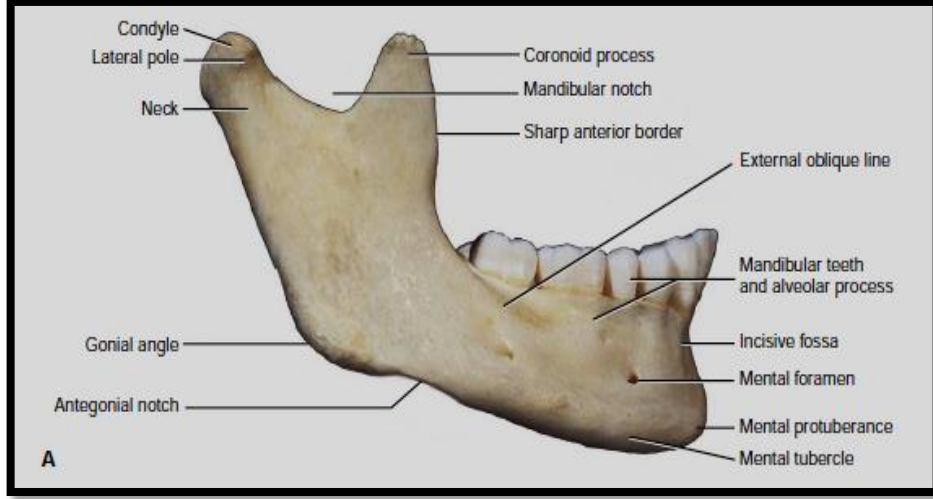
- Genial türberküller
- Linea mylohyoidea

Mylohyoid damar ve sinirleri içeren mylohyoid oluğun alt kısmı linea mylohyoideanın hemen arkasında yer alır²⁰.

- Pars alveolaris: spongiyöz kemik yapısındadır.

Diş köklerini ihtiva eden bölümlerine alveoli dentales, bu bölümleri birbirinden ayıran kemik yapılarına septa inter alveolaria, diş köklerinin arasındaki yapılara septa interradicularia, pars alveolaris'in dış yüzünde diş köklerinin meydana getirdiği kabarıntıya juga alveolaria adı verilir.

- Basis Mandibula: Mandibulanın tabanını oluşturur ve her iki tarafta da ramus mandibulaya doğru genişleyerek devam eder. Orta hattın her iki yanında digastrik kasın yapıştığı digastrik fossaları barındırır^{19, 20}.



Şekil 2.1. Mandibula Anatomisi-Ön yüz²¹

2.1.2. Ramus Mandibula

Korpus mandibulanın her iki yanından arkaya ve yukarı doğru uzanan ramus mandibulanın lateral ve medial olmak üzere iki yüzeyi, superior inferior, anterior ve posterior olmak üzere 4 kenarı bulunmaktadır (Şekil 2.2).

Lateral yüzeyde; M. Masseticus ve glandula parotidea ile komşuluk vardır.

Medial yüzeyde; İnférieur alveoler damar ve sinirlerin mandibulaya giriş yeri olan foramen mandibula bu yüzeyin tam ortasında bulunmaktadır.

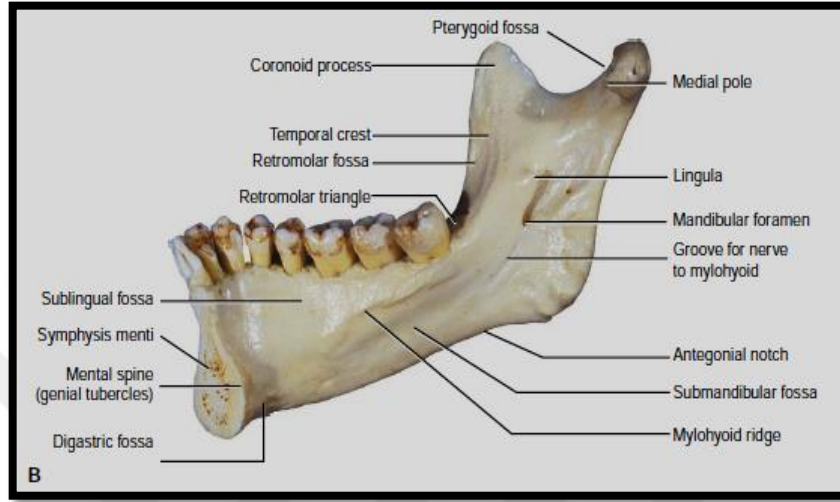
Lingula adı verilen küçük bir kemik çıkıntısı bu foramenin anteromedial marjinde görülmektedir.

Lingula mandibula arkasından başlayan sulcus mylohyoideus bu yüzeyde yer almaktadır.

Foramenin üstünde maksiller arter ile komşuluk vardır.

Ramus mandibulanın kenarları ise şu şekilde sıralanmaktadır:

Süperior kenar processus kondillaris ve processus koronoideus olmak üzere iki çıkıntı halindedir. İnférieur kenar mandibula basisi olarak devam eder. Anterior kenar yukarıda processus koronoideus olarak devam eder. Posterior kenar glandula parotidea tarafından sarılmış olup aşağıda angulus mandibula ile devam eder^{19, 20}.



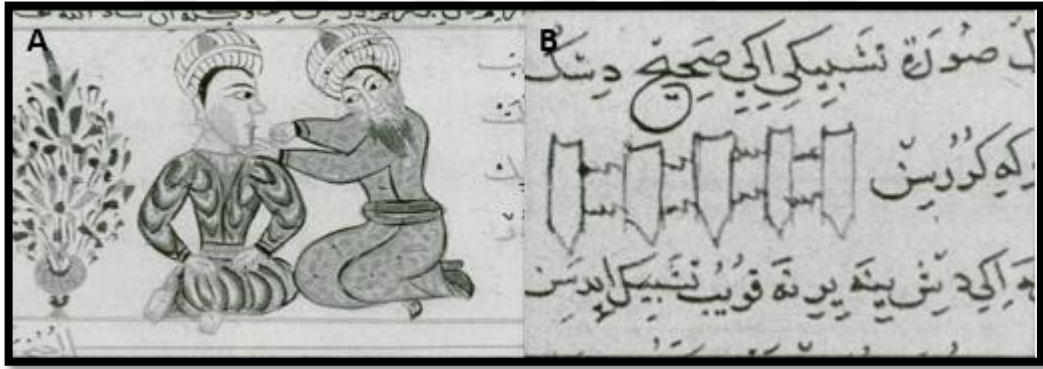
Şekil 2.2. Mandibula Anatomisi-Lingual yüz²¹

2.2. Mandibula Kırıkları

2.2.1. Tarihsel Gelişim

Mandibula kırığının yazılı kaynaklarda tanımlanması M.Ö. 1650 yıllarında mısırlılar tarafından yapılmıştır. Mandibula kırıkları enfeksiyon nedeniyle tedavi edilemez ve hastanın ölümüne neden olan bir süreç olarak tanımlanmıştır. ‘Edwin Smith Papirüsü’ adı verilen bu ilk yazılı belge Smith Luxor tarafından 1872 yılında bulunmuş ve Breasted tarafından çevrilmiştir.²² M.Ö. 460 yıllarında Hipokrat, günümüzde de kullanılan mandibular dislokasyonun redüksiyon yöntemi olan Hipokrat Manevrası tanımlamıştır. Bunun yanı sıra mandibula kırıklarının immobilizasyon teknikleri üzerinde de durmuştur²³. M.S. 500 yıllarında Hintli cerrah Sushruta yazdığı eserde bambu splintler ve bandajların, yapıştırıcı ile çeneye uygulanması yöntemini kırıklarının tedavisinde önermiştir²⁴.

Ünlü Türk cerrah Şerafeddin Sabuncuoğlu'nun Türk Tıp literatüründe, ilk resimli cerrahi kitap olarak kabul edilen Cerrahiyetü'l Haniyye'yi 15. yy'da yazmış olup kitap üç bölüm 191 konudan oluşmaktadır. Kitapta birinci bölümde uzuvlar ve hastalıkları, ikinci bölümde cerahatlerin insizyonu, dikilmesi ve tedavisi, üçüncü bölümde ise kırık ve çıkıkların tedavisini içermektedir. Üçüncü bölümde mandibula kırıklarının interdantal telleme tekniğiyle tedavisini anlatmıştır (Şekil 2.3 A)^{25, 26, 27}. Eserinde ayrıca mandibula kırıklarının tedavisini şöyle açıklar: “eğer kırık uçları arasında ayrılma (deplasman) varsa parmak basıncı ile uçlar yerine getirilir (repoziyon). Sallanan diş varsa düzeltilir ve altın veya ipek iplikle bağlanır sonra da mum yağı, deri parçası ile üstüne de bez sarılır. Kösele parçası, sarılan yerin şekline uygun olmalıdır” (Şekil 2.3 B)²⁸.



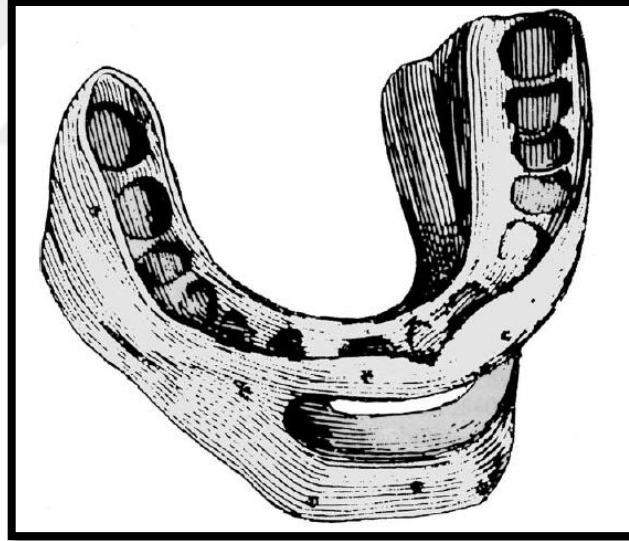
Şekil 2.3. A- 'Cerrahiyetül Haniyye' isimli kitapta mandibula kırıklarının tedavisi.
B -Mandibula kırıklarının interdantal ligatür ile tedavisi²⁹

Çene kırıklarında maksillomandibular fiksasyon(MMF) terimi ilk olarak, 1492 yılında Fransa'nın Lyon şehrinde yazılı olarak kaydedilmiştir^{23, 24}. MMF için external bandaj uygulamaları, fabrikasyon internal splintler ve external pin fiksasyon teknikleri geliştirilmiştir. Ayrıca halen günümüzde kullanılan 'Erich Arch Bar' gibi interdantal telleme teknikleri tarif edilmiştir³⁰.

1844 yılında genel anestezinin Dr. Horace Wells tarafından tanıtılmasıyla beraber cerrahi alanında yeni bir dönem başlamıştır³¹.

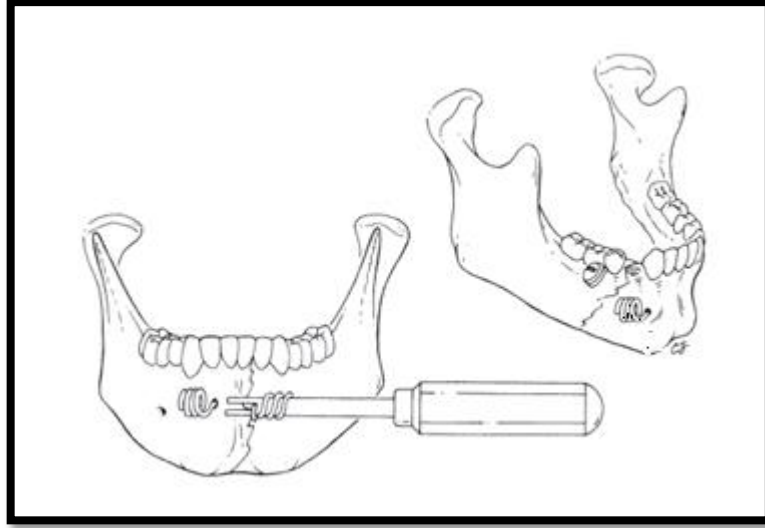
Genel olarak mandibula kırıklarının tedavi şekillerinin uygulandıkları zamanlara göre 3 farklı bölüme ayırabiliriz. 1866-1918 arasında splint çağı, 1918-1968 ligatür çağı ve 1968 yılından günümüze kadar kullanımı gittikçe yaygınlaşan plaklar yardımıyla osteosentezin sağlandığı çağ olarak üç farklı zaman dilimine ayrılabilir³².

1866 yılında Thomas Brain Gunning, ilk kez immobilizasyon için ‘Gunning Splint’ olarak adlandırılan, vidalar yardımıyla maksilla ve mandibulanın her ikisine birden fikse edilen intra-oral splinti tarif etmiştir. Günümüzde Gunning splintinin modifiye şekilleri kullanılmaya devam edilmektedir. Bu splint ebonit yapıda olup aradaki açıklık sayesinde hastanın beslenebilmesi amaçlanmıştır^{24, 31} (Şekil 2.4).



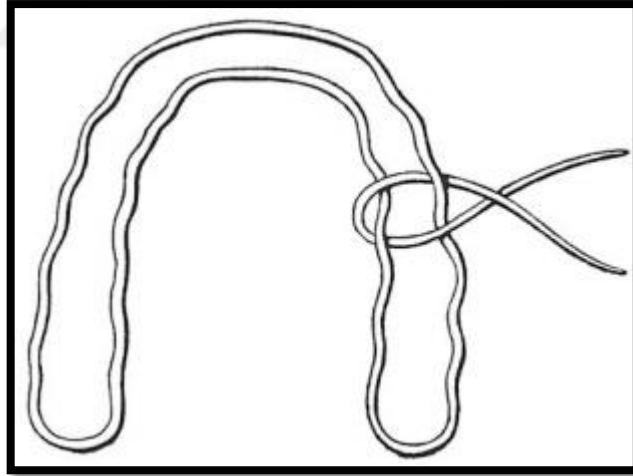
Şekil 2.4. Gunning Splint³¹

19. yüzyılın ortalarına kadar mandibular korpus, angulus ve simfisis kırıklarında tedavi yöntemi olarak kapalı redüksiyon teknikleri kullanılmıştır³⁰. 1869 yılında ilk açık redüksiyon tekniği olan ‘Thomas Gümüş Tel’ tekniği tanımlanmıştır. ‘Thomas Gümüş Tel’ tekniğinde kırık bölgesine intraoral olarak ulaşarak, gümüş teller yardımıyla stabilizasyon sağlanmaya çalışılmıştır³³ (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Thomas gümüş tel tekniği³⁴

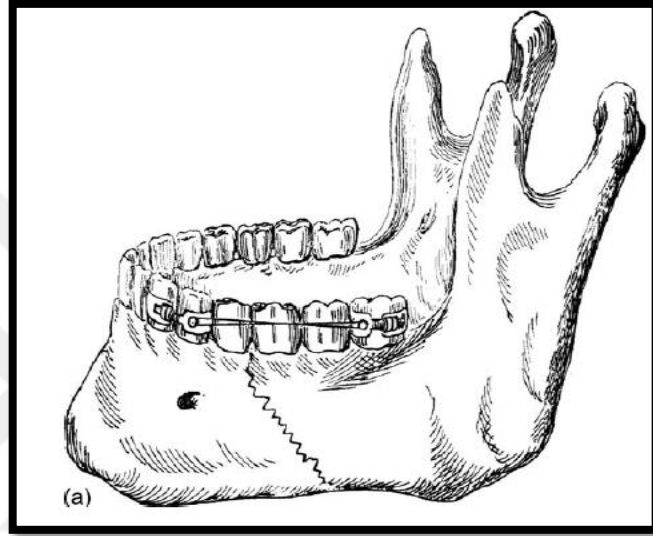
1871 yılında Gurnell Hammond 'Hammond splint' olarak adlandırılan ilk intraoral tel ligatür splintini geliştirmiş olup, mandibula kırık fragmanlarının tel ile stabil hale getirmeye çalışmıştır³⁵ (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Hammond Splinti³⁵

1887 yılında Thomas L. Gilmer günümüzde kullanılan intermaksiller fiksasyon için arch bar kullanımını tarif etmiştir. Bu tekniğin çok parçalı kırıklarda diğer tekniklere göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir^{30, 36}.

1890 yılında Dr. Angle ortodontik bantları kullanarak farklı intermaksiller fiksasyon metotları geliştirmiştir (Şekil 2.7). Angle bu yöntemde kırık hattına komşu dişlere bantlar yerleştirip bu bantları teller vasıtası ile birbirine bağlamıştır^{30, 36}. Zamanla birçok splint ve intermaksiller fiksasyon varyasyonları uygulanmıştır. Dr Robert H. Ivy'nin 1922'de tarif ettiği IVY loop tekniği bunların içinde en çok dikkat çekenidir³⁶.

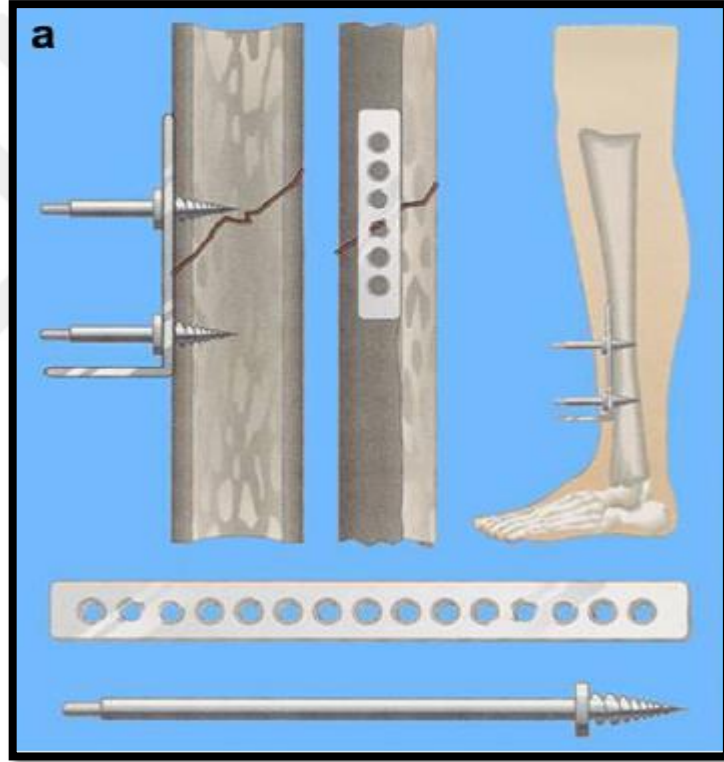


Şekil 2.7. Dr. Angle tarafından tarif edilen ortodontik braket ve teller uygulanan mandibula kırığı tedavisi³¹

Birinci ve ikinci Dünya Savaşları, hemen hemen tüm cerrahi branş ve prosedürlere katkılar sağlamıştır. I. Dünya Savaşında, maksillofasiyal travmalarda, mandibula fraktürleri basit fraktürlerden çok komminüke kırıklar şeklindeydi. Bu kırıkların tedavisinde çoğunlukla kemik ve yumuşak doku greftleriyle desteklenmeleri gerekiyordu. Bir hastane kayıtlarında yer alan raporlara göre 8607 maksillofasiyal travmanın % 11'ü rekonstrüksiyon gereken mandibula kırığıydı³⁷.

1900 yıllara kadar mandibular koprus, ramus veya angulus kırıkları kapalı redüksiyon ve intermaksiller fiksasyon (İMF) ile tedavi edilmiştir. Günümüzde vida ve plak osteosentezi, bu tür kırıkların onarımında açık redüksiyon ve internal fiksasyon yöntemleri rutin bir şekilde kullanılmaktadır^{8, 9}. Modern travmatoloji rijit osteosentezin

gelişimi ile başlamış, plak ve vidalar vasıtası ile kırık fragmanlarının subkütan fiksasyonu ilk defa 1886 yılında Hansmann tarafından dünyaya duyurulmuştur. Hansmann'ın kullandığı plaklar nikel kaplı metal şerit şeklinde olup bu plakların üzerinde yine nikel kaplı çelik yapıdaki vidaların geçebileceği delikler mevcuttu (Şekil 2.8). Hansmann bu yöntemle toplam 21 kırık vakasını tedavi etmiş ve bu vakaların ikisinin mandibula kırığı olduğunu bildirmiştir. Sir William Lane 1893 yılında bu osteosentez plağını modifiye ederek kullanmış, fakat biyolojik olarak uyumlu olmadığı için geliştirilmesi gerekliliğini ifade etmiştir⁹.

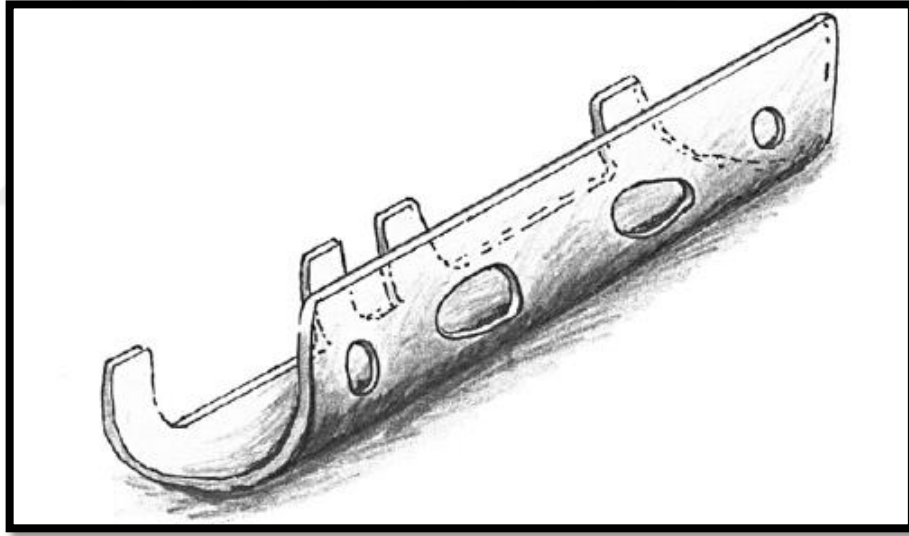


Şekil 2.8. Hansmann'ın kullandığı nikel kaplı plaklar ve vidalarla osteosentezi⁹

Belçikalı Cerrah Lambotte osteosentez terimini ilk ortaya atan kişi olmuştur. Gümüş, bakır ve alüminyumdan plak ve vidalar üretmiştir. Sherman, Lambotte'nin vida ve plaklarını, vanadyum çelik ekleyerek ve vidaların yivlerini fabrikasyon olarak self tapping hale getirmiştir. Bu osteosentez sistemleri şiddetli korozyon, metallöz, vida

kaybı ve plak kırılması gibi birçok olumsuzluklar göstermiştir^{9, 38}. 1949 yılında osteosentez için ilk kompresyon plağını Belçikalı Cerrah Danis tanımlamıştır³⁹.

1968 yılında Luhr mandibulada kompresyon plağını ilk defa uygulamıştır^{9, 31, 35}. Eksantrik delikli bu vitallium plaklar, konik vidalar kullanılarak kırık hatlarına aksiyel planda kompresyon yapılmaktaydı. Plak mandibula gövdesinin altını çevreleyen yarım boru şeklinde tasarlanmıştı^{9, 35} (Şekil 2.9). Spiessl plakları mandibulanın boyutuna göre uygulamıştır. Paslanmaz çelik, vitallium veya saf titanyum plakları mandibulanın alt kenarına bikortikal vidalar kullanarak tespit etmiştir⁹. Ayrıca 1974 yılında Spiessl iki kemik segmentini birbirine doğru yaklaştıran lag vida osteosentezi tekniğini tanıtmıştır⁴⁰.



Şekil 2.9. Luhr'un mandibulada kırıklarının osteosentezinde kullandığı kompresyon plağı⁹

1970 yılında el cerrahisinde için kullanılan miniplaklar, Brons ve Boering tarafından mandibular kırıklarının tedavisinde kullanılmıştır fakat bu plaklar mandibulanın alt kenarıyla biyomekanik olarak uyum gösterememiştir. 1973 yılında Michelet ve ark.¹⁰ mandibula kırıklarının tedavisinde miniplak osteosentezini tanımlamışlardır. Miniplakları monokortikal vidalar kullanarak mandibulaya

uygulamışlar ve postoperatif olarak birçok vakada, İMF'yi gerekli görmemişlerdir. Champy ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarıyla bu yöntemi geliştirerek klinik olarak daha kullanılabilir hale getirmişlerdir¹¹⁻¹⁴ (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Champy ve Lodde tarafından 1976'da geliştirilen miniplak uygulaması³⁵

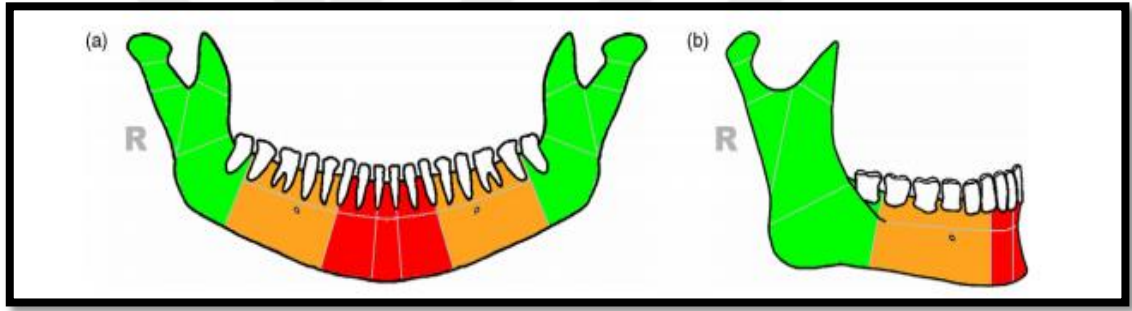
Kompresyon plaklarının gelişiminin ardından rekonstrüksiyon plakları geliştirilmiştir. Raveh ve ark. 1980 yılında plak içerisinde kilitlenebilen vida başlarına sahip, THORP (Titanium-coated Hollow Screw and Reconstruction Plate System) adı verdikleri titanyum rekonstrüksiyon plaklarını tanıtmışlardır⁴¹. Günümüzde 1900'lü yılların ortasında AO/ASIF tarafından geliştirilen UniLOCK 2.4 rekonstrüksiyon plakları, THORP sisteminin tümörlerde ve rekonstrüktif cerrahide olduğu gibi mandibula kırıklarının tedavisinde yerini almıştır^{9,32}.

2001 yılında Kim ve Nam⁴² profil çapları 1.0 mm ve altında olan mikro plaklar ile ilgili ilk çalışmayı yapmışlardır. Devam eden yıllar içerisinde birçok plak ve vida sistemleri geliştirilmiş ve maksillofasiyal bölgedeki kırıklarda kullanılan yöntemlerin birçoğu aynı zamanda mandibula korpus kırıklarında uygulanmıştır.

2.2.2. Mandibula Kırıklarının Sınıflandırılması

Ivy ve Curtis 1926 yılında mandibula kırıklarını simfiz, parasemfiz, angulus, ramus, kondil boynu ve koronoid proses olmak üzere pratik bir sınıflandırma

oluşturmuşlardır⁴³. Kırıkların bu basit tanımlaması iletişim için yararlı olsa da, kinetik enerji ve etyoloji gibi değişkenlerin neden olduğu kırılma kalıp ve şiddetindeki farklılıklardan dolayı, terapötik karar verme veya bilimsel değerlendirmede yararlı değildir. Bir takım yazarlar, bu gibi değişkenleri hesaba katarken, mandibulanın hasar modellerini alt sınıflandırmaya çalışmışlardır. Mevcut sınıflandırma sistemleri, kombine bir kırık için skorlama eksikliği, multiple fraktür alanlarının olduğu ve kırıklarla silahlı yaralanmalardan kaynaklanan ciddi kırılma modellerinin sınıflandırmama gibi bir takım eksiklikleri olduğu belirtilmiştir. Bu sınırlamalardan bazılarının üstesinden gelmek için Tellez ve ark.⁴⁴ 2008 yılında kapsamlı bir sınıflandırma sistemi önerdiler⁴⁵ (Resim 2.11).



Şekil 2.11. Tellez ve ark. önerdikleri mandibula kırık lokalizasyonu sınıflandırması⁴⁴

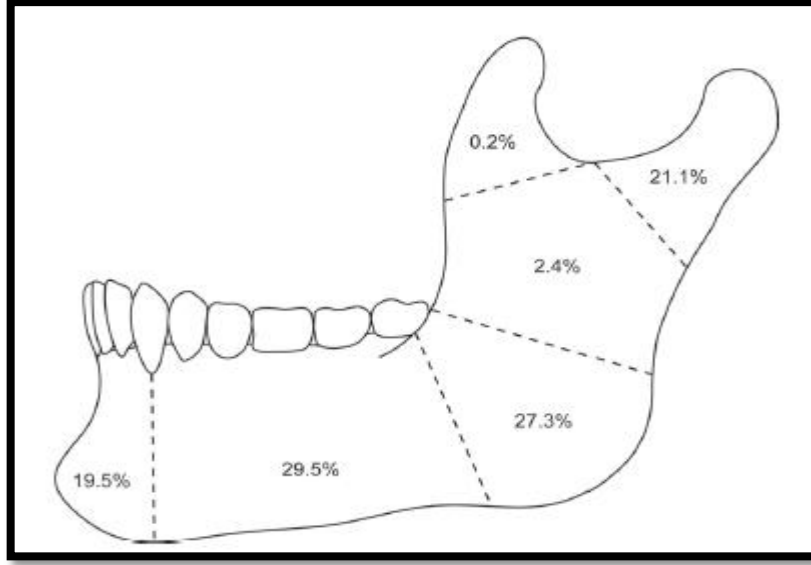
2.2.3. Literatürde Mandibula Kırıkları

Maksillofasiyal kompleksin travmaları dünya çapındaki en önemli sağlık sorunlarından biridir^{1,2}.

Yapılan çalışmalarda mandibulada meydana gelen kırıklar arasında korpus kırıklarının önemli bir oranı kapsadığı görülmektedir^{3, 4}. Mandibula kırıklarının bölgeye göre dağılım oranları ise literatürde değişkenlik göstermektedir⁴⁶⁻⁴⁸. Birçok çalışmada mandibula korpus bölgesi mandibulanın en çok kırık görülen bölgesi olarak sunulmuşken bunun yanı sıra kondil ve angulus bölgelerindeki kırıkları daha sıklıkta olarak sunan çalışmalar da mevcuttur^{4, 49-51}.

Paes ve ark.³ 2003-2008 yılları arasında Brezilya' da 492 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, maksillofasial travmalarda en sık etkilenen bölgenin mandibula(%30,5) olduğunu bildirmişlerdir. Haug ve Greenburg¹'un mandibula kırıklarının lokalizasyonların dağılımı üzerine yaptıkları çalışmada korpus (29.5%), angle (27.3%), condyle (21.1%), symphysis (19.5%), ramus (2.4%), ve koronoid (0.2%) oranlarında rapor etmişlerdir. Bormann ve ark.⁵² 444 mandibula kırığı bulunan hastaları kapsayan çalışmalarında % 42 kondil, % 21 simfiz ya da parasemfiz, % 20 angulus, % 15 horizontal ramus, % 2 ramus kırığı oranlarını tespit etmişlerdir. Ceema ve ark.⁵³ yaptıkları çalışmada 457 mandibula kırığı vakasının 117(%38,73)'sinin mandibular korpus bölgesinde yer aldığı ve diğer bölgelere göre en fazla oranda gözlemlendiğini bildirmişlerir. Rakesh ark.⁵⁴ ise yaptıkları çalışmada mandibula kırıkları içinde en yaygın olarak % 32 oranında parasimfiz , % 30 oranında angulus ve % 22 oranında ise korpus kırığı tespit etmişlerdir.

Mandibular kırıkların lokalizasyonunun bir ülkeden diğerine, sosyal, kültürel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmekte birlikte, uluslararası karşılaştırmaların zor olacağı bildirilmiştir.⁵⁵ Şimşek ve ark.⁵¹ yaptıkları çalışmada mandibula kırıklarında Amerika Bileşik devletlerinde mandibulada angulus kırığı, Türkiye'de ise korpus kırığıyla en fazla oranla karşılaşıldığını belirtmişlerdir.



Şekil 2.12. Mandibula kırıklarının anatomik dağılımı¹

Literatürde mandibula kırıklarının yaş ve cinsiyete göre farklılık göstermekle birlikte erkeklerde daha sıklıkla ve 20'li ve 30'lu yaş aralığında görülme oranı daha yüksektir.^{56 57}. Bali ve ark.⁵⁸ 2013 yılında yayınladıkları retrospektif çalışmalarında 740 maksillofasiyal travma hastası incelenmiş ve sonuç olarak, etkilenen yaş aralığının 21-30 yaşları arasında olduğu ve erkek hastaların bayanlara göre yaklaşık 4 kat daha fazla olduğu bildirmişlerdir. Olate ve ark.⁵ mandibula korpus kırıkları üzerine yaptıkları yayınlarında, 66 hastanın 55'inin erkek olduğu ve yaş aralığının ortalama 30.4 olduğunu rapor etmişlerdir.

Etiyolojik olarak bakıldığında gelişmekte olan ülkelerin raporlarına göre, trafik kazaları mandibula kırıklarının ana nedenidir.^{50, 59, 60}. Mandibula kırıklarının insidansında olduğu gibi etiyojisinde de araştırma yapılan ülkelere göre farklılıklar görülmektedir. Örneğin Kuzey Amerika' da mandibula travmalarının ana nedeni motor kazaları olarak bildirilmektedir.⁵⁵ Yine Bormann ve ark.⁵² yaptıkları çalışmada, farklı ülkelerde mandibula fraktürlerinin etiyojisini karşılaştırmışlardır. Almanya, Amerika ve Japonya'da trafik kazaları, Avusturalya ve İngilterede kavga en sık karşılaşılan etken olmuştur. Kansakar ve ark.⁶¹ Nepal'de 130 hasta üzerinden yaptıkları

prospektif çalışmada mandibula kırıklarının trafik kazalarından kaynaklı olarak en yaygın şekilde görüldüğü bildirilmiştir. Atılgan ve ark.⁷ Türkiye’de yaptıkları retrospektif çalışmada, 0-12 yaş grubunda en etkin etiyolojik faktör düşme iken yetişkin popülasyonda ise trafik kazalarının en etkin etiyolojik faktör olduğu rapor edilmiştir. Sonuç olarak mandibula kırıklarının etiyolojisi her ne kadar bölgelerden, çevresel faktörlerden, sosyoekonomik durumdan etkilense trafik kazaları en etkin etiyoloji olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.2.4. Mandibula Kırıklarının Teşhisi

Mandibula kırıklarının teşhisi klinik değerlendirme ve radyolojik değerlendirme olmak üzere 2 kısımdan oluşur.

2.2.4.1. Klinik Değerlendirme

Hasta stabilize edildikten sonra tam bir baş-boyun muayenesi yapılmalıdır. Mandibula kırıklarının belirtileri ve semptomları aşağıdaki gibidir.

1. Ağrı: Muayene, temporomandibular eklemler de dâhil olmak üzere mandibulanın tüm kontur boyunca palpasyon ile komple bir baş-boyun muayenesini içermelidir. Muayene ayrıca alveol kemiğinin intraoral palpasyon ile devam etmelidir.
2. Ödem: Ekstraoral olarak tüm mandibula boyunca (yüz asimetrisi ile sonuçlanır) ve intraoral muayene yapılırken ağız tabanı ve vestibül yüzler dahil olmak üzere palpe edilmelidir.
3. Parestezi varlığı.
4. Trismus.
5. Maloklüzyon.
6. Ağız tabanı ve vestibül yüzeylerde ekimoz, hematoma varlığı (Şekil 2.13).
7. Gingival lacerasyon.

8. Kemik segmentleri veya diş hareketliliği.
9. Kırık fragmanlarının palpasyonu.
10. Mandibulanın deviasyonu; yüz konturunda ve mandibular ark biçiminde deđişiklikler³³.



Şekil 1.13. Simfiz bölgesindeki kırık nedeniyle ağız tabanında gözlenen hematom⁶²

2.2.4.2. Radyolojik Muayene

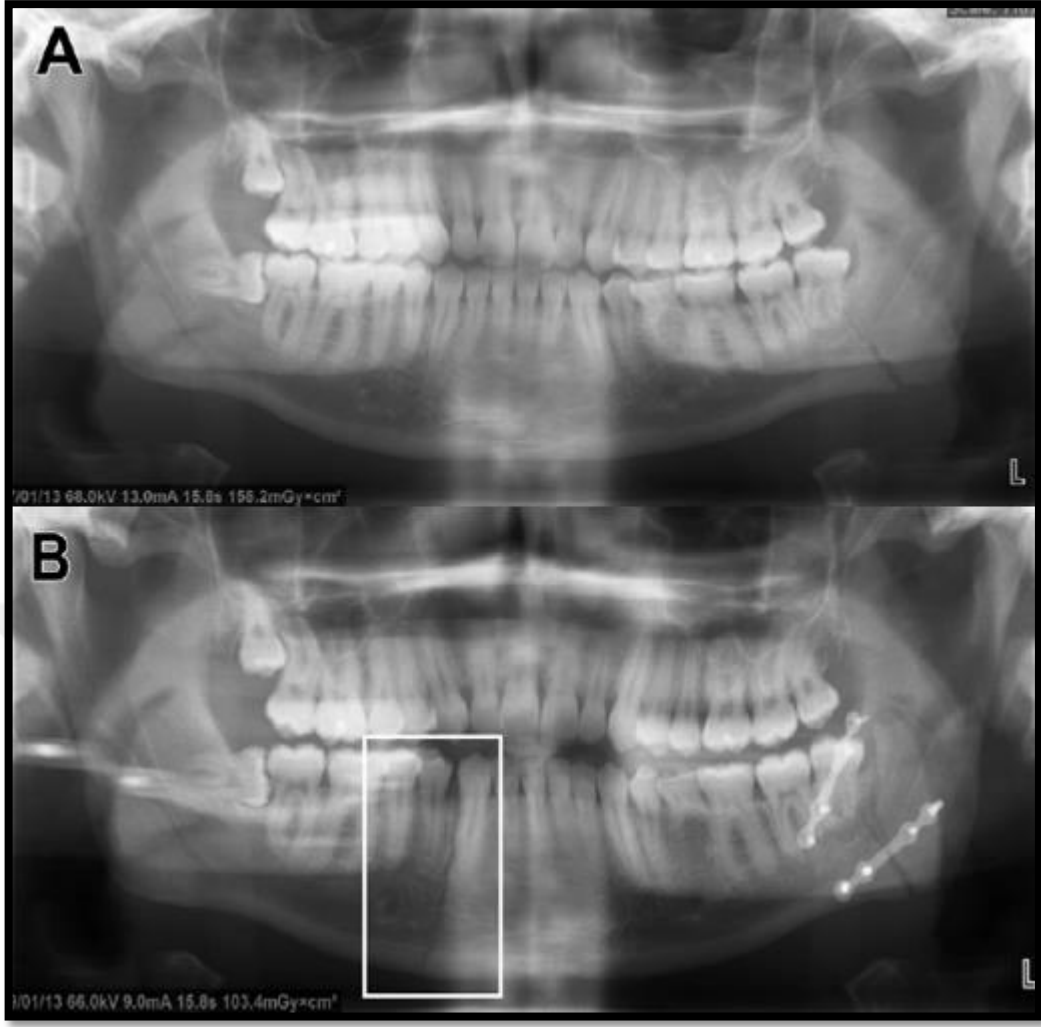
Radyolojik muayene mandibula kırıklarının teşhisinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Mandibula kırıklarının doğru teşhisi için birbirine dik iki açıdan görüntü almak gereklidir. Bu şekilde fragmanların deplasman ve angulasyon oranları belirlenebilir. Mandibula kırıklarında genellikle bu iki açı panoramik ve posterior-anterior grafilerle elde edilebilir⁶².

Mandibula kırıklarının teşhisine yardımcı olan radyografiler;

1. Panoramik Radyografi
2. Lateral Oblik Radyografi
3. Posteroanterior Radyografi
4. Oklüzal Radyografi
5. Periapikal Radyografi

6. Reverse Towne Grafi
7. Eklem Tomografileri
8. Bilgisayarlı Tomografiler³⁰.

Mandibular kırıkların teşhisinde kullanılan en efektif radyograf; kondil dahil olmak üzere tüm mandibulayı gösteren panoramik radyografidir. Avantajları, tekniğin sadeliği, tüm mandibulayı bir radyografda görselleştirmesi ve genelde iyi bir detaydır, ancak birçok dezavantaj da mevcuttur: teknik genellikle hastanın dik olarak oturmasını gerektirir (hastanın eğilimli olmasına izin veren makineler mevcut), bu da ciddi travma geçirmiş hastada pratik değildir. Bukko-lingual kemik mesafesini belirlemek mümkün değildir ve TME(temporamandibular eklem), simfiz ve alveol bölgelerinde ayrıntılı bir görüntü vermeyebilir (Resim 2.14). İkincil ancak önemli bir dezavantaj panoramik radyografi ekibmanının tüm hastane radyoloji bölümlerinde bulunmamasıdır. Buna ek olarak, panoramik radyografik tekniği nedeniyle, yapıların üst üste binmesi, yorumlama hatalarına neden olabilir⁶³.



Şekil 2.14. A) Sağ mandibular angulus kırığının panomarik radyografisi B) Fazla ışınlamaya bağlı farkedilemeyen korpus kırığının görüntüsü⁵⁵

Mandibulanın lateral oblik grafisi, ramus, angulus ve posterior korpus kırıklarının teşhisinde yardımcı olabilir. Teknik basittir ve herhangi bir radyoloji bölümünde yapılabilir. Kondil bölgesi, premolar ve simfiz bölgelerinde olduğu gibi genellikle belirsizdir. Posteroanterior (PA) grafisi, ramus, angulus, korpus ve simfizin kırıklarının medial veya laterale deplasmanını gösterir (Şekil 2.15). Mandibular oklüzal görünüm, korpus kırıklarının medial ve lateral konumlarındaki deplasmanlarını ve ayrıca simfiz bölgesinde anteroposterior yer değiştirmeyi göstermektedir. Reverse Towne görünümü kondil ve kondiler boyun kırıklarının medial yer değiştirmesi için idealdir. Periapikal diş filmleri en ayrıntılı bilgiyi gösterirler ve korpusun yer

değiştirmemiş doğrusal kırıkları, alveol prosesi ve diş travması için kullanılabilirler³⁰. Birçok kurumda bilgisayarlı tomografi (BT) hazır bulunmakta ve aksiyel, koronal ve sagittal olmak üzere üç düzlemde görülebilmektedir. Ayrıca, artık üç boyutlu görüntülere dönüştürülebilmektedir. BT'ler, hastanın çoklu sistem travması geçirdiği ve diğer yaralanmalar için taranması gerekebilecek durumlarda veya hastanın konvansiyonel radyografiler için uygun bir şekilde konumlandırılmadığı durumlarda elde edilir³³. Geleneksel BT taraması, görselleştirilemeyen kondil kırıkları için idealdir; bununla birlikte, daha fazla masraf ve radyasyona maruz kalma riskiyle beraber düz filmler ve panoramik grafi ile teşhis edilemeyen vakalar için kullanılabilir. Yeni teknolojinin gelişiyile birlikte helezonik BT daha hızlı, daha doğru ve daha ucuzdur. Geleneksel BT taramalarıyla karşılaştırıldığında radyasyona maruz kalma oranı daha düşüktür. Hangi tür görüntüleme yöntemleri ile hangi yapıların en iyi gösterildiği deneyim, fizik muayene ve anlayış, uygun radyoloji tekniği belirlenebilir^{30, 62}.

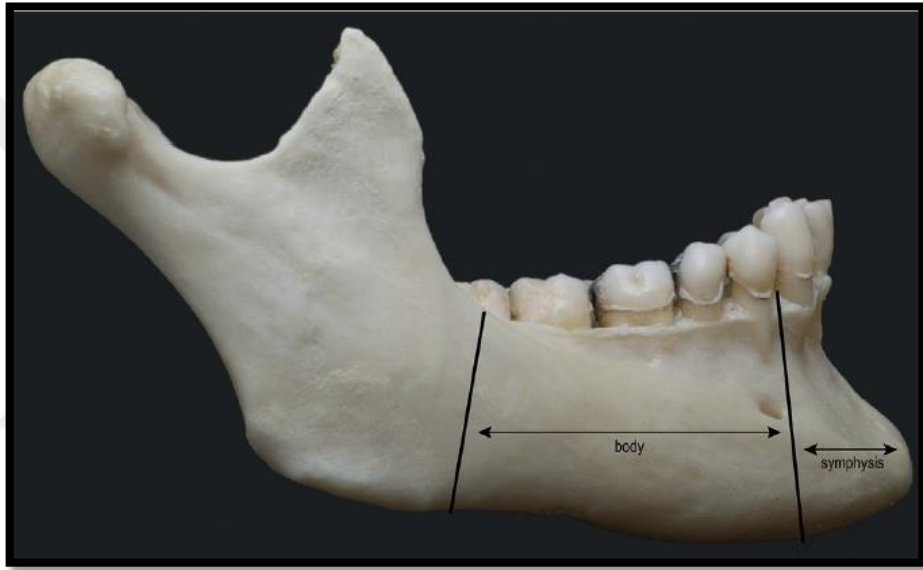


Şekil 2.15. Posterior-Anterior grafide gözlenen sağ angulus ve anterior bölgenin fraktürü⁶²

2.2.5. Mandibula Kırıklarında Uygulanan Tedavi Yöntemleri

2.2.5.1. Mandibula Kırıklarının Tedavisinde Genel Prensipler

Önde parasimfizal alan ile arkada angulus ön kısmı (masseter kası anterior kesimi) arasında yer alan segment kırıkları mandibula korpus kırıkları olarak adlandırılır⁵⁵. Bir başka anlatımla anatomik olarak mandibula korpus mental foramenle ikinci molar dişin distali arasında kalan, masseter kasının anterior kenarı ile sınırlanan alandır⁶⁴ (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. Mandibula korpusun anatomik lokalizasyonu⁶⁵

Mandibula kırıkları tedavi edilmeden önce, hastanın genel fiziksel durumu dikkatlice izlenmeli değerlendirilmelidir³⁰. Kırık bir çene kemiğine neden olacak kadar güçlü herhangi bir kuvvetin vücuttaki diğer organ sistemlerine zarar verebileceği unutulmamalıdır. Yüzdeki geniş yaralanmalar bunun eşzamanlı çoklu organ sistemi tutulumu ile eşlik edebileceği düşünülmelidir. Klinisyenin izole mandibula kırığına yönelip, pnömotoraks, subdöral hematoma, servikal spina kırılması, rüptüre dalak gibi bazı hayati durumları atlaması mümkün olabilmektedir³⁰.

Mandibular kırıkların teşhisi ve tedavisine, acil bir zihniyet tipi ile değil metodik olarak yaklaşılmalıdır. Hastalar nadiren mandibula kırıklardan ölürlere, bu nedenle klinisyen mandibula travmalarının doğasını ve boyutunu dikkatle ve iyice değerlendirmelidir. Bununla birlikte, bu değerlendirme süresi, enfeksiyon ve kırık hatlarının kaynamama olasılığını artırabilecek kadar uzun süren gereksiz gecikmeye kayıtsız kalmak değildir.

Dental travmalar, mandibula kırıkların tedavisi ile eşzamanlı olarak değerlendirilmeli ve tedavi edilmelidir. Kırık hattındaki dişin enfeksiyon kaynağı olabileceği gerekçesi ile çekiminin gerekliliği önerilmiştir. Fakat günümüzde enfeksiyonun kırık hattındaki dişten değil, kırık fragmanlarının immobilizasyonundaki eksikliklerden meydana geldiği görüşü öne çıkmıştır⁵⁵. Kırık hattındaki dişlerin çekimi ise şu durumlarda gerekli görülmüştür: fraktürün redüksiyonun zor ya da imkânsız halde ise, geniş periapikal lezyona sahip dişler, mobile fraktür köklerin varlığı⁵⁵.

Oklüzyonun yeniden düzenlenmesi, mandibula kırıkların tedavisinde birincil hedefdir. Mandibulanın zengin kan desteğinden dolayı kırık hatlarının kaynamama durumu nadirdir ayrıca bu nedenle kemik parçalarının iyileşme için sıkı bir yakınlığa sahip olması gerekmediği açıktır. Oklüzyon çok iyi değerlendirilmeli sadece kemik fragmanların radyografideki tatmin edici görüntüsü ile yetinilmemelidir³⁰.

Fasial alanda birden fazla bölgede kırık mevcutsa, mandibula kırıklarına tedavide öncelik verilmelidir. Yüz kırıklarının tedavisinde "içten dışa ve alttan üste" doğru bir metot izlenmelidir. Tüm intraoral cerrahi işlemler ekstraoral cerrahi işlemlerden önce yapılmalıdır.

İntermaksiller fiksasyon süresi, mandibula kırıkların türüne, yerine, sayısına ciddiyetine, hastanın yaşı, sağlığına ve immobilizasyon için kullanılan yöntemle göre değişmektedir. Tarihsel olarak, iyileşme gerçekleşmesi için 6 haftalık intermaksiller

fiksasyon süreci kullanılmıştır. Bu süre yalnızca ampiriktir ve hasta ve klinik duruma göre karar verilmelidir. Rijit fiksasyon tekniklerinin ortaya çıkması ile intermaksiller fiksasyon süreleri azaltılmıştır¹.

Parçalı kırıklarda profilaktik antibiyotikler kullanılmalıdır. Preoperatif ve perioperatif antibiyotik kullanımının faydası postoperatif enfeksiyon oranlarını düşürmek için kapsamlı olarak analiz edilmiş ve doğrulanmıştır. Birçok literatür çalışması, parçalı mandibular kırıkların tedavisinde antibiyotiklerin avantajlarını ortaya koymuştur. Ancak, postoperatif antibiyotik rejiminin etkinliğini ve süresini değerlendirmek için birçok tartışma devam etmektedir.

Postoperatif beslenme gereksinimleri yakından izlenmelidir. Kayda değer kilo kaybı ve katabolik beslenme durumuna sahip bir hastada mükemmel olarak uygulanmış redüksiyon ve fiksasyon teknikleri başarısız olabilir.³⁰

2.2.5.2. Mandibula Kırıklarında Kapalı Redüksiyon ve Endikasyonları

Deplase olmayan iyi açılı kırıkları redükte etmek ve sabitlemek için mümkün olan en basit tedavi şekli kapalı redüksiyondur. Açık redüksiyon morbidite riskini arttırabildiği için eğer mümkünse tedavide kapalı teknikler kullanılmalıdır.

Parçalı komminüke kırıklarda yüzdeki kan dolaşımı mükemmel olduğundan, periostun herhangi bir zarar görmesi engellenerek kemik parçalarının birleşip kırık hattının iyileşmesi sağlanır. Bu tür kırıklarda klinisyen kemik bütünlüğünü bozmadan oklüzyonu sağlayarak kapalı redüksiyon tekniklerini kullanmalıdır³⁰.

Dişsiz mandibula kırıklarına sahip yaşlı bireylerde kemikteki inferior alveoler kanlanmanın ciddi şekilde bozulmuş durumda olması, onarım için az miktarda kansellöz kemik bulunması gibi nedenlere bağlı olarak normal iyileşme potansiyelinin daha düşük seviyelere inmesi beklenir. Açık redüksiyonda, periostun sıyrılması osteogenezi daha fazla inhibe eder. Tellerle yerinde tutulan bir mandibular protez ile yapılan kapalı

redüksiyon daha uygun bir yaklaşım olur. Açık redüksiyon gerekli ise, periost olabildiğinde az miktarda müdahale edilmelidir. Ağır derecede atrofik dişsiz kretlerde, primer kemik grefti kullanımı ile açık redüksiyon endike olabilir, çünkü mandibular gövdenin kesit çapı küçük olduğu için kırık kemik uçlarının düzgün olarak redükte edilmesi imkânsız olabilir³⁰.

Karma dentisyondaki çocuklarda mandibula kırıklarının teller veya plakalarla yapılacak açık redüksiyonla tedavisi, çocuklarda çene kemiğinin önemli bir bölümünü oluşturan gelişmekte olan diş tomurcuklarına zarar verme riskini taşır. Kırık fragmanların aşırı bir şekilde yer değiştirmesinden dolayı açık redüksiyon gerekliyse, ince teller mandibulanın bazaline yerleştirilmeli ve sadece korteksten destek almalıdır. Kapalı redüksiyon, telle bağlama teknikleri (sürekli halka veya Risdon teli) veya çevresel iğneli telle bağlama ile mandibulaya sabitlenmiş akrilik splintler yardımı ile yapılmalıdır. Çocuklarda tedavisi endişe konusu olan, mandibular kondil kırıklarıdır. Kondilerdeki büyüme merkezinin hasar görmesi, mandibulada gelişim geriliğine bağlı olarak fasial bölgede asimetriye neden olur. Çocuklarda intrakapsüler kondil kırıkları eklemin ankilozuna neden olabilir, bu nedenle erken mobilizasyon ile 7-10 gün süreyle intermaksiller fiksasyon gereklidir.

Koronoid proses kırıkları nadiren izole edilir ve basit doğrusal bir şekilde az yer değiştirme gösterir. Aşırı travma ile temporal fossaya içine yer değiştirmesi de görülebilir. Koronoid prosesin izole kırıkları zigomatik ark bölgesinde trismus ve ödeme neden olur. Kliniğinde genellikle oklüzyonun bozulması veya kırık koronoid prosesin zigomatik kemere çarpması durumunda mandibular hareketleri kısıtlaması mevcuttur.⁶⁶

Çoğu kondil kırığı oklüzyon stabil halde ise kapalı tekniklerle tedavi edilebilir. Erken TME mobilizasyonu ve fizik tedavisi, ankiloz veya sınırlı çene hareketlerini önlemek için gereklidir¹.

2.2.5.3. Mandibula Kırıklarında Açık Redüksiyon ve Endikasyonları

Açık redüksiyon cerrahın kırık sahasını direk olarak anatomik olarak redüksiyonu sağlanmasına yardımcı olur. Açık redüksiyon endikasyonları sıklıkla travmanın şiddetine, kırık hatlarındaki deplasman miktarına ve kırığın anatomik lokalizasyonu ve hastanın sistemik durumuna dayanmaktadır. Örneğin nöbet bozuklukları açık redüksiyon tedavisini zorunlu hale getirebilir. Mandibula kırıklarında açık redüksiyon endikasyonları aşağıda yer almaktadır.

Deplase kötü açılı angulus kırıklarında, proksimal parça üste veya mediale yer değiştirdiğinde ve intraosseöz teller, vidalar veya kaplama olmadan redüksiyon sağlanamadığında, bu kırık için açık redüksiyon endikedir.

Mandibula korpus veya parasimfiz bölgesinin deplase kötü açılı kırıklarında, mylohyoid, digastric, geniohyoid ve genioglossus kaslar, kırık segmentlerin daha da deplase olmasına neden olur. Kapalı redüksiyonla tedavi edildiğinde, parasimfiz kırıklarda mandibula alt kenarı açılma eğilimi gösterir ve mandibular korpusun mediale rotasyonu sonucunda mandibular molar ve premolarların bütün lingual tüberküllerinin oklüzyondan çıkması mümkün olabilmektedir. Bu vakalarda en uygun tedavi endikasyonu açık redüksiyondur^{30, 67}.

Kompleks fasiyal kırıkların varlığında, mandibular parçaların açık fiksasyonu, restorasyon için dengeli bir taban sağlar.

Kırık fragmanlarının aşırı deplasman gösterdiği, dişsiz mandibula kırıklarında, mandibulanın devamlılığını güzel sağlayabilmek için açık redüksiyon endikedir.

Teknik, protez kullanmayan hastada okluzyonun önemli olmadığı durumlarda İMF uygulanmadan kırık hatlarının plak ve vidalarla sabitlenmesi uygundur³⁰.

Tedavinin gecikmesi sonucu yumuşak dokunun, temas halinde olmayan deplase kırık fragmanlarının arasına girmesi kafa travması veya diğer ciddi tıbbi problemler nedeniyle mandibular kırıkların tedavisinde geciken vakalar vardır. Bu nedenle zamanla bağ dokusu kemik parçaları arasına ilerler ve osteogenezisi inhibe eder. Tedavide skar dokusu çıkarılmalı ve tedavi açık redüksiyonla tamamlanmalıdır.

Malunion varlığında, mandibula kırıklarının tedavisi kötü sonuçlanırsa açık cerrahi yaklaşımla çeşitli osteotomiler sonrası kırık hatları tekrar redükte edilip sabitlenmelidir.³²

İntermaksiller fiksasyonu imkansız kılan çeşitli sistemik durumların varlığı, mandibulanın fonksiyonel hareketlerinin gerekli olduğu durumlarda açık rijit fiksasyon tekniklerini mecburi kılar. Örneğin psikiyatrik ve nörolojik hastalar, ağır akciğer rahatsızlığı olan hastalar gibi intermaksiller fiksasyonun kontraendike olduğu durumlarda açık redüksiyon zorunlu bir tedavi seçeneği olabilir¹.

2.3. Mandibula Korpus Kırıklarında Uygulanan Tedavi Yöntemleri

Mandibula korpus kırığının tedavi yöntemleri üzerine araştırmalar devam etmektedir. Maksillomandibular fiksasyon(MMF), kırık stabilitesi değerlendirildiğinde tarihi bir perspektifle iyi sonuçlar vermektedir. Bu prosedürün avantajları, cerrahi tedavi ve hastanın yatarak tedavi olmaması, daha az invaziv prosedür, daha az maliyet ve mesleki tecrübeye duyarlılığın düşük olmasıdır. Diğer taraftan, açık redüksiyon ve internal fiksasyon(ARİF) ile yapılan cerrahi tedavi, okluzyonun hızla iyileşmesini, anatomik kemik morfolojisinin yeniden yapılandırılmasını, sosyal hayata hızlı bir şekilde geri dönülmesini (iyi beslenme ve sözlü iletişim göz önüne alındığında) ve

periodontal dokuların korunmasını sağlar. ARİF kabul edilebilir oklüzyon ile TME'in fonksiyonel hareketleri için temel koşulları sağlar⁵.

Kırık hatlarının deplase olduğu mandibula fraktürlerinde fragmanlar uygun pozisyonda redükte edilir ve kemik iyileşmesine izin verilecek şekilde sabitlenir. Genellikle mandibulanın immobilizasyonu intermaksiller fiksasyon(İMF) çeşitlerinin geçici olarak kullanılmasıyla sağlanır. İMF' nin mandibulanın fonksiyonel hareketletini kısıtlaması, hastanın diyet yönünden kısıtlanması ve bunun sonucu olarak kilo kaybı gibi birçok dezavantajda mevcuttur. Bu gibi nedenlerden dolayı İMF' ye alternatif tedavi yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Mandibula kırıklarının tedavisinde rijit ve semi-rijit osteosentezi plak ve vidaların kullanıldığı fiksasyon sistemleriyle sağlamaya çalışılmıştır. Günümüzde çoğu komminüke olmayan mandibula kırıklarında tedavi seçeneği olarak miniplak sistemleriyle transoral semi-rigid osteosentez benimsenmiştir. Birçok vakada açık redüksiyon ve miniplaklar yardımıyla uygulanan internal fiksasyon tedavi yöntemi olarak başarılı sonuçlar vermiştir⁵⁶.

Mandibula korpus kırıklarının tedavisi kapalı redüksiyon ve açık redüksiyon olmak üzere başlıca ikiye ayrılmaktadır. Mandibula korpus kırıklarının stabilizasyon yöntemleri ise genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- Kapalı Redüksiyon

Maksillo-Mandibular fiksasyon

1.Erich arch bar

2. Intermaksiller fiksasyon (İMF) vidaları

3. İnterdental tel fiksasyonu

4. Çeşitli dental bonding ajanlarla uygulanan diş destekli sistemler

- Açık Redüksiyon

1.Rijit Fiksasyon sistemleri

2.Non-rijit(Semi-rijit) fiksasyon sitemleri

2.3.1. Kapalı Redüksiyon

Mandibula kırıklarının kapalı redüksiyonu deri ya da mukozada herhangi bir cerrahi işlem olmadan kırık hatlarının tedavisinin sağlandığı bir tedavi metodudur. Kapalı redüksiyon birçok yöntemi içerir, bu yöntemelerin ortak özelliği tedavi süresinde kırık hatlarının immobil olarak kalmasının sağlanmasıdır⁶⁰.

Kapalı redüksiyon teknikleri nondeplase, iyi açılı kırıklarda, okluzyonun sağlanması için yeterli sayıda dişe sahip olan hastalarda öncelikli olarak düşünülmelidir. Açık redüksiyon tekniklerinden, periostu sıyırma sebebiyle beslenmenin bozulmasıyla, küçük kemik parçalarının nekroz olma riski ve yumuşak dokuda kayıp oluşturma gibi risklerden dolayı mümkün olmadıkça kaçınılmalıdır. Mandibula korpus kırıklarında kapalı redüksiyon MMF çeşitleri, eksternal fiksasyon ve splintlerle sağlanmaktadır.

2.3.1.1. Maxillomandibular Fiksasyon

MMF maksillofasiyal travma hastalarının tedavisinde temel ilkedir. Yüzün form ve fonksiyonun yeniden oluşturulmasında önemli unsurdur. Mandibula kırıklarında MMF tek tedavi yöntemi olarak kullanılacaksa 4-6 hafta sürmesi gerekecektir. Bununla birlikte, kırık tipi, yeri, yaş gibi etkenlere bağlı olarak bu süre 8 haftaya çıkarılabilir.

Günümüzün modern uygulamalarında aşağıdakileri MMF çeşitlerini içerir:

1. Erich arch bar
2. Intermaksiller fiksasyon (İMF) vidaları
3. İnterdental tel fiksasyon çeşitleri
4. Çeşitli dental bonding ajanlarla uygulanan diş destekli sistemler¹⁵.

Erich arch bar kapalı redüksiyon tekniklerinde en çok kullanılan araçlardandır. Öyle ki kapalı redüksiyon genellikle arch bar uygulaması ile eşanlı hale gelmiştir. Lokal anestezi ile uygulanabilmesi acil serviste, klinikte veya ofis ortamında

uygulanmasını mümkün kılar⁶⁰. Teknik basitçe arch barların alt üst çenede karşılıklı altı numaralı dişler arasında ligatür telleriyle sirkümdental olarak sabitlenmesi şeklindedir. Bu uygulamanın avantajları; düşük maliyeti, normal okluzyonu sağlaması, iyileşme sahasında kemiğin minimal travmaya uğraması ve uygulama kolaylığıdır. Dezavantajları ise; işlem süresinin artması, sadece semi-rijid fiksasyon sağlaması, oral hijyenin sağlanmasının zor olması, işlem sırasında cerrahın teller tarafından yaralanma riski, tellerin gevşek bağlanması nedeniyle iyileşmesi gecikmesidir^{1, 15, 60}. Arch bar uygulaması pediatrik hastalarda yaşa ve dişlerin sürme durumuna göre komplike olabilir. Süt dişlerinin boyları, konturları, kontak noktaları bu işlemi zorlaştırabilir. Fizyolojik kök rezorpsiyonuna maruz kalan süt dişlerinin tellerin sıkışması sırasında kuvvete maruz kalmasıyla dişin ekstrüzyonu gerçekleşebilir^{15 60}.

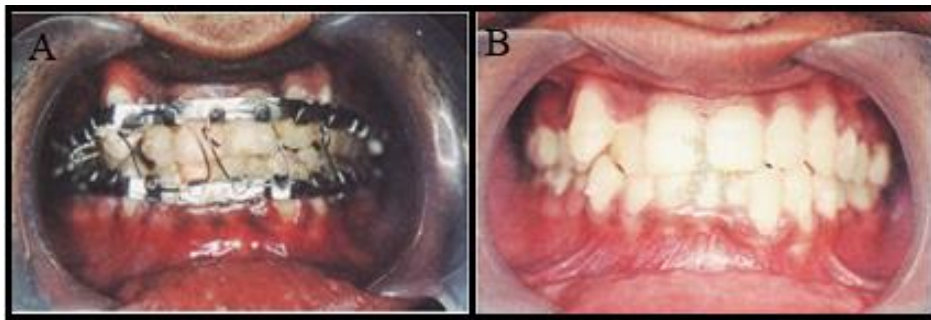
Mandibula kırıklarının tedavisi intermaksiller fiksasyon vidalarıyla fiksasyon metodunu ilk önce Karlis ve Glickman tanımlamıştır. Fiksasyon için kullanılan vidalar maksilla ve mandibula anterior ve posterior vestibüler bölgeye mukogingival dişeti yapışıklığı seviyesinde kökler arasından uygulanır. Bu vidalar yardımıyla tel ve elastiklerle İMF uygulanabilir. Bu intermaksiller fiksasyon vidalarının avantajları kolay uygulanması, işlemin kısa sürmesi, oral hijyenin hasta tarafından sağlanabilmesi, dişlerde protektik tedavilerin mevcudiyetinde uygulanabilmesi, vidaların tedavi bittikten sonra sökümünün kolay olması ve hekimin uygulama sırasında elinin travmaya maruz kalmasının düşük ihtimali olmasıdır. Bunun yanında diş köklerine zarar verebilme ve vida gevşemesi, kırılması, aspirasyonu gibi dezavantajları mevcuttur. Pediatrik hastalarda, İMF vidaları diş jermelerinin zarar görmesini önlemek için dikkatlice kullanılmalıdır^{30, 33, 55, 68}. Son zamanlarda, bir dizi yazar, İMF vidaların intraoperatif MMF aracı olarak kullanılmasını önermişlerdir⁶⁹⁻⁷¹.

MMF için Erich arch bar, ivy loop (Şekil 2.17), devamlı loop (Stout) telleme yöntemleri sık kullanılırken; intermaksiller fiksasyon (İMF) vidaları ve Risdon telleme teknikleri daha az sıklıkla kullanılmaktadır³⁰.



Şekil 2.17. Ivy loop ile İMF uygulaması³⁰

Konvansiyonel arch bar uygulamasının dezavantajlarından kaçınmak adına rezin bonding ajanlarla diş yüzeyine uygulanan materyaller araştırmacılar tarafından kullanılmıştır.^{64, 65} Özellikle arch barın rezin desteğiyle diş yüzeylerine uygulanması ön plana çıkmıştır. Uygulama kolaylığı, daha az periodental harabiyet ve hekimin perkutanöz yaralanma riskinin düşük olması gibi artıları mevcuttur⁶⁵ (Resim 2.18).



Şekil 2.18. A)Rezin destekli arch bar uygulamasıyla yapılan İMF B) İMF sökülmesi sonrası intraoral görüntü⁷¹

Çoğu yetişkin mandibula korpus kırığı vakasında 4- 6 hafta arasında stabilizasyon yeterlidir. Bu hastalar için dişli sahalarda minimal şekilde hareketlilik olmalıdır. Bu stabilizasyon süresi bazı vakalarda 2 haftada yeterli olabilmektedir⁶⁶.

MMF'nin kontrendikasyonları ise şunlardır: Uyumsuz hastalar ya da tedavi süresini tolere edemeyecek hastalar, hamile hastalar, alkolizm, nöbet bozukluğu, ciddi pulmoner hastalar, mental retardasyon, psikiyatrik rahatsızlığı olan beslenmesi zayıf hastalar, multiple sistem yaralanması olan hastalardır¹⁵.

2.3.1.2. Eksternal Fiksasyon

Bu tedavi şekli atrofik mandibula kırıkları ve komminüke kırıklarında kullanılabilir. Fakat rijit fiksasyon sistemlerinin gelişmesiyle bu yöntem güncelliğini yitirmiştir¹⁵ (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. Eksternal pin fiksasyonu ile tedavi edilen korpus kırığı⁵⁵

2.3.1.3. Splintler

Splint uygulaması mandibula korpus kırıklarında mix dentisyondaki pediatrik hastalarda diş foliküllerini koruması açısından kullanılabilir bir tekniktir¹⁵. Bu splint intermaksiller, lingual, labio-lingual ve dental arkı tamamen örten şekillerde

planlanabilir. İntermaksiller tipi çok sayıda diş kayıplarında, lingual tip kemik fragmanlarının intraverisonunda, dental arkı tamamen örten cap şekli ise mix dentisyon zamanında kullanılmaktadır⁷² (Şekil 2.20).



Şekil 2.20. Pediatrik hastada mandibula korpus kırığının tedavisinde kullanılan cap splint⁷²

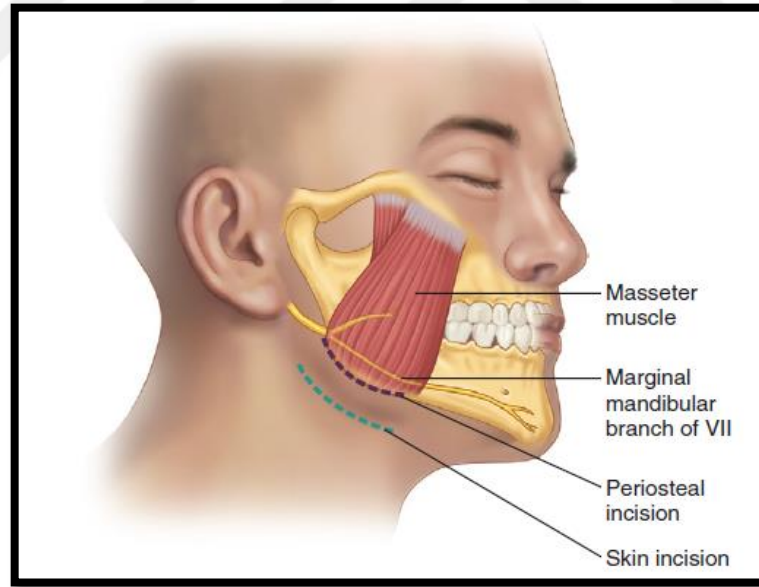
2.3.2. Açık Redüksiyon

Maksillofasial travmada rijit fiksasyon sistemlerin tanımlanmasıyla yeni bir dönem başlamıştır. Açık redüksiyon tedavisinde 4 temel prensip mevcuttur.

1. Fiksasyon için tüm kırık hatlarının açığa çıkarılması.
2. Redüksiyonu kolaylaştırmak için fraktür hatların mobilize ve debride edilmesi.
3. Fraktür segmentlerini redükte etmek.
4. Fraktür hatlarını fikse etmek¹⁵.

Mandibula kırıklarının açık redüksiyonu için yapılan insizyonlar kırığın lokalizasyonuna, cilt hatlarına ve sinir pozisyonlarına göre belirlenmektedir. Ekstraoral yaklaşım ve intraoral yaklaşım olmak üzere başlıca iki yaklaşım söz konusudur.¹²

Mandibula kırık tedavisinde ekstraoral yaklaşımlar; retromandibular, submandibular, endural ve preauriküler yaklaşım olmak üzere dört bölgeden yapılmaktadır. Mandibula korpus kırıkları submandibular yaklaşımla tedavi edilmektedir¹⁵ (Şekil 2.21). Submandibular yaklaşım ilk olarak 1934'de Risdon tanımlamıştır. Bu yaklaşımda deri insizyonu mandibula alt kenarının 2 cm altından 4 ile 5 cm uzunluğunda yapılır¹². Subkutanöz yağ dokusu ve yüzeysel fasya diseke edilerek platizma kasına ulaşılır. Plazma diseke edilerek fasial sinirin marjinal mandibular dalına ulaşılır. Marjinal mandibular sinirin fasial arterle komşuluğu unutulmamalıdır. Mandibulanın alt kenarı doğru diseksiyonda submandibular gland, fasiyal arter ayırt edilir. Fasiyal arter diseke edilip bağlanır. Diseksiyona devam edilip fraktür sahasına ulaşılır. Sırasıyla kırık hatlarının redüksiyonu, stabilizasyonu ve fiksasyon sağlanır^{30, 32, 33, 62}.



Şekil 2.21. Mandibula korpus kırığına ekstraoral yaklaşım³⁰

Mandibulanın diş taşıyan bölge kırıklarında genellikle intraoral ve transbukkal yaklaşım tercih edilir. İntraoral yaklaşım mandibula korpus kırıklarında fraktür sahasına mükemmel erişim olanağı sağlar. Rijit fiksasyon ile kırık katlarının redüksiyonu sırasında oklüzyonun kontrolünde sağlanır. Ekstraoral yaklaşımda ise sinir hasarı ve

kozmatik problemler hekimin alacağı önemli risklerdendir ve ekstraoral yaklaşımdan mümkün oldukça kaçınılması gerekir⁴⁷.

İntraoral yaklaşımda insizyon hattı mukugingival yapışıklığın 5-7 mm altından kırık hattını yeteri kadar açığa çıkaracak şekilde olmalıdır. Fraktürün redüksiyonu, stabilizasyonu ve fiksasyonu sırasında mental sinir ve dallarına zarar vermekten kaçınılmalıdır. Distal korpus kırıklarında transbukkal trokar kullanımı plak ve vidaların dik olarak yerleştirilmesini kolaylaştırır^{12, 14, 15, 47}.

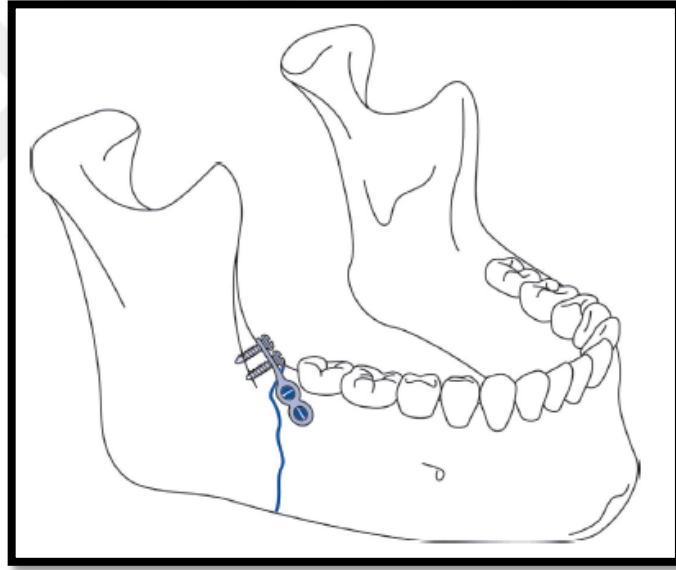
Tarih boyunca açık redüksiyonda kırık hatlarını sabitlemek için teller kullanılmıştır. Modern ortognathik cerrahi işlemlerinin gelişmesine rağmen Amerika Bileşik Devletleri'nde telle ostesentez yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa'da ise kemik plak ve vida ile internal fiksasyon sistemlerinin geliştirilmesiyle yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Telleri yerleştirmek daha kolay olabilir ve kemik parçalarını koruyabilir ve iyileşme döneminde kasların fragman parçalarının yer değiştirmesini engelleyebilir. Tellerin rijit olmayışı, çenenin fonksiyonel hareketleri sırasında kırık hatlarını sağlam bir şekilde saramaması gibi nedenlerden dolayı İMF gereklidir. Bununla birlikte plak ve vidalarla sağlanan fiksasyonda İMF gerekliliği şart değildir. Telle osteosentez çoğunlukla mandibular angulus kırıklarında intraoral yaklaşımla kullanılır¹².

2.3.3. İnternal Fiksasyon ve Sistemleri

İnternal fiksasyon kırık hatlarının tel, vida, plak, pin ve diğer gereçlerle kırık stabilizasyonunu sağlamak olarak tanımlanır¹⁴.

Mandibulanın iyileşme dönemindeki fonksiyonel hareketleri sırasında fragmanlar arasındaki hareketliliği önleyecek kadar rijitlikte olmayan sistemler, non-rijit fiksasyon sistemleri olarak tanımlanmıştır. Kırık hatlarında miniplak ve monokortikal vidaların ostetosentez çizgileri üzerinde kullanımıyla uygulanan semi-rijit fiksasyon

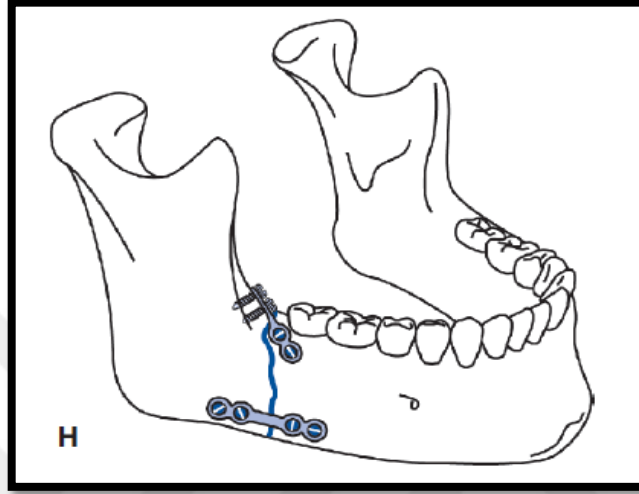
yöntemi Champy¹⁴ tarafından tanımlanmıştır. Champy postoperatif olarak MMF'nu tavsiye etmemesine rağmen bazı cerrahlar fiksasyonun rijitliğinden endişe etiklerinden dolayı kullanmışlardır. Bu tanımlanan tekniğin intraoral olarak uygulanması, vidaların mono-kortikal olarak kullanımıyla alveolar inferior sinirine ve diş köklerine zarar verme olasılığının azalması gibi avantajları mevcuttur. Bazı non-rijit sistemler fragmanlar arasındaki hareketliliği önleyecek kadar rijitlikte olabilmektedir. Bu fiksasyon çeşidi fonksiyonel stabil fiksasyon olarak tanımlanmıştır. Mandibula korpus ya da angulus kırığının tek plakla tedavi edilmesi bu fiksasyon çeşidine girer. Bu yöntemde fragmanlar arasında mikro- hareketlilik mevcuttur fakat kırık hattı fonksiyonel olarak stabildir⁷³ (Şekil 2.22).



Şekil 2.22. Angulus kırığının fonksiyonel stabil fiksasyonu³²

Rijit fiksasyon ise iyileşme sürecinde mandibulanın fonksiyonel hareketlerinde fragmanlar arasında herhangi bir oynamaya izin vermez. Bu fiksasyon çeşidi, pratikte rijit plakların mandibulanın inferior ve posterior kenarları boyunca bikortikal vidalarla kullanımı olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.23). Bu yöntemle subapikal ya da eksternal oblik sırt bölgesi haricindeki tüm bölgelerde bikortikal vida kullanılır. Postoperatif

olarak MMF gerekli değildir. Fiksasyon rijit yada non-rijit olması kırığın tipi, uzunluğu, genişliğine bağlı olarak değişir^{12, 14}.



Şekil 2.23. Angulus kırığının rijit fiksasyonu³²

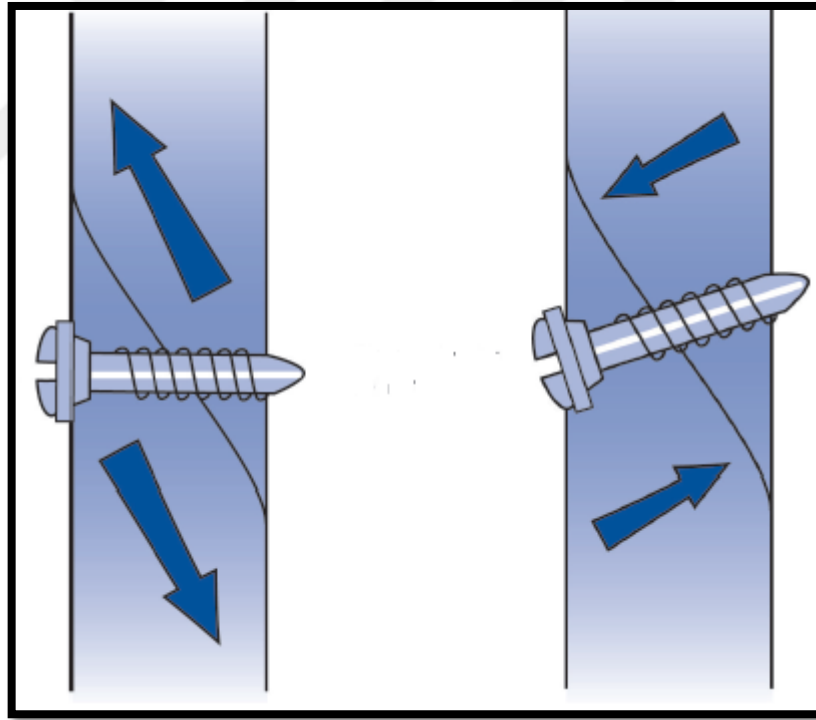
Plak sistemleri vida başlarının çaplarıyla belirlenir. Mandibula için kullanılan sistemler 2.0 ile 3.0 mm arasında değişmektedir. Kilitli olmayan plaklarla monokortikal olarak kullanılan vidaların uzunluğu mandibulanın dış kortesinin kalınlığını geçmemelidir. Vidaların semi-rijid sistemle monokortikal olarak kullanımıyla alveolar inferior sinire ve diş köklerine zarar verme olasılığının azalması gibi avantajları mevcuttur^{12, 14}. Vidaların sıkıştırılmasıyla plak tarafından kemiğe bir miktar basınç iletilir. Bu plağa temas eden kemik yüzeylerinde rezorpsiyona sebep olur. Eğer bu baskı primer iyileşme süresince aşırı miktarda olursa; vidalar gevşeyebilir ve kırık hattındaki iyileşmeyi negatif olarak etkilenebilir. Kilitli plak/vida sistemlerinin kullanımı ise hala literatürde tartışma konusudur. Vida başları plakla kitlenerek kemik üzerindeki basıncı azaltır ve bu sistemde kemikteki rezorpsiyon miktarı da azaltılmış olur. Kilitli sistemlerin en önemli avantajı ise plak ile kemik yüzeyinde hassas bir temas ihtiyacının

olmayışıdır.^{74, 75} Hassas olmayan bükümlere bağlı olan plak ve vida arasındaki boşlukları tolere edip, fraktür segmentleri arasındaki yer değiştirmeleri minimize edebilen sistemlerdir. Bu avantaj rekonstrüksiyon plakları gibi geniş plakların kemik yüzeyine adaptasyonunu kolaylaştırır. Kilitli sistemlerde vidaların kemikten gevşeyerek ayrılması mümkün değildir⁷⁶. Kilitli sistemler, standart kilitli olmayan sistemlere göre kırık hattında daha iyi bir stabilizasyon sağlamasına rağmen klinik sonuçları literatürle kesin olarak desteklenmemiştir. Kilitli plaklar dişli kilitli vidalarla kullanılır. Günümüzde kilitli plakların, yivli kilitli vidalarla kullanımını daha sıktır. Bu sistemde plaklarında yivli olarak üretilmesi, vidaların plaklara dik olarak tek yönde girmesine olanak sağlar. En son olarak konik kilitli plak/ vida sistemleri tanıtılmıştır. Güncel olarak mandibula kırıklarında, klinik olarak kilitli ve kilitsiz plak/vida sistemlerinin birbirlerine olan üstünlüklerini destekleyici kesin çalışmalar mevcut değildir^{12, 14}.

1973 yılında Michelet tarafından ortaya atılan miniplak osteosentezi daha sonraları Champy tarafından modifiye edilerek günümüzde kullanılan miniplak uygulamalarının temelini atmışlardır. Günümüzde kullanılan miniplaklar yüksek biyouyumluluğu ve korozyon direnci sebebiyle titanyumdan elde edilmektedir. Miniplaklar 2-9 cm uzunluğunda ve 1 mm kalınlığında üretilen, boyları 5-19 mm arasında değişen vidalar ile kırık stabilizasyonunu sağlayan implant materyalleridir⁶⁶. Miniplaklar 2.0 mm çaplı minividalarla kullanılır. Bu tip nonkompresyon yani konvansiyonel miniplak sistemlerinin en önemli dezavantajı, postoperatif dönemde segment konumlarının değişmesine sebebiyet verebilecek plak ile kemik arasındaki adaptasyonun bozulmasıdır^{74, 77}. Bu durumun önüne geçmek için araştırmacılar kilitli miniplak sistemini geliştirmişlerdir^{77, 78}.

1970 yılında Brons and Boering tarafından mandibula kırıklarında lag vidaların kullanımı tanımlanmıştır⁷⁹. Lag vidalar 2.3-3.5 çapları arasında 40 mm uzunluğa kadar

değişen boyutlarında üretilmiştir. Lag vida fiksasyon tekniği, kemik plakları kullanılmadan kırık fragmanlarını sıkıştırmak için vidalar kullanılmasını içerir. Lag vidalar kemiğin kırık hatlarına bikortikal girerek vidanın sıkışması sonucu oluşan gerilme kuvvetiyle fragmanlar redükte olur. Kompresyon plaklarının kullanımında olduğu gibi lag vidalarla da rijit fiksasyon sağlanır. Lag vidaların miniplaklara göre daha az ekipman kullanılması ve daha ucuz olması yönünden üstünlükleri mevcuttur. Ayrıca diğer yöntemlere göre daha stabil bir fiksasyon sağlar. Bununla birlikte lag vidalar diş köklerine ve alveolar inferior sinire zarar verebilmesi potansiyeline sahiptir. Oblik kırıklarda kullanımında kırık hatlarında yer değiştirmelere sebebiyet verebilir. Lag vidalar kırık hattına dik olarak yerleştirilerek kullanılarak torsiyonel kuvvetlere karşı rotasyonu önler^{30, 32, 33, 62} (Resim 2.24).



Şekil 2.24. Lag vidaların kırık hattına kemiğe ve kırık hattına dik uygulamaları⁴⁵

Mandibular korpus ve parasimfisis bölgelerinde oblik kırıklarda lag vida kullanılarak yapılan rijit fiksasyon literatürde birçok çalışma tarafından desteklenmiştir⁸⁰⁻⁸². Özellikle korpus bölgesinde, sagittal planda bukkal ve lingual

korteksin ayrılmasına sebebiyet vermiş kırık tiplerinde 2 veya 3 adet lag vida kullanımı literatürde tavsiye edilmiştir. Fakat lag vidaların mandibula anterior bölgede kullanımı daha sıktır. Bunun sebepleri; bu bölgedeki vital yapıların bulunmaması, kortikal kemiğin kalın olması ve anterior mandibuladaki kurvatörün vidaları yerleştirmeye uygun olmasıdır.⁵⁵

İzole mandibula kırıkları çiğneme kuvvetlerine maruz kaldığında mandibulanın alt yüzeyine doğru bir baskı oluşur. Kırık hattının süperior kısmına gerilme bölgesi, kırık hattının alt kısmına ise sıkışma bölgesi olarak adlandırılır⁸³. Mandibula dişli bölgelerdeki non-komminüke olmayan kırıklar vestibüler insizyonla transoral olarak kolayca tedavi edilebilir. MMF yöntemlerinin kullanıldığı lineer kırıklarda, fragmanlar forseps yardımıyla redükte edildiğinde sıkışma ve gerilme hatları dikkate alınarak fiksasyon sağlanmalıdır. Korpus kırıklarında eğer arch bar uygulanacaksa mandibulanın alt kenarına 2.0 ya da 2.4 mm kalınlıkta kilitli yada kilitsiz plaklarla stabilite sağlanmalıdır. Bununla birlikte literatürde çeşitli yayınlarda, gerilme hattına uygulanan plakların sıkışma hattına uygulananlara göre daha stabil bir fiksasyon sağladığı sunulmuştur⁸³. Eğer arch bar kullanılması düşünülüyorsa gerilim ve sıkışma bantlarında plaklar kullanılmalıdır. Gerilim hattına momokortikal vidalarla yerleştirilen plak oklüzyona gelen kuvvetler karşısında kırık segmentlerinin ayrılmasını engelleyen ilk unsurdur³².

Mandibular korpus ve simfiz kırıklarında diş kökleri ve alveolaris inferior sinirin varlığı tedavi sırasında endişe vermektedir. Vidaların bikortikal olarak kullanımı alveolar inferior sinirin altından yapılmalıdır. Dişlerin köklerine zarar verildiği düşünüyorsa postopratif olarak olarak takip edilmeli gerekirse endodontik tedavi uygulanmalıdır^{32, 33}.

2.4. Mandibula Korpus Kırıklarında Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar

Mandibular kırıkların tedavisinde komplikasyonlar sık olmamakla birlikte tecrübeli bir elden bile görülebilir. En sık karşılaşılan komplikasyonlar: enfeksiyon, malunion, nonunion, dişelere gelen travmalar ve fiksasyonda kullanılan materyallerin gevşemesidir. Literatürde en sık karşılan komplikasyonlar ise enfeksiyon ve osteomyelitir^{1,14}.

2.4.1. Enfeksiyon

Hastalarda mandibula kırıklarının tedavisinde en sık görülen komplikasyon enfeksiyondur^{32, 84, 85}. Enfeksiyon popülasyonda % 32 oranında karşılaşılrken bunu % 27.6 oranında nonunion ve % 21.0 oranında dehissens izlemiştir⁸⁶. Postoperatif enfeksiyon, tedavide sürecinde gecikme, madde bağımlılığı, postoperatif tavsiyelere hastanın uymaması dahil çok sayıda risk faktörü ile ilişkilendirilmiştir. Enfeksiyon, tedavideki gecikmeden ve yetersiz antibiyotik kullanımından kaynaklanabileceği gibi fraktür hattında yer alan dişten, nekroze sert ve yumuşak dokulardan ve mobil fragmanlardan da kaynaklı olabilir⁸⁷. Mandibula kırığının travmadan sonra beşince güne kadar tedavi edilmesi enfeksiyon riskini minimale indirmek için optimal süredir. Mandibular fraktürlerle ilişkili birçok enfeksiyonda aeorp ve anaerop olmak üzere polimikrobiyal kültür hakimdir. En yaygın mikroorganizmalar staphylococcus, alfa-hemolitik streptokok ve bacteroides'in yanı sıra gram negatif bakterilerdir. Tedavide penisilin ve klindamisin türevleri uygun bir seçimdir. Enfeksiyonun başarılı bir şekilde tedavi edilmesi yeterli drenaj, kaynağın uzaklaştırılması ve uygun antibiyoterapiye bağlıdır³².

Stone ve ark.⁸⁸ postoperatif enfeksiyon için risk faktörlerini tanımlamak amacıyla yaptıkları analizde, açık cerrahi tedavinin artmış enfeksiyon riski açısından istatistiksel olarak anlamlı tek değişken olduğunu bulmuşlardır. Tedavideki gecikme,

yaş, cinsiyet ve fragman sayısının postoperatif enfeksiyon oranını etkilemediğini belirtmişlerdir.⁸⁸

2016 yılında Odom ve ark.⁸⁹ mandibula kırıklarında intraoral kesiklerle tedavi yaklaşımında enfeksiyon oranının % 6.6 olduğunu, ekstraoral kesilerde ise enfeksiyon bulgusuyla karşılaşmadıklarını rapor etmişlerdir. İntraoral ve ekstraoral yaklaşımların birlikte uygulandığı hastalarda, diğer yaklaşımlara göre daha en yüksek oranda(% 21.5) enfeksiyon bulgusuna rastlamışlardır.

Lamphier ve ark.⁸⁶ ise mandibular korpus kırıklarının tedavisinde kapalı redüksiyon ve açık redüksiyon arasında post-operatif enfeksiyon açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. En sık karşılan komplikasyonun enfeksiyon, ikinci sıklıkla ise nonunion olduğunu bildirmişlerdir.

Mandibular korpus kırıkları, dentisyon bölgesini içerdiği için, kontamine kırık olarak düşünülmelidir. Literatürde enfeksiyon kontrolü amacıyla preoperatif ve postoperatif antibiyotik kullanımı önerilmiştir. Kompound mandibula kırıklarında antibiyotik kullanılmaması durumunda enfeksiyon insidansının %50 gibi yüksek değerlerde, antibiyotik kullanılan vakalarda ise bu oranın %6 oranında olmakla birlikte antibiyotik kullanım süresi literatürde hala tartışmalıdır^{55, 90, 91}.

2.4.2. Gecikmiş İyileşme (Delayed Union) ve Nonunion

Nonunion mandibular kırıkların kaynamaması olarak tanımlanan bir sekeldir. Pseudoarthrozis, bir nonunion olup, kapsülü ve eklem kartilajını içine alan bir iyileşme bozukluğudur⁹². Ateşli silahların neden olduğu travmalara bağlı oluşan parçalı kırıklar varlığı, yetersiz fiksasyon ve hastanın tedaviye uyumsuzluğu nonunionun yaygın etiyolojilerdendir⁹³. Klinik olarak kırık bölgesinde mobilite, ağrı ve radyolojik olarak gözlemlenen kemiğin kaynamama bulguları mevcuttur³³.

Nonunion en sık mandibula korpus kırıklarının tedavisinde karşılaşılan bir komplikasyondur. Enfeksiyon nonunion oluşmasında en etkili faktör olarak görülmele beraber predispozan faktörler arasında; kırık tedavisinin gecikmesi, yetersiz fiksasyon ve redüksiyon, alkol ve ilaç bağımlılığı, diabetes mellitus, kötü oral hijyen, çoklu kırık olan vakalar sayılabilir.^{30, 55} Mathog ve ark.⁹⁴ mandibula kırıklarının tedavi etikleri 906 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, en sık karşılaşılan komplikasyonun nonunion (% 2.4), komplikasyonun en sık karşılaşıldığı bölge olarak da korpus olarak rapor etmişlerdir.

Nonunionun tedavisi etkenin saptanması ile başlar. Eğer fraktür bölgesi mobil ise kırık hattına uygulanan materyaller çıkarılır. Tüm enfeksiyon odakları saptanır. Uygun olmayan fiksasyon sistemleri, sökestir, fistül yolları gibi etkenler ortadan kaldırıldıktan sonra uygun osteosentez yöntemleriyle kırıkları yeniden şekillendirmek için teknikler kullanılır³⁴.

2.4.3. Malunion-Maloklüzyon

Malunion kırık hatlarının doğru şekilde fikse edilememesi sonucu oluşan klinik olarak maloklüzyon tablosunun ortaya çıkması durumu olarak tanımlanır. Malunion meydana geldiğinde, genellikle oklüzyonun düzeltilmesi ve fasial simetri / projeksiyonun geri kazanılması için planlanmış mandibular osteotomiler gereklidir. Malunionlar başlangıçta ortodontik mekanikler ve oklüzyonu düzenleme gibi konservatif tedavilerle düzeltilmeye çalışılabilir fakat kırık segmentlerinin deplasman miktarları aşırı derecede ise oklüzyonu sağlamak için ortognatik cerrahi planlanabilir¹⁴.

Zhang ve ark.⁹⁵ 84 hasta üzerinden yaptıkları çalışmada 25 tane malunion vakasına rasladıklarını bildirmişlerdir. 25 malunion vakasının 12'sinin korpus bölgesinden kaynaklı olduğu ve diğer bölgelere göre daha sık gözlendiğini rapor etmişlerdir.

Kırık segmentlerin redüksiyonunda ufak bir değişiklik travmatik oklüzyona sebebiyet verip bazı komplikasyonlara zemin hazırlayabilmektedir. Tek miniplak ve maksillomandibular fiksasyon kullanımında diğer tekniklere oranla malunion görölme sıklığı daha azdır. Bu teknikler daha az rijit oldukları için fiksasyon sonrası kemik segmentlerinin doğru pozisyonda sabitlenebilmesini sağlar⁹⁶.

2.4.4. Nörosensöryel Değişiklikler

Mandibula fraktürlerinde alveolaris inferior sinir en yaygın olarak etkilenen yapıdır. Korpus kırıklarında fragmanların deplasman miktarına bağlı olarak sinir nöral yapıların zarar görme miktarı artmaktadır. Mandibular sinirin diğer dalları (aurikulotemporal, masseterik, bukkal) izole kırık hattından ziyade travma sonucu oluşan laserasyonlardan dolayı risk altındadır.⁸³ Alveoler inferior veya mental sinir hasarı, sıklıkla vida ve drillerin yanlış kullanımı, deplase fraktürler, diğ çekimleri sonucu ortaya çıkar. Kapalı redüksiyonda, açık cerrahi tedavilere göre sinir disfonksiyonlarına daha az rastlanır. Duyu siniri hasarları kompresyon ve rekonstrüksiyon plakları ile tedavi edilen atrofik çenelerde en siktir. Alveoler inferior veya mental sinir hasarları, mikocerrahi prosedürler ile tedavi edilmeye çalışılır⁸⁰.

Literatürde mandibula kırıkları ile ilişkili sinir hasarı ile ilgili az sayıda çalışma mevcuttur. Renzi ve ark.⁹⁷ fasiyal kırığı inceledikleri retrospektif çalışmalarında; kırık hattı anatomik olarak sinir ile ilişkili ise sinir hasarının %100, disloke kırıklarda %84, disloke olmayan kırıklarda %47 oranlarında oluşunu bulmuşlardır. Moore ve meslektaşları⁹⁸ tarafından yapılan bir çalışma mental sinir parestezisinin % 2' oranından az olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca, mandibula kırıklarına ekstraoral yaklaşımlarda fasiyal sinir hasarını % 1.8 oranında rapor etmişlerdir.⁸⁶ Literatürde alveolar inferior sinirin yaralanması sonrasında tam olarak iyileşme % 33 (Marchena ve ark., 1998)⁸⁷ ,% 70 (Schenkel ve ark.) ve % 100 (Mayrink ve ark., 2013)⁸⁸ oranlarında bildirilmiştir.

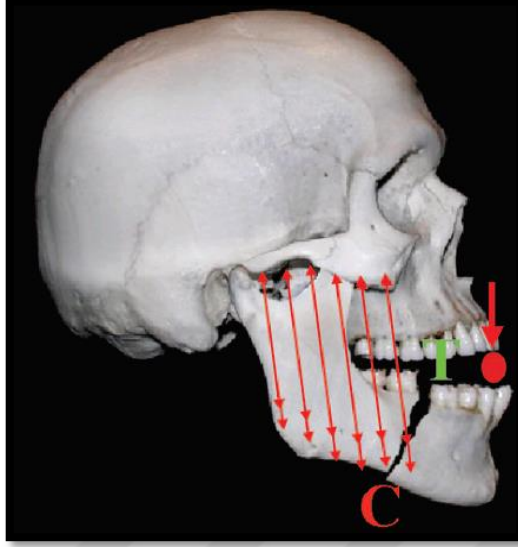
2.5. Mandibula Kırıklarında Biyomekanik Prensipler ve Çalışmalar

Mandibula korpus ve angulus bölgesinde meydana gelen kırıkların fiksasyon sistemlerini inceleyen, biyomekanik çalışmalarda kullanılan iki temel metot kullanılmıştır. Birincisi 2 nokta deney düzenekleri veya “cantilever beam model” olarak bilinen sistemlerdir. Bu deney düzenekleri üzerine modeller bir segmentten sabitlenirler ve vertikal yük sabitlenmemiş diğer fragmana gelecek şekilde ayarlanır. Böylelikle basma-çekme ve makaslama kuvvetlerini ölçebilen bilgisayar destekli cihazlar sayesinde sabitlenmiş modellerin serbest uçlarının yükler altındaki deplasman değerleri ölçülebilir. Bir kısım araştırmacılar bu düzeneği kullanmayı tercih etmişlerdir^{99, 100}. İkincisi, 3 nokta deney düzenekleri veya 3 noktadan eğme aparatı olarak bilinen sistemlerdir. Bu deney düzeneklerinde ise her iki fragman dönme eksenini oluşabilecek şekilde sabitlenirler ve yük her iki fragmanın dönme eksenleri arasında kalan herhangi bir noktadan uygulanacak şekilde ayarlanabilir. Bu aygıt da ilk bahsettiğimiz aygıt gibi bilgisayar destekli basma-çekme ve makaslama kuvvetlerini ölçebilen cihazlarla beraber kullanılabilir. Bu aygıtı çalışmalarında kullanan araştırmacılar da mevcuttur^{101, 102}. Bu teknikte, besinin molar bölgede çiğnendiği düşünülerek kırık hattının hem distal hem mezial segmenti birer vidayla dönme eksenini serbest olacak şekilde sabitlenmektedir.

Çiğneme sırasında oklüzyon sağlandığında mandibulada sagittal düzlemde bir burkulma oluşur. Bu gerilim çalışan tarafta alt kenarda gerilim, üst kenarda ise sıkışma bölgesini oluştururken karşı tarafta tam tersini sağlar.

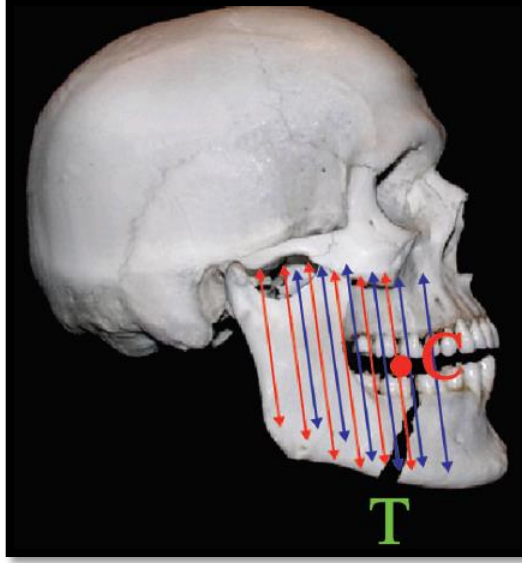
Mandibula korpus kırıklarında, kuvvetin geldiği bölgeye göre sıkışma ve gerilme bölgeleri farklılık göstermektedir. Kırık hattının anteriorunda veya karşı arkta çiğnenmeye çalışılan bolus, mandibulanın rotasyon hareketini belli bir noktadan sonra kısıtlar. Posterior mandibulayı masseter ve medial pterygoid kaslar yukarı doğru

çekerken bolus kırık hattının anteriorunda kalan segmentin rotasyonuna engel olduğundan gerilim ve kompresyon bölgeleri oluşmaktadır (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. Anterior yükleme sonrası kırık hattındaki kompresyon (C) ve gerilim (T) hatları.¹⁰³

Çiğneme kuvveti, molar bölgeden uygulanırsa kırık hattındaki aralanma mandibula alt kenarda kasların etkisi altında ortaya çıkar. Kırık hattına herhangi bir tedavi uygulanarak kemik segmentleri kontak halinde ise üst kenarda sıkışma stresi oluşur. Alt kenarda ise kemik segmentleri arası açılır yumuşak doku üzerinde stres oluşur. Kırık hattının karşı tarafında oluşan çiğneme sırasında, kırık hattındaki kas komponentleri stabilizasyona yardımcı olur¹⁰³⁻¹⁰⁵ (Şekil 2.26).



Şekil 2.26. Posterior yükleme sonrası kırık hattındaki kompresyon (C) ve gerilim (T) hatları¹⁰³

Kırık iyileşmesinde önemli nokta ise kırık iyileşme döneminin ilk haftaları olması sebebiyle bu haftalarda çiğneme kuvvetlerinin düştüğü çalışmalarda gösterilmiştir. Ayrıca korpus bölgesinde kırık olan bir hasta yiyecekleri molar bölgelerden değil daha çok anterior ve karşıt molar bölgelerden alacaktır¹⁰⁴.

Tek miniplak ile fiske kırık vakalarında gerilme hattı ise plağın superior kısmında, sıkışma hattı plağın inferior kısmında oluşur. Ancak kırık hattında kırığı redükte edici bir aygıt söz konusu ise gerilim ve kompresyon stresleri kemik yüzeyinde ortaya çıkar. Bunun aksinde gerilim stresi sadece yumuşak dokularda görülür¹⁰³. Çiğneme kuvveti, molar bölgeden uygulanırsa kırık hattındaki aralanma mandibula alt kenarda meydana gelir. Bununla birlikte, eğer kemik segmentleri bir fiksasyon aygıtı ile temas halinde ise üst kenarda sıkışma stresi oluşur^{103, 105}.

Champy ve arkadaşlarının gerilim ve sıkışma hatları tanımlamasıyla birlikte internal fiksasyonda kullanılan gerilim çizgilerinin tanımlanmasını sağlamıştır¹⁰⁶.

Literatürde insan mandibulasını taklit etmek için insan kaynaklı kadavra mandibulaları, poliüretan mandibulalar, hayvan kaynaklı mandibulalar, alüminyum mandibula replikaları ve silikon ve ahşap gibi fiziksel modeller kullanılmaktadır^{16, 100}.

¹⁰⁷. Kullanımları çeşitli yasal prosedürlere tabi olan insan kaynaklı mandibulalar ön işlemlerden geçirilerek fiske edilmiş şekilde kullanılırlar. Kadavra mandibulası biyomekanik olarak en uygun model olmasının yanında, bazı yasal prosedürler bu tarz çalışmaları engeller nitelikte olup, ayrıca bir takım ön işlemlerden geçirilme ve fiske edilme zorunluluğu yüzünden kadaverik mandibulaların yapısı bozulmaktadır¹⁰⁸. Poliüretan mandibulaların şekli, büyüklüğü ve yoğunluğunun standardize edilebilmesi nedeniyle ideal çalışma modeli olarak kullanılması tavsiye edilmiştir¹⁰⁹. Hayvan kaynaklı mandibulalar ise biyomekanik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır^{99, 101, 110}. İnsan kaynaklı kadavra mandibularına ve poliüretan replikalara göre daha kolay ve ucuz olarak elde edilebilirler. Bu amaçla en sık koyun mandibulaları kullanılmaktadır. Sığır kostaları kullanan çalışmalar da mevcuttur^{100, 111}. Biyomekanik çalışmalarda kullanılan silikon ve ahşap bloklar mandibulanın şeklini taklit etmeden testi yapılan materyal için ankraj görevi görmektedir¹¹². Son yıllarda mandibulanın şeklini basit olarak taklit eden alüminyum blokların kullanımı deney standartlarını arttırmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır¹⁶.

Literatürde yer alan mandibula korpus kırıklarının incelendiği biyomekanik çalışmalar sınırlı sayıda olup internal fiksasyon için hangi yöntemin daha sağlıklı olduğu konusunda fikir birliğine varılamamıştır^{9, 83, 113}.

Mandibula korpus kırıklarının tedavisinde rutin olarak kullanılan tek miniplak, çift miniplak, tek miniplak ve arch bar fiksasyon metodlarının yanında; yapılan literatür çalışmasında eşine rastlamadığımız tek miniplağın fiber splintle desteklendiği metodu, arch bar uygulamasını dezavantajlarından kaçınmak amacıyla gruplarımıza dahil ettik. Deney gruplarında yer alan tek miniplak, çift miniplak, tek miniplak ile arch bar ve tek miniplakla fiber splint fiksasyon sistemlerinin biyomekanik karakteristiği çalışmamızda incelenmiştir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hemimandibula Deneklerin Hazırlanması

Çalışma, mandibula korpus kırıklarında kullanılan fiksasyon yöntemlerinin erken postoperatif stabiliteilerinin karşılaştırılması amacıyla koyun hemimandibulaları üzerinde yapılmıştır. Deneylelerimizde koyun hemimandibulası tercih etmemizin nedeni insan mandibulasına anatomik olarak oldukça yakın olmasıdır. Canlı ağırlıkları ortalama 40 kg olan 15-20 aylık 12 koyundan elde edilen mandibulalar tüm yumuşak dokularından temizlendikten sonra keser dişler arasından orta hat hizasında ikiye bölünerek 24 adet hemimandibula elde edilmiştir (Şekil 3.1). Hemimandibulalar deney aşamasına kadar -24°C de soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. 24 adet hemimandibula 6 örnek içerecek şekilde rastgele 4 gruba ayrılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan koyun hemimandibulaları

Koronoid çıkıntılar ve kondil, önceden tasarlanmış olduğumuz fiksasyon aygıtına yerleştirmede zorluk çıkaracağı düşünüldüğü için, sigmoid çentik hizasından horizontal planda kesilerek mandibula alt kenarına paralel olarak çıkarıldı. Anteriordaki dişli kısım dişlerin bitimi baz alınarak vertikal olarak kesilerek çıkartıldı (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Hemimandibularlarının deney düzeneyine uygun şekilde hazırlanması

Hemimandibularlar üzerinde, fiksasyon amacıyla kullanılacak plakların yerleşeceği düzlemler çizildi. Bu noktalar Champy'nin¹⁴ tanımladığı sıkışma (mandibula bazal bölge) ve gerilme (eksternal oblik kenarın bukkal korteksine) bölgelerine yerleşecek şekilde sabit kalemle işaretlenip standardize edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Fiksasyon amacıyla kullanılacak plakların yerleşeceği düzlemlerin çizimi

Deneysel kırık hattını oluşturmak için kıl testere yardımıyla, premolar ve 1. molar dişlerin arasında vertikal olarak bikortikal osteotomi ile deneysel korpus kırığı oluşturuldu. (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Deneysel kırık hattının oluşturulması

Çalışmamızda 2 mm kalınlığında 4 delikli ve 6 mm barlı düz titanyum miniplaklar (Trimed Titanium Implant System, Ankara, Türkiye) ve çapları 2,0 mm, boyları 5,0 mm olan titanyum vidalar (Trimed Titanium Implant System, Ankara, Türkiye) kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan miniplak ve vidalar.

3.2. Fiksasyon Grupları

Çalışmamızda her grupta 6 hemimandibulanın bulunduğu 4 farklı fiksasyon metodunun uygulandığı 4 ayrı grubun biyomekanik stabiliteleri karşılaştırılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Fiksasyon Grupları

Fiksasyon Grupları	
Grup A	Tek miniplak
Grup B	Çift miniplak
Grup C	Tek miniplak + Arch Bar
Grup D	Tek miniplak + Fiber Splint

GRUP A (Tek titanyum miniplak):

Bu grupta Champy ostetosentez hattına(nötral bölge) 1 adet 4 delikli barlı 2.0 mm titanyum düz miniplak 5mm uzunluğundaki vidalarla fikse edilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Tek miniplak

GRUP B (Çift titanyum miniplak):

Bu grupta Champy ostetosentez hattına (gerilme bölgesi) ve mandibula bazal kenarına (sıkışma bölgesi) 2 adet 4 delikli barlı 2.0 mm titanyum düz miniplak 5mm uzunluğundaki vidalarla fikse edilmiştir. (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Çift miniplak

GRUP C (Tek titanyum miniplak + Arch Bar):

Bu grupta Champy ostetosentez hattına (nötral bölge) 1 adet 4 delikli barlı 2.0 mm titanyum düz miniplak 5mm uzunluğundaki vidalarla fikse edilmiştir. Buna ek olarak arktaki dişler boyunca arch bar (Şekil 3,8) uygulaması yapılmıştır.

Arch barı hemimandibulalara telle sabitlemek amacıyla uygun delikler elde etmek için, tüm ark boyunca dişlerin aproksimal kole bölgelerinden rond frezle 1 mm çapında delikler açıldı. Arch barlar (B. Braun, Aesculap, Tuttlingen, Almanya) dental arkın uzunluğuna göre kesilip 0.4 mm paslanmaz çelik tellerle (B. Braun, Aesculap, Tuttlingen, Almanya) mandibulaya ligatüre edildi (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan arch bar ve ligatür telleri



Şekil 3.9. Tek miniplak + Arch Bar

GRUP D (Tek titanyum miniplak + Fiber Splint):

Bu grupta Champy ostetosentez hattına (nötral bölge) 1 adet 4 delikli barlı 2.0 mm titanyum düz miniplak 5mm uzunluğundaki vidalarla fikse edilmiştir. Buna ek olarak arktaki dişler boyunca fiber splint uygulaması yapılmıştır (Şekil 3.10-11).



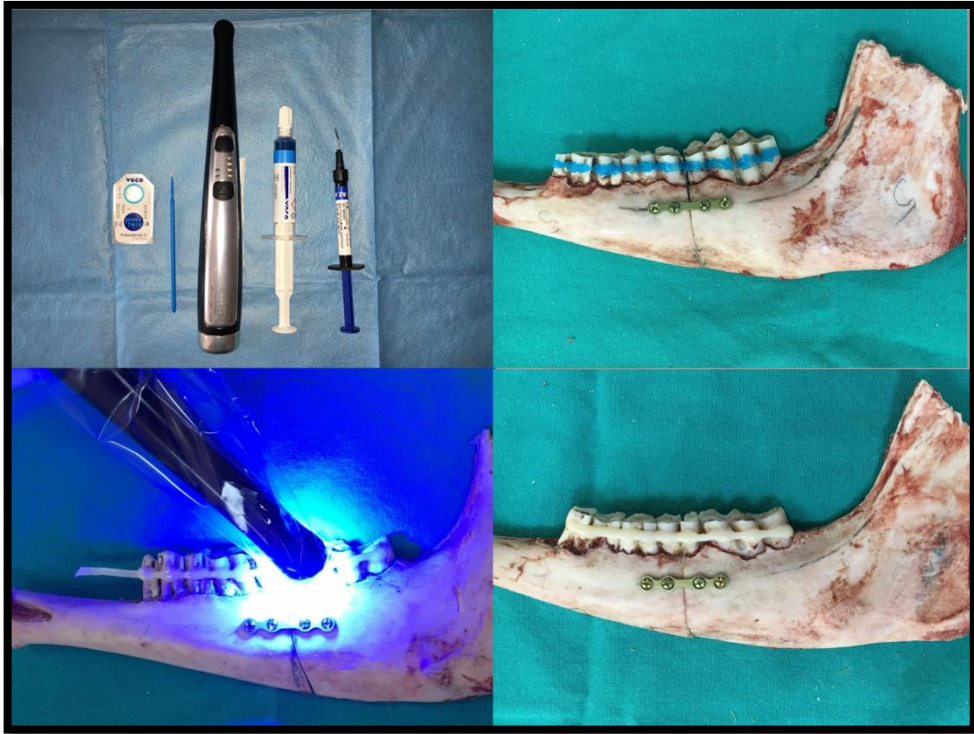
Şekil 3.10. Çalışmada kullanılan fiber splint seti



Şekil 3.11. Tek miniplak + Fiber Splint

Fiber splint mandibulaya üreticinin talimatlarına uyularak şu şekilde uygulanmıştır. Diş yüzeyleri temizlendikten sonra her bir dişin minesine 30 saniye süreyle ortofosforik asit (Vocoid; Voco, Cuxhaven, Almanya) uygulandı. Hava su spreyi ile 60 saniye süreyle diş yüzeyleri yıkandı. Diş yüzeyleri hava ile kurutuldu. Daha sonra diş yüzeylerine bonding (Futurabond U, Voco, Cuxhaven, Almanya)

aplikatör yardımıyla uygulandı. Bonding hava ile hafifçe kurutuldu. 1000 mW/cm² çıkışlı bir LED ışık cihazı (Valo Cordless, Ultradent. South Jordan, Utah, ABD) yardımıyla 10 saniye süreyle her bir diş yüzeyi ışınladı. Ark uzunluğunda 3mm'lik fiber splint kendi özel makasıyla kesilerek bonding içine batırıldı. Fiber splint ark üzerindeki dişlere, akıcı kompozit (Filtek Ultimate; 3M ESPE, St. Paul MN, ABD) ile LED ışık cihazı yardımıyla 10' ar saniye ışınlanarak sabitlendi (Şekil 3.12).



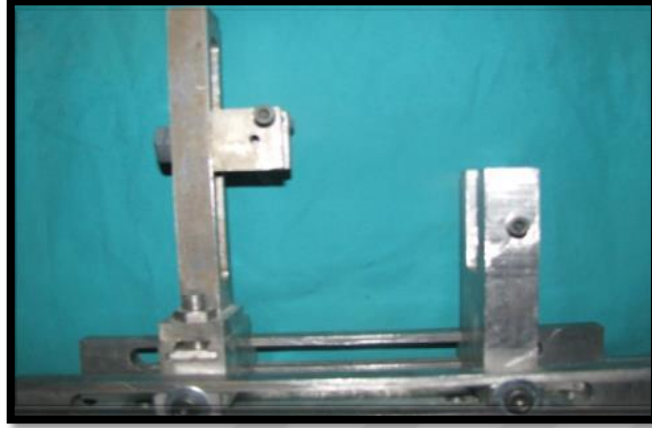
Şekil 3.12. Fiber splint uygulanması

3.3. Biyomekanik Fiksasyon Aygıtı ve Deney Düzeneği

Yapılacak biyomekanik test için kurulan deney düzeneği, modelin fikse edilerek test cihazına bağlanmasını sağlayacak bir fiksasyon aygıtı, basma testi uygulayabilen bir servohidrolik test cihazı bu cihaza bağlanarak kullanılan kuvvet kolu ve verilerin kaydedilmesi, grafiğe çevrilmesinde kullanılan yazılımdan oluşmaktaydı.

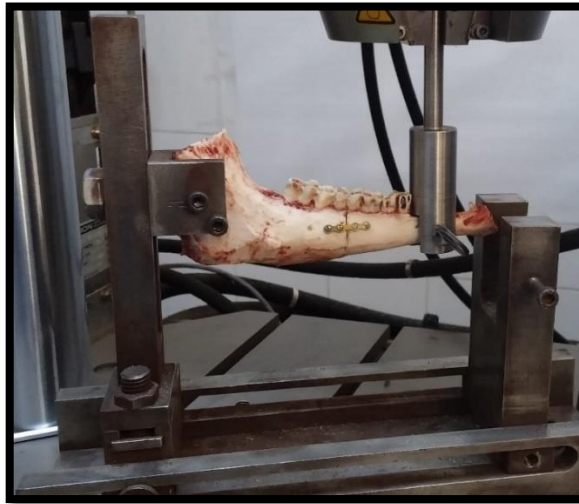
Çalışmamızda kullanılmak üzere özel olarak üretilen biyomekanik fiksasyon aygıtı (Kazım Karabekir Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi/Erzurum), servohidrolik test

cihazına rijit olarak bağlanan bir kaide ve bunun üzerinde boyutsal olarak standart yerleştirmeye imkân sağlayan hareketli iki vertikal parçadan oluşmaktaydı (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Biyomekanik fiksasyon aygıtı

Toplamda 4 grubumuz ve her grupta 6 deneğimiz olup çenelerin osteotomisi ve fiksasyonunu takiben özel üretim fiksasyon aygıtı vasıtası ile bu denekler Atatürk Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümü ARGE laboratuvarında bulunan INSTRON 8872 servohidrolik çeki -bası test cihazına (Instron Corp, Norwood MA, ABD) rijit olarak bağlandı (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Deneklerin 2 nokta deney düzeneği ile fiksasyon aygıtına bağlanması

Düzeneğin bir diğer kısmı, servohidrolik test cihazının kuvvet uygulama koluna sabitlenen ve kuvvetin mandibula korpusa aktarılmasını sağlayan parçadır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Deneyde kullanılan kuvvet kolu aparatı

Deneyde kullanılan servohidrolik test cihazı, basma, çekme, yukarı ve aşağı olmak üzere iki yönde makaslama, yırtma, kırma, eğme, ezme testleri yapabilmekte ve tüm bu test verilerini bilgisayara aktarabilmektedir. Deneyle 5mm/dk test hızında, oda sıcaklığında (yaklaşık 21° C) ve ortam havasında gerçekleştirilmiştir. Oluşan deplasman ve kuvvet verilerini kayıt etmek ve grafiğe çevirmek için, servohidrolik test cihazı yazılımı olan BlueHill Materials Testing 2 (Instron Corp, Norwood MA, ABD) kullanıldı.



Şekil 3.16. Servohidrolik test cihazı

3.4. Deney Aşaması

Çalışmamızda bütün denekler oklüzal düzlem yere paralel olacak şekilde deney düzeneğine sabitlendi. Deneysel kuvvet kırık hattının anteriorundan, cantilever beam model uyarınca, premolar dişlerin bitiminden kuvvet kolu apereyi dişsiz kemik düzeyine sabitlenerek dik olarak uygulandı. Deneklere sistemdeki boşluğun alınması ve standart ölçüm yapılabilmesi için 10 N' luk ön kuvvet uygulandı ve ardından örneklere plak ve vidalar deformasyon gösterinceye kadar doğrusal yük uygulandı. Deneyin bitiminde oluşan maksimum kuvvet ve maksimum deplasman verileri kaydedildi.

3.5. İstatistiksel Değerlendirme

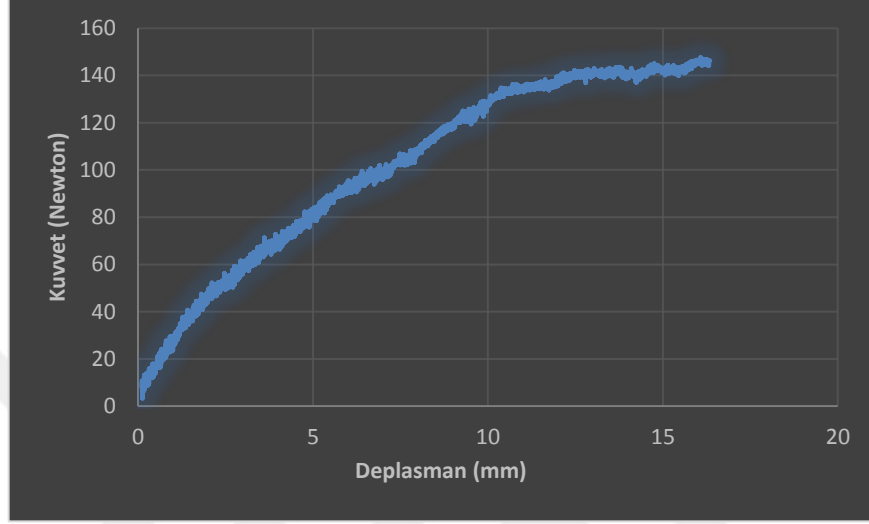
Mekanik testin sonucunda elde edilen veriler IBM SPSS ver. 20 Statistics (Armonk, NY: IBM Corp, İllinois, ABD) istatistik programı kullanılarak analiz edildi.

Verilerimizde maksimum kuvvet açısından gruplar arasındaki farklılığı değerlendirmek amacıyla Kruskal-Wallis testi kullanılmış ve sonuçlar gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. ($p<0,05$) Gruplar arasındaki farklılığı detaylı olarak değerlendirmek için ikili karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile yapıldı.

Maksimum deplasman verilerinin varyans dağılımlarını anlamak için homojenite testi yapıldı ve verilerin homojen dağıldığı görüldü. Bu nedenle, veriler tek yönlü varyans analizi (anova) testi kullanılarak analiz edildi. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği için ($p<0,001$), gruplar arasındaki farklılıklar Tukey's post-hoc testi kullanılarak tespit edildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda mandibula korpus kırıklarında kullanılan dört farklı fiksasyon metodunun kuvvet değerinde oluşan deplasman değerleri dijital olarak kaydedilen grafikler üzerinde hesaplandı.



Şekil 4.1. Örnek kuvvet - deplasman grafiği
X eksen: Deplasman (mm)
Y eksen: Kuvvet (N)

İstatiksel olarak değerlendirilen değişkenler maksimum kuvvet(N) değerindeki deplasman verileri mm olarak 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 nolu tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 4.1. 4 delikli barlı tek titanyum miniplak ve 5.0 mm monokortikal vidalar kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve deplasman değerleri

GRUP A	Mak. Kuvvet	Mak. Deplasman
1	115,70 N	14,60 mm
2	128,06 N	15,91 mm
3	116,24 N	16,31 mm
4	117,62 N	18,02 mm
5	101,98 N	12,12 mm
6	114,01 N	15,21 mm

Tablo 4.2. 4 delikli barlı çift titanyum miniplak ve 5.0 mm monokortikal vidalar kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve maksimum deplasman değerleri

GRUP B	Mak. Kuvvet	Mak. Deplasman
1	192,34 N	18,48 mm
2	182,15 N	23,96 mm
3	211,30 N	23,63 mm
4	182,22 N	22,56 mm
5	175,86 N	15,49 mm
6	172,57 N	22,36 mm

Tablo 4.3. 4 delikli barlı tek titanyum miniplak ile 5.0 mm monokortikal vidalar ve arch bar kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve maksimum deplasman değerleri

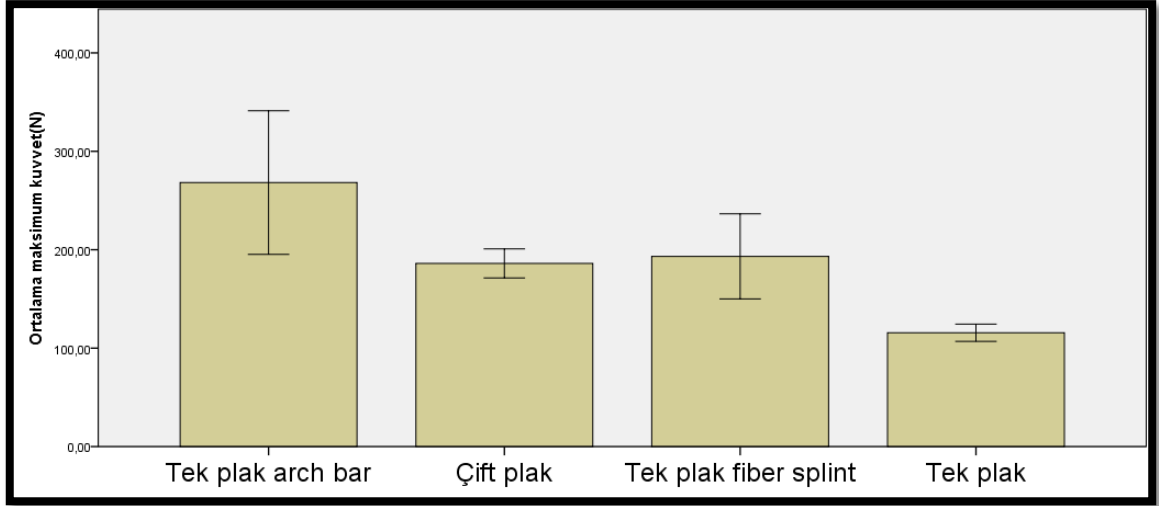
GRUP C	Mak. Kuvvet	Mak. Deplasman
1	318,26 N	25,26 mm
2	238,37 N	27,79 mm
3	378,86 N	28,35 mm
4	212,27 N	29,79 mm
5	194,86 N	24,38 mm
6	267,03 N	28,55 mm

Tablo 4.4. 4 delikli barlı tek titanyum miniplak ile 5.0 mm monokortikal vidalar ve fiber splint kullanarak oluşturulan deney grubunun maksimum kuvvet ve maksimum deplasman değerleri

GRUP D	Mak. Kuvvet	Mak. Deplasman
1	176,06 N	17,83 mm
2	220,61 N	21,14 mm
3	233,12 N	23,47 mm
4	228,92 N	26,88 mm
5	171,24 N	18,96 mm
6	129,29 N	23,03 mm

Tablo 4.5. Tüm grupların maksimum kuvvet açısından ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri

Fiksayon Grupları	Maksimum Kuvvet			
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standard Sapma
Tek plak	115,60	101,98	128,06	8,34
Çift plak	186,07	172,57	211,30	14,09
Tek plak+Arch bar	268,28	194,86	378,86	69,50
Tek plak+Fiber splint	193,21	129,29	233,12	41,19

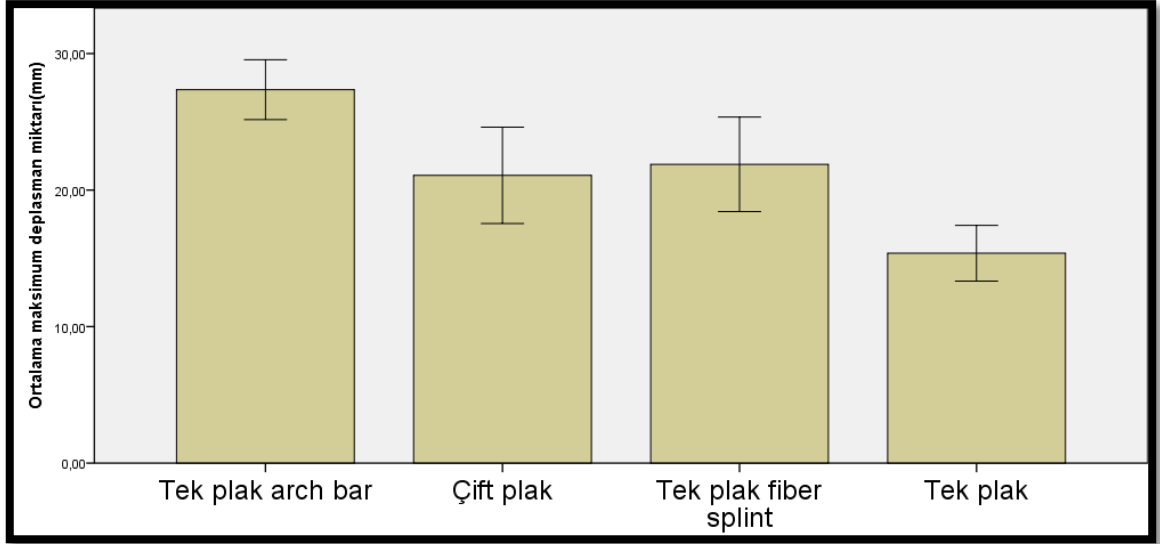


Şekil 4.2. Fiksasyon gruplarının ortalama maksimum kuvvet değerleri(N) grafiği

Tüm deneklerin gruplar arasındaki maksimum kuvvet açısından ortalama değerleri yukarıdaki tablo ve grafikte gösterilmiş olup; ortalama kuvvet değerleri tek plak arch bar grubunda en yüksek seviyede, tek plak grubunda en düşük seviyede bulunmuştur. Yukarıdaki verilere bakılarak tek plak arch bar grubunun en yüksek seviyede, tek plak grubunun ise en düşük seviyede stabilite gösterdiği söylenebilir. Gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.6. Tüm grupların maksimum deplasman açısından ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri

Fiksasyon Grupları	Maksimum Deplasman			
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Standard Sapma
Tek plak	15,37	12,19	18,02	1,95
Çift plak	21,08	15,49	23,96	3,37
Tek plak+Arch bar	27,35	24,38	29,79	2,09
Tek plak+Fiber splint	21,88	17,83	26,88	3,30



Şekil 4.3. Fiksasyon gruplarının ortalama maksimum deplasman değerleri(mm) grafiği

Tüm denek grupları arasındaki maksimum deplasman açısından ortalama değerleri yukarıdaki tablo ve grafikte gösterilmiş olup; ortalama deplasman değerleri tek plak arch bar grubunda en yüksek seviyede, tek plak grubunda en düşük seviyede bulunmuştur. Bu veriler maksimum kuvvet gruplarındaki verilerle paralellik göstermektedir. Yukarıdaki verilere bakılarak tek plak arch bar grubunun en yüksek seviyede, tek plak grubunun ise en düşük seviyede kuvvet dayanımı gösterdiği söylenebilir. Gruplar arasındaki istatistiksel olarak farklılıklar aşağıda belirtilmiştir.

Verilerimizde maksimum kuvvet açısından gruplar arasındaki farklılığı değerlendirmek amacıyla Kruskal-Wallis testi kullanılmış ve sonuçlar gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. ($p < 0,05$) Gruplar arasındaki farklılığı detaylı olarak değerlendirmek için ikili karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile yapıldı (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Grupların Mann-Whitney U testi ile ikili istatikselle olarak karşılaştırılması

Maksimum kuvvet-ikili karşılaştırma		
Tek plak	Çift plak	0,002
	Tek plak+Arch bar	0,002
	Tek plak+Fiber splint	0,002
Çift plak	Tek plak	0,002
	Tek plak+Arch bar	0,004
	Tek plak+Fiber splint	0,818
Tek plak+Arch bar	Tek plak	0,002
	Çift plak	0,004
	Tek plak+Fiber splint	0,065
Tek plak+Fiber splint	Tek plak	0,002
	Çift plak	0,818
	Tek plak+Arch bar	0,065

Maksimum kuvvet değerleri açısından grupların arasındaki farklılığı detaylı olarak değerlendirmek için ikili karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Yapılan değerlendirmede; A grubu ile diğer tüm gruplar arasında, A grubunun maksimum kuvvet dayanımı açısından daha düşük seviyede stabilite gösterdiği yönünde istatikselle olarak anlamlı fark bulunmuştur. A grubuyla B grubu arasında; B grubunun maksimum kuvvet dayanımı açısından daha stabil olduğu yönünde istatikselle olarak anlamlı sonuç bulunmuştur. B grubu ile C grupları arasında; C grubu istatikselle olarak anlamlı olarak maksimum kuvvet dayanımı açısından daha üstün bulunmuştur. Bununla birlikte B ve D grupları arasında; maksimum kuvvet dayanımı yönünden istatikselle olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0,818$). C ve D grupları arasında ise; C grubu yüksek ortalama kuvvet dayanımı değerleri gösterse de iki grup arasında istatikselle olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0,065$)

Tablo 4.8 Grupların Tukey’s testi ile ikili istatistiksel olarak karşılaştırılması

Maksimum deplasman -ikili karşılaştırma		
Tek plak	Çift plak	0,009
	Tek plak+Arch bar	0,000
	Tek plak+Fiber splint	0,003
Çift plak	Tek plak	0,009
	Tek plak+Arch bar	0,004
	Tek plak+Fiber splint	0,957
Tek plak+Arch bar	Tek plak	0,000
	Çift plak	0,004
	Tek plak+Fiber splint	0,013
Tek plak+Fiber splint	Tek plak	0,003
	Çift plak	0,957
	Tek plak+Arch bar	0,013

Maksimum deplasman verilerinin varyans dağılımlarını anlamak için homojenite testi yapıldı ve verilerin homojen dağıldığı görüldü. Bu nedenle, veriler tek yönlü varyans analizi (anova) testi kullanılarak analiz edildi. Sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği için ($p < 0,001$), gruplar arasındaki farklılıklar Tukey’s post-hoc testi kullanılarak tespit edildi.(Tablo 4.8)

Yapılan değerlendirmede; B ve D grubu arasında maksimum deplasman değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamışken ($p = 0,957$) diğer tüm gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür.

5. TARTIŞMA

Oral ve maksillofasiyal cerrahi bağlamında, plak ve vidalı fiksasyon sistemleri fasiyal bölge kırıklarının tedavisinde, ortognatik ve rekonstrüktif cerrahide kullanılmaktadır⁶. Korpus kırıkları mandibulada en sık karşılaşılan kırık tiplerinden biridir^{1, 18, 114}. Mandibula korpus kırıklarının ideal fiksasyon yöntemleri konusunda tam olarak görüş birliğine varılamamış olup araştırmalar devam etmektedir. Bu araştırmalar klinik^{14, 16, 79} ve biyomekanik^{6, 15, 17, 83} çalışmalar olarak yapılabilmektedir. Mandibula kırıklarına korpus bölgesinde sık rastlanmamasına karşın bu bölge ile ilgili in vitro biyomekanik çalışmalar azdır. Rijit fiksasyon sistemlerinin biyomekanik karakteristiği, plak, vida ve kemik arasındaki etkileşime bağlıdır. İdeal in vitro test modeli, uygun fizyolojik ve anatomik şartları sağlayarak bir bütünlük içinde fiksasyon sistemlerini incelemeye yardımcı olmalıdır⁸³.

Mandibula korpus bölgesinde meydana gelen kırıkların fiksasyon sistemlerini inceleyen, biyomekanik çalışmalarda iki temel metot kullanılmıştır. Birincisi, 3 nokta deney düzenekleri veya 3 noktadan eğme aparatı olarak bilinen aygıtlardır. Bu deney düzeneklerinde ise her iki fragman dönme eksenini oluşturabilecek şekilde sabitlenirler ve yük her iki fragmanın dönme eksenleri arasında kalan herhangi bir noktadan uygulanacak şekilde ayarlanabilir. Bu aygıt bilgisayar destekli basma-çekme ve makaslama kuvvetlerini ölçebilen cihazlarla beraber kullanılabilir. Bu teknikte, bolusun molar bölgede çığnendiği düşünülerek kırık hattının hem distal hem mezial segmenti birer vidayla dönme eksenini serbest olacak şekilde sabitlenmektedir. Bu aygıt çalışmalarında kullanan araştırmacılar da mevcuttur^{101, 102}. İkincisi ise 2 nokta deney düzenekleri olarak bilinen aygıtlardır. Bu deney düzenekleri üzerine modeller bir segmentten sabitlenirler ve vertikal yük sabitlenmemiş diğer fragmana gelecek şekilde ayarlanır. Rahn ve ark.¹¹⁵ 'Cantilever Beam Model' olarak da adlandırdıkları bu metodu

ilk defa 1975 yılında tanımlamışlardır. İlk düzenekte olduğu gibi basma-çekme ve makaslama kuvvetlerini ölçebilen bilgisayar destekli cihazlar sayesinde sabitlenmiş modellerin serbest uçlarının yükler altındaki deplasman değerleri ölçülebilir¹¹⁶.

Çalışmamızda kullanmış olduğumuz 2 nokta deney sistemin amacı, kırık hattının anteriorundan kuvvet kolu ile vertikal olarak kuvvet uygulanırken, proksimaldeki segmentin (ramus) yer değiştirmeden sabit bir şekilde kalmasını sağlamaktır. Bir kısım araştırmacılar bu düzeneği kullanmayı tercih etmişlerdir^{6, 15, 17, 83}.

Bu metodu tercih etmemizde iki önemli sebep vardır. İlk unsur; mandibular korpus kırığı meydana gelen bir hasta, tedavisinin ilk haftalarında yiyecekleri kırık oluşan bölgenin molar dişleri yerine anterior bölge ve kırık oluşmayan taraf molar dişlerle çiğnemeye çalışacaktır¹⁰⁴. Bolusun anterior bölgede çiğnenmesini ise ancak bu metot duplike etmektedir. 3 nokta düzeneğinde ise bolusun kırık hattında çiğnemeye çalışılması halini taklit eden sistem olduğundan biz 2 nokta deney sistemini kullanmayı tercih ettik. İkinci sebep ise 3 nokta deneyiyle ilgili yaptığımız hazırlık deneylerinde 30 Newton kuvvet değerlerine kadar kırık hatları arasında aralanma olmamasıdır. Bunun sonucu olarak az miktardaki kuvvet kolundaki yer değiştirme ve aşırı miktarda kuvvet artışı gözlemlenmiştir. Ayrıca literatürdeki korpus kırıklarının fiksasyon sistemlerini inceleyen, biyomekanik çalışmalarda 2 nokta deney sistemlerinden yararlanılmıştır^{6, 15-17}. Çalışmamızda bu sebeplerden dolayı biyomekanik çalışmalarda sıklıkla kullanılan “cantilever beam model” tekniğini kullanmayı tercih ettik.

İdeal bir in vitro test çalışmasında insan mandibulasına yapısal ve morfolojik olarak en yakın olan test modeli seçilmelidir¹⁰⁸. Yukarıda bahsettiğimiz gibi literatürde insan mandibulasını taklit etmek için, insan kaynaklı kadavra mandibulaları, poliüretan mandibular, hayvan kaynaklı mandibulalar, alüminyum mandibula replikaları ve silikon ve ahşap gibi fiziksel modeller kullanılmaktadır^{16, 100, 107}. Mandibula korpus kırıklarının

osteosentezinde kullanılan farklı fiksasyon sistemlerinin biyomekanik karakteristiklerinin karşılaştırıldığı in vitro çalışmalarda; sentetik poliüretan^{6, 17, 83} ve alüminyum^{15, 16} hemimandibulalar kullanılmıştır.

Kadavra mandibulası biyomekanik olarak en uygun model olmasının yanında, bazı yasal prosedürler bu tarz çalışmaları engeller nitelikte olmaktadır. Modellerin uygun ortamlarda depolanması, korunması zordur ve bu modellerden kaynaklı bulaşıcı hastalıkların taşınması ihtimali mevcuttur^{117, 118}. Ayrıca bir takım ön işlemlerden geçirilerek fikse edilme zorunluluğu yüzünden kadaverik mandibulaların yapısı bozulmaktadır. Kadavraların maliyetli oluşu da diğer bir problemdir. Bu gibi sebeplerden dolayı araştırmacılar hayvan kaynaklı, sentetik ve diğer içerikli modelleri çalışmalarda daha sıklıkla kullanılmıştır¹⁰⁸.

Mandibula fraktürleri ile alakalı bir kısım biyomekanik çalışmada ideal çalışma modeli olarak, mandibulanın korteks ve spongiyöz tabakalarını taklit eden ve şekli, büyüklüğü ve yoğunluğunun standardize edilebilmesi nedeniyle sentetik poliüretan mandibula replikaları kullanılması tavsiye edilmiştir.^{109, 119} Ancak, insan mandibulasının kompleks anatomisi ve kortikal kemiğin kalınlığının her yerde aynı olmaması, fiksasyon yöntemlerinin biyomekanik davranışları üzerinde rol oynamaktadır. Ayrıca sentetik mandibula replikaları kemiğin doğal trabeküler yapısını yansıtamadığı için dezavantaj oluşturmaktadır. Hayvan kaynaklı mandibulalar ise biyomekanik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır^{99, 101, 110}. Özellikle koyun mandibulasının bu tür çalışmalara kullanımı çok yaygındır^{99, 101, 120-122}.

Ancak literatürde korpus kırıklarının biyomekanik karakteristiğinin araştırıldığı çalışmalarda koyun mandibulasının kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmalarda sıklıkla sentetik hemimandibulaların kullanılmasının sebebinin yukarıdaki bahsedilen avantajlarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında şekil ve yapısal

ve kemiğin minerilizasyonu bakımından insan mandibulasına en çok benzeyen koyun kaynaklı mandibulaları kullanmak daha mantıklı görünmektedir.¹²³ İnsan kaynaklı kadavra mandibularına ve poliüretan replikalara göre daha kolay ve ucuz olarak elde edilebilirler. Ayrıca fikse edilmeden taze bir şekilde kullanıldıkları için kemiğin yapısal özellikleri korunabilmektedir^{99, 101}. Çalışmamızdaki fiksasyon gruplarında rezinle güçlendirilmiş fiber splint uygulaması mevcut olduğu için, bonding ajanların doğal dental dokuyla kimyasal olarak bağlanması gerekmektedir. Bu sebepten ötürü deneylerimizi ya insan kaynaklı ya da hayvan kaynaklı mandibulalarda uygulama zorunluluğumuz mevcuttu. Her ne kadar en ideal çalışma modeli olan insan kadavra mandibularının yukarıda bahsettiğimiz negatif özelliklerinden dolayı kullanmayı uygun görmedik. Bununla birlikte koyun mandibulasının biyomekanik çalışmalarda sıklıkla kullanılması, kolay ve ucuz tedarik edilebilmesi, insan mandibulasına şekil boyut olarak yakın olması gibi nedenlerden dolayı çalışmamızda kullanmayı uygun gördük. Koyun hemimandibulasının kondil ve koronoid çıkıntılarının insan mandibularına göre fazla uzun olmasından dolayı hemimandibulaların deney düzeğinde sabitlenmesinde zorluklar yaşanmaktadır. Bu nedenle tüm hemimandibulalardaki kondil ve koronoid çıkıntılar, sagittal düzlemde sigmoid çentik baz alınarak mandibula alt kenarına paralel olacak şekilde kesilmiştir.

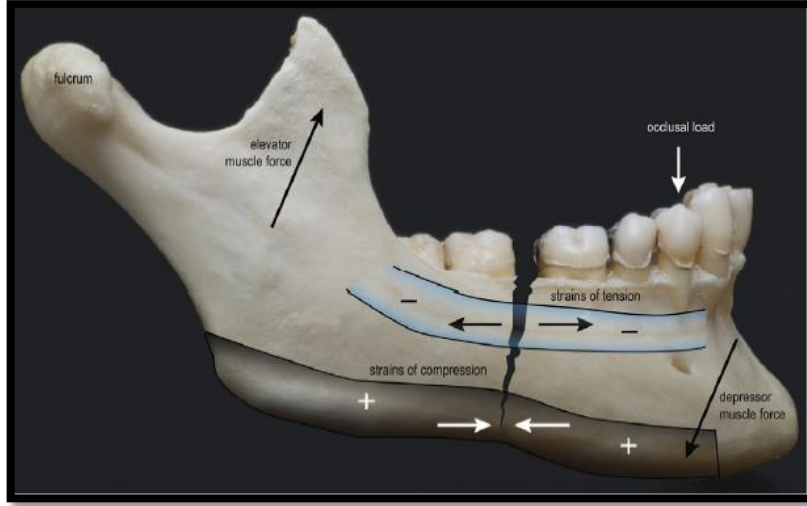
İn vitro olarak yapılan biyomekanik deneylerde çalışmanın yapılacağı düzenek ve verilerin kaydedilip derleneceği programlar önem arz etmektedir. Yapılacak biyomekanik test için kurulan deney düzeneği, modelin fikse edilerek test cihazına bağlanmasını sağlayacak bir fiksasyon aygıtı, basma testi uygulayabilen bir servohidrolik test cihazı ve bu cihaza bağlı bir bilgisayardan oluşmaktadır.

Çalışmamızda kullanılmak üzere özel olarak üretilen biyomekanik fiksasyon aygıtı (Kazım Karabekir Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi/Erzurum), servohidrolik test

cihazına rijit olarak bağlanan bir kaide ve bunun üzerinde boyutsal olarak standart yerleştirmeye imkân sağlayan hareketli iki vertikal parçadan oluşmaktaydı.

Deneyde kullanılan servohidrolik test cihazı, basma, çekme, yukarı ve aşağı olmak üzere iki yönde makaslama, yırtma, kırma, eğme, ezme testleri yapabilmekte ve tüm bu test verilerini bilgisayara aktarabilmektedir. Bu cihaz INSTRON 8872 servohidrolik çeki -bası test cihazıydı. Oluşan deplasman verilerini kayıt etmek ve grafiğe çevirmek için, servohidrolik test cihazı ile entegre olarak kullanılan “BlueHill Materyal Test 2” yazılımı kullanıldı. Yaptığımız literatür taramasında, kullanılması düşünülen servohidrolik tez cihazı ve bilgisayar yazılımının mandibula kırıklarının fiksasyon sistemlerinin karşılaştırıldığı biyomekanik çalışmalarda^{6, 15, 83, 124} yaygın olarak kullanıldığını tespit ettik. Bu sebepten dolayı bu servohidrolik tez cihazı ve bilgisayar yazılımını çalışmamızda kullandık.

Deneyin standardizasyonun sağlanmasında başka bir nokta ise kırık hattının, fiksasyon sistemlerinin optimize edilmesidir. Mevcut koyun hemimandibuları her ne kadar birbirine yakın boyutlarda seçilse de boyut olarak farklılıklar göstermektedir. Bu sebepten ötürü standardizasyonu sağlamak için belirli noktalar belirlenerek yapılan ölçümler yerine, anatomik hatlar baz alınarak referans noktaları belirlenmeye çalışılmıştır. Vertikal olarak oluşturulan deneysel korpus kırığı tüm hemimandibulalarda molar-premolar dişler arasından kıl testere ile oluşturulmuştur. Miniplaklar ve vidalar Champy'nin¹⁴(Şekil 5.1) tanımladığı sıkışma ve gerilme bölgelerine yerleşecek şekilde sabit kalemle işaretlenip standardize edilmiştir. Vidalar diş kökleri ve kanalı travmatize etmekten kaçınmak amacıyla Champy'nin tanımladığı şekilde monokortikal olarak kullanılmıştır¹⁴.



Şekil 5.1. Champy'nin tarif ettiği sıkışma ve gerilme bölgeleri.⁵⁵

Diğer bir önemli nokta ise kuvvet kolunun modele uyguladığı vektörün yönüdür. 2 nokta deney düzeneğiyle yapılan çalışmalarda kuvvet kolu kırık hattının anteriorunda yer alır. Modelin deney düzeneğine fikse edilmesi aşamasında mandibulanın anatomik şeklinden dolayı kuvvet koluyla model aynı düzlemde yer almayabilir. Düzlemler arasındaki oluşun farklılık sebebiyle kuvvet kolu yoluyla aktarılan vektör, kırık hattında burkulma hareketlerine neden olmaktadır. Bu durumun en çok kuvvet kolunun düz ince bir çubuk halinde kullanıldığı çalışmalarda meydana geldiği düşünülmektedir. 2 nokta düzeneğinde ramus mandibuladan fikse edilen deneğin kuvvet koluyla aynı düzlemde yer alması, mandibulanın anatomik yapısından dolayı oldukça zordur. Bu olumsuzluğa, literatürde yer alan mandibular korpus kırığıyla ilgili yapılan çalışmalarda yer verilmemiştir^{6, 17, 18, 124}. Bu durumu gidermek için kemiği içine alacak şekilde özel olarak dizayn ettiğimiz kuvvet kolu aparatıyla deneylerimizi gerçekleştirdik (Şekil 5.2). Aparatın mandibulayı sarması ile denek fikse edilirken, kuvvet koluyla deneğin aynı düzlemde yer alması sağlanır. Uygulanan kuvvetin torsiyon vektörü haline gelmesi engellenerek, denek üzerinde meydana gelen burkulma kuvvetleri minimuma inmektedir.



Şekil 5.2. Çalışmada kullanılan kuvvet kolu aparatı

Mandibula korpus kırıklarıyla ilgili fiksasyon tekniklerinin stabilitelerinin değerlendirildiği çalışmaların büyük kısmında miniplak/vida sistemleri deforme oluncaya kadar kuvvet uygulanmıştır. Ortaya çıkan kalıcı deformasyonun ilk anından itibaren meydana gelen yük/deplasman değerleri baz alınmıştır. Bu çalışmalarda miniplak/vida sisteminin kalıcı olarak deforme olmaya başladığı yük miktarı ‘Yield load ya da Peak load’, bu değerdeki deplasman miktarı ‘yield displacement ya da peak displacement’, deplasmanın bir milimetresinde yüke gösterilen direnç ‘stiffness’ ve sistemde ulaşılabilen en yüksek kuvvet değeri ise ‘maksimum load’ olarak ifade edilmiştir¹²⁵.

Litetatürde mandibula korpus kırığıyla ilgili biyomekanik çalışmalarda fiksasyon materyallerini kalıcı deformasyona uğradığı maksimum kuvveti elde edinceye kadar biyomekanik teste tabi tutmuşlardır^{6, 15, 17, 83}. Bizde çalışmamızda farklı fiksasyon metotlarının biyomekanik karakterlerini incelemek adına fiksasyon materyallerinin kalıcı deformasyona uğradığı maksimum kuvvet değerine ulaşıncaya kadar deneyi sürdürmeyi uygun gördük.

Oklüzal kuvvetler; çiğneme, yutkunma ve maksimum ısırma kuvvetleri olarak sınıflandırılabilir. Mandibula korpus bölgesinde yaş, cinsiyet ve ölçüm metoduna bağlı olarak değişmekle birlikte sağlıklı bireylerde maksimum ısırma kuvvetleri 15.7 N – 4341.4 N, yutkunma kuvvetleri 1.7 N -296 N, çiğneme kuvvetleri ise 15.7 - 261.7 N arasında değişmektedir¹²⁶.

Gibbs ve ark.¹²⁷ sağlıklı insanlar üzerinde yapılan çalışmada ortalama bilateral çiğneme kuvvetinin 700 N değerlerine ulaştığını rapor etmişlerdir. Bununla birlikte sağlıklı insanlarda yapılan diğer çalışmalar bu değeri destekler niteliktedir.¹²⁸⁻¹³⁰ Mandibula kırıklarının tedavisi sonrası yapılan çalışmalarda çiğneme kuvvetleri sağlıklı bireylere göre daha düşük kuvvet değerlerinde olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir¹³⁰⁻¹³³. Tedaviyi takiben çiğneme kuvvetlerinin önemli derecede azalması, masseter kasının travmaya uğraması veya çiğneme sisteminin nöromuskuler yapısının koruyucu bir mekanizması sonucu ortaya çıkmaktadır¹⁰⁴. Gerlach ve ark.¹⁰⁴ mandibular angulus kırıklarının tedavisini takiben ısırma kuvvetlerini 1-6 haftalar arasında ölçmüşlerdir. Birinci haftada molar bölgede maksimum ısırma kuvveti değeri 111 N, insizal bölgede 42 N, altıncı haftada elde edilen ortalama ısırma kuvvet değerleri ise molar bölgede 130 N, insizal bölgede 76 N olarak bulmuşlardır. Kumar ve ark.¹³¹ yaptıkları bir klinik çalışmada mandibula kırığı bulunan hastaların ısırma kuvvetlerini ölçmüş, ortalama kuvvet değerlerini postoperatif ilk haftada 90 Newton, altıncı haftada ise 148 newton olarak kaydetmişlerdir. Aynı çalışmada postoperatif birinci haftada hastaların çiğneme kuvvetlerinin ancak %23'ünü, ikinci haftada %30'unu, üçüncü haftada %40'ını ve altıncı haftada ise %66'sını uygulayabildiklerini bildirmişlerdir. Kshirsagar ve ark.¹³⁴ unilateral izole parasimfiz bölgesi kırıkları üzerine yaptıkları çalışmada; postoperatif birinci haftada maksimum ısırma kuvvetini molar bölgede ortalama 100 N, altıncı haftada ise ortalama 300 N değerlerinde olduğunu

belirtmişlerdir. İnsizal bölgede ise ilk haftada ortalama maksimum ısırma kuvvetini 50 N, altıncı haftada ise 120 N civarında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada fonksiyonel kuvvetlere 4-6 hafta arasında, maksimum ısırma kuvvetine 8. haftada ulaşılabilirliğini belirtmişlerdir. Mandibula kırığına bağlı tedavi görmüş hastanın ilk haftalarda çiğneme fonksiyonunu molar bölgeden ziyade anterior bölgeden sağlayabileceğini belirtmiştik. Literatürde de ilk 6 haftada insizal bölgede maksimum ısırma kuvvetinin 120 N’u geçmediği görülmektedir^{104, 131, 134}.

Primer kırık iyileşmesi, rijidite varlığında, rekonstrüksiyon plakları gibi masif ve kalın plakların kullanılmasıyla, sekonder kemik iyileşmesi ise fonksiyonel stabilitenin sağlandığı ancak mikro hareketlere izin verilen intermaksiller fiksasyon, non-rijit internal fiksasyon ve miniplakların kullanılması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kırık iyileşmesinde enflamatuvar dönemden sonra ortaya çıkan fibröz ve kıkırdak kallus oluşumu yaklaşık 4 ila 6 haftalık bir süreçte gerçekleşir^{135, 136}. Bu sebepten dolayı, ilk altı haftada oluşan maksimum ısırma kuvvet değerlerinin, biyomekanik çalışmalar sonucunda saptanan maksimum kuvvet değerlerinden yüksek seviyede olması; mandibula kırıklarında kullanılan bu fiksasyon yöntemlerinin yetersiz stabilite göstereceği düşünülmelidir. Yukarıda belirtildiği gibi, literatürde mandibula kırıklarının tedavisini takiben ilk altı haftada oluşan maksimum ısırma kuvvet değerleri değişkenlik göstermektedir.

Çalışmamızda yer alan tüm fiksasyon gruplarımızda ortalama maksimum kuvvet dayanımı değerlerimiz 115 N’u geçtiği görülmektedir. Özellikle yeni bir fiksasyon metodu olarak denediğimiz tek plak fiber splint grubu, ortalama maksimum kuvvet dayanımı değeri ise 193 N olarak tespit edilmiştir. Bu değer literatürde yer alan anterior bölgedeki maksimum ısırma kuvveti değerlerinden oldukça fazla olmakla birlikte tek plak

fiber splint grubunun kırık fiksasyonunda yeterli stabiliteyi sağlayabileyeceği düşünülmektedir.

Mandibula korpus kırıklarının tedavisinde kullanılan fiksasyon sistemleri konusunda araştırmalar devam etmekte olup tam bir görüş birliği sağlanamamıştır^{5, 137, 138}. Bu noktalardan biri de ARİF ile İMF'nin tedavi yöntemi olarak birbirlerine karşı olan avantajlarıdır. Bir taraftan MMF, kırık stabilitesi değerlendirildiğinde tarihi bir perspektifle iyi sonuçlar vermektedir. Bu prosedürün avantajları, cerrahi tedavinin olmaması, daha az invaziv prosedür olması ve tedaviyi gerçekleştirmek için mesleki tecrübeye duyarlılığın düşük olması ve diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında düşük maliyetinin olmasıdır¹³⁹. Bununla birlikte morbidite, malnutrisyon, hastalarda ciddi periodontal problemlere yol açması gibi olumsuzlukları da mevcuttur⁵. Diğer taraftan, açık redüksiyon ve internal rijit fiksasyon ile yapılan cerrahi tedavi İMF'ye göre daha invaziv olmasına rağmen, hızla kırık hatlarının görölerek redükte edilerek osseöz morfolojinin anatomik olarak yeniden oluşturulması, sosyal hayata geri dönüşün hızlı olması (iyi beslenme ve sözlü iletişim göz önüne alındığında) ve periodontal dokunun korunması gibi avantajları mevcuttur¹⁴⁰.

Literatürde İMF'nin önemli derecede havayolu tıkanıklığına neden olabileceği bildirilmiştir. Akciğerin eksprasyon ve inspirasyonu sırasında hava akışının azaldığı rapor edilmiştir¹⁴¹.

Glineburg ve ark.¹⁴² yaptıkları hayvan çalışmasında, deneklere 8 hafta süreyle İMF uygulanmışlardır. Sekiz hafta sonrasında TME incelendiğinde, artiküler kartilajda incelve ve bozulmalar görüldüğü rapor edilmiştir. Sekiz haftayı takiben uygulanan iki haftalık mobilizasyon süresi sonrasında incelve ve bozulmaların arttığı gözlemlenmiştir.

Literatürde post-operatif olarak İMF uygulanıp uygulanmama noktasında da görüş birliği mevcut olmamakla birlikte, çalışmalarda başarı kriterleri daha çok postoperatif komplikasyon oranları üzerinden belirlenmektedir.

Lamphier ve ark.¹⁴³ yaptığı çalışmada, İMF ile tedavi edilen hastalarda ARİF ile tedavi edilenlere göre daha fazla komplikasyon oranlarının gözlemlendiği bildirmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da ARİF'in, İMF'ye göre komplikasyon oranları ve kemik iyileşmesi açısından daha avantajlı olduğu bildirilmiştir^{140, 144}. Queiroz ve ark.¹⁴⁵ ARİF ile İMF ile tedavi edilen mandibula kırık vakaların post-operatif radyolojik olarak karşılaştırıldığı çalışmada; ARİF ile tedavi edilen hastalarda daha hızlı kemik iyileşmesi olduğunu bildirmişlerdir.

Yukarıdaki çalışmaların aksine Andreasen ve ark.¹³⁸ mandibula kırıklarında, açık ve kapalı redüksiyon tedavilerin karşılaştırıldığı retrospektif çalışmada; post-operatif enfeksiyon oranlarını kapalı redüksiyonda %5, plaklarla yapılan açık redüksiyonda ise %10.6 oranında bulmuşlardır. Sinir yaralanma oranının açık redüksiyonda arttığı ve malokluzyon oranlarının her iki grupta da farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Komplikasyon oranlarının ise açık redüksiyonda daha fazla olduğunu belirtilmiştir. Sonuç olarak retrospektif olarak yapılan bu literatür çalışmasında açık redüksiyonun kapalı redüksiyona olan üstünlüğü noktasında şüphe uyandırdığını belirtmişlerdir.

Kazem ve ark.¹⁴⁶ deplase ve kötü kırık açılı 40 angulus kırığını 2.0 mm sistem miniplak ve monokortikal vidalarla kullanarak tedavi etmişlerdir. Hastaları postoperatif dönemde 2 hafta İMF uygulanan ve İMF uygulanmayan olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Sonuç olarak İMF uygulamasının komplikasyon oranlarında herhangi bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir.

Kumar ve ark.¹⁴⁷ ise 180 izole mandibula kırığını üzerinde yaptıkları retrospektif araştırmada, hastaları postoperatif İMF uygulanan ve uygulanmayan olmak üzere iki

gruba ayırmışlardır. Post-operatif İMF ise 1 hafta süreyle uygulanmıştır. Tedavi sonrası takibi yapılan hasta gruplarının aralarındaki komplikasyon oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Valentino ve ark.¹⁴⁸ ARİF ile tedavi ettikleri mandibula kırıklarını, İMF uygulanan ve uygulanmayan şekilde iki gruba ayırıp 5 yıl takip etmişlerdir. Sonuç olarak, komplikasyon oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamadıklarını belirtmişlerdir. Saman ve ark.¹⁴⁹ 2014 yılında yayınladıkları çalışmada, 413 mandibula kırığı vakasını simfiz, parasimfiz ve angulus olarak üç gruba ayırmışlardır. ARİF uyguladıkları hastaları post-operatif İMF uygulanan(6-8 hafta) ve uygulanmayan olmak üzere ikiye ayırdıkları gruplar arasında; komplikasyon oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamadıklarını bildirmişlerdir¹⁴⁹. Ayrıca 2007'den bu yana mandibula korpus, angulus bölgelerinde komünite kırığı şeklinde olmayan olgularda; cerrahların miniplak ile fiksasyon sonrası İMF uygulamama yönünde eğilimleri olduğu belirtilmiştir¹⁴⁹.

Literatürde yer alan ARİF ve İMF'nin karşılaştırıldığı çalışmalarda her ne kadar mandibular korpus kırıklarından ziyade tüm mandibula kırıklarını kapsasa da; iki tedavi şeklinin birbirlerine karşı üstünlüğü bulunmadığı açıktır. İMF yukarıdaki bahsettiğimiz dezavantajlarından olsa gerek Saman ve ark.¹⁴⁹ belirttiği gibi son yıllarda basit korpus kırıklarında ARİF ile tedavi ön plana çıkmaktadır.

Literatürde mandibula korpuslarının kırıklarının tedavisinde, fiksasyon yöntemleri farklılıklar göstermektedir. Champy mandibula korpus kırıklarında tek bir miniplak ile kırık hattında fiksasyonun sağlanabileceğini iddia etmiştir¹⁴. Bununla birlikte, Arbağ ve ark.¹⁵⁰ sıkışma ve gerilim bölgelerine yerleştirilmiş 2 miniplak ile uygulanan fiksasyon tekniği torsiyon kuvvetlerini nötralize ederek daha iyi bir stabilite sağlanabileceğini elde edilmiştir. Literatürde arch bar kırık hatlarının fiksasyonu

sağlamak amacıyla, miniplakların kullanıldığı açık redüksiyonla beraber ya da kapalı redüksiyonda İMF aracı olarak tek başına kullanılmıştır^{79, 137, 138}.

İMF aracı olarak Erich arch bar sıklıkla dental arka sirkumdental olarak telle ligatüre edilerek kullanılır. Bu tellerin dişlerin arasından geçmesinden dolayı periodontal harabiyete, oral hijyenin sağlanmasında güçlüklerle, anterior dişlerde ortodontik hareketlere neden olur. Operasyon sırasında cerrah ya da asistanın tellerle perkütan yaralanmalar sonucu HBV, HCV, HIV gibi enfeksiyonlara maruz kalabilirler.^{151, 152}

Yamada ve ark. sirkümdental tellemenin dezavantajlarından kaçınmak amacıyla, İMF için adezive döküm splintleri geliştirdiler. Arch bara göre daha dayanıklı olan bu sistemin labratuarda hazırlanma sürecinin uzun ve maliyetli olması gibi dezavantajları mevcuttu.¹⁵³ Baumash ve ark. arch barı bonding ajanlarla direkt olarak dental arka ilk olarak fikse etmeyi literatüre sundular. Bu yöntemde dental arktaki dişlerin ve arch barın arasındaki kompozit tabakası, bonding ajanlar yardımıyla tutuculuk görevini üstlenmektedir. Chandan ve ark.¹⁵³ ise konvansiyonel arch bar ile rezin destekli arch bar uygulamasını mandibula kırıklarının tedavinde uyguladıkları hastalarda sonuçlarını karşılaştırdılar. Her bir grupta tedaviden altı hafta sonra arch barlar söküldü. Hastaların oral hijyeni plak indeksi (Stillness and Loe) ve gingival indeks (Loe and Stillness) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Resin destekli arch bar grubunda indeks değerlerinin anlamlı fark oluşturacak şekilde düşük çıktığı bildirilmiştir.

Literatürde yer alan rezin destekli arch bar uygulamaları aygıtlarıyla ilgili yayınlar¹⁵³⁻¹⁵⁶ klinik çalışmalar şeklinde yer almaktadır. Resin destekli arch bar uygulamalarının ısırma kuvvetlerine karşı dayanıklılığını ölçmek amacıyla yapılmış herhangi bir biyomekanik çalışmaya rastlayamadık. Konvansiyonel arch bar uygulamasının dezavantajlarından kaçınmak amacıyla, dişli alanda arch bar yerine rezin

destekli fiber splint uygulamasını denedik. Yapılan örnek deneyde, kırık hattına tek miniplak ile birlikte uygulanan bu fiksasyon metodunun 145 N maksimum kuvvet değerine kadar dayanıklılık gösterdiğini tespit ettik. Mandibula kırıklarının tedavisini takiben, ısırma kuvvetleri üzerine yapılan çalışmalar örnek deneydeki maksimum kuvvet değerini doğrular nitelikte olduğunu gördük. Yaptığımız literatür taramasında rezin destekli fiber splint uygulamasının dentoalveolar travmalarda sıklıkla kullanıldığı fakat mandibula fraktürlerinde herhangi bir şekilde uygulandığına rastlayamadık. Sıklıkla dentoalveolar travmalarda özellikle kron, kök kırıkları, dişlerin lüksasyonu, avülsiyonu gibi durumlarda iyileşme döneminde stabilizasyon aracı olarak kullanıldığını tespit ettik.¹⁵⁷⁻¹⁵⁹

Çalışma gruplarımız arasında yer alan tek miniplağın fiber splint ve arch barla desteklendiği gruplar arasında; maksimum kuvvet dayanımı(stabilite) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Arch barın negatif özellikleri düşünüldüğünde; IMF planlanmayan vakalarda tek miniplağın fiber splintle desteklenerek kullanılabilceğini düşünmekteyiz.

Literatürde mandibula korpus kırıklarının internal fiksasyonda kullanılacak miniplak tipi ve sayısı hakkında da görüş birliğine varılamamıştır.

Kemik iyileşmesi yumuşak doku iyileşmesine paralellik gösterir şekilde inflamasyon, proliferasyon ve remodeling safhalarından oluşur. Kırık iyileşmesinin temelde iki tipi olduğu bildirilmiştir. Primer kırık iyileşmesi rijit fiksasyon ile kallus oluşumu gerçekleşmeksizin olur. Kırık fragmanları arasında minimal boşluk mevcuttur. Bu iyileşme türü sıklıkla rekonstrüksiyon plağı, dinamik kompresyon plağı veya lag screw gibi gereçler kullanılarak sağlanır. Sekonder kırık iyileşmesi ise non-rijit fiksasyon ile oluşmakta olup vakaların büyük bir kısmı bu türü kapsar. Bu iyileşme türünde inflamatuvar infiltrasyon ve kallus oluşumuyla sekonder kemik iyileşmesini

sağlanır. Kırık fragmanları arasında hareketlilik mevcuttur. Non-rijit fiksasyona arch bar ile MMF, gunning ateli, extraoral Barton bandajı yöntemleri kullanılmaktadır. Non-rijit fiksasyona örnek olarak kırık hattının intraosseöz telleme ile tedavi edilmesi verilebilir. Bu tedavi yönteminde kırık fragmanlarının arası açılmaz fakat tel tek başına burkulma ve kesme kuvvetlerine karşı koyamaz. Miniplaklarla internal fiksasyonun sağlandığı tedavi şekli ise, semi-rijit fiksasyon olarak isimlendirilir. Bu tür fiksasyonda travma bölgesinde hem primer, hem de sekonder kemik iyileşmesi görülür.¹⁶⁰ Non-rijit fiksasyonun bazı formları, kemik iyileşme sürecinde fonksiyonel hareketlere izin verecek derecede stabildir. Fakat bu stabilite kırık fragmanları arasındaki hareketliliği engelleyemez ve kırık hatları boyunca sıkı bir ilişki sağlayamaz. Bu tür fiksasyon çeşidi fonksiyonel stabil fiksasyon olarak adlandırılır. Bu tür fiksasyon çeşidine tek plak kullanılarak Champy tekniğiyle tedavi edilen angulus kırığı örnek olarak verilebilir.³²

AO/ASIF grubu cerrahların 1950'lerin sonunda yaptıkları çalışmalar sonucu olarak kırık iyileşmesinde 4 ana unsur belirlemişlerdir. Bunlar kırık segmentlerini anatomik pozisyonda doğru konumlandırmak, travmatik teknikle sert ve yumuşak dokuların vitalitesini korumak, rijit internal fiksasyonu sağlamak ve son olarak yumuşak doku travmasından kaçınarak travma bölgesinin ağrısız, ödemsiz erken mobilizasyonun sağlanmasıdır.³² 1994 yılında AO/ASIF grubu yapılan çalışmalar ışığında rijit internal fiksasyon yerine, fonksiyonel stabil fiksasyonun sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir.³² Bununla birlikte segmentler arası mikro hareketlerin lokal kan akımını arttıracığı ve periostal kallus oluşumunu uyararak fragmanların sonlarında rezorpsiyonu takiben oluşan fibröz dokunun osseos dokuya dönüşmesini tetiklediği bildirilmiştir. Bu sebepten ötürü aşırı rijit fiksasyon sistemlerinden kaçınılması gerektiği tavsiye edilmiştir.^{161 32}

Kompresyon plakları kırık hatlarını sıkıştırarak aradaki sürtünme kuvvetini arttırlar. Kırık hatlarının daha sıkı temasa geçmesi avantaj olmakla birlikte, plağın kemiğe tam olarak uyumlandırılmaması durumunda dezavantaja dönüşmektedir³². Bunun sonucu olarak malokluzyona sebebiyet verebilmektedir¹⁶². Bu gibi dezavantajlarından dolayı kompresyon plaklarının mandibula fraktürlerinde kullanımı gittikçe düşmüştür³⁴.

Niederhagen ve ark.¹⁶³ 183 mandibula kırığı hastasını 8 yıllık takip edip sonuçlarını yayınlamışlardır. En yüksek komplikasyon oranının intraoral olarak yerleştirdikleri kompresyon plaklarında olduğunu ve ekstraoral olarak yerleştirdikleri kompresyon plaklar ile miniplaklar arasında komplikasyon oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bununla birlikte ekstraoral yaklaşımda, marjinal mandibular sinir hasarı/praksisi ve operasyon bölgesinde skar riski gibi sebeplerden ötürü miniplak osteosentezi kullanımını tavsiye etmişlerdir.

AO/ASIF grubu ARİF ile tedavi edilen mandibula kırığı vakalarında İMF önermemişlerdir.⁷⁶ Smith ve Johnson¹⁶⁴'nın 16 komminüke mandibula kırığı üzerinde yaptığı çalışmada 2.7 mm AO paslanmaz çelik rekonstrüksiyon plaklarını kullanmıştır. İki hastada (% 13) plağın çıkarılması gereken bir enfeksiyon geliştiğini, ancak kemik greftlemesine ihtiyaç duyulmadığı bildirilmiştir. Ayrıca 5 hastada(%33) fasial sinirin marjinal mandibular dal hasarı ve 7 hastada(%47) mental sinir zedelenmesinin görüldüğü belirtilmiştir. Kuriakose ve ark.¹⁵⁶ ise 2.7 mm AO / ASIF rekonstrüksiyon plakaları ile, Michelet-Champy ilkelerine göre yerleştirilmiş miniplakları karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada yukarıdakilerin aksine rekonstrüksiyon plaklarının (% 14.3) komplikasyon oranlarını miniplaklarla (%30) tedavi edilen mandibula kırıklarına göre daha düşük oranda saptamışlardır. Ehrenfeld ve ark.¹⁵⁷ 1996 yılında yaptıkları prospektif bir yayında mandibula kırıklarında kullanılan plak boyutunun küçülmesiyle

komplifikasyon oranında düşeceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte komminüke ve enfekte kırıklarda miniplak ile sağlanan fiksasyon, daha fazla torsiyonel kuvvetler oluşabileceği için miniplak kullanımı tavsiye edilmemektedir. Bunun yerine daha rijit bir fiksasyon sağlayan dinamik kompresyon ve rekonstrüksiyon plaklarının kullanımı önerilmiştir¹⁵⁸.

Michelet ve ark.¹⁶⁵ 1975 yılında yayınladıkları vaka serisinde, 300'den fazla mandibula kırığını 4 mm kalınlığında vityum miniplaklar ve 5-7 mm uzunluğunda vidalar ile tedavi etmişlerdir. Birçok vakada postoperatif İMF gereksinimi olmadığını belirtmişlerdir. Champy ve arkadaşları bu metodu modifiye ederek klinik açıdan daha uygulanabilir hale getirmişlerdir. Yaptıkları 2 boyutlu deneysel testlerle mandibula biyodinamiğini analiz etmişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda mandibula korpus, simfizis, angulus bölgeleri için ideal osteosentez hatlarını belirlemişlerdir^{9, 14} (Şekil 5.4).



Şekil 5.3. Campy ideal osteosentez hatları.⁵⁵

Orijinal Campy tekniğinde fiksasyon için 1mm kalınlığında tek miniplağın yeterli olacağı bildirilmiştir. Eğer plak süperiora konulacaksa torsiyon kuvvetlerini nötralize etmek için ikinci bir plağın inferiora konulması tavsiye edilmiştir.¹⁸ Araştırmacılar bu çalışmalar ışığında yaptıkları çalışmalar sonucunda mandibular korpus kırıklarının tedavisinde 4 delikli konvansiyonel plak kullanmanın ideal bir yaklaşım olduğunu bildirmişlerdir^{18, 55}.

Bununla birlikte tek miniplağın ne kadar dişli bölgeye yakın konumlandırılırsa o kadar stabiliteyi arttıracakı belirtilmiştir¹⁵⁰. Mandibular korpus kırıklarında tek miniplağın süperiora konumlandırıldığı durumlarda insizal bölgeden gelecek ısırma kuvvetlerine karşı daha dengeli bir stabilizasyon sağlanır. İnférieur bölgede konumlandırıldığında plaktaki bükülme miktarı artacak ve vidalara eşit miktarda yük gelmeyecektir sistemde kısa sürede deformasyonun meydana gelecektir. Ayrıca inferior kenara konulan plağın ekstraoral yaklaşımla konumlandırılması durumunda, iyileşme sırasında kırık hattındaki stabilizasyona destek olan yumuşak doku desteği azalır. İntraoral yaklaşımlarda ise yumuşak dokuda daha fazla diseksiyon gereklidir.¹⁰³ Çalışmamızda bu sebeplerden ötürü tüm tek miniplaklar mandibula bazal kenarından ziyade Champy'nin tarif ettiği osteosentez hattına yani süperiora yerleştirilmiştir. Çift miniplak grubunda ise ikinci miniplak mandibula bazal kenara uygulanmıştır.

İkinci miniplağın kullanılmasıyla alakalı literatürde tam bir fikir birliğine varılamamış olup, tek ve çift plak kullanımının komplikasyon oranları üzerine de farklı görüşler mevcuttur^{81, 87, 166-169}.

Frost ve ark.¹⁶⁶ 1991 yılında 60 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada mandibula kırıklarında tek plak kullanılan vakalarda komplikasyon oranının %26, çift plak kullanımında ise %2 gibi düşük oranda olduğunu bildirmiştir. Regev ve ark.¹⁶⁷ bir adet konvansiyonel miniplağın monokortikal vidalar ile kullanımında en düşük

komplikasyon oranının olduğunu bildirmişlerdir. Ellis¹³⁷'in 2011 yılında mandibula korpus ve simfiz kırıklarında yapmış olduğu çalışmada, güçlendirilmiş tek plak ve çift miniplak ile sağlanmış fiksasyon tekniklerini karşılaştırılmıştır. İki plakla gerçekleştirilen fiksasyon gruplarında, diğer gruba göre; enfeksiyon bulgusu vermeyen dehissens ve plak ekspozuru, diş köklerinin zarar görmesi, insizyon hattının açılması gibi komplikasyonların, istatistiksel olarak anlamlılık gösterecek şekilde yüksek olduğu bildirilmiştir. Schierle ve ark.¹⁶⁸ izole angulus kırığı vakalarının tedavisinde, komplikasyon oranını tek plak kullanımında %6.3 çift plak kullanımında %6.7 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmayacak şekilde tespit etmişlerdir. Çift miniplağın intraoral olarak yerleştirmenin daha fazla klinik deneyim gerektirdiği de bilinmektedir¹⁷⁰.

Çalışmamızda çift miplak grubu tek miniplak grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha stabil bulunmuştur. Ayrıca tek miniplak fiber splint grubuyla çift miniplak grubu arasında stabilite açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Korpus ve simfiz bölgesi kırık tedavisinde kullanılan vidalar aracılığıyla, iatrojenik olarak diş köklerini zedeleme riski maksillaya göre daha fazladır. Bunun sebebi bu bölgelerde mandibuldaki kortikal kemik kalınlığının maksillaya göre daha ince olmasıdır^{137,171}. Parasimfiz bölgesindeki kırıklarda mental foremenin altına ve üstüne yerleştirilen 4 delikli plaklarla gerilim ve sıkışma kuvvetlerine karşı stabilite sağlanır^{14, 172-174}. Fakat bu bölgeye 2 plak birden yerleştirilmesi zordur. Özellikle bu zorlukla birlikte anatomik kısıtlamalardan dolayı diş köklerine ve alveolar inferior sinire zarar verebilme ihtimali yüksektir^{172, 175}. Literatürde mandibulada dış korteksinde etkili bir fiksasyon için 5-7 mm arasında vida uzunluğu tavsiye edilmiştir¹⁷⁶⁻¹⁷⁸. Heidemann ve Gerlach¹⁷⁹ yaptıkları çalışmada vida uzunluğunun mandibulanın kortikal kalınlığına bağlı

olarak 4-7 mm arasında yer alması gerektiğini belirtmişlerdir. Son yıllarda bunun aksini savunan çalışmalar da mevcuttur. Al-Jandan ve ark.¹⁸⁰ mandibula kırıklarının tedavisinde monokortikal vidaların uzunlularının güvenilirliği üzerine yaptıkları çalışmada; 2. molar bölgesinde, kortikal kemik kalınlığının diş kökleri ve alveolar inferior kanala uzaklığının 4 mm'e kadar azaldığı tespit etmişlerdir. Champy'nin osteosentez hatlarına uygulanacak miniplaklarla kullanılacak 5-7 mm uzunluğundaki vidaların risk oluşturacağı ve güvenli vida uzunluğunun 4 mm olması gerektiğini belirtmişlerdir (Resim 5.4). Fernandes ve ark.¹⁷² mandibula mental bölgede kortikal kemik kalınlığını belirledikleri çalışmada kemik kalınlığının 3 mm'yi geçmediğini saptamışlardır. Jandan ve ark.¹⁸⁰ gibi 5 ile 7 mm arasında uzunluğu değişen vidaların diş köklerini ve n.alveolaris inferioru travmatize riski olduğu ve 4 mm uzunluğundaki vidaların etkinliği üzerinde çalışmalar yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.



Şekil 5.4. Mandibula birinci molar bölgesindeki kortikal kemiğin kalınlığı¹³⁷

Levine ve ark.¹⁸¹ ise mandibular korteks marjinin alveolaris inferiora uzaklığının ortalama 4.9 mm olarak saptamışlardır.

Haug'un¹⁰⁰ yaptığı vida sayı ve uzunluğunun kırık stabilizasyonun etkisini incelediği in-vitro çalışmada her bir kırık segmentinde en az iki, en fazla dört vida kullanılması tavsiye edilmiştir. Kırık segmentlerine yerleştiren 3 vida ile 2 vida arasında anlamlı derecede bir fark olmadığı, her segmente 3 vida yerleştirildiğinde vida uzunluğunun stabilizasyona etkisinin olmadığını belirtmiştir. Ayrıca vida uzunluğunun en az 4 mm olması gerektiği belirtilmiştir.

Korpus kırıklarında yapılan çalışmalarda stabilizasyonu etkileyen faktörler arasında vida sayısı, plak tipi ve kalınlığı göz önünde bulundurulurken vida çapı üzerinde fazla durulmadığı ve çalışmaların büyük kısmında 2.0 mm çaplı monokortikal vidaların tercih edildiği görülmektedir^{6, 15, 18, 137, 182}.

Bunun yanında birçok çalışmada mandibular korpus kırıklarının tedavisinde 4 delikli 2.0 mm plak ve vida sistemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca mandibular non-komminüke simfiz ve parasimfiz kırıklarının tedavisinde 2.0 miniplakların kullanımı önerilmiştir¹⁸³.

Literatürde kilitli miniplak sistemlerinin konvansiyonel miniplak sistemlerine göre birçok avantajı olduğu belirtilmesine karşın, postoperatif komplikasyon oranları açısından birçok yayında anlamlı bir fark bulunamadığı bildirilmiştir^{174, 184, 185}. Kumar ve ark.¹⁸⁴ 2015 yılında yayınladıkları çalışmada mandibula kırıklarının tedavisinde 2.0 kilitli ve kilitli olmayan miniplak sistemlerini karşılaştırmışlardır. Hastalar 12 hafta süreyle takip edilmişlerdir. Sonuç olarak komplikasyon oranları açısından 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Collins ve ark.¹⁷⁴ ve Singh ve ark.¹⁸⁵ yaptıkları çalışmada da iki grup arasında komplikasyon oranları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edememişlerdir.

Chiodo ve ark.¹⁸⁶ yayınladıkları in vitro çalışmada 2.0 kilitli ve kilitli olmayan fiksasyon sistemlerinin stabilizasyonunu karşılaştırmışlar ve anlamlı bir fark bulamadıklarını bildirmişlerdir.

Çalışmamıza izole mandibular korpus kırığı vakalarında, en yaygın ve geçerli tedavi metodlarından olarak görülen tek ve çift miniplak gruplarının 5 mm monokortikal vidalarla kullanımını internal fiksasyon metodu olarak dahil ettik. Ayrıca rutin uygulamalarda masif plakların kullanımı bu tür kırıklarda tavsiye edilmediğinden dolayı geniş, kalın ve kompresyon uygulayan plakları kullanmayı gerekli görmedik. Araştırmamızda maksillofasiyal cerrahlar tarafından sıklıkla kullanılan tüm fiksasyon yöntemlerinde bir standart yakalayabilmek için 4 delikli 2.0 mm plak ve vida sistemlerini kullandık.

Yaptığımız literatür taramasında mandibula korpus kırıklarını, biyomekanik olarak fiksasyon metotlarını inceleyen az sayıda çalışma bulunabilmiştir.^{6, 15, 17, 18, 83, 187} korpus kırıklarının tedavisinde uygulanan fiksasyon metotlarının karşılaştırıldığı biyomekanik çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.¹⁸⁷ Bu deneysel çalışma bu açığı kapatmaya yönelik olup çalışmamızda mandibula korpus kırıklarında; 4 delikli barlı tek miniplak, 4 delikli barlı çift miniplak, 4 delikli barlı tek miniplak ve arch bar, 4 delikli barlı tek miniplak fiber splint fiksasyon gruplarının 5 mm uzunluktaki monokortikal vidalarla uygulayarak kırık stabilitesi üzerine etkilerini incelemeyi uygun gördük.

Riberio ve ark.⁸³ 10 adet poliüretan hemi-mandibula replikalarında oluşturdukları izole mandibula korpus kırıklarında, 2 farklı deney grubunu karşılaştırmışlardır. İlk grup 2.0 mm 4 delikli iki miniplağın, gerilim bölgesinde 5 mm vidalar ile sıkışma bölgesinde 11 mm vidalar ile sabitlenmesi ile oluşturulmuştur. İkinci grup ise 2.0 mm 4 delikli tek miniplağın nötral bölgede 5 mm vidalar ile sabitlenmesi ve arch bar ile desteklenmesi şeklinde oluşturulmuştur. Çalışmamızda olduğu gibi gruplara iki nokta

düzenine ile biyomekanik test uygulanmıştır. Sonuç olarak iki miniplak grubunun stabilite açısından daha üstün olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda nötral bölgede 4 delikli tek plak 5mm vidalarla sabitlenmiş ve arch bar ile desteklenmiştir. Çift plak grubumuzda yukardaki çalışmadan farklı olarak sıkışma bölgesinde de 5 mm vidalarla miniplak sabitlenmiştir. Çalışmamızda arch barla desteklenen tek miniplak grubu stabilite açısından çift plak grubundan Riberio ve ark.⁸³ aksine daha üstün bulunmuştur.

Rodrigues ve ark.¹⁷ poliüretan çenelerde oluşturduğu mandibula korpus kırıklarının dört farklı fiksasyon metodunu mekanik ve fotoelastik teste tabi tutmuşlardır. Birinci grup sıkışma ve gerilim bölgelerine yerleştirilmiş 2.0 mm iki miniplak, ikinci grup nötral bölgede tek 2.0 mm miniplağın arch barla desteklenmesi, üçüncü grup sıkışma bölgesinde 2.4 mm tek plağın arch barla desteklenmesi, dördüncü grup ise gerilim bölgesinde 2.0 mm tek miniplak ve sıkışma bölgesinde 2.4 mm tek plaktan oluşmaktadır. Tüm gruplarda miniplaklar 5 mm bazal kenardaki 2.4 mm plaklar ise 10 mm uzunluğundaki vidalarla fikse edilmiştir. Tek 2.4 mm plağın bazal bölgeye yerleştirilip arch barla desteklendiği 3. grup en stabil, nötral bölgeye yerleştirilmiş 2.0 mm miniplağın arch barla desteklendiği 2. grup diğer gruplara göre en az seviyede stabilite göstermiştir. Bizim çalışmamızda bu çalışmanın aksine rekonstrüksiyon plakları kullanılmamıştır. Çalışmamızda arch barla desteklenen tek miniplak grubu stabilite açısından çift plak grubundan Riberio ve ark.⁸³ ve Rodrigues ve ark.¹⁷ aksine daha üstün bulunmuştur. Bunun sebebi olarak poliüretanın tek katmandan oluşması ve bunun sonucu olarak sıkışma bölgesindeki vidanın uzunluğunun stabiliteyi arttırdığı ve poliüretan çenelerin doğal çok katmanlı kemik yapısını taklit edemediği kanaatindeyiz. İki çalışmada da tek arch barla kullanılan tek miniplağın bizim çalışmamıza göre daha bazale doğru konumlandırıldığı görülmektedir. Bu da stabiliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun yanında, yaptığımız çalışmada amacımız fiksasyon sistemlerinde

karşılaştırmak olduğundan deneyin standart bir şekilde yapılabilmesi için tüm gruplarda aynı uzunlukta ve çapta vida kullanmayı tercih ettik. Sıkışma bölgesine gelen plağın mandibula bazal bölgeye yerleştirileceğini düşünülürken anatomik yapılara zarar verme riski az olduğundan vida uzunlukları atırılabilir. Fakat yukarıdaki çalışmalarda bahsettiğimiz gibi vida uzunluğunun stabiliteye etkisi şüphelidir. Ayrıca Rodrigues ve ark.¹⁷ çalışmalarında kullanmış olduğu kalın rijit plakları gruplarımızda yer vermedik. Bunu yukarıda ayrıntılı bir şekilde açıklamış bulunmaktayız. Bununla birlikte deneylerimizde arch barın 0.4 mm çaplı tellerle ligatüre ettiğimizi belirtmiştik. Her iki çalışmada da kullanılan tellerin çapları bildirilmemiş olup, ligatür tellerinin çaplarının arttıkça stabilitenin de artabileceği düşünülmektedir.

Her iki çalışmada gruplar arasındaki maksimum deplasman değerlerinin, maksimum kuvvet değerleriyle paralellik göstererek istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da maksimum deplasman değerleri açısından maksimum kuvvet değerleriyle paralellik göstermiş olup bu da deneyin standardizasyonu doğrular niteliktedir. Bununla birlikte istatistiksel olarak fiber splintle, çift miniplak grubu arasında anlamlı bir değer mevcut değildir. İki grup arasında maksimum kuvvet açısından da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmaması bu durumu doğrulamaktadır. Çalışmalarda yer alan çift plak grubunda vidaların 10 mm kadar uzun tutulması stabiliteyi arttırdığı görüşündeyiz. Polat ve ark.¹⁸⁸ poliüretan hemimandibulalarda deneysel korpus kırığı oluşturup vida uzunluklarının stabiliteye etkisini karşılaştıkları çalışmalarında, vida boylarının 5 mm den 11 mm'ye arttırıldığında fiksasyon stabilitesinin arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada bizim görüşümüzü destekler niteliktedir. Fakat insan ve hayvan kaynaklı in-vivo ve in-vitro çalışmalarda vida uzunluğunun stabilizeye direkt etkisinin olmadığını yukarıda irdelemiş bulunmaktayız.

De Medeiros ve ark.¹⁶ yaptıkları biyomekanik çalışmalarında alüminyum mandibula modellerinde deneysel korpus kırığı oluşturmuşlardır. Bu materyali kullanma gerekçelerini ise değerlendirmek istedikleri kuvvet dayanımının sadece plak ve vidalarla ilgili olması olarak açıklamışlardır. Çalışmalarında araştırmacılar 4 delikli kilitli miniplaklar kullanarak iki ve tek miniplak osteoesentezini 3,5,7 mm deplasman değerlerinde karşılaştırmışlardır. 3 ve 5 mm deplasman değerlerinde maksimum kuvvet açısından anlamlı bir fark bulamazlarken, 7 mm deplasman değerinde bizim çalışmamıza paralel olarak gerilim ve sıkışma bölgelerine konan 2 miniplağın, nötral bölgeye konan tek miniplaktan mekanik olarak daha dayanıklı olduğunu bulmuşlardır.

Rodriguez-Chessa ve ark.¹⁸⁷ yaptıkları bir in vitro çalışmada; 40 poliüratan hemimandibuda deneysel korpus kırığı oluşturmuşlardır. Bu replikalar üzerinde 4 delikli rezorbe olabilen plaklar ile 4 delikli titanyum miniplakları biyomekanik olarak dayanımlarını ölçmeyi amaçlamışlardır. Her bir replikadaki kırık hatları gerilme(süperior) bölgesindeki plaklar 6 mm, sıkışma(inferior) bölgesindeki plaklar ise 12 mm vidalar ile olmak üzere 2 miniplakla fiske edilmiştir. Titanyum miniplak ve vidalar ile rezorbe olabilen miniplak ve vidalar arasında maksimum deplasman ve kuvvet verileri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Elhalawany ve ark.¹⁸⁹ klinik olarak yaptıkları çalışmada mandibula korpus kırığı vakalarını rezorbe olabilen plak vida sistemleri ile tedavi etmişlerdir. Hastaların 3'ünde yabancı cisim reaksiyonu geliştiği bildirilmiştir. Yabancı cisim reaksiyonu oluşum problemi literatürde birçok yayında da bildirilmiştir¹⁹⁰⁻¹⁹³. Bununla birlikte konvansiyonel plaklara göre pahalı olması¹⁹⁴, uygulama güçlüğü¹⁸⁹ gibi dezavantajları yayınlarda bildirilmiştir. Bu gibi dezavantajlarından dolayı da gruplarımıza rezorbe olan fiksasyon sistemlerini katmadık.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda 24 adet koyun hemimandibulasında deneysel olarak oluşturulan mandibula korpus kırığında, 4 farklı fiksasyon yöntemi karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda tek miniplak grubunun kırık stabilizasyonu açısından en düşük seviyede olduğu görülmüştür.

İMF'nin yapılamadığı mandibula korpus kırığı vakalarında tek miniplağın arch bar yerine fiber splintle desteklenerek (operasyon sırasında geçici İMF ile ideal okluzyon sağlanarak) kullanılmasıyla yeterli stabilizasyon sağlanabilmektedir. Bununla birlikte arch barın işlem süresinin artması, sadece semi-rijid fiksasyon sağlaması, oral hijyenin sağlanmasının zor olması, işlem sırasında cerrahın teller tarafından perkütan yaralanma riskinin olması, tellerin gevşek bağlanması nedeniyle iyileşmesi gecikmesi gibi dezavantajlarından kaçınılabılır.

Çift miniplağın yerine tek miniplak fiber splint grubu arasında stabilizasyon açısından herhangi bir fark bulunmamakla birlikte; çift miniplak yerine yüksek komplikasyon oranı, uygulama zorluğu, anatomik oluşumlara zarar verme gibi olumsuzluklarından kaçınmak amacıyla tek miniplak fiber splintle desteklenerek kırık fiksasyonunda kullanılabilir.

Bununla birlikte çift miniplağın tek miniplak arch bar grubunun yerine stabilizasyon açısından herhangi bir avantaj oluşturmadığı, dişli bölgeye uygulanan arch barın bazal bölgeye uygulanan tek miniplağa göre kırık stabilitesine daha fazla katkısının olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Haug RH, Prather J, Indresano AT. An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1990, 48: 926-932.
2. Down K, Boot D, Gorman D. Maxillofacial and associated injuries in severely traumatized patients: implications of a regional survey. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 1995, 24: 409-412.
3. Paes JV, de Sá Paes FL, Valiati R, de Oliveira MG, Pagnoncelli RM. Retrospective study of prevalence of face fractures in southern Brazil. *Indian Journal of Dental Research*, 2012, 23: 80.
4. Adeyemo WL, Iwegbu IO, Bello SA, Okoturo E, Olaitan AA, Ladeinde AL, Ogunlewe MO, Adepoju AA, Taiwo OA. Management of mandibular fractures in a developing country: a review of 314 cases from two urban centers in Nigeria. *World journal of surgery*, 2008, 32: 2631-2635.
5. Olate S, de Assis AF, Pozzer L, Cavalieri-Pereira L, Asprino L, De Moraes M. Pattern and treatment of mandible body fracture. *International journal of burns and trauma*, 2013, 3: 164.
6. de Medeiros RC, Sigua EA, Navarro P, Olate S, Barbosa JRA. In Vitro Mechanical Analysis of Different Techniques of Internal Fixation of Combined Mandibular Angle and Body Fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2016, 74: 778-785.
7. Atilgan S, Erol B, Yaman F, Yilmaz N, Ucan MC. Mandibular fractures: a comparative analysis between young and adult patients in the southeast region of Turkey. *Journal of Applied Oral Science*, 2010, 18: 17-22.
8. Iatrou I, Samaras C, Theologie-Lygidakis N. Miniplate osteosynthesis for fractures of the edentulous mandible: a clinical study 1989–96. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 1998, 26: 400-404.
9. Sauerbier S, Schön R, Otten J-E, Schmelzeisen R, Gutwald R. The development of plate osteosynthesis for the treatment of fractures of the mandibular body—A literature review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2008, 36: 251-259.
10. Michelet F, Dessus B, Benoit J, Moll A. Mandibular osteosynthesis without blocking by screwed miniature stellite plates. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale*, 1973, 74: 239.
11. Champy M, Lodde J, Grasset D, Muster D, Mariano A. Osteosyntheses mandibulaires et compression. *Ann Chir Plast*, 1977, 22: 165-167.
12. Champy M, Lodde J, Jaeger J, Wilk A. Osteosyntheses mandibulaires selon la technique de Michelet, I: bases biomecaniques. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*, 1976, 77: 569-576.
13. Champy M, Lodde J, Muster D, Wilk A, Gastelo L. Les ostéosyntheses par plaques vissées miniaturisées en chirurgie faciale et cranienne. Indications. Resultats à propos de 400 cas. *Ann Chir Plast*, 1977, 22: 261-264.
14. Champy M, Lodde J, Schmitt R, Jaeger J, Muster D. Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. *Journal of maxillofacial surgery*, 1978, 6: 14-21.
15. de Medeiros RC, de Moura AL, Rodrigues DC, Mendes MBM, Sawazaki R, Moreira RWF. Fractographic analysis of 2.0-mm plates with a screw locking system in simulated fractures of the mandibular body. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2014, 72: 1130-1137.
16. de Medeiros RC, de Moura AL, Sawazaki R, Moreira RWF. Comparative in vitro mechanical evaluation of techniques using a 2.0 mm locking fixation system for simulated fractures of the mandibular body. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2015, 43: 302-305.
17. Rodrigues DC, Falci SGM, Lauria A, Marchiori ÉC, Moreira RWF. Mechanical and photoelastic analysis of four different fixation methods for mandibular body fractures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2015, 43: 306-311.

18. Ergun S, OFLUOĞLU D, SARUHANOĞLU A, KARATAŞLI B, Deniz E, Sevda Ö, TANYERI H. Comparative evaluation of various miniplate systems for the repair of mandibular corpus fractures. *Dental materials journal*, 2014, 33: 368-372.
19. Liebgott B. *The anatomical basis of dentistry*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2009.
20. A. M. Anand's *Human Anatomy for Dental Students*, 2012: 230-234.
21. Liebgott B. *The anatomical basis of dentistry*. Baskı. Elsevier Health Sciences, 2011: 122.
22. Breasted J. Edwin Smith surgical papyrus. Facsimile and hieroglyphic transliteration with translation and commentary. *Am J Orthod Oral Surg (Chicago)*, 1944, 30: 399-504.
23. Siegert R, Weerda H. Immobilization of fractures of the facial skeleton: past and present. *Facial plastic surgery*, 1990, 7: 137-151.
24. Aziz S. A history of the treatment of jaw fractures. *Journal of the Massachusetts Dental Society*, 1992, 42: 200-203.
25. Canda MŞ. Türkiye’de nöropatolojinin gelişimi “Dünden bugüne”(TAM METİN). *Türkiye Ekopatoloji Dergisi*, 2014, 11: 93-158.
26. Koç A, Erginoğlu U, Karaaslan O. Otorhinolaryngological procedures in the fifteenth century in anatolia. *Annals of Otolaryngology & Laryngology*, 2004, 113: 414-417.
27. Dogan T, Bayramicli M, Numanoglu A. Plastic Surgical Techniques in the Fifteenth Century by Serafeddin Sabuncuoglu. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 1997, 99: 1775-1779.
28. Uzel İ, Sabuncuoğlu Ş. *Şerefeddin Sabuncuoğlu: Cerrahiyetü'l-Haniyye*. Baskı. Türk Tarih Kurumu, 1992.
29. Turgut M. Illustrations of neurosurgical techniques in early period of Ottoman Empire by Şerefeddin Sabuncuoğlu. *Acta neurochirurgica*, 2007, 149: 1063-1069.
30. Fonseca RJ, Barber HD, Powers MP, Frost DE. *Oral and maxillofacial trauma*. 4th Baskı. China, Saunders, Elsevier Health Sciences, 2013: 293-331.
31. Mukerji R, Mukerji G, McGurk M. Mandibular fractures: Historical perspective. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2006, 44: 222-228.
32. Miloro M, Ghali G, Larsen P, Waite P. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. Baskı. PMPH-USA, 2011: 407-439

33. Fonseca RJM, Turvey RD, Timothy A, Fonseca RJ, Marciani RD, Turvey TA. *Oral and maxillofacial surgery*. Baskı. 2009: 139-160.
34. Andersson L, Kahnberg K-E, Pogrel MA. *Oral and maxillofacial surgery*. Baskı. John Wiley & Sons, 2010: 141.
35. Hausamen J-E. The scientific development of maxillofacial surgery in the 20th century and an outlook into the future. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2001, 29: 2-21.
36. Rowe NL. The history of the treatment of maxillo-facial trauma. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 1971, 49: 329.
37. Stark RB. The history of plastic surgery in wartime. *Clinics in plastic surgery*, 1975, 2: 509.
38. Lambotte A. Quelques reflexions sur femploi de l’enchèvement central en ostéosynthese. *Paris Chir*, 1927, 19: 73.
39. Danis R. Les fractures malleolaires. *Theorie et pratique de l’osteosynthese*. Paris: Masson, 1949: 133-165.
40. Niederdellmann H, Schilli W, Düker J, Akuamoa-Boateng E. Osteosynthesis of mandibular fractures using lag screws. *International journal of oral surgery*, 1976, 5: 117-121.
41. Raveh J, Stich H, Sutter F, Greiner R. Use of the titanium-coated hollow screw and reconstruction plate system in bridging of lower jaw defects. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1984, 42: 281-294.
42. Kim Y-K, Nam K-W. Treatment of mandible fractures using low-profile titanium miniplates: preliminary study. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2001, 108: 38-43.

43. Ivy RH CL. Fractures of the mandible: an analysis of one hundred cases. *Dental Cosmos* 1926, 68: 439.
44. Buitrago-Télléz C, Audigé L, Strong B, Gawelin P, Hirsch J, Ehrenfeld M, Rudder mann R, Louis P, Lindqvist C, Kunz C. A comprehensive classification of mandibular fractures: a preliminary agreement validation study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2008, 37: 1080-1088.
45. Miloro Michael GG, Larsen PE, Waite PD *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. 3 Baskı. PMPH-USA, 2011.
46. Buch K, Mottalib A, Nadgir RN, Fujita A, Sekiya K, Ozonoff A, Sakai O. Unifocal versus multifocal mandibular fractures and injury location. *Emergency radiology*, 2016, 23: 161-167.
47. Abdullah WA, Al-Mutairi K, Al-Ali Y, Al-Soghier A, Al-Shnwani A. Patterns and etiology of maxillofacial fractures in Riyadh City, Saudi Arabia. *The Saudi Dental Journal*, 2013, 25: 33-38.
48. Ogundare BO, Bonnick A, Bayley N. Pattern of mandibular fractures in an urban major trauma center. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2003, 61: 713-718.
49. Gadicherla S, Sasikumar P, Gill SS, Bhagania M, Kamath AT, Pentapati KC. Mandibular Fractures and Associated Factors at a Tertiary Care Hospital. *Archives of Trauma Research*, 2016, 5.
50. Adebayo ET, Ajike O, Adekeye E. Analysis of the pattern of maxillofacial fractures in Kaduna, Nigeria. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2003, 41: 396-400.
51. Simsek S, Simsek B, Abubaker A, Laskin D. A comparative study of mandibular fractures in the United States and Turkey. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2007, 36: 395-397.
52. Bormann K-H, Wild S, Gellrich N-C, Kokemüller H, Stühmer C, Schmelzeisen R, Schön R. Five-year retrospective study of mandibular fractures in Freiburg, Germany: incidence, etiology, treatment, and complications. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2009, 67: 1251-1255.
53. Cheema SA, Cheema SS. An analysis of etiologies, patterns and treatment modalities of fracture mandible. *Annals of King Edward Medical University*, 2016, 10.
54. Sheth RV, Panchal P, Patel V. Common types and etiological factors of mandibular fracture: a prospective study. *International Journal*, 2016, 2: 34.
55. Goodday RH. Management of fractures of the mandibular body and symphysis. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 2013, 25: 601-616.
56. Patrocínio LG, Patrocínio JA, Borba BHC, Bonatti BDS, Pinto LF, Vieira JV, Costa JMC. Mandibular fracture: analysis of 293 patients treated in the Hospital of Clinics, Federal University of Uberlândia. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 2005, 71: 560-565.
57. Brasileiro BF, Passeri LA. Epidemiological analysis of maxillofacial fractures in Brazil: a 5-year prospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2006, 102: 28-34.
58. Bali R, Sharma P, Garg A, Dhillon G. A comprehensive study on maxillofacial trauma conducted in Yamunanagar, India. *Journal of injury and violence research*, 2013, 5: 108.
59. Ansari MH. Maxillofacial fractures in Hamedan province, Iran: a retrospective study (1987–2001). *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2004, 32: 28-34.
60. Karyouti SM. Maxillofacial injuries at Jordan University Hospital. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 1987, 16: 262-265.
61. Kansakar N, Budhathoki B, Prabhu N, Yadav AK. Pattern and Etiology of Mandibular Fractures Reported at Nepalgunj Medical College: A Prospective Study. *Journal of Nepalgunj Medical College*, 2017, 13: 21-24.
62. Michael Perry AB, Peter Banks. *Fractures Of The Facial Skeleton*. 2.th Baskı. John Wiley & Sons Ltd., 2015: 28-59.
63. Converse JM. Kazanjian & Converse's surgical treatment of facial injuries. 1974.
64. Dingman RO, Natvig P. *Surgery of facial fractures*. Baskı. Saunders, 1964.

65. Goodday RHB. Management of fractures of the mandibular body and symphysis. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 2013, 25: 601-616.
66. Yalçın S. Mandibula kırıkları. İçinde:Ertekin C (editör). *Travma*, İstanbul, İstanbul Medikal Yayıncılık, 2005: 725-748.
67. Limchayseng L. Evaluation of treatment outcome of mandibular angle fractures. Review: 1988 Annual Scientific Sessions Abstracts. *J Oral Maxillofac. Surg*, 1988, 48: 12.
68. Blitz M, Notarnicola K. Closed reduction of the mandibular fracture. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 2009, 17: 1-13.
69. Roccia F, Tavolaccini A, Dell'Acqua A, Fasolis M. An audit of mandibular fractures treated by intermaxillary fixation using intraoral cortical bone screws. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2005, 33: 251-254.
70. Gordon KF, Reed JM, Anand VK. Results of intraoral cortical bone screw fixation technique for mandibular fractures. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 1995, 113: 248-252.
71. Schneider AM, David LR, DeFranzo AJ, Marks MW, Molnar JA, Argenta LC. Use of specialized bone screws for intermaxillary fixation. *Annals of plastic surgery*, 2000, 44: 154-157.
72. Mittal HC, Pathak C, Yadav S. Management of mandibular body fracture in a young child. *Journal of Pediatric Dentistry*, 2016, 4: 29.
73. Miloro M, Ghali G, Larsen P, Waite P. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. Baski. PMPH-USA, 2011: 373-386.
74. Ellis E, Graham J. Use of a 2.0-mm locking plate/screw system for mandibular fracture surgery. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2002, 60: 642-645.
75. Kumar BP, Kumar KJ, Venkatesh V, Mohan A, Ramesh K, Mallikarjun K. Study of Efficacy and the Comparison Between 2.0 mm Locking Plating System and 2.0 mm Standard Plating System in Mandibular Fractures. *Journal of maxillofacial and oral surgery*, 2015, 14: 799-807.
76. Seemann R, Frerich B, Müller S, Koenke R, Ploder O, Schicho K, Piffko J, Poeschl P, Wagner A, Wanschitz F. Comparison of locking and nonlocking plates in the treatment of mandibular condyle fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2009, 108: 328-334.
77. Gutwald R, Alpert B, Schmelzeisen R. Principle and stability of locking plates. *The Keio journal of medicine*, 2003, 52: 21-24.
78. Alpert B, Gutwald R, Schmelzeisen R. New innovations in craniomaxillofacial fixation: the 2.0 lock system. *The Keio journal of medicine*, 2003, 52: 120-127.
79. Brons R, Boering G. Fractures of the mandibular body treated by stable internal fixation: a preliminary report. *Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965)*, 1970, 28: 407-415.
80. Scolozzi P, Richter M. Treatment of severe mandibular fractures using AO reconstruction plates. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2003, 61: 458-461.
81. Ellis 3rd E. Lag screw fixation of mandibular fractures. *The Journal of cranio-maxillofacial trauma*, 1996, 3: 16-26.
82. Kallela I, Ilzuka T, Laine P, Lindqvist C. Lag-screw fixation of mandibular parasymphyseal and angle fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1996, 82: 510-516.
83. Ribeiro M, Lauria A, Sato FRL, Moreira RWF. Biomechanical analysis on different fixation techniques for treatment of mandibular body fractures. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 2013, 12: 80-83.
84. Moulton-Barrett R, Rubinstein AJ, Salzhauer MA, Brown M, Angulo J, Alster C, Collins W, Kline S, Davis C, Thaller SR. Complications of mandibular fractures. *Annals of plastic surgery*, 1998, 41: 258-263.
85. Passeri LA, Ellis E, Sinn DP. Complications of nonrigid fixation of mandibular angle fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1993, 51: 382-384.

86. Lamphier J, Ziccardi V, Ruvo A, Janel M. Complications of mandibular fractures in an urban teaching center. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2003, 61: 745-749.
87. Ellis E. Outcomes of patients with teeth in the line of mandibular angle fractures treated with stable internal fixation. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2002, 60: 863-865.
88. Stone IE, Dodson TB, Bays RA. Risk factors for infection following operative treatment of mandibular fractures: a multivariate analysis. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 1993, 91: 64-68.
89. Odom EB, Snyder-Warwick AK. Mandible Fracture Complications and Infection: The Influence of Demographics and Modifiable Factors. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2016, 138: 282e-289e.
90. Zallen R, Curry J. A study of antibiotic usage in compound mandibular fractures. *Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965)*, 1975, 33: 431-434.
91. James RB, Fredrickson C, Kent JN. Prospective study of mandibular fractures. *Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965)*, 1981, 39: 275-281.
92. Kim J-H, Kim S-G, Moon S-Y, Oh J-S. Comparative Evaluation of Infection Rate according to Extraction of Teeth in the Line of Mandibular Angle Fractures Treated with Stable Internal Fixation. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 2011, 33: 32-35.
93. Mathog R, Rosenberg Z. Complications in the treatment of facial fractures. *Otolaryngologic clinics of North America*, 1976, 9: 533-552.
94. Mathog RH, Boies LR. Nonunion of the mandible. *The Laryngoscope*, 1976, 86: 908-920.
95. Li Z, Zhang W, Li Z-B, Li J-R. Abnormal union of mandibular fractures: a review of 84 cases. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2006, 64: 1225-1231.
96. Nakamura S, Takenoshita Y, Oka M. Complications of miniplate osteosynthesis for mandibular fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1994, 52: 233-238.
97. Renzi G, Carboni A, Perugini M, Giovannetti F, Becelli R. Posttraumatic trigeminal nerve impairment: a prospective analysis of recovery patterns in a series of 103 consecutive facial fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2004, 62: 1341-1346.
98. Moore G, Olson T, Yonkers A. Complications of mandibular fractures: a retrospective review of 100 fractures in 56 patients. *The Nebraska medical journal*, 1985, 70: 120.
99. Esen A, Ataoğlu H, Gemi L. Comparison of stability of titanium and absorbable plate and screw fixation for mandibular angle fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2008, 106: 806-811.
100. Haug RH. The effects of screw number and length on two methods of tension band plating. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1993, 51: 159-162.
101. Bayram B, Araz K, Uckan S, Balcik C. Comparison of fixation stability of resorbable versus titanium plate and screws in mandibular angle fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2009, 67: 1644-1648.
102. Uckan S, Schwimmer A, Kummer F, Greenberg A. Effect of the angle of the screw on the stability of the mandibular sagittal split ramus osteotomy: a study in sheep mandibles. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2001, 39: 266-268.
103. Rudderman RH, Mullen RL, Phillips JH. The biophysics of mandibular fractures: an evolution toward understanding. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2008, 121: 596-607.
104. Gerlach K, Schwarz A. Bite forces in patients after treatment of mandibular angle fractures with miniplate osteosynthesis according to Champy. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2002, 31: 345-348.
105. Ribeiro-Junior P, Magro-Filho O, Shastri K, Papageorge M. In vitro evaluation of conventional and locking miniplate/screw systems for the treatment of mandibular angle fractures. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2010, 39: 1109-1114.

106. Meyer C, Serhir L, Boutemi P. Experimental evaluation of three osteosynthesis devices used for stabilizing condylar fractures of the mandible. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2006, 34: 173-181.
107. Fedok FG, Van Kooten DW, DeJoseph LM, McGinn JD, Sobota B, Levin RJ, Jacobs CR. Plating techniques and plate orientation in repair of mandibular angle fractures: an in vitro study. *The Laryngoscope*, 1998, 108: 1218-1224.
108. Bredbenner TL, Haug RH. Substitutes for human cadaveric bone in maxillofacial rigid fixation research. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2000, 90: 574-580.
109. Asprino L, Consani S, de Moraes M. A comparative biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2006, 64: 452-456.
110. Dayi E, Omezli MM. Review of biomechanical experimental studies on different plating techniques of mandibular condyle fractures. *Annals of maxillofacial surgery*, 2011, 1: 48.
111. Armstrong JE, Lapointe HJ, Hogg NJ, Kwok AD. Preliminary investigation of the biomechanics of internal fixation of sagittal split osteotomies with miniplates using a newly designed in vitro testing model. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2001, 59: 191-195.
112. Coletti DP, Caccamese JF, Norby C, Edwards S, von Fraunhofer JA. Comparative analysis of the threaded and tapered locking reconstruction plates. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2007, 65: 2587-2593.
113. Korkmaz HH. Evaluation of different miniplates in fixation of fractured human mandible with the finite element method. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2007, 103: e1-e13.
114. De Matos F, Arnez M, Sverzut C, Trivellato A. A retrospective study of mandibular fracture in a 40-month period. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2010, 39: 10-15.
115. Rahn B, Cordey J, Russenberger M. Biomechanics of osteosynthesis in the mandible. *Fortschritte der Kiefer-und Gesichts-Chirurgie*, 1975, 19: 37.
116. Van Sickels JE, Peterson GP, Holms S, Haug RH. An in vitro comparison of an adjustable bone fixation system. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2005, 63: 1620-1625.
117. Cavanaugh JM, King AI. Control of transmission of HIV and other bloodborne pathogens in biomechanical cadaveric testing. *Journal of Orthopaedic Research*, 1990, 8: 159-166.
118. Gorup JM, Merola AA, Bono CM, Zipnick RI, Morganstern W, Shin TM, Grossman MG, Hafer TR. Technique for the harvesting of human cadaveric spines. *Spine*, 1998, 23: 2222-2225.
119. Gealh WC, Costa JV, Ferreira GM, Iwaki Filho L. Comparative study of the mechanical resistance of 2 separate plates and 2 overlaid plates used in the fixation of the mandibular condyle: an in vitro study. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2009, 67: 738-743.
120. Olivera LBd, Manzato AJ, Guerra FLB, Arnett GW. Biomechanical in vitro evaluation of three stable internal fixation techniques used in sagittal osteotomy of the mandibular ramus: a study in sheep mandibles. *Journal of Applied Oral Science*, 2012, 20: 419-426.
121. Kozakiewicz M, Swiniarski J. "A" shape plate for open rigid internal fixation of mandible condyle neck fracture. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2014, 42: 730-737.
122. Özden B, Alkan A, Arici S, Erdem E. In vitro comparison of biomechanical characteristics of sagittal split osteotomy fixation techniques. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2006, 35: 837-841.
123. Duncan WJ. Sheep mandibular animal models for dental implantology research. PhD Thesis. Dunedin: University of Otago, 2005.
124. Trivellato P, Pepato A, Ribeiro M, Sverzut C, Trivellato A. In vitro evaluation of the resistance of a 2.0-mm titanium fixation system in the sectioned angle without continuity of

- the inferior border of the mandible. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2014, 43: 559-563.
125. Richardson M, Hayes J, Jordan JR, Puckett A, Fort M. Biomechanical Evaluation of a Mandibular Spanning Plate Technique Compared to Standard Plating Techniques to Treat Mandibular Symphyseal Fractures. *Surgery research and practice*, 2015, 2015.
126. Wong R, Tideman H, Kin L, Merckx M. Biomechanics of mandibular reconstruction: a review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2010, 39: 313-319.
127. Gibbs CH, Mahan PE, Mauderli A, Lundeen HC, Walsh EK. Limits of human bite strength. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1986, 56: 226-229.
128. Bakke M, MICHLER L, Han K, Möller E. Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles. *European Journal of Oral Sciences*, 1989, 97: 539-551.
129. Braun S, Bantleon H-P, Hnat WP, Freudenthaler JW, Marcotte MR, Johnson BE. A study of bite force, part 1: Relationship to various physical characteristics. *The Angle orthodontist*, 1995, 65: 367-372.
130. Ellis E, Throckmorton GS. Bite forces after open or closed treatment of mandibular condylar process fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2001, 59: 389-395.
131. Kumar ST, Saraf S, Devi SP. Evaluation of bite force after open reduction and internal fixation using microplates. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 2013, 10: 466.
132. Pistner H, Kukiz P. KIEFERSCHLIESSKRAFTE NACH KIEFERORTHOPADISCHER VORBEHANDLUNG, UMSTELLUNGSOSTEOTOMIEN UND UNTERKIEFERFRAKTUREN: MESSUNGEN MIT EINEM RECHNERGESTÜTZTEN PIEZOKERAMISCHEN MINIATURISIERTEN MESSSYSTEM. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 1998, 53: 528-534.
133. Tate GS, Ellis E, Throckmorton G. Bite forces in patients treated for mandibular angle fractures: implications for fixation recommendations. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1994, 52: 734-736.
134. Kshirsagar R, Jaggi N, Halli R. Bite force measurement in mandibular parasymphiseal fractures: a preliminary clinical study. *Craniomaxillofacial Trauma and Reconstruction*, 2011, 4: 241-244.
135. Marsell R, Einhorn TA. The biology of fracture healing. *Injury*, 2011, 42: 551-555.
136. Alpert B. Management of the complications of mandibular fracture treatment. *Operative Techniques in Plastic and Reconstructive Surgery*, 1998, 5: 325-333.
137. Ellis E. A study of 2 bone plating methods for fractures of the mandibular symphysis/body. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2011, 69: 1978-1987.
138. Andreasen JO, Storgård Jensen S, Kofod T, Schwartz O, Hillerup S. Open or closed repositioning of mandibular fractures: is there a difference in healing outcome? A systematic review. *Dental Traumatology*, 2008, 24: 17-21.
139. Sorel B. Open versus closed reduction of mandible fractures. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 1998, 10: 541-566.
140. Dodson TB, Perrott DH, Kaban LB, Gordon NC. Fixation of mandibular fractures: a comparative analysis of rigid internal fixation and standard fixation techniques. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1990, 48: 362-366.
141. Hayter J, Cawood J. The functional case for miniplates in maxillofacial surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 1993, 22: 91-96.
142. Glineburg RW, Laskin DM, Blaustein DI. The effects of immobilization on the primate temporomandibular joint: a histologic and histochemical study. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1982, 40: 3-8.
143. Radabaugh JP, Horn AV, Chan SA, Shelton JM, Gal TJ. Patient compliance following isolated mandibular fracture repair. *The Laryngoscope*, 2017.
144. Villarreal PM, Junquera LM, Martínez A, García-Consuegra L. Study of mandibular fracture repair using quantitative radiodensitometry: a comparison between

- maxillomandibular and rigid internal fixation. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2000, 58: 776-781.
145. Queiroz CS, Sarmiento VA, de Azevedo RA, de Oliveira TFL, Bastos LC. A comparative study of internal fixation and intermaxillary fixation on bone repair of mandibular fractures through radiographic subtraction. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2014, 42: e152-e156.
146. Khiabani KS, Mehmandoost MK. Transoral miniplate fixation of mandibular angle fracture with and without 2 weeks of maxillomandibular fixation: A clinical trial study. *Cranio-maxillofacial Trauma and Reconstruction*, 2013, 6: 107-114.
147. Kumar I, Singh V, Bhagol A, Goel M, Gandhi S. Supplemental maxillomandibular fixation with miniplate osteosynthesis—required or not? *Oral and maxillofacial surgery*, 2011, 15: 27-30.
148. Valentino J, Marentette LJ. Supplemental maxillomandibular fixation with miniplate osteosynthesis. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 1995, 112: 215-220.
149. Saman M, Kadakia S, Ducic Y. Postoperative maxillomandibular fixation after open reduction of mandible fractures. *JAMA facial plastic surgery*, 2014, 16: 410-413.
150. Arbag H, Korkmaz HH, Ozturk K, Uyar Y. Comparative evaluation of different miniplates for internal fixation of mandible fractures using finite element analysis. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2008, 66: 1225-1232.
151. Smith A, Cameron S, Bagg J, Kennedy D. Occupational health: Management of needlestick injuries in general dental practice. *British Dental Journal*, 2001, 190: 645-650.
152. Gooch BF, Siew C, Cleveland JL, Gruninger SE, Lockwood SA, Joy ED. Occupational blood exposure and HIV infection among oral and maxillofacial surgeons. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1998, 85: 128-134.
153. Chandan S, Ramanojam S. Comparative evaluation of the resin bonded arch bar versus conventional Erich arch bar for intermaxillary fixation. *Journal of maxillofacial and oral surgery*, 2010, 9: 231-235.
154. Yamada T, Sumi Y, Okazaki Y, Ueda M. A new intermaxillary fixation method using adhesive cast splints for a voiding skin puncture. *Australian dental journal*, 1998, 43: 167-169.
155. Baurmash H, Farr D, Baurmash M. Direct bonding of arch bars in the management of maxillomandibular injuries. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1988, 46: 813-815.
156. Saglimbene R, Williams A. Bonding of metal attachments to teeth for treatment of mandibular fractures. *Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965)*, 1974, 32: 702-704.
157. Andreasen JO, Andreasen FM, Mejåre I, Cvek M. Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 1. Effect of pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location of fracture and severity of dislocation. *Dental Traumatology*, 2004, 20: 192-202.
158. Andersson L, Friskopp J, Blomlöf L. Fiber-glass splinting of traumatized teeth. *ASDC journal of dentistry for children*, 1983, 50: 21.
159. Kehoe JC. Splinting and replantation after traumatic avulsion. *The Journal of the American Dental Association*, 1986, 112: 224-230.
160. Harle F, Champy M, Terry BC. *Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis: miniplates, microplates, and screws*. Baskı. Georg Thieme Verlag, 1999.
161. Wallace A, Draper E, Strachan R, McCarthy I, Hughes S. The vascular response to fracture micromovement. *Clinical orthopaedics and related research*, 1994, 301: 281-290.
162. Alpert B. Complications in mandibular fracture treatment. *Probl Plast Reconstr Surg*, 1991, 1: 253.
163. Niederhagen B, Anke S, Hültenschmidt D, Appel T. AO and miniplate osteosynthesis of the mandible in an 8-year comparison. *Fortschritte der Kiefer-und Gesichts-Chirurgie*, 1995, 41: 58-60.

164. Smith BR, Johnson JV. Rigid fixation of comminuted mandibular fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1993, 51: 1320-1326.
165. Michelet F, Dessus B, Benoit J, Moll A. Mandibular osteosynthesis without blocking by screwed miniature stellite plates. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale*, 1972, 74: 239-245.
166. Frost D, Tucker M, White R. Small bone plate techniques for fixation of mandibular fractures. *Rigid fixation for maxillofacial surgery*. Lippincott, Philadelphia, 1991: 104-122.
167. Regev E, Shiff JS, Kiss A, Fialkov JA. Internal fixation of mandibular angle fractures: a meta-analysis. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 2010, 125: 1753-1760.
168. Schierle H, Schmelzeisen R, Rahn B, Pytlik C. One-or two-plate fixation of mandibular angle fractures? *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 1997, 25: 162-168.
169. Ellis E. Management of fractures through the angle of the mandible. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 2009, 21: 163-174.
170. Ellis lii E. Treatment methods for fractures of the mandibular angle. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 1999, 28: 243-252.
171. Borah GL, Ashmead D. The fate of teeth transfixed by osteosynthesis screws. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 1996, 97: 726-729.
172. de Souza Fernandes AC, Rossi MA, Schaffner IS, Machado LA, Sampaio AA. Lateral cortical bone thickness of human mandibles in region of mental foramen. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2010, 68: 2980-2985.
173. Tuovinen V, Nørholt SE, Sindet-Pedersen S, Jensen J. A retrospective analysis of 279 patients with isolated mandibular fractures treated with titanium miniplates. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1994, 52: 931-935.
174. Collins CP, Pirinjian-Leonard G, Tolas A, Alcalde R. A prospective randomized clinical trial comparing 2.0-mm locking plates to 2.0-mm standard plates in treatment of mandible fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2004, 62: 1392-1395.
175. Meyer RA. Nerve damage from fixation screws. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 1990, 48: 665.
176. Davies BW, Cederna JP, Guyuron B. Noncompression unicortical miniplate osteosynthesis of mandibular fractures. *Annals of plastic surgery*, 1992, 28: 414-419.
177. Worthington P, Champy M. Monocortical miniplate osteosynthesis. *Otolaryngologic clinics of North America*, 1987, 20: 607.
178. Saka B. Mechanical and biomechanical measurements of five currently available osteosynthesis systems of self-tapping screws. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2000, 38: 70-75.
179. Heidemann W, Gerlach KL. Clinical applications of drill free screws in maxillofacial surgery. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 1999, 27: 252-255.
180. Al-Jandan B, Al-Sulaiman A, Marei H, Syed F, Alman M. Thickness of buccal bone in the mandible and its clinical significance in mono-cortical screws placement. A CBCT analysis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2013, 42: 77-81.
181. Levine MH, Goddard AL, Dodson TB. Inferior alveolar nerve canal position: a clinical and radiographic study. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2007, 65: 470-474.
182. Gabrielli MAC, Gabrielli MFR, Marcantonio E, Hochuli-Vieira E. Fixation of mandibular fractures with 2.0-mm miniplates: review of 191 cases. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2003, 61: 430-436.
183. Prein J. *Manual of Internal Fixation in the Cranio-Facial Skeleton.: Techniques as recommended by the AO/ASIF-Maxillofacial Group*. Baski. Springer Science & Business Media, 1998.
184. Kumar BP, Kumar KAJ, Venkatesh V, Mohan AP, Ramesh K, Mallikarjun K. Study of Efficacy and the Comparison Between 2.0 mm Locking Plating System and 2.0 mm Standard Plating System in Mandibular Fractures. *Journal of maxillofacial and oral surgery*, 2015, 14: 799-807.

185. Singh V, Kumar I, Bhagol A. Comparative evaluation of 2.0-mm locking plate system vs 2.0-mm nonlocking plate system for mandibular fracture: a prospective randomized study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2011, 40: 372-377.
186. Chiodo TA, Ziccardi VB, Janal M, Sabitini C. Failure strength of 2.0 locking versus 2.0 conventional Synthes mandibular plates: a laboratory model. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2006, 64: 1475-1479.
187. Rodriguez-Chessa J, Olate S, Netto H, Noia C, de Moraes M, Mazzone R. In vitro resistance of titanium and resorbable (poly l-co-dl lactic acid) osteosynthesis in mandibular body fracture. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 2014, 43: 362-366.
188. Polat ME. Mandibula Korpus Kırıklarında; Farklı Kırık Özelliklerinin ve Farklı Fiksasyon Tiplerinin, Kırık Stabilizasyonu Üzerine Etkilerinin İn Vitro Olarak Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri enstitüsü. Ağız Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2015.
189. Elhalawany SK, Tarakji B, Azzeghaiby S, Alzoghaibi I, Baroudi K, Nassani MZ. Clinical and radiographic evaluation of biodegradable bone plates in the treatment of mandibular body fractures. *Nigerian medical journal: journal of the Nigeria Medical Association*, 2015, 56: 48.
190. Bell RB, Kindsfater CS. The use of biodegradable plates and screws to stabilize facial fractures. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2006, 64: 31-39.
191. Weiler A, Helling H-J, Kirch U, Zirbes TK, Rehm KE. Foreign-body reaction and the course of osteolysis after polyglycolide implants for fracture fixation. *Bone & Joint Journal*, 1996, 78: 369-376.
192. Kallela I, Tulamo R-M, Hietanen J, Pohjonen T, Suuronen R, Lindqvist C. Fixation of mandibular body osteotomies using biodegradable amorphous self-reinforced (70L: 30DL) polylactide or metal lag screws: an experimental study in sheep. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 1999, 27: 124-133.
193. Turvey TA, Bell RB, Tejera TJ, Proffit WR. The use of self-reinforced biodegradable bone plates and screws in orthognathic surgery. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 2002, 60: 59-65.
194. Bouwman J, Tuinzing D. Biodegradable osteosynthesis in mandibular advancement: a pilot study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 1999, 37: 6-10.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Mehmet Zahit BAŞ Doğum tarihi: 09.05.1987 Doğum Yeri: Menderes Medeni Hali: Evli Uyruğu: T.C Adres: Palandöken/ERZURUM Tel: 05330397448 E-mail: mehmet_bass@windowslive.com
Eğitim
Lise: 2001-2004 Lisans: 2005-2011 Yüksek Lisans: 2005- 2011 Uzmanlık: 2012-2017
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce: 53 (2010 KPDS) Almanca: Rusça:
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler