

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

MANDİBULA KORPUS KIRIKLARINDA FARKLI TEDAVİ
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Arş. Gör. İSMAİL ESER BOLAT

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI
(UZMANLIK TEZİ)

DANIŞMAN
Prof. Dr. UMUT TEKİN

2018 – KIRIKKALE

Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Ağız Diş Ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı Diş Hekimliği Uzmanlık Programı
çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri üyeleri tarafından Uzmanlık
Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:17 / 04 / 2018

İmza

Prof.Dr.Serpil ALTUNDOĞAN

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Faköltesi

Jüri Başkanı

İmza

İmza

Prof.Dr.Umut TEKİN

K.Ü. Diş Hekimliği Faköltesi

Üye

Prof.Dr.M.Ercüment ÖNDER

K.Ü. Diş Hekimliği Faköltesi

Üye

İmza

İmza

Doç.Dr.İ.Doruk KOÇYİĞİT

K.Ü Diş Hekimliği Faköltesi

Üye

Dr.Öğr.Gör.Melda MISIRLIOĞLU

K.Ü Diş Hekimliği Faköltesi

Üye

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilgisi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, hata yaptığım zamanlarda bile engin hoşgörüsünü esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Umut TEKİN' e,

Cerrahi eğitimim boyunca üzerimde çok emeği bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. M. Ercüment ÖNDER, Doç. Dr. Fethi ATIL, Doç. Dr. İ. Doruk KOÇYİĞİT, Yrd. Doç. Dr. Özkan ÖZGÜL' e,

Uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden itibaren bana hep destek olan ve çok şey öğreten değerli kıdemlilerim Uzm. Dt. Mürüde YAZAN ve Uzm. Dt. İbrahim MACİT' e,

Beraber çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma ve hemşire arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan ve tez çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen kuzenim Psk. Melis Sedef KAHRAMAN'a ve desteklerini esirgemeyen aileme

SONSUZ TEŞEKKÜRLERİMİ SUNARIM...

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
KISALTMALAR	V
ŞEKİLLER	VI
GRAFİKLER	VIII
TABLolar	IX
ÖZET.....	X
SUMMARY	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Mandibula Anatomisi	1
1.2. Mandibula Kırıkları	2
1.3. Mandibula Kırıklarının Sınıflandırılması	4
1.4. Mandibula Kırıklarının Teşhisi	7
1.4.1. Klinik Değerlendirme	7
1.4.2. Radyolojik Muayene	8
1.5. Mandibula Kırıklarında Tedavi Yöntemleri	12
1.5.1. Kapalı Redüksiyon	15
1.5.2. Açık Redüksiyon	18
1.5.2.1. Lag vida Osteosentezi.....	20
1.5.2.2. Plak ve Vida Fiksasyonu	21
1.6. Mandibula Korpus Kırıklarında Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar	23
1.6.1. Enfeksiyon	24
1.6.2. Kötü İyileşme	25
1.6.3. Gecikmiş İyileşme veya Hiç İyileşmenin Olmaması (Nonunion)	25
1.6.4. Nörosensöryel Değişiklikler	26
1.7. Mandibula Kırıklarında Uygulanan Fiksasyon Materyalleri.....	27
1.7.1. Mesh	31
1.7.2. Ultrason Destekli Rezorbe Olabilen Materyaller (SonicWeld Sistemi).....	31
1.8. Pediatrik Mandibula Kırıklarında Tedavi.....	33

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	38
2.1. Cerrahi Yöntem	39
2.2. Deney Grupları	43
2.3. Post-Operatif Dönem.....	48
2.4. Histolojik Yöntem	49
2.5. İstatistiksel Analiz	50
3. BULGULAR	51
3.1. Histolojik Bulgular	51
3.2. İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	59
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	68
5. KAYNAKLAR.....	79
6. ÖZGEÇMİŞ	95

KISALTMALAR

TME	: Temporomandibular Eklem
İMF	: İntermaksiller Fiksasyon
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
MÖ	: Milattan Önce
IBRA	: International Bone Research Association
AOCMF	: Association of Cranio Maxillofacial Surgery
FDA	: Food and Drug Administration
SR	: Self Reinforcement
ERP	: Eritrosit Sedimentasyon Değeri
CRP	: C-Reaktif Protein
μm^2	: Mikrometre Kare
G1	: Grup 1
G2	: Grup 2
G3	: Grup 3
G4	: Grup 4
Ti	: Titanyum
PDS	: Polidioksanon
PDLA	: Poli D-laktid asit
PDLLA	: Poli L/D laktid asit
PGA	: Poliglikolid asit
PLA	: Polilaktik asit
PLLA	: Poli L-laktid asit
Yk	: Yeni kemik
Bd	: Bağ doku

ŞEKİLLER

Şekil 1.1	: Mandibula kırıklarının anatomik olarak sınıflandırılması	5
Şekil 1.2	: Mandibular simfiz ve sağ angulus bölgesi kırığının panoramik radyografik görüntüsü.	10
Şekil 1.3	: Sol parasimfiz ve sağ kondil kırıklarının BT görüntüsü	11
Şekil 1.4	: Halkalı bağlama tekniği ile İMF	17
Şekil 1.5	: Vidalar ile İMF	18
Şekil 1.6	: Lag vidaların yerleştirilme tekniği	21
Şekil 1.7	: Mandibula angulus bölgesinden simfiz bölgesine kadar oluşan kuvvetler.	22
Şekil 2.1	: Deneklerin cerrahi müdahaleye hazırlanması.	40
Şekil 2.2	: Osteotomi yapılacak bölgeye submandibular insizyon ile ulaşılması.....	41
Şekil 2.3	: Osteotomi hattının rond frezler ile işaretlenmesi.	42
Şekil 2.4	: Osteotomi hattının fissür frezler ile belirlenmesi.	42
Şekil 2.5	: Osteotomi sonrası fragmanların hareketliliğinin kontrolü.	43
Şekil 2.7	: Rezorbe olabilen materyallerin bölge anatomisine uyumlandırılması.....	44
Şekil 2.8	: Kırık hattının rezorbe olabilen plak ve titanyum vidalar ile fiksasyonu.....	44
Şekil 2.6	: Ultrason destekli rezorbe olabilen materyaller (SonicWeld Rx).....	45
Şekil 2.9	: Kırık hattının rezorbe olabilen plak ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fiksasyonu.....	46
Şekil 2.10	: Kırık hattının rezorbe olabilen mesh ve titanyum vidalar ile fiksasyonu.....	47
Şekil 2.11	: Kırık hattının rezorbe olabilen mesh ve ultrason destekli pinler ile fiksasyonu.	48
Şekil 3.1	: G1 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).	53
Şekil 3.2	: G2 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).	54

Şekil 3.3	: Titanyum vida boşluğu çevresinde fibröz bağ dokusu (bd) ve yeni kemik trabekülleri (yk) (H&E: x100).	55
Şekil 3.4	: Ultrason destekli rezorbe olabilen pin boşluğu çevresinde fibröz bağ dokusu (bd) ve yeni kemik trabekülleri (yk) (H&E: x100).....	55
Şekil 3.5	: G3 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).	56
Şekil 3.6	: G4 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).	57
Şekil 3.7	: G4 grubundaki bir örnekte endokondral kemikleşme alanları görüldü (*: kırıkta taslak, yk: yeni kemik trabekülleri (H&E x200).	57
Şekil 3.8	: Titanyum vida boşluğu çevresinde fibröz bağ dokusu (bd) ve yeni kemik trabekülleri (yk) (H&E: x100).	58
Şekil 3.9	: G4 ultrasonik sistemli pin boşluğu çevresi nötrofil toplulukları (*) (H&E: x40)	59

GRAFİKLER

Grafik 3.1 : Gruplarda kemik doku alanının dağılımı	61
Grafik 3.2 : G1 ve G3 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).	62
Grafik 3.3 : G2 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).	64
Grafik 3.4 : G1 ve G2 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).	65
Grafik 3.5 : G3 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).	66



TABLÖLAR

Tablo 3.1 : Histolojik değerlendirme sonunda yeni oluşan kemik miktarları (μm^2). 51	
Tablo 3.2 : Histolojik değerlendirme sonunda örneklerin iyileşme dereceleri. 52	
Tablo 3.3 : Gruplarda yeni oluşan kemik doku ortalamaları. 60	
Tablo 3.4 : Mesh ve Plak gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi. 61	
Tablo 3.5 : G1 ve G3 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi. 62	
Tablo 3.6 : G2 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi. 63	
Tablo 3.7 : G1 ve G2 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi. 64	
Tablo 3.8 : G3 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi. 65	
Tablo 3.10 : Kırık hatlarındaki iyileşme derecelerinin dağılımı. 67	

ÖZET

Çocuklarda mandibula kırıklarının görülme sıklığı yetişkinlere göre oldukça düşük olsa da maksillofasiyal bölgede en çok gözlenen kırıklardır ve tedavilerinde birçok farklı yöntem tanımlanmıştır. Ultrason destekli fiksasyon sistemleri çocuklarda kraniyel ve orta yüz kırıklarının fiksasyonunda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır ancak mandibula kırıklarının tedavisinde kullanımı sınırlıdır.

Tez çalışmamızda 28 adet immatür, 6-8 haftalık erkek Yeni Zellanda tavşanı kullanıldı ve denekler her bir grupta 7 hayvan olacak şekilde 4 farklı gruba ayrıldı. İzole mandibula korpus kırıkları oluşturuldu. Tüm kırık hatları repoze edildikten sonra titanyum vidalar veya ultrason destekli pin ve rezorbe olabilen mesh veya plak kullanılarak fikse edildi. Operasyondan 2 ay sonra kırık hatlarının iyileşmesini değerlendirmek için tavşanlar sakrifiye edildi. Elde edilen örnekler histolojik ve histomorfometrik olarak değerlendirildi. Değerler istatistiksel olarak analiz edildi.

Tüm örneklerde yeni kemik oluşumu gözlemlendi. Postoperatif olarak titanyum vidalar ile fikse edilen gruplarda, ultrason destekli pinler ile fikse edilen gruplara göre daha yüksek miktarda yeni kemik oluşumu gözlemlendi. Tüm gruplar arasında en yüksek yeni kemik oluşum miktarı titanyum vida/plak grubunda ölçüldü. Ancak yeni kemik oluşum miktarı açısından 4 grup arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Bu tez çalışması çocuklarda mandibula korpus kırıklarının tedavisinde ultrason destekli pin/mesh uygulamasının alternatif bir tedavi yöntemi olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Mandibula, Travma, Sonicweld, Mesh.

SUMMARY

Pediatric mandibular fractures are uncommon and have been treated by a wide variety of fixation methods. Ultrasound-aided fixation systems have been used for the pediatric cranial and facial bones but they have limited indication on treatment of mandibular fractures.

Twenty eight immature, 6-8 weeks old male New Zealand rabbits were used, four groups, seven animals in each group. Isolated mandibular body fractures were created. All fractures were repositioned and fixed with resorbable plates or meshes and ultrasound aided pins or titanium screws. All of the animals were sacrificed two months after surgery. Histological and histomorphometric examinations were performed on the harvested hemi mandibles. The data were statistically analyzed.

New bone formation has detected on all samples. The Titanium screw groups showed higher scores than ultrasound aided pin groups regarding the new bone area postoperatively. Plate + Titanium screw group showed highest new bone formation. However, there were no significant differences between amounts of new bone formation among 4 groups.

This study suggested that ultrasound aided meshes + sonic pin application could be an alternative treatment method for pediatric mandibular body fractures.

Keywords: Mandible, Trauma, Sonicweld, Mesh.

1. GİRİŞ

Günümüzde maksillofasiyal travmalar, trafik kazaları, kimi zaman ihmallerin de eşlik ettiği iş kazaları, sportif yaralanmalar, çocukların oyun yaralanmaları, kavga ve darp gibi şiddet durumları veya günlük hayatta meydana gelen kayma, düşme gibi kazalar neticesinde sıklıkla meydana gelmektedir. Mandibula kırıkları ise hastanelere başvuran maksillofasiyal travmaların önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar.

Tedavi edilmeyen ya da yanlış tedavi edilen mandibula kırıkları hastalarda ciddi estetik ve fonksiyonel sorunlara neden olabilmektedir. Mandibula kırıklarının tedavisinde kullanılan yöntemler son yıllarda rijit fiksasyon sistemlerindeki ve materyallerindeki gelişmelere paralel olarak değişim göstermiştir. Bu kırıkların tedavisi her dönem maksillofasiyal cerrahlar için zor ve tartışmalı bir konu olmuştur. Özellikle büyüme ve gelişimi devam eden çocuk hastalarda bu kırıkların tedavisi gerek vital yapıların korunması gerekse çocuğun büyüme ve gelişimini etkilemeyecek en uygun tedavi yönteminin tercih edilmesi konusunda daha çok zorlayıcı olabilmektedir.

1.1. Mandibula Anatomisi

Mandibula yüz iskeletinin en büyük ve tek hareketli kemiğidir. Mandibula iki kısımdan oluşur bunlar horizontal olarak uzanan, dişler ve ilgili yapıları barındıran korpus ve buna dik vertikal yönde uzanan ramus mandibuladır.

Mandibula embriyolojik dönemin 2. haftasında ortaya çıkan 1. farengeal arktan köken alan meckel kıkırdağının destek ve rehberliğinde gelişir ve enkondral kemikleşmeden daha çok intramembranöz kemikleşme gösterir. Simetrik iki parça halinde gelişen mandibula daha sonra orta hatta simfiz mandibulada birleşerek tek bir yapı halini alır.

Mandibula anatomik olarak U-şeklinde korpus ve buna bağlı sağ ve sol ramus parçalarından oluşur. Korpus mandibula, dişleri içeren üst kısım (alveolar proçes) ve

basis olarak adlandırılan alt kısımdan oluşur. Ramus mandibulanın ise posterior ve anterior kenarları ve korpus mandibulanın basisi ile devam eden bir alt kenarı bulunur. Korpus ve ramus mandibula angulus mandibula ile birleşir. Ramus mandibulanın üst kenarında ise koronoid proçes ve koronoid proçesten sigmoid çentik ile ayrılan kondilaris mandibula bulunur. Mandibula her iki taraftan kondiller aracılığı ile temporal kemik ile birlikte temporomandibular eklemi oluşturur.

Mandibulanın dış korteksi özellikle korpus bölgesinde yaklaşık olarak 3.3mm kalınlıktadır. Bu kalınlık osteosentez vidalarına ihtiyaç duyulan ankrajı sağlamak için yeterlidir. Alveolar proçese yakın bölgelerde kemik kalınlıkları değişkenlik gösterir, bu bölgeler mevcut diş kökleri ve kemik kalınlığının yeterli olmaması dolayısıyla osteosentez vidalarının yerleştirilmesi için uygun değildir. Diş köklerine zarar vermemek için vidalar oklüzal düzlemin apikeline en az 3 kron boyu mesafe bırakılarak yerleştirilmelidir. İnferior alveolar sinir ise bu bölgede lingula ve foramen mentale arasında mandibular kanal içinde seyreder. Yapılan ölçümlerde mandibular kanal posteriordan anteriora geldikçe daha fazla bukkal kortekse ve inferior sınıra yaklaşmaktadır. En alt noktasında inferior kenara 8-10 mm mesafede seyretmektedir. İnferior bölgede dış kemik korteksinin kalınlığı ortalama 5 mm olmasına rağmen 3 mm den az olduğu vakalar da mevcuttur. İnferior alveolar sinir mental forameninden çıkmadan yaklaşık 1 cm önce mandibular kanal yukarı ve ileri doğru bir yol izlemektedir. Mental foramen, yaklaşık olarak 1. veya 2. premolar dişlerin hizasında vertikal olarak alveolar proçes ve mandibulanın alt sınırı arasındaki mesafenin ortasında konumlanır. Bazı durumlarda kanin dişin apeksi hizasından daha superiorda konumlanabilir bu nedenle bu bölgede yapılan cerrahilerde dikkatli olunmalıdır (Haerle ve Champy 2010).

1.2. Mandibula Kırıkları

Kırık, kemiğin ani ve şiddetli bir kuvvet karşısında tam veya kısmen devamlılığını kaybetmesi olarak tarif edilebilir. Kırığın lokalizasyonu ve şekli, yaralanmanın meydana geliş yolu ve kuvvet vektörünün yönüne bağlıdır. Bunların dışında hastanın

yaşı, dişlerin varlığı ve travmaya neden olan ajanın fiziksel özellikleri ortaya çıkan yaralanmanın şeklinde doğrudan etkilidir (Fasola ve ark. 2003).

Maksillofasiyal bölge vücudun en sık travmaya uğrayan kısımlarından biridir, maksillofasiyal bölge travmaları tek başına oluşabileceği gibi çoğunlukla diğer vücut travmalarıyla birlikte de görülebilirler (Manodh ve ark. 2016). Yüze gelen bir travma sırasında kişilerin refleks olarak yüzlerini çevirmeleri nedeni ile mandibula gelen kuvvete direkt olarak maruz kalan ilk yapıdır (Kar ve Mahavoi 2012). Yüz kemikleri içerisinde önde konumlanması ve korunmasız yapısı nedeniyle mandibula maksillofasiyal bölgede en sık travmaya uğrayan kemiktir (Boffano ve ark. 2015; Ghosh ve Gopalkrishnan 2018). Mandibula kırıklarının çoğunlukla 16-30 yaş arası ve erkeklerde kadınlara oranla yaklaşık 2 kat fazla görüldüğü bildirilmiştir (Haug ve ark. 1990).

Mandibula kırıkları hasta üzerinde estetik, fonksiyonel ve psikolojik sorunlara yol açabilirler. Tedavi edilmeyen ya da yanlış tedavi edilen mandibula kırıkları, temporomandibular eklem bozuklukları, maloklüzyonlar, çiğneme problemleri, tükürük bezi problemleri, obstrüktif uyku apnesi ve kronik ağrı gibi birçok probleme sebep olabilir. Özellikle çocuklarda yüz gelişiminin etkilenmesi ile fasiyal asimetri gibi sorunlara yol açabilirler (Azevedo ve ark. 1998).

Mandibula kırıklarının etiyolojisi çalışmaların yapıldığı ülke ve zaman dilimine göre farklılık göstermektedir. Bunun nedeni bu kırıkların oluşmasında çevresel, kültürel ve sosyoekonomik faktörlerin direkt olarak etkili olmasıdır. Örneğin sosyoekonomik durumu yüksek ülkelerde motorlu taşıt kazaları mandibula kırıklarının oluşumunda en sık gözlenen neden iken, daha düşük sosyoekonomik seviyeye sahip ülkelerde kavg ve şiddet olayları ilk sırayı almaktadır (Salentijn ve ark. 2014).

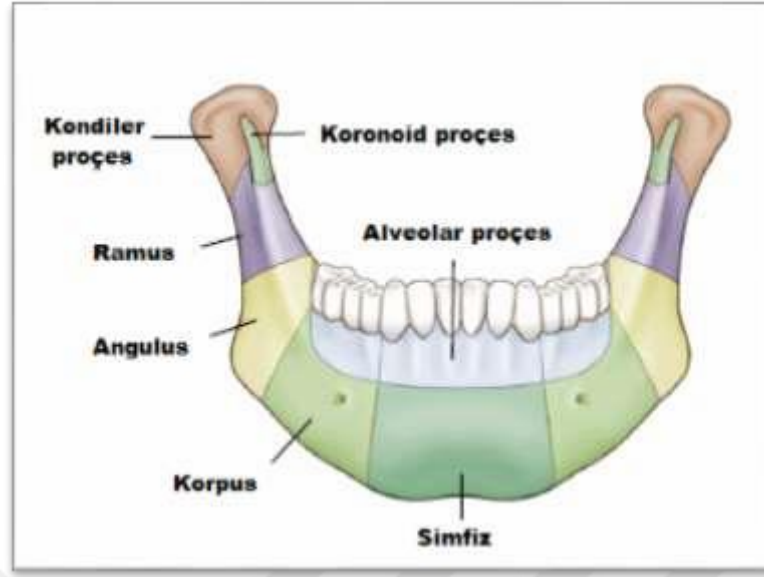
Yapılan bir çalışmada son 30 yılda bildirilen maksillofasiyal kırık raporları değerlendirilmiş ve yazarlar maksillofasiyal kırıkların erkeklerde kadınlara oranla 2 kat daha fazla görüldüğünü, en sık gözlenen travma sebebinin ise trafik kazaları olduğunu bunu şiddet ve düşme vakalarının takip ettiğini bildirmişlerdir (Boffano ve ark. 2014). Hindistan'da yapılan bir çalışmada 325 maksillofasiyal travma hastası

incelenmiş; hastaların yaklaşık %74'nün erkek olduğu, en sık gözlenen travmanın %65 ile mandibula kırıkları, en sık travma sebebi ise %71 oranda trafik kazaları iken bunu düşme ve şiddet vakalarının takip ettiğini bildirilmiştir (Kumar ve ark. 2016). Mandibula travması gözlenen 1454 hasta ile yapılan retrospektif bir çalışmada, mandibula travmalarının en çok genç erkeklerde gözlendiği, en sık sebebinin trafik kazaları olduğunu ve alkol kullanımının yoğun olduğu bölgelerde bu oranın arttığını belirtmişlerdir. Mandibula travmalarında en çok kondil kırıklarının gözlendiği (%29.98) bunu korpus kırıklarının takip ettiği (%24,28) bildirilmiştir (Chrcanovic ve ark. 2012). 1146 maksillofasiyal travma hastası ile yapılan bir çalışmada en çok mandibula kırıklarının görüldüğü ve mandibula kırıkları içerisinde en çok parasimfiz bölgesi kırıklarının izlendiği bunu angulus, kondil, simfiz ve korpus kırıklarının takip ettiği bildirilmiştir (Ghosh ve Gopalkrishnan 2018).

1.3. Mandibula Kırıklarının Sınıflandırılması

Günümüze kadar mandibula kırıkları; anatomik olarak, dentisyona göre, kas aktivitesine ve ayrılma/yer değiştirme derecelerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Kırık açık, kapalı, parçalı, yer değiştirmiş ya da patolojik olabilir. Bu noktada önemli olan mandibulanın U şekilli olması nedeniyle, bir kırık tespit edildiğinde karşı tarafta ya da aynı tarafta buna eşlik edebilecek başka bir kırık hattının varlığının sorgulanmasıdır (Naeem ve ark. 2017).

Dingman ve Natvig'in yapmış olduğu anatomik sınıflama günümüzde en çok kullanılan sınıflamadır. Mandibula kırıklarını anatomik bölgelere göre simfiz, parasimfiz, korpus, ramus, kondiler proçes, koronoid proçes ve alveolar proçes olarak ayırmışlardır (Dingman ve ark. 1964) (Şekil1.1). Mandibular angulus, mental foramen ve kanin dişin bulunduğu bölgeler kemik densitesinin daha yoğun olduğu bölgelerdir bu nedenle parasimfiz ve angulus kırıkları sıklıkla gözlenmektedir. Koronoid proçes ise masseter kası ve zigomatik ark tarafından korunmaktadır ve en az gözlenen mandibula kırıklarıdır. Mandibula korpus kırıkları en sık, ciddi şekilde kemiğin yükseklik ve genişlik kaybının olduğu atrofik mandibulalarda görülür (Fonseca, 2018).



Şekil 1.1: Mandibula kırıklarının anatomik olarak sınıflandırılması (Stevens & Emam, 2015).

Kazanjian ve Converse sınıflamasında ise mandibula kırıkları mevcut dentisyona göre üç gruba ayrılmıştır. Sınıf 1 kırıklarda; kırık hattının her iki tarafında dişler mevcuttur, yalnız bir tarafta mevcut ise Sınıf 2, kırık hattının her ki fragmanı da dişsiz ise sınıf 3 olarak sınıflandırılmıştır (Kazanjian ve Converse 1974).

Günümüzde sık kullanılan bir diğer sınıflandırma da kırığın biyomekanik özelliklerine göre yapılan sınıflandırmadır. Mandibula kırıklarında kırık fragmanlarına etki eden üç çeşit kuvvet oluşur. Bunlar, sıkışma, gerilim ve torsiyon kuvvetleridir. Masseter, temporalis ve medial pterigoid kaslar kırık fragmanların vertikal yönde yer değiştirmesinde etkilidirler. Horizontal kuvvetlerin oluşmasında lateral ve medial pterigoid kaslar etkilidir, torsiyon kuvvetlerinin oluşmasında ise mylohyoid, digastrik ve geniohyoid kaslar etkilidir. Bu sınıflandırmada kas aktiviteleri kırık fragmanların hareketine sebep oluyorsa tercih edilmeyen kırık, olmuyorsa tercih edilen kırık tipi olarak adlandırılır. Özellikle korpus ve angulus kırıkları bu şekilde sınıflandırılabilir. Anterior fragmanlar genellikle kas aktivitesi ile posterior ve inferiora, posterior fragmanlar ise superior ve mediale doğru hareket eder (Fonseca 2018).

Kullanılan diğ er bir sınıflama türü ise kırık fragmanların ayrılma/yer değıştirmesine göre yapılan sınıflamadır. Bu sistemde kırık F-F4 skor sistemine göre sınıflandırılır. Bu sınıflamada;

- F: Mobilite gözlenmeyen tek bir kırık hattı,
- F1: Alveolar ya da bazal bölgede tek bir mobil fragman,
- F2: Alveolar ya da bazal bölgede iki hareketli fragman ya da mandibular ark devamlılığında tek bir noktada ayrılma,
- F3: Mandibular ark devamlılığında 2 noktada ayrılma,
- F4:     ya da daha fazla mandibular ark fragmanlarını belirtmektedir.

Bu sınıflamada kırığın şiddeti arttıkça inferior alveolar sinirde hasar oluşma riski ve postoperatif komplikasyon riski artmaktadır (Carinci ve ark. 2009).

Association of Cranio Maxillofacial Surgery (AOCMF) 2014 yılında mandibula kırıklarını radyolojik ve topografik olarak sınıflandırmış ve bu çalışmada korpus kırıklarının sınıflandırmasına da yer vermişlerdir. Korpus mandibula bölgesinin anterior ve posterior sınırları geçiş bölgeleri olarak tanımlanmış ve anterior geçiş bölgesi mandibular kanin dişin distal kök yüzeyi boyunca vertikal olarak uzanırken, posterior geçiş bölgesi ise 3.molar dişin kronunun mesailinde inilen vertikal bir çizgi ile ya da dişsiz mandibulada yaklaşık olarak retromolar alanı içine alacak şekilde çizilen vertikal bir çizgi olarak belirtilmiştir. Eğer kırık hattı anterior bölgede simfiz bölgesine geçiyorsa simfiz kırığı olarak da adlandırılabilir ancak kırık hattı korpus mandibulada başlıyor ve posteriora doğru angulus mandibula bölgesinde devam ediyorsa bu tip kırıkların korpus kırığı olarak adlandırılması gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada anterior ya da posterior korpus kırıkları için farklı bir sınıflama olmadığını belirtilmiştir (Cornelius ve ark. 2014).

1.4. Mandibula Kırıklarının Teşhisi

Mandibula travma hastalarının muayenesi sistematik bir sıra içinde yapılmalıdır. Öncelikle hastadan, hasta koopere değil ise yakınından ayrıntılı bir anamnez alınmalıdır.

Mandibular travma hikayesi olan hastaların şikayetleri,

- Direkt kırık oluşan vakalarda travma bölgesinde, indirekt kırık oluşan vakalarda ise etkilenen bölgeden farklı bir noktada ağrı veya hassasiyet,
- Çiğneme güçlüğü: Ağrı dolayısıyla mandibula fonksiyonlarında kısıtlılık ya da kırık bölgesinde maloklüzyon veya mobilite gözlenebilir.
- Maloklüzyon: Hasta ısırmasının normalde var olandan farklı olduğundan söz edebilir.
- Alveolaris inferior sinirinin innerve ettiği bölgelerde uyuşukluk: Bu şikayet genellikle dislokasyon gözlenen korpus ve angulus hastalarında görülür (Peterson ve ark. 2004).

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

1.4.1. Klinik Değerlendirme

Hasta stabilize edildikten sonra tam bir baş-boyun muayenesi yapılmalıdır. Mandibula kırıklarının klinik değerlendirmesinde gözlenebilen belirtiler ve semptomlar aşağıdaki gibidir,

- Okluzal değişiklikler; Mandibula kırıkları sonrası en sık gözlenen komplikasyonlardan biridir. Okluzal değişiklikler, dental kırıkları, alveol kırıkları, TME ve ilişkili yapılarda gözlenen kırıklar, maksilla kırıkları ve çiğneme kaslarında gözlenen ezilme tipi yaralanmalar sonucunda oluşabilmektedir. Ancak hastada

yaralanma öncesi herhangi bir malokluzyon bulunup bulunmadığı öğrenilmelidir.

- Ağız açmada deviasyon; ağız açmada deviasyon özellikle mandibular kondil kırıklarının önemli bir bulgusudur.

- Hareket kısıtlılığı; mandibula kırığı gözlenen hastalarda mandibula hareketlerindeki kısıtlılığın en önemli sebebi ağrıdır. Kas kontüzyonları ve kırık bölgesinde gözlenen ödem ağız açmada kısıtlılığa sebep olabilmektedir.

- Lokalize ağrı

- Laserasyon, ekimoz ve hematoma; perioral yapılarda laserasyona sebep olan büyüklükte bir travma durumunda mutlaka kırıktan şüphelenilmelidir. Sublingual ekimoz da mandibula kırıklarında gözlenebilir.

- İnförör alveolar sinir hasarı

- Fasiyal kontur ve mandibular arkta değişiklik; bilateral mandibula angulus veya subkondiler kırıklarında mandibula anterior, inferiora doğru yer değiştirebilmektedir. Dislokasyon gözlenen tüm mandibula kırıklarında ise normal mandibular ark formunda değişiklikler gözlenebilir.

- Dış kulak yolunda kanama; özellikle dislokasyon gözlenen kondil kırıklarında dış kulak yolunda kanama gözlenebilir.

- Kırık fragmanların hareketi (Andersson ve ark. 2010).

1.4.2. Radyolojik Muayene

Radyolojik muayene mandibula kırıklarının teşhisinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Klinik muayene sonucunda kırık varlığından şüpheleniliyorsa mutlaka radyolojik muayene de yapılmalıdır. Mandibula kırıklarının doğru teşhisi için birbirine dik iki açıdan görüntü almak gereklidir. Mandibula kırıklarında genellikle bu iki açı panoramik ve reverse Town grafileriyle elde edilebilir, aksi halde tek açılı değerlendirme ile kırık kolaylıkla gözden kaçırılabilir. Panoramik radyografin

alınmadığı çoklu kırık gözlenen hastalarda ise lateral oblik grafler yararlı olabilir. Bunların dışında posteroanterior mandibular, oklüzal ve periapikal grafler de kullanılabilir. Lineer radyograflerde kondiler proçes kırıkları da izlenebilir, ancak intrakapsüler kondil kırıklarının iki boyutlu radyograflerde izlenmesi zordur (Peterson ve ark. 2004).

Mandibula kırıklarının teşhisinde kullanılabilecek radyografi çeşitleri;

1. Panoramik Radyografi

2. Lateral Oblik Radyografi

3. Posteroanterior Radyografi

4. Oklüzal Radyografi

5. Periapikal Radyografi

6. Reverse Towne Grafi

7. Eklem Grafleri

8. Bilgisayarlı Tomografler (BT) (Fonseca ve ark. 2012).

Mandibula kırıklarının teşhisinde en çok bilgi edinilebilen radyografi türü panoramik radyograflerdir. Panoramik radyografi en kapsamlı radyografi türüdür ve kondiler proçesler dahil mandibulanın tüm kısımlarının tek bir görüntü üzerinde değerlendirilebilmesine olanak tanır (Şekil 1.2). Bunun dışında panoramik radyografinin avantajları arasında, çekim tekniğinin basit ve kolay olması ve genellikle ayrıntılı bir muayene için yeterli detay verebilmesi olarak sayılabilir. Ancak panoramik radyografler, çekilebilmesi için hastanın ayakta ve dik bir şekilde durmasını gerektirmesi ayrıca görüntü kalitesi için uygun pozisyonda sabit bir şekilde durmasını gerektirmesi nedeniyle travma hastaları için her zaman uygun olmayabilmektedir. Mesiodistal yer değişikliği gözlenen ramus ve korpus kırıkları ile anteroposterior yer değişikliği gözlenen simfiz kırıklarının teşhisinde de panoramik radyografler yetersiz kalabilmektedir (Peterson ve ark. 2004).

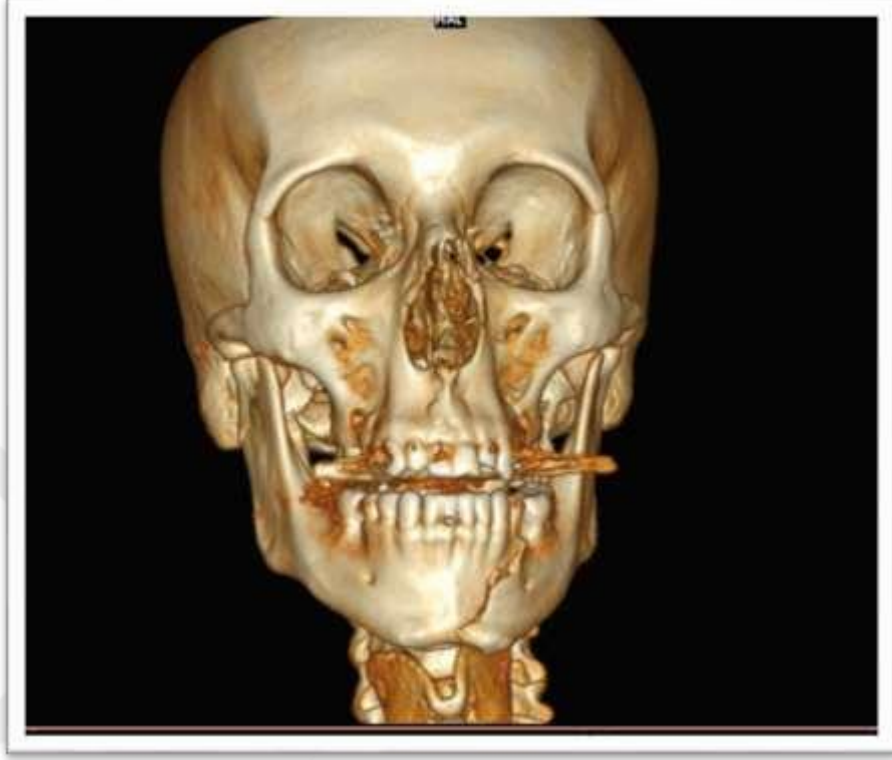


Şekil 1.2: Mandibular simfiz ve sağ angulus bölgesi kırığının panoramik radyografik görüntüsü.

Panoramik radyografi cihazları bütün sağlık birimlerinde bulunamayabilir bu gibi durumlarda mandibulanın lateral oblik grafileri özellikle ramus, angulus ve posterior korpus kırıklarının teşhisinde kullanılabilir. Ancak bu grafilerde de mandibular kondil bölgesi simfiz ve premolar bölgeleri kadar ayrıntılı izlenemez. Posteroanterior grafilere medial ya da lateral yönde yer değiştirme gözlenen ramus, angulus, korpus ve simfiz kırıklarının teşhisinde kullanılabilir. Okluzal grafilere de korpus kırıklarında medial ya da lateral yönde ve simfiz kırıklarında anterior ya da posterior yönde yer değiştirme olup olmadığının değerlendirilmesine olanak sağlar (Fonseca ve ark. 2012).

BT günümüzde yüz iskeletinin en ayrıntılı ve geniş görüntüsünü sunmaktadır. BT görüntüleri ile hastanın koronal, sagittal, aksiyal ve 3 boyutlu rekonstruksiyon görüntüleri elde edilebilmektedir. Özellikle mandibular kondil kırıklarının değerlendirilmesinde BT ideal bir görüntüleme yöntemidir (Şekil1.3). Ancak en büyük dezavantajı diğer görüntüleme yöntemlerine göre maliyetinin daha yüksek olmasıdır. Günümüzde maksillofasiyal kırıkların teşhisinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) özellikle diş hekimleri tarafından sıklıkla tercih edilmektedir. KIBT'nin BT'ye göre avantajları, daha hızlı ve ayrıntılı bir görüntü elde

edilebilmesi, BT'ye oranla daha ucuz olması ve radyasyon seviyesinin daha düşük olmasıdır (Andersson ve ark. 2010, Fonseca ve ark. 2012).



Şekil 1.3: Sol parasimfiz ve sağ kondil kırıklarının BT görüntüsü.

Mandibula kırıklarının teşhisinde BT ve panoramik radyografilerin başarısı karşılaştırıldığında tahmin edilebileceği gibi BT daha başarılı bulunmuştur. Yapılan değerlendirmelerde mandibula kırığı vakalarının BT ile %100'ü teşhis edilirken panoramik radyografi ile %86'sı teşhis edilebilmiştir. Ancak BT' nin hem maliyet olarak daha yüksek olması hem de dental travmaların değerlendirilmesinin mümkün olmaması nedeniyle mandibula kırıklarının muayenesinde tek başına standart bir teknik olarak kullanılamaz (Wilson ve ark. 2001).

Ultrasonografi mandibula kırıklarının teşhisinde kullanılabilen bir diğer görüntüleme tekniğidir. Ucuz olması, hastanın radyasyona maruz kalmaması ve anlık görüntü sağlanabilmesi BT ve diğer radyografi tekniklerine göre ultrasonun avantajlarıdır. Mandibula kırıklarında özellikle ekstrakapsüler subkondiler kırıkların teşhisinde başarı ile kullanılabileceği bildirilmiştir. Ancak zigomatik arkın süper

pozisyonu dolayısıyla intrakapsüler kondil kırıklar, deplasman gözlenmeyen mandibula kırıkları ve kompleks kırıkların teşhisinde başarılı sonuçlar elde edilememektedir (Adeyemo 2011).

1.5. Mandibula Kırıklarında Tedavi Yöntemleri

Mandibula kırıklarının tedavisi zaman içerisinde hızlı ve radikal bir şekilde değişiklik göstermiştir. Mandibula kırıklarına ait ilk veriler M.Ö. 1650 yıllarında Eski Mısır kayıtlarında bulunmaktadır, bu kayıtlarda kırıkların teşhis ve muayenesinden bahsedilmiştir (Fonseca ve ark. 2012). İlk tedavi protokolü Hipokrat'ın tanımladığı Hipokratik konsepttir. Bu konseptte Hipokrat, kırık fragmanların sirkumdental teller yardımıyla yakınlaştırılması ve ekstraoral bandajlar yardımıyla immobilizasyonundan bahsetmiştir (Gahhos ve Ariyan 1984).

1180 yılında Salerno doğru okluzyonu yeniden sağlamanın önemini vurgulamış, 1492 yılında ise Cirurgia kitabında kırık tedavisinde ilk kez maksillomandibular fiksasyonun kullanımından söz edilmiştir. Chopart ve Desault 1795 yılında elevatör ve depresör kasların kırık fragmanları üzerine etkisinden bahsetmiş ve Chopart ilk kez kırık fragmanların immobilizasyonu için ağız içi protetik bir aparey tanımlamıştır (Fonseca ve ark. 2012).

19. yüzyılda kırık fragmanların stabilizasyonunu sağlamak amacı ile intraoral ve extraoral splintlerin daha da gelişmiş modelleri ile birlikte transmandibular veya sirkummandibular tel fiksasyon teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Baudens 1840'ların başlarında mandibula kırıklarının tedavisinde ilk olarak sirkumferansiyel tel uygulamasını tanımlamış, daha sonra 1847 yılında Buck bu tekniği geliştirerek tel süturlar ile her iki kırık fragmanda delik oluşturularak fragmanların birbirine bağlanmasını önermiştir. 1855 yılında Hamilton kırık fragmanlar redükte edildikten sonra hastanın ağzında hazırlanan gutta-percha' dan yapılan bir splint tanımlamıştır. Özellikle 1. Dünya Savaşı sırasında bu splint yaygın olarak kullanılmıştır. Kingsley, 'Kingsley aparatı' ismini verdiği splinti tasarlamış, splinte tutunan barlar, çene altından geçen ve iki barı birbirine bağlayan eksternal bandaj sayesinde birbirine

bağlanmakta, böylece splint ve mandibulanın sıkıca birbirine tutunmasını sağlamaktaydı (Mukerji ve ark. 2006, Rowe 1971).

Ciddi dislokasyon gösteren mandibula kırıklarının tedavisi için Hayward, 1958 yılında kişiye özel hazırlanan metal splintleri geliştirmiştir. Bu teknik ile alçı model üzerinde okluzyon uygun şekilde düzeltilerek, kırık fragmanların splint içinde uygun pozisyonda redüksiyonu sağlanmaktadır. 1866 yılında ise Thomas Gunning ön kısmında yemek yemeyi kolaylaştıracak bir boşluk bulunan ‘gunning’ splintini tasarlamıştır (Mukerji ve ark. 2006).

1871’de Gurnel Hammond mandibulanın immobilizasyonu için, halen günümüzde de ark bar olarak kullanılan tel ligatür splinti geliştirmiş, deplase olmuş segmentleri yeniden eski konumlarına getirip teller yardımıyla dişlere adapte etmiştir. Mandibula kırıklarının fiksasyonunda intermaksiller fiksasyon (İMF) ve ark kullanımını Thomas L. Gilmer yeniden tanımlamıştır. Bu tekniğin özellikle çok parçalı kırıklarda diğer tekniklere göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir (Mukerji ve ark. 2006).

Sonraki yıllarda birçok farklı splint varyasyonu ve intermaksiller fiksasyon tekniği tanımlanmıştır. Ancak Dr. Robert H. Ivy’ nin 1922’de tarif ettiği IVY loop tekniği bunlar arasında en fazla dikkat çeken yöntemdir (Rowe 1971).

Uzun bir dönem mandibula kırıkları kapalı redüksiyon ve eksternal fiksasyonla tedavi edilmiştir. İlk olarak Gilmer kırık hattının her iki tarafına yerleştirilen çubuklar ve bunların birbirine tel yardımıyla bağlanmasından bahsetmiştir (Gilmer 1881). Schede internal fiksasyonda çelik plak ve vidalar kullanmış bu teknik metalde oluşan korozyon ve yorgunluk nedeniyle başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Ancak Luhr’ un vitallyum ve titanyum gibi korozyona dayanıklı materyalleri tanımlamasının ardından internal fiksasyon uygulamaları tekrar gündeme gelmiştir (Luhr 1987).

Dinamik kompresyon plakları 1970’li yılların başında Schmoker ve Spiessl tarafında geliştirilmiş ve mandibula kırıklarının fiksasyonunda kullanılmıştır (Schmoker ve Spiessl 1973). Aynı yıllarda Michelet monokortikal nonkompresif

mini plaklar üzerinde deneysel çalışmalar yapmış, bu çalışmalar Champy tarafından geliştirilmiştir (Champy ve ark. 1975, 1976). Tanımlanan bu teknikler günümüze kadar klinik olarak uygulanmış ve bir kısmı hala uygulanmakta olup yeni tekniklerin geliştirilmesinde öncülük etmektedirler.

Günümüzde mandibula kırıklarının tedavisinde kullanılan yöntemler kapalı redüksiyon (cerrahi olmayan tedavi) ve açık redüksiyon (cerrahi tedavi) olarak iki ana başlık altında toplanabilir. Tüm diğer kırık tedavilerinde olduğu gibi mandibula kırıklarının tedavisinde de amaç, kırık fragmanları doğru anatomik pozisyonlarına getirmek ve fragmanların hareketini önleyerek en az mobilite ile fonksiyonun yeniden sağlanmasıdır (Ergun ve ark. 2014). Kapalı redüksiyonda, direkt görüş sağlanmadan dental oklüzyondan yardım alarak kırık fragmanların manipüle edilmesi sağlanırken, açık redüksiyonda cerrahi bir insizyon ile kırık hattına direkt görüş sağlanmaktadır. Kapalı redüksiyon ve İMF tedavisi splintler, ark barlar, düz teller ya da eyelet teller kullanılabilmektedir. Açık redüksiyon tedavisi ise cerrahi olarak kırık bölgesine direkt yerleştirilen teller, plaklar ya da diğer materyaller ile yapılmaktadır (Omeje ve ark. 2014).

Mandibula kırıklarının tedavisinde hangi yöntemin tercih edilmesi gerektiği her zaman tartışmalı bir konu olmuştur. Tedavi yöntemi seçilirken, açık ve/veya kapalı redüksiyon kararında, kırığın konumu ve fragmanların yer değiştirme derecesi, mevcut oklüzyonun durumu, kırığa eşlik eden başka yaralanmaların bulunması, hastanın yaşı ve hastanın tedaviyi kabul etmesi faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır (Stacey ve ark. 2006).

Mandibula kırıklarının tedavisinde tercih edilebilecek tüm yöntemlerde amaç,

- 1- Stabil bir oklüzyonun sağlanması,
- 2- Mandibulanın hareket mesafesinin düzeltilmesi,
- 3- Fasiyal ve dental arkta gözlenen asimetriklerin düzeltilmesi,
- 4- Ağrı olmadan mandibula hareketlerinin yapılabilmesi,
- 5- TME içerisinde internal düzensizliklerin oluşmasının önlenmesi,

- 6- Mandibula gelişiminde düzensizliklerin oluşmasının önlenmesidir (Andersson ve ark. 2010).

1.5.1. Kapalı Redüksiyon

İnternal plak fiksasyon sistemlerinin geliştirilmesinden önce mandibula kırıklarının tedavisinde farklı yöntemler uygulanmıştır. Geleneksel olarak Ernst telleri ya da ark barlar yardımıyla 6 hafta süreyle uygulanan İMF ile kırıkların sekonder olarak iyileşmesi sağlanmaktadır (Murr 2005). Mandibula fraktürlerinin tedavisinde önerilen geleneksel tedavi, deplase olmayan fraktürlerde 4-6 haftalık İMF, deplase fraktürlerde ise kırık fragmanların tel osteosentezi ve 4-8 haftalık bir İMF' yi içermektedir (Dingman 1964).

Son dönemde internal fiksasyon yöntemlerindeki gelişmeler sayesinde açık redüksiyon tedavisi klinisyenler tarafından daha çok tercih edilse de kapalı redüksiyon tedavisinin endikasyonları arasında; deplase olmayan fraktürler, karışık dişlenme dönemindeki çocuklarda meydana gelen fraktürler, atrofik mandibula fraktürleri, koronoid ve bazı kondil fraktürleri sayılabilir (Stacey ve ark. 2006). Genel olarak mandibula kırıklarında kapalı redüksiyon tedavisi, açık redüksiyon ile tedavi endikasyonu olmayan ya da açık redüksiyon tedavisinin kontradik olduğu vakalarda uygulanmaktadır. Çok parçalı mandibula kırıkları kapalı redüksiyon ile tedavi edilmektedir, çünkü bu kırıklarda açık redüksiyon tekniklerinin kullanılması küçük kırık parçaların beslenmesinin bozulmasına ve enfeksiyon riskinin artmasına sebep olabilmektedir. Şiddetli atrofi gözlenen mandibula kırıklarında da kemik beslenmesinin büyük kısmı periost tarafından sağlandığı için açık redüksiyon tedavisi bu kırıklarda kemiğin beslenmesini ciddi şekilde bozabilmektedir. Kırık bölgesindeki yumuşak dokunun yetersiz olduğu vakalarda kapalı redüksiyon tedavisi uygulanmalı, kırık hattının üzerinin örtülmesi için yumuşak doku transferi yapılmalıdır. Kırık hattının ekspoz olduğu ve kapatılamadığı durumlarda uygulanan plak ve vidalar bu bölgede enfeksiyon riskini arttırmaktadır. Gelişim dönemindeki çocuklarda görülen mandibula kırıklarında ise açık redüksiyon tedavisinde diş germelerine zarar verilme riski mevcut ise kapalı redüksiyon tedavisi tercih

edilmelidir (Peterson ve ark. 2004).

Kapalı redüksiyon tedavisinin avantajları arasında, herhangi bir cerrahi komplikasyon riski bulunmaması, açık redüksiyon tedavisine göre daha ekonomik olması ve özellikle genel anestezinin kontrendike olduğu hastalarda genel anestezi olmadan lokal anestezi ya da bilinçli sedasyon ile uygulanabilmesi sayılabilir (Peterson ve ark. 1992, Schmidt ve ark. 2000). Ancak kapalı redüksiyon tedavisi sonrasında fragmanların yanlış pozisyonda iyileşmesi sonucu, kronik rezidüel ağrı, artiküler ve oklüzal dengenin bozulması, immobilizasyon süresinin uzun tutulmasına bağlı olarak ankiloz gelişimi bunların dışında kapalı redüksiyon tedavisi sırasında hastanın sosyal yaşamının ve psikolojik durumunun kötü etkilenmesi, yetersiz beslenmeye bağlı kilo kayıpları bu tekniğin en önemli komplikasyonlarıdır (Choi ve ark. 2005, Theriot ve ark. 1987).

Dişli hastalarda İMF, ark barlar, direkt bağlama, halkalı bağlama, Risdon teli ile bağlama ve İMF vidaları ile yapılabilmektedir. Tel ile İMF yapılacak ise 0.5mm kalınlıkta yumuşak paslanmaz çelik teller kullanılmalıdır. Direkt bağlama yapılacak ise tel dişin kolesi etrafından geçirilerek iki ucu bir araya getirilir ve saat yönünde döndürülerek sıkıştırılır. Aynı işlem alt ve üst çenedeki diğer dişlere de uygulanır. Kırık fragmanlar repoze edildikten sonra alt ve üst çenedeki teller bir araya getirilerek bağlanır böylece intermaksiller hareketsizlik sağlanmış olur. Halkalı bağlama tekniğinde ise tel bir halka oluşacak şekilde kendi üzerinde katlanır ve bu halka vestibülde kalacak şekilde sağlam iki dişin interproksimalinden geçirildikten sonra dişlerin mesial ve distalinden geçirilir, distal uç halkanın içinden geçirilir, tel saat yönünde çevrilerek interproksimal alana yerleştirilecek şekilde sıkıştırılır. Tellerin dişlerin kole bölgelerine iyi bir şekilde oturduğundan emin olunmalıdır. Daha sonra alt ve üst çenedeki halkalar, içlerinden geçirilen teller ile bağlanır (Şekil1.4). Eğer ark bar ile İMF yapılacak ise, ark bar hasta ağzına adapte edilmeli daha sonra dişler etrafından geçirilen ve sıkıştırılan teller ile sabitlenmelidir. Öncelikle kırık bölgesindeki ark bar sabitlenerek kırık hattının stabilizasyonu sağlanmalıdır. Ark bar üzerinde bulunan çengeller İMF sağlamak için elastik veya tellerin geçirildiği uçlardır (Şekil1.5). İMF vidalarının, uygulamalarının kolay olması, işlem süresinin kısılması ve periodontal dokulara daha az zarar verilmesi en

önemli avantajlarıdır. Kullanılacak vidalar genellikle 8-12 mm uzunluğunda, transmukozal olarak direkt kemiğe yerleştirilir. Ancak vidaların yerleştirilmesi sırasında mental sinire ve dişlerin köklerine dikkat edilmelidir (Fonseca ve ark. 2012).

Yapılan çalışmalarda yerleştirilen vidalar ile sağlanan İMF'nin ark bar ile sağlanan İMF' ye göre oral hijyeni arttırdığı, diş etlerine daha az zarar verdiği ve uygulama süresini kısalttığı bildirilmiştir. Self-drilling vidaların kullanımı ile diş köklerine zarar verilmesi önlenabilir (Bins ve ark. 2015).



Şekil 1.4: Halkalı bağlama tekniği ile İMF



Şekil 1.5: Vidalar ile İMF.

İMF süresi ankiloz gibi geç dönem komplikasyonların gelişiminin önlenmesi için önemlidir. Yetişkin hastalarda genellikle 4–6 hafta, çocuklarda ise yeniden şekillenme süresinin daha hızlı olması nedeni ile en fazla 2 hafta ile sınırlı tutulmalıdır. Ancak ankilozun gelişim mekanizması henüz tam olarak bilinmese de travma sonrası TME’ de ankiloz gelişimi için eklem kapsülü ya da eklemin kendisinin travmadan direkt olarak etkilenmiş olması gerektiği düşünülmektedir (Dimitroulis 1997, Hackenberg ve ark. 2014)

Günümüzde mandibula kırıklarında açık redüksiyon tedavisi, kırık fragmanların daha doğru bir şekilde repozisyonunun sağlanabilmesi, hızlı bir şekilde hastanın fonksiyonunun geri kazandırılması ve bu sayede kapalı redüksiyon tedavisinin uzun dönem komplikasyonlarının elimine edilmesi gibi avantajlar nedeniyle daha çok tercih edilmektedir.

1.5.2 Açık Redüksiyon

Mandibula kırıklarında açık redüksiyon tedavisi rijit internal fiksasyon apareylerinin gelişmesiyle daha popüler hale gelmiştir. Açık redüksiyon ile mandibula kırıklarının

tedavisinde transosseöz tel fiksasyonu, sirkum-mandibular tel fiksasyonu, kompresyon plakları, rekonstrüksiyon plakları, mini plaklar ve lag vidalar kullanılmaktadır. Bunların dışında daha nadir olarak intra-extra medüller K-telleri ve mesh materyalleri de kullanılabilmektedir (Chakraborty ve ark. 2011, Ellis 1999).

Mandibula kırıklarının tedavisinde kullanılan osteosentez materyallerini yükü taşıyan (load-bearing) ve yükü paylaşan (load-sharing) materyaller olarak iki ana grupta toplayabiliriz. Yükü taşıyan materyaller güçlü ve rijit materyallerdir, fonksiyon sırasında oluşan kuvvetlerin tamamı plak tarafından karşılanır ve kırık sahasındaki kemiklere iletilmez. Genellikle bu sistemde mandibula inferior kenarına yakın büyük bir rekonstrüksiyon plağı uygulanır. Özellikle çok küçük fragmanlardan oluşan ya da bazı parçaların eksik olduğu parçalı mandibula kırıklarında, şiddetli atrofi gözlenen mandibula kırıklarında bu gruba dahil olan rekonstrüksiyon plakları kullanılmaktadır. Yükü paylaşan osteosentez materyalleri ise mastikatör sistem tarafından fonksiyon sırasında kırık hattında meydana gelen kuvveti tek başlarına karşılayamazlar. Bu sistemde kuvvet osteosentez materyali ve kırık hattının her iki tarafındaki kırık fragmanlar arasında paylaşılır. Yükü paylaşan osteosentez sistemlerini rijit ve rijit olmayan sistemler olarak kendi içinde iki gruba ayrılır. Bu gruplar arasındaki fark, rijit olmayan sistemler kallus formasyonu oluşumu ile kırık hattının iyileşmesini sağlarken, kırık hattındaki fragmanların hareketine izin vermesidir. Bu sistemler mandibula kırıklarının büyük kısmını oluşturan basit lineer kırıklarda kullanılabilir. Mini plak ve lag vida sistemleri bu tip fiksasyon materyallerine örnektir (Peterson ve ark. 2004, Pickrell ve Hollier, 2017).

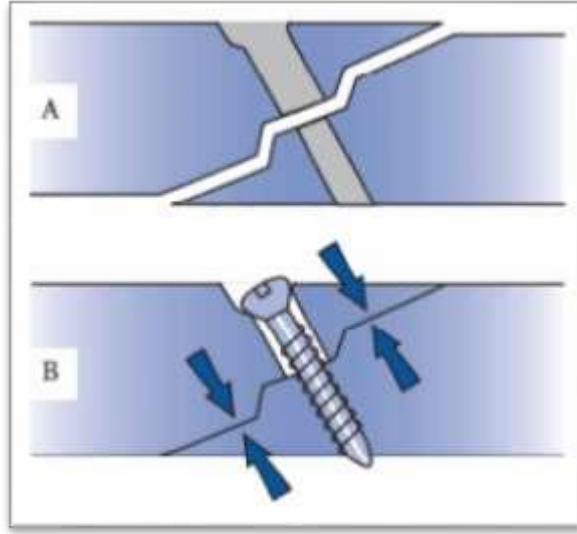
Mandibula kırıklarının tedavisinde açık redüksiyon yöntemlerinin tercih edilmesinde;

- Hastanın önceki oklüzyonunun yeniden sağlanması,
- En uygun anatomik redüksiyonun sağlanması,
- Tam ve stabil bir fiksasyonun sağlanması, ağrı oluşturmada kırık fragmanların minimal hareketine izin vermeli,
- Kırık fragmanların, kırık yüzeylerin ve çevre dokuların beslenmesinin sağlanmasına dikkat edilmelidir (Haerle ve Champy 2010).

1.5.2.1. Lag vida Osteosentezi

Lag vida osteosentezi, kırık fragmanların fiksasyonunda plak kullanmadan lag vidalar yardımıyla fragmanların birbirlerine yaklaştırılarak sıkıştırılmasıdır. Bu teknikte vidalar üzerine gelen yük kemik ile paylaşılmaktadır, bu nedenle uygulanabilmesi için kırık fragmanların kemik kortekslerinin sağlam olması gerekmektedir (Peterson ve ark. 2004). Lag vidaların yalnızca uç kısımlarında yiv bulunur, böylece vida döndürüldükçe uç kısımdaki yivler sayesinde distal fragmanı kendisine doğru çekerken vida başının bulunduğu kısım ise proksimal fragmanı iter ve bu sayede her iki kırık fragman birbirine yaklaşarak sıkıştırılır (Haerle ve Champy 2010).

Lag vida osteosentezi maksillofasiyal travmalarda ilk defa 1970 yılında Brons ve Boering tarafından uygulanmıştır. Özellikle simfiz ve korpus kırıkları maksillofasiyal bölgede sıklıkla rastlanması ve bu bölgenin yoğun kortikal yapısı nedeniyle bu kırıkların tedavisinde lag vida osteosentezi sıklıkla uygulanmaktadır (Erdogan ve ark. 2011). Mandibula kırıklarının fiksasyonunda lag vida kullanımı plak kullanımına göre daha az osteosentez materyali kullanıldığı için daha ekonomik bir tekniktir. Lag vida osteosentezi doğru bir şekilde uygulandığı zaman çok rijit bir fiksasyon sağlanmaktadır. Plak bükülmesi ve uyumlandırılması gibi aşamalar içermediği için çok daha basit ve hızlı bir şekilde kırık fragmanlar fikse edilebilir. Ancak bu teknik kırık fragmanların sıkıştırılarak fikse edilmesine dayalı bir teknik olduğu için kırık yüzeylerin düzensiz olduğu durumlarda uygulanan kuvvet kırık fragmanların deplasmanına, üst üste gelmesine ya da kırık parçalar arasındaki alanın daralmasına neden olabilir, bu durumlarda da oklüzyon problemleri oluşabilmektedir (Şekil 1.6) (Peterson ve ark. 2004).



Şekil 1.6: Lag vidaların yerleştirilme tekniği (Peterson ve ark. 2004).

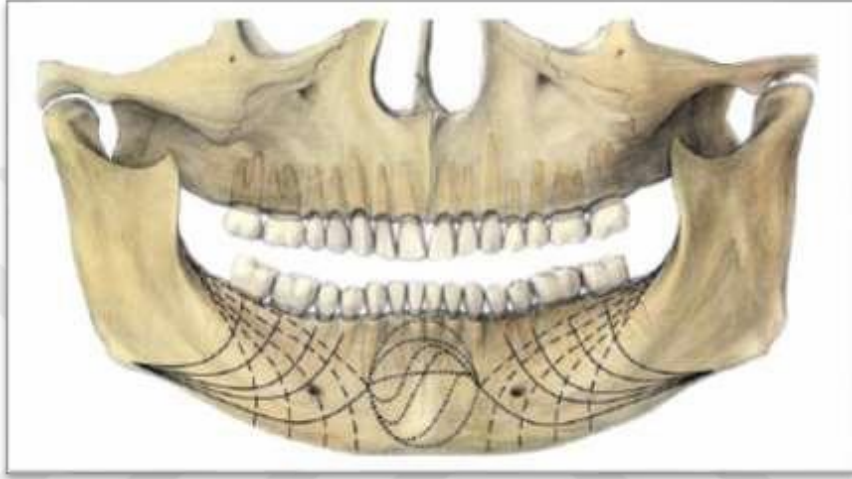
Lag vidaların sıkıştırılması sırasında kırık fragmanların üst üste gelmesini ya da yer değiştirmesini önlemek için her zaman kırık hattına dik olarak yerleştirilmeleri gerekmektedir. Mandibula simfiz ve korpus kırıklarında oluşan fazla yükü karşılayabilmesi için 2,7 mm çapında lag vidalar kullanılmaktadır (Haerle ve Champy 2010).

1.5.2.2. Plak ve Vida Fiksasyonu

Mini plak ve vida sistemlerindeki gelişmeler sayesinde fiksasyonda daha önceleri kullanılan tel osteosentezi ya da extraoral pin fiksasyonu gibi yöntemler günümüzde terk edilmiştir. Mini plak ve vidalarla yapılan osteosentez semi-rijit bir fiksasyondur. Bu yöntemde, kırık uçları mikro düzeyde de olsa mobilize olabilmektedir. Dolayısıyla kırık hem primer olarak hem de kallus oluşumu ile iyileşmektedir.

Mandibula kırıklarının tedavisinde plakların lokalizasyonu için farklı yöntemler tanımlanmıştır. Pauwels kırık fragmanların fiksasyonu için kassal gerilim kuvvetlerinin en büyük olduğu yerlerin en uygun fiksasyon noktaları olduğunu belirtmiştir (Renton ve Wiesenfeld 1996). Bu teoriden yola çıkarak Champy ve arkadaşları insan mandibulası modelleri üzerinde yaptıkları çalışmalarla sıkışma ve

gerilim çizgilerini tanımlamış, mandibulanın alt kenarında kompresyon kuvvetleri etkili iken üst kısmında, alveolar proçes bölgesinde gerilim kuvvetlerinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Mandibula kırıklarının fiksasyonunda plak lokalizasyonlarının bu kompresyon ve gerilim hatları göz önünde bulundurularak yapılması gerektiğini belirtmişlerdir (Şekil 1.7) (Choi ve ark. 2001, Ellis ve Walker 1996, Haerle ve Champy 2010).



Şekil 1.7: Mandibula angulus bölgesinden simfiz bölgesine kadar oluşan kuvvetler.

Isırma kuvvetlerinin etkisiyle mandibulanın üst kenarında oluşan gerilim kuvvetleri kesikli çizgiler, mandibulanın alt kenarında oluşan sıkışma kuvvetleri ise devamlı çizgilerle gösterilmiştir. Kanin dişler arası bölgede ise noktalar ile meydana gelen bükülme kuvvetleri gösterilmiştir (Haerle ve Champy 2010).

Mandibula kırıklarının plak ve vida ile fiksasyonunda bir ya da iki plakla fiksasyon sağlanabilir. Kırık fragmanların fiksasyonunda ikinci bir plak yerleştirmenin mekanik avantajından yararlanabilmek için plaklar birbirinden mümkün olduğunca uzak yerleştirilmelidir. Ancak atrofik mandibula kırıkları gibi mesafenin yetersiz olduğu vakalarda iki plağı birbirine mesafeli olarak yerleştirmek mümkün olmayabilir böyle vakalarda mandibular kanalın inferioruna yerleştirilen güçlü tek bir plakla fiksasyon tercih edilmelidir. Dişli hastalarda ise korpus ve simfiz kırıklarının fiksasyonunda ilk plak mandibular kanalın inferioruna yerleştirilirken ikinci plak ise dişlerin köklerine zarar verilmeyecek şekilde superiora yerleştirilmelidir. Eğer vidaların yerleştirilmesi için dişlerin kökleri arasında yeterli mesafe yok ise ya da vital yapılara zarar verilme riski varsa tek bir plak

yerleştirilerek ikinci plak yerine ark bar ile ikinci destek noktası sağlanabilir (Peterson ve ark. 2004).

Mandibula kırıklarının fiksasyonunda kullanılan osteosentez materyalinde bulunması gereken biyomekanik özellikler,

- Yerleştirilen plak ve vidalar mandibulada çekme ve bükülme kuvvetleri ile oluşan stresi karşılayabilmelidir,
- Özellikle mandibula simfiz ve korpus bölgesine yerleştirilen plaklar, anatomik redüksiyonun ve uygun dental oklüzyonun yeniden sağlanabilmesi için, bükülebilmeli ve bölge anatomisine kolayca adapte edilebilmelidir,
- Plakların boyutları minimal periost elevasyonu ve kırık sahanın cerrahi olarak minimal olarak açılmasına izin vermeli, oral mukoza herhangi bir stres oluşturmada plak yüzeyini kapatabilmeli, plak ya da vida başlarının çevresinde herhangi bir ölü alan oluşmamalıdır,
- Vidaların boyutları kemik korteksinin kalınlığı ile uyumlu olmalıdır (Haerle ve Champy 2010).

1.6. Mandibula Korpus Kırıklarında Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar

Mandibula kırıklarının tedavisinde komplikasyonlarla nadiren karşılaşılır ancak en sık karşılaşılan komplikasyon enfeksiyondur. Kırık fragmanların reposizyonu sonrası ortaya çıkabilecek komplikasyonlar en deneyimli cerrahlar için bile zorluklar yaratabilir, hastada estetik ve fonksiyonel problemlere neden olabilirler. Mandibula kırıklarının tedavisinde gözlenen komplikasyon oranları tel fiksasyon yönteminden bugüne giderek azalmıştır ancak günümüzde en sık tercih edilen tedavi yöntemlerinde bile komplikasyonlarla karşılaşılabilir (Haerle ve Champy 2010).

1.6.1. Enfeksiyon

Kırık tedavisinde cerrahi yaklaşımlarda en sık karşılaşılan komplikasyon enfeksiyondur. Kırık fragmanların fiksasyonunda kullanılan materyallerin enfeksiyonu, klinik olarak ilgili bölgede kızarıklık, ısı artışı ve inflamasyon ile kendini gösterir. Bunun dışında artan lökosit, eritrosit sedimantasyon değeri (ERP) ve C-reaktif protein (CRP) değerleri de enfeksiyon belirtisi olabilir. Enfekte olan fiksasyon materyalleri sonucu, fiksasyon materyallerinin ekspoze olması, ekstrüzyon, kırık fragmanların iyileşmemesi ve osteomyelit görülebilir. Bu durumun tedavisinde nekrotik ve enfekte dokunun debridmanı ve antibiyotik kullanımı önerilmektedir (Cahill ve ark. 2015). Mandibula kırığı gözlenen hastalarda postoperatif enfeksiyon görülme sıklığı değerlendirildiğinde, antibiyotik kullanmayan hastalarda %44 oranında enfeksiyon gözlenirken, antibiyotik kullandırılan hastalarda bu oranın %13 olduğu, belirtilmiştir (Goel ve ark. 2015). Enfeksiyon görülme sıklığı kırığın konumuna göre değişiklik gösterebilir. Mandibulada dişlerin bulunduğu bölgelerde meydana gelen kırıklarda özellikle 3. molar bölgesinde, angulus kırıklarında enfeksiyon görülme riski daha yüksektir, aynı şekilde açık redüksiyon ile tedavi edilen hastalarda kapalı redüksiyona göre daha yüksek oranda postoperatif enfeksiyon gözlenmektedir (Stone ve ark. 1993). Mandibula kırıklarının tedavisinde günümüzde preoperatif ve perioperatif antibiyotik profilaksisi çoğu klinisyen tarafından uygulanmaktadır ancak postoperatif antibiyotik kullanımı 3-7 gün arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalarda enfeksiyon oluşumunu önlemek için postoperatif 48 saatlik süre ile hastaya antibiyotik profilaksisi uygulanması gerektiği daha uzun hastaya uygulanan antibiyotik profilaksisinin enfeksiyon oluşumunu önlemede herhangi bir etkisi olmadığı belirtilmiştir (Goel ve ark. 2015). Ancak bunun aksine mandibula kırıklarının tedavisinden sonra postoperatif antibiyotik kullanılmasının enfeksiyon gelişimini önlemede herhangi bir etkisi olmadığını belirten çalışmalarda mevcuttur (Miles ve ark. 2006, Abubaker ve Rolle 2001).

Preoperatif antibiyotik kullanımı ise mandibula kırıklarının tedavisi sonrası postoperatif enfeksiyon riskinin azaltılması için oldukça önemlidir. Bu hastalarda kırık teşhisi konduktan hemen sonra antibiyotik kullanımına başlanmalıdır (Pickrell ve Hollier 2017).

Mandibula kırıkları ile ilişkili birçok enfeksiyonda aerop 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 antibiyotik tedavisine bağlıdır (Haerle ve Champy 2010). Mandibula korpus kırıkları, dentisyon bölgesini içerdiği için, kontamine kırık olarak düşünülmelidir.

1.6.2. Kötü İyileşme (Malunion)

Kötü iyileşme hiç tedavi uygulanmamış kırıklarda ya da fiksasyon sırasında oluşan aksaklıklar dolayısıyla, çığneme kaslarının uyguladığı kuvvetler ile uygun anatomik pozisyonunun dışına çıkan fragmanlarda görülür. Kırıkta kötü iyileşme olduğu genellikle klinik olarak maloklüzyon varlığı ile anlaşılır. Bazı vakalarda ise fasiyal asimetri gözlenebilir. Ancak bu vakalar planlı bir osteotomi ile tedavi edilebilir. Normalde kötü iyileşme vakaları oklüzal uyumlama, İMF veya ortodontik elastikler gibi konservatif tedaviler ile tedavi edilebilirler (Haerle ve Champy 2010). Kötü iyileşme oluşumunda, kırık fragmanların uygun anatomik pozisyonda redükte edilmemesi, yeterli stabilizasyonun sağlanamaması, hastanın uyumlu olmaması ve uygunsuz fiksasyon tekniklerinin kullanımı etkilidir. Mandibula kırıklarında oklüzal ark formunun uygun olarak sağlanamaması, maloklüzyon, fonksiyonel bozukluklar ve fasiyal asimetriye sebep olabilir (Fonseca, 2018).

1.6.3. Gecikmiş İyileşme veya Hiç İyileşmenin Olmaması (Nonunion)

Enfeksiyon gibi lokal sebepler ya da osteoporöz ve beslenme bozuklukları gibi sistemik nedenlerle beklenen sürede iyileşme olmayan kırıklarda gecikmiş iyileşme olduğu belirtilir. Kırık sahasındaki fibröz iyileşme 12 ayda kemik dokuya dönmelidir (Peterson ve ark. 2004). Kırık sahasında hiç iyileşmenin olmadığı durumların tespiti için standart bir kriter yoktur ancak FDA (Food and Drug Administration) 9 aydan

daha uzun süre iyileşme göstermeyen ve takip eden 3. ayda alınan radyografilerde kırık hattının iyileşmesinde herhangi bir gelişme gözlenmeyen kırıkları iyileşmemiş (nonunion) olarak sınıflandırmıştır. Kırık hattında iyileşme oluşmaması için risk faktörleri, sistemik rahatsızlıklar, yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, nonsteroidal anti-enflamatuar (NSAI) ilaçların kullanımı, genetik rahatsızlıklar (nörofibromatozis, osteogenezis imperfekta ve osteoporoz), metabolik rahatsızlıklar ve beslenme bozuklukları olarak sayılabilir (Bishop ve ark. 2012). Kırık sahasında hiç iyileşmenin olmadığı durumlarda ise kırık fragmanlar hareketlidir ve kırık sahasında fibröz köprüler mevcuttur. İlgili bölgede hipoksik ya da inflamatuvar bir durum varlığı osteoprogenitör hücrelerin fonksiyonlarını önler ve kırık sahasında iyileşme gerçekleşemez (Haerle ve Champy 2010).

Kırık sahasında iyileşme olmayan durumların tedavisi etkenin saptanması ile başlar. Eğer fraktür bölgesi mobil ise kırık hattının fiksasyonu için uygulanan materyaller çıkarılır. Tüm enfeksiyon odakları saptanır. Uygun olmayan fiksasyon sistemleri, sekestir, fistül yolları gibi etkenler ortadan kaldırıldıktan sonra uygun osteosentez yöntemleriyle kırıkları yeniden şekillendirmek için fiksasyon teknikleri kullanılır (Andersson ve ark. 2010).

1.6.4. Nörosensöryel Değişiklikler

Mandibula kırıklarda inferior alveolar sinirin hasarının şiddetine bağlı olarak kalıcı ya da geçici hissizlik görülebilmektedir. Özellikle korpus ve angulus kırıklarında kırık fragmanların yer değiştirme derecelerine bağlı olarak inferior alveolar sinir hasarı gözlenebilmektedir. Mandibular sinirin diğer dallarının hasarı ise (aurikulotemporal, masseter ve bukkal) kırıktan çok travma sonucu oluşan laserasyonlar sebebiyle oluşmaktadır (Haerle ve Champy 2010). Kırık fragmanların tedavisi öncesi hastada bulunan sinir hasarı dikkatle muayene edilmeli ve kayıt edilmelidir. Böylece kırık fragmanların manipulasyonu, repozisyonu veya fiksasyonu sırasında oluşturulabilecek sinir hasarı ayırt edilebilir. Ekstraoral yaklaşım kullanılan açık redüksiyon tedavilerinde ise fasiyal sinir hasarı oluşabilir (Fonseca, 2018).

1.7. Mandibula Kırıklarında Uygulanan Fiksasyon Materyalleri

Kırık fragmanların fiksasyonunda kullanılan plak ve vida materyalleri teknoloji ilerledikçe değişiklikler göstermiştir. Fiksasyon materyalleri yani plak ve/veya vidalar, paslanmaz çelik, titanyum ve vitalyum gibi çeşitli metallerden üretilmiştir ve üretilmektedir. Paslanmaz çelik plaklar orta düzeyde gücü ve sertliği sayesinde bölge anatomisine kolay uyumlandırılabilmesi nedeniyle bir dönem sıkça kullanılmaktaydı (Harsha ve ark. 2012). Ancak uyumlandırma işlemi sırasında plakta oluşan çatlaklar ve paslanmaz çeliğin zaman içinde korozyona uğraması nedeniyle bu materyal artık eskisi kadar tercih edilmemektedir. Günümüzde plak ve vida materyali olarak en yaygın kullanılan materyal, yüksek korozyon direnci ve osteointegrasyon kapasitesi gösteren saf ya da alaşım olarak bulunabilen titanyumdur. Titanyumun yüzeyini kaplayan oksit tabakası materyalin korozyona dirençli olmasını sağlamaktadır. Titanyumun plak ve vida uygulamaları için ideal materyal haline gelmesinde en büyük etken gösterdiği yüksek biyouyumluluğun dışında, yüksek mekanik dayanıklılığı ve yük taşıyıcı uygulamalar için uygun olmasıdır. Ayrıca paslanmaz çelik ve vitalyuma göre çok daha kolay şekil verilebilir (Sonntag ve ark. 2015).

Metalik fiksasyon sistemlerinde en sık karşılaşılan postoperatif problemler, vida ve plakların palpe edilebilirliği, ciltten yansımaları, ısı hassasiyeti oluşturabilmesi, radyoopasitesi, çocuklarda büyümeyi sınırlaması ve en önemlisi çıkarmak için ikinci bir cerrahi işlem gerektirmesidir (Iatrou ve ark. 2010). Ayrıca plak ve vida çevresinde oluşan stres ve korozyonun, bu bölgelerde kemik atrofisi ve osteopeniye neden olduğu bilinmektedir (Uthoff ve ark. 1994).

Titanyum bilinen biyouyumluluğu en yüksek materyallerden biri olmasına rağmen uzun dönem sonuçları henüz bilinmediği için özellikle genç hastalarda kemik iyileşmesini takiben çıkarılması gerektiğini savunan çalışmalar mevcuttur. Komşu dokularda lokal doku reaksiyonları, inflamasyon ve pigmentasyonlar gözlenebilmektedir. Bu pigmentasyonlara plakların bükülüp kırılmasıyla ortaya çıkan titanyum parçacıklarının etken olduğu bildirilmiştir (Rosenberg ve ark. 1993). Yapılan bir çalışmada uygulanan titanyum plaklar çıkarıldıktan sonra plaklar ve çevre dokular incelenmiş, plaklarda korozyon olmaksızın deformasyon ve çizik gibi

mekanik değişiklikler izlenirken, çevre dokularda büyük oranda hafif ve kronik enflamasyon gözleendiği bildirilmiştir. Vakaların yalnızca %18’inde komşu dokularda makroskopik pigmentasyon gözleendiği belirtilmiştir (Theologie-Lygidakis ve ark. 2007).

Plakları kaplayan yumuşak dokularda titanyum konsantrasyonuna bakılan bir başka çalışmada, total ve çözünebilir titanyum miktarları plaklama süresince karşılaştırılmıştır. Osteosentez sırasında dokuya geçen bu titanyum düzeylerinin daha sonraki dönemlerde sabit kaldığı gösterilmiş ve dolayısıyla hastanın şikayeti yoksa titanyum plak ve vidaların çıkarılmasının zorunlu olmadığı öne sürülmüştür (Meningaud ve ark. 2001).

Titanyum vida ve plaklar mandibula kırıklarının açık redüksiyon tedavisinde altın standardı oluştursalar da, bu plakların palpe edilebilirliği, ciltten yansması, ısı hassasiyeti oluşturabilmesi, radyoopasitesi, çocuklarda büyümeyi sınırlaması ve en önemlisi çıkarmak için ikinci bir cerrahi işlem gerektirmesi gibi önemli dezavantajları bulunmaktadır (Theologie-Lygidakis ve ark. 2007). Rezorbe olabilen materyallerin zaman içinde rezorbe olmaları ve ikinci bir cerrahi gerektirmemesi özellikle çocuk hastalarda en büyük avantajlarıdır, bu avantajları sayesinde maksillofasiyal cerrahide kullanılmaya başlanmışlardır (An ve ark. 2015, Vázquez-Morales ve ark. 2013). Rezorbe olabilen materyaller literatürde ilk olarak 1966’da Kulkarni ve ark. tarafından tarif edilmiş, 1972 yılında Cutright ve Hunsuck tarafından PLA (polilaktik asit) maksillofasiyal travma hastalarında kullanılmıştır (Kulkarni ve ark. 1971).

Rezorbe olabilen fiksasyon materyallerinde bulunması gereken ideal özellikler;

- Meydana gelen kuvvetleri karşılayabilecek biyomekanik özelliklere sahip olacak şekilde tasarlanabilmeli ve üretilebilmeli,
- Belirli bir hızla çözünmeli ve kemik iyileşmesi süresince gelen kuvvetlere dayanabilmeli,
- Materyalin uzaklaştırılmasını gerektirecek herhangi bir doku reaksiyonuna neden olmamalı,

- Tamamen rezorbe olmalı,
- Kullanımı kolay olmalı,
- Ekonomik olmalı,
- Teşhis ya da terapötik radyasyon ile uyumlu olmalıdır (Micheal ve ark. 2012).

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda birçok farklı rezorbe olabilen materyal tanımlanmıştır. Bunlar; polidioksanon (PDS), polilaktit asit (PLA), saf poliglikolik asit (PGA), bu iki polimerin birleşimi (PLA/PGA), saf L-polilaktit (PLLA), yine bir birleşim olan (PLLA-PGA), yapısal olarak kuvvetlendirilmiş (self reinforced - SR) ve oda ısısında şekillenebilen çok katmanlı PLLA (SR-PLLA), D-laktit katılmış SR-PLLA ve D-laktit katılmış, trimetilen karbonat ile güçlendirilmiş PLLA'dır. Bu materyaller çözünabilir, termoplastik, nonalerjik ve nonkarsinojeniktir. Bu polimerlerin tümü, karbonhidrat metabolizmasında krebs döngüsüyle çözünerek karbondioksit ve suya indirgenebilirler (Laughlin ve ark. 2007).

Polimerlerin ester bağlarının kopması, suyun rezorbe olan polimerlerin gözeneklerine girmesiyle başlar. Bu nedenle uygulanan malzemenin yüzey alanı ve gözenekli yapısı polimerlerin parçalanma hızını etkiler. Ayrıca polimerlerden hazırlanmış kopolimerlerin kristalite, gözeneklilik ve molekül ağırlıkları da parçalanmayı önemli derecede değiştirir (Enislidis 2004).

Rezorbe olabilen materyaller, rezorbe oldukları süre içerisinde kademeli olarak kemiğe yük transfer ederler. Bunun sonucu olarak, titanyum fiksasyon materyallerinde gözlenen kemik atrofisi veya osteopenisi gibi problemler rezorbe olabilen plaklarda daha az ortaya çıkmaktadır. Titanyum plaklar, postoperatif dönemde kırık hattının ve o bölgedeki kemik greftlerinin görüntülenmesini zorlaştırabilirken; rezorbe olabilen plaklar, radyolüsent olmalarından dolayı titanyum materyallere oranla daha rahat bir postoperatif takip olanağı sağlarlar (Laughlin ve ark. 2007).

Rezorbe olabilen materyaller uzun yıllardır cerrahide suture ve membran materyalleri olarak kullanılmaktadır. Rezorbe olabilen fiksasyon sistemleri ise kraniofasial cerrahide özellikle çocuk hastalarda başarı ile uygulanmaktadır.

Öncelikle orbita tabanı kırıkları gibi daha az kuvvete maruz kalan bölgelerde kullanılmaya başlanmıştır, günümüzde ortognatik cerrahi dahil birçok farklı alanda kullanılabilmektedirler. Ancak mandibula kırıkları gibi yüksek oranda kuvvet oluşan bölgelerde henüz geniş bir kullanım alanları yoktur (Turvey ve ark. 2002).

Rezorbe olabilen fiksasyon materyallerinin kullanımını sınırlayan başlıca sebep titanyum materyallerle karşılaştırıldıkları zaman mekanik olarak daha az dayanıklı olmalarıdır. Mekanik yetersizliklerden dolayı kuvvetlendirilmemiş rezorbe plak sistemleri zigoma kırıkları gibi düşük kuvvete maruz kalan fasiyal bölgelerde daha çok tercih edilmektedir (Bos ve ark. 1987). Törmälä ve ark. (1990) “self reinforcement” (SR) olarak adlandırdıkları, içerisine plağın uzun aksı boyunca fiber karıştırarak elde ettikleri ve o güne kadar kullanılan rezorbe plaklara göre daha dayanıklı olan plak sistemini geliştirmişlerdir. Bu güçlendirme ile kırık fragmanların iyileşmesinde ilk 6-8 hafta için gerekli olan mekanik stabilite ihtiyacı karşılanmaktadır. Ayrıca, rezorbe olabilen vidaların kullanıldığı vakalarda, vidaların yerleştirilmesi sırasında yiv açıcı kullanılması ve nispeten daha yavaş ve dikkat gerektiren bir çalışma şekli gerektirdiğinden operasyon süresi uzamaktadır. Bunun yanında metal plak ve vida sistemlerine göre oldukça pahalı olmaları, rezorbe plak ve vida sistemlerini kendilerine özgü endikasyonlar (büyüme, gelişme çağındaki bireyler) haricinde kullanımını azaltmaktadır (Yerit ve ark. 2002).

Maksillofasiyal cerrahide rezorbe olabilen materyallerin en sık kullanıldığı alan pediatrik hastalarda kraniyosentez vakalarında fragmanların fiksasyonudur. Bunun dışında ortognatik cerrahide ve izole orta yüz kırıklarının fiksasyonunda da başarılı bir şekilde kullanılmaktadırlar. Mandibula kırıklarının fiksasyonunda rezorbe olabilen materyallerin kullanımı çok tercih edilmemektedir özellikle çiğneme kaslarının kırık fragmanlarda oluşturduğu kuvvet nedeniyle bu materyallerin mandibula kırıklarında kullanım endikasyonlarını diğer alanlara göre daha fazla sınırlandırmaktadır (Eckelt ve Loukota, 2010).

1.7.1. Mesh

Mandibula rekonstrüksiyonunda mesh materyali ilk kez 1969 yılında Boyne tarafından kullanılmıştır. 1977 yılında Hauenstein ve Steinhauser meshin teknik avantajlarından ve klinik tecrübelerinden bahsetmişlerdir. Titanyum meshler orijinal olarak kansellöz kemik greftleri ile birlikte mandibula rekonstrüksiyonlarında kullanılması amaçlanmıştır. U şekli verilmiş titanyum meshler ile birlikte otojen iliak greft kullanılarak mandibulanın rekonstrükte edilmesi planlanmıştır. Bu amaçla birçok farklı boyutta titanyum meshler üretilmiştir (Haerle ve Champy 2010).

Titanyum meshin rekonstruktif cerrahi dışında farklı kullanım alanları,

- Travmatoloji, kemik defektlerinin onarımında özellikle parçalanmış ve çok parçalı kırıklarda,
- Ortognatik cerrahi, Le fort 1 osteotomisi sonrası maksillanın fiksasyonu, sagittal splitt osteomisi ve genioplasti,
- Rekonstruktif cerrahi, tümör rezeksiyonu sonrası (Haerle ve Champy 2010).

Bölge anatomisine uygun şekil verilmesindeki güçlük ve kemik iyileşmesi tamamlandıktan sonra bölgeden uzaklaştırılması gibi zorluklar, titanyum meshlerin en önemli dezavantajlarıdır. Rezorbe materyallerin kullanımı ile zorluklar aşılabilmektedir. Rezorbe meshler sıcak su ile ısıtılarak bükülebilir hale gelmekte ve soğuyunca eski sertliklerine geri dönebilmektedirler. Bu sayede bölge anatomisine kolayca uyumlandırılmakta ve cerrahi süresi kısalmaktadır. Rezorbe olabildikleri için kemik iyileşmesi tamamlandıktan sonra uzaklaştırılmaları gerekmemektedir (Moroi ve ark. 2013).

1.7.2. Ultrason Destekli Rezorbe Olabilen Materyaller (SonicWeld Sistemi)

Ultrason destekli pin sistemleri günümüzde giderek kullanımı artan yeni sayılabilecek bir sistemdir. Bu sistemde termoplastik pin, öncesinde hazırlanan vida

yuvasına yerleştirilerek ultrasonik enerji yardımıyla eritilmekte ve rezorbe olabilen polimerlerin kansellöz kemik içine penetre olması ile fiksasyon sağlanmaktadır. Bu materyallerin kuvvet gerektirmeden ve esnekliği sayesinde zorlu anatomik bölgelerde uygulanabilmesi en önemli avantajlarıdır. Rezorbsiyonu sırasında yabancı cisim reaksiyonu görülebilmesi ise önemli bir dezavantajdır (Aldana ve ark. 2012).

Geleneksel rezorbe olabilen yöntemde vidaların yivleriyle kemik içine fiksasyonu sağlanırken, ultrason destekli sistemlerde pinlerin kansellöz kemik içine penetrasyonu ile fiksasyon sağlanmaktadır (Kienast ve ark. 2017).

SonicWeld sistemi rezorbe olabilen materyallerin primer stabilite ile hem kortikal hem de kansellöz kemiğe güvenli bir tutulum sağlamasına olanak sağlamaktadır. Fleksibilitesi sayesinde de zor anatomik koşullara daha kolay uyumlandırılabilme özelliği taşımaktadır. Titanyum vidaların ikincil cerrahi prosedürlerle çıkarılması gerekliliği bu sistemde bulunmamaktadır (Abdel-Galil ve Loukota 2008).

Bu teknikte çene kemiklerinin osteosentetik özelliği, Poly-D ve L-Lactic Acid (PDLLA) adında rezorbe olabilen ve ultrasonik enerji ile eriyerek kemik içine penetre olabilen bir materyalden desteklenir. D-laktid izomeri ve L-laktid izomerini 1:1 oranında içeren bu polimer de amorf yapıdadır. PLLA' nın stabilite ve PDLA' nın kolay rezorbe olma özelliklerinin her ikisinden de yararlanılmıştır. Resorb x tekniği ile hem vida hem plak aynı anda eriyerek kemik içine penetrasyonu ile fiksasyon sağlanabilir. Plak cerrahi sahaya uyumlandırıldıktan sonra pin önceden hazırlanan yuvaya yerleştirilerek sonotrope adı verilen ultrasonik cihaz ile su soğutması altında ısı aktivasyonu sağlanır ve plak pinler yardımı ile fikse edilir. Bu sistem ile pin ve rezorbe olabilen plak/mesh birlikte eriyerek plak-pin kompleksi ile stabil bir fiksasyon sağlanır (Reichwein ve ark. 2009).

Rezorbe olabilen vidaların yerleştirilmesi öncesinde hazırlanan vida boşluğuna yiv açma işlemi uygulanması gerekmektedir. Bu işlem hem kırık fragmanlara fazladan bir kuvvet uygulanmasına hem de operasyon süresinin uzamasına yol açmaktadır. Ultrason destekli pinlerin kullanımı rezorbe olabilen vidaların bu dezavantajını ortadan kaldırmaktadır (Goldstein 2001).

Ultrason destekli pinlerin yerleştirilmesi sırasında sonotrop yardımıyla uygulanan ultrasonik enerji, ısı açığa çıkarmaktadır. Pinlerin aktivasyonu sırasında açığa çıkan bu ısının çevre kemik dokuda nekroza neden olabileceği düşünülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda bu ısının nekroz oluşturmamayacak kadar düşük olduğu ve histolojik olarak çevre kemik dokuda herhangi bir nekroz belirtisi gözlenmediği bildirilmiştir (Mai ve ark. 2007).

Rezorbe olma sürecinde enflamasyon ya da yabancı cisim reaksiyonu göstermemektedir. PDLA polimerlerde ise 8-10 haftalık zaman sürecinde plakların gücü azalmaktadır. Kütle kaybı ise 4-6 ay arasında gerçekleşir (Lee ve Park 2013).

1.8 Pediatrik Mandibula Kırıklarında Tedavi

Mandibula kırıkları yetişkinlere oranla çocuklarda daha az görülmektedirler ve çocuklarda en sık gözlenen maksillofasiyal bölge kırıklarıdır. Çocuklarda meydana gelen mandibula kırıklarının en sık sebebi motorlu araç kazaları ve düşmedir, erkek çocuklarında kızlara oranla iki kat daha fazla gözlenmektedir. Küçük yaştaki çocuklarda mandibula kırıkları içerisinde en sık kondil kırıkları meydana gelmektedir. Ancak yaş ilerledikçe angulus ve korpus kırıklarının görülme sıklığı artmaktadır (Andersson ve ark. 2010, Iatrou ve ark. 2010).

Mandibula kırıkları içerisinde çocuk hastalar ancak %5'lik bir kısmı oluşturmaktadır. Mandibula kırıkları 5 yaş altı çocuklarda nadir görülür bunun sebebi, bu yaş gruplarında kemiklerin yüksek elastikiyet göstermesi ve çocukların kilolarının düşük olması dolayısıyla düşme sırasında daha az kuvvet meydana gelmesi olarak gösterilebilir. Çocuklar büyüdükçe risk alma potansiyelleri arttığı ve ebeveyn kontrolü azaldığı için fasiyal kırıklarda daha sık gözlenmektedir (Hogg ve Horswell 2006, Peterson ve ark. 2004). Araçlarda çocuk koltuklarının kullanımının artması da özellikle infantlarda motorlu araç kazalarına bağlı oluşan mandibula kırıklarının görülme oranını ciddi şekilde azaltmıştır (Boffano ve ark. 2015).

Çocuklarda kemiklerin kalsifikasyonları yetişkinlere göre daha azdır bu nedenle kemiklerin elastikiyeti daha fazladır. Kemik elastikiyetinin fazla olması ve

mandibula içinde bulunan diş germeleri nedeniyle çocuk hastalarda az miktarda deplasman gözlenen ya da yeşil ağaç kırıkları çoğunlukla görülmektedir. Çocuk hastalarda mandibula kırıklarının muayenesinde gözlenen fiziksel bulgular yetişkin hastalarda gözlenen bulgulara benzerdir. Bunlar; maloklüzyon, ağız açmada kısıtlılık ve deviasyon, diş yaralanmaları, ekimoz ve laserasyonlardır. Çocuk hastalarda çene ucu laserasyonları genellikle düşme sonucu oluşan kondil kırıklarının belirtisi olabilir. Bu hastaların radyolojik muayenesinde de ilk tercih panoramik radyograflar olmalıdır (Andersson ve ark. 2010).

Mandibula kırıklarının tedavisi çocuklarda daha karmaşık olabilmektedir. Bunun sebebi daimi dişlere göre daha küçük yapıda ve daha düz bir anatomiye sahip olan süt dişleri, tel ile fiksasyon için daimi dişler kadar yeterli retansiyon sağlayamamaktadır. Ayrıca diş germeleri dolayısıyla vidaların uygulanabileceği güvenli alan miktarı yetişkinlere göre çok daha azdır. Yine genç hastalarda uzun süreli kapalı redüksiyon tedavisine bağlı olarak yetişkinlere oranla ankiloz ve gelişim bozuklukları görülme riski daha yüksektir. Çocuk hastalar İMF' yi yetişkin hastalar kadar iyi tolere edemezler. Ancak devam eden büyüme potansiyeli nedeniyle çocuk hastalarda kırık hattındaki iyileşme yetişkin hastalara göre çok daha hızlı olmaktadır. Ayrıca mandibula kırığına bağlı oluşabilecek maloklüzyonlar hastanın büyümesiyle kompanse edilebilmektedir (Peterson ve ark. 2004).

Çocuk hastalarda meydana gelen deplasman gözlenmeyen veya az miktarda gözlenen basit mandibula kırıkları kapalı redüksiyon ile tedavi edilebilir ya da gerekli uyarılarda bulunularak takip edilebilirler. Deplasman gözlenmeyen mandibula kırığı bulunan çocuk hastalarda eğer çocuk önerileri anlayabilecek ve uyabilecek yaşta ise hastanın yalnızca sıvı diyet ile yakın takibi yapılabilir. Bu kırıklar dışında diğer kırıklarda özellikle adolesan döneme yakın hastalar yaklaşık 2 haftalık bir immobilizasyon ile tedavi edilmelidir. Hastanın yaşı, uyumu ve kırığın şiddetine göre stabil bir oklüzyon elde edebilmek için farklı sürelerde İMF uygulanabilir. 2 yaş altı ve 6 yaşından büyük çocuklarda parsiyel ya da karışık dişlenme görüleceği için bu hastalara ark barlar ile İMF uygulamak zor olacaktır. Bu gibi durumlarda eğer bir maloklüzyon mevcut ise 10-14 günlük uygulanan elastikler

ile oklüzyonun yönlendirilmesi ve stabil hale getirilmesi sağlanabilir (Hogg ve Horswell 2006).

Çocuklarda, mandibular kondil kırıklarında kapalı redüksiyon tedavisinin başarısının en önemli şartı kondilin yeniden şekillenme potansiyelidir. Büyüme ve gelişimi devam eden hastalarda mandibular hareketleri sınırlayacak kadar şiddetli yer değiştirme gözlenen kırıklar dışında, büyüme ve gelişimin etkilenmemesi için kapalı tedavinin ilk tercih olması gerektiği düşünülmektedir (Choi ve ark. 2005). Ancak IBRA (International Bone Research Association) 2012 yılında bir konsensus makalesi yayınlamış ve 12 yaşından büyük hastalarda açık redüksiyon tedavisi rahatlıkla tercih edilebilirken, 6 yaşından küçük çocuklarda ise mümkün olduğunca kapalı redüksiyon tedavisi uygulanması gerektiği bildirilmiştir. 6-12 yaş arasındaki çocuklarda ise tedavi protokolü ile ilgili kesin bir yargı yoktur (Neff ve ark. 2014). Çocuk hastalarda kapalı redüksiyon tedavisi tercih edilecek ise İMF süresi en fazla 2 hafta ile sınırlı tutulmalıdır (Dimitroulis 1997, Hackenberg ve ark. 2014).

İMF uygulanan çocuk hastalarda postoperatif fizik tedavi uygulanması mandibula hareket mesafesinin yeniden kazanılabilmesi için çok önemlidir. Eğer hasta erken dönemde mobilize edilmez ise kas atrofisi, TME hipomobilitesi ve bazı durumlarda ankiloz meydana gelebilir (Andersson ve ark. 2010).

Mandibula kırığı gözlenen çocuk hastalarda kırığa bağlı komplikasyon görülme oranı yetişkin hastalara göre daha düşüktür. Kırık fragmanların yanlış pozisyonda iyileşmesi, iyileşmemesi ve enfeksiyon daha nadir görülmektedir. Çocuklarda kırık hatları yetişkinlere göre çok daha hızlı iyileşmektedir bu nedenle kırık redüksiyonu sonrası iyileşmeme çok nadir görülür ancak iyileşme hızlı gerçekleşeceği için fragmanların yanlış pozisyonda iyileşmesi meydana gelebilir bu nedenle travma sonrası kırık fragmanların redüksiyonu hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Yetişkin hastalarda travma sonrası kırık fragmanların repozisyonu için maksimum 3 haftaya kadar beklenebilirken çocuk hastalarda bu süre en fazla 1 hafta olmalıdır. En ideal zaman ise ilk 48 saattir. Çocuk hastalarda mandibula kırıklarının tedavisi sonrası en sık gözlenen komplikasyonlar ankiloz ve büyüme bozukluklarıdır. Özellikle mandibular kondilin intrakapsüler kırıkları sonrası bu komplikasyonların

görölme olasılığı yüksektir. Bu komplikasyonların önlenmesi için İMF süreleri kısa tutulmalı ve hastaların yakın takibi yapılmalıdır (Peterson ve ark. 2004).

Çocuk hastalarda açık redüksiyon tedavisi daimi diş germlerine zarar verilme ve periosteumun zedelenerek kemiğin beslenmesinin bozulması riskleri dolayısıyla kırık fragmanların yer değıştirme gösterdiği vakalar dışında çok sık tercih edilmemektedir (Iatrou ve ark. 2010). Ancak kırığın açık redüksiyon ile tedavi edilmesi gerekli ise osteosentez plakları monokortikal vidalar kullanılarak mandibulanın alt sınırına yakın yerleştirilmelidir. Bu sayede diş germlerine hasar verme riski düşüktür ancak kanin diş bölgesinde dikkatli olunmalıdır çünkü daimi kanin dişin germi hem mandibulanın alt sınırına hem de bukkal kortekse yakın konumlanmaktadır. Genç hastalarda mandibula kırıklarının açık redüksiyon ile tedavisinde kırık fragmanların titanyum plaklar ile fiksasyonu tartışmalı bir konudur. Titanyum plaklarda görülebilecek, alerji, korozyon, plak migrasyonu, çocuk hastalarda büyümeyi sınırlandırması ve gerekli durumlarda plağın çıkartılabilmesi için ikinci bir cerrahi işlem gerektirmesi özellikle çocuk hastalarda bu materyallerin kullanımını kısıtlamaktadır. Ancak kullanılan titanyum plak ve vidaların büyümeyi sınırlandırdığına dair kesin bir kanıt olmamasına rağmen, çoğu klinisyen çocuk hastalarda kırık fragmanların iyileşmesini takiben bu plakların çıkarılması gerektiğini düşünmektedir (Bobrowski ve ark. 2017).

Rezorbe olabilen materyaller kırık fragmanların fiksasyonunda titanyum materyallere alternatif olarak özellikle çocuk hastalarda kullanılmaktadır. Rezorbe materyallerin çıkarılması için ikinci bir cerrahi operasyon gerektirmemesi bu hastalarda kullanılmalarının en büyük avantajıdır. Çocuk hastalarda rezorbe plak ve vidalar mandibula kırıklarında başarı ile kullanılmaktadır. Rezorbe olabilen plak ve vidaların mekanik dayanıklılıkları sınırlı olduğu için fonksiyonel kuvvetlere maruz kalan mandibula kırıklarında dental ark stabilizasyonu ile desteklenebileceği bildirilmiştir (Li ve ark. 2014).

Bazı araştırmacılar çocuklarda mandibula kırıklarının tedavisinde rezorbe olabilen plak ve vida fiksasyonunu takiben postoperatif uygulanan kısa süreli İMF tedavisinin pediatrik mandibula kırıklarının tedavisinde uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir (Li ve ark. 2014, Singh ve ark. 2016, Stanton ve ark. 2014). Wong ve

ark. (2017) ise, çocuklarda mandibula kırıklarının rezorbe olabilen plak ve vidalarla fiksasyonu sonrası postoperatif İMF uygulanmasına gerek olmadığını belirtmiştir (Wong ve ark. 2017).

Ultrasonik sistemli pinler ve meshlerin ise çocuklarda daha çok kraniyomaksillofasiyal cerrahi ve orta yüz kırıklarının tedavisinde kullanımı ile ilgili yayınlar mevcuttur. Çocuklarda mandibula kırıklarının tedavisinde kullanımı hakkında sınırlı sayıda bilgi bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasının hipotezi, ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh sisteminin çocuklarda korpus mandibula kırıklarının tedavisinde etkin olarak kullanılabileceğidir.

Bu tez çalışmasının amacı ise, çocuklarda mandibula korpus kırıklarının açık redüksiyon ile tedavisinde farklı materyallerin başarısının histopatolojik olarak değerlendirilmesidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2015/66 numaralı proje ile desteklendi. Çalışmanın deneyleri kapsayan bölümü, Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 25.09.2014 tarih ve 14/73 sayılı kararı ile Kırıkkale Üniversitesi Hüseyin Aytemiz Hayvan Deneyleri Laboratuvar'ında gerçekleştirildi.

Çalışmamız prospektif, karşılaştırılmalı deney olarak tasarlandı. Çalışmada 6-8 haftalık immatur (1750-2250g), 28 adet erkek Yeni Zelanda tavşanı (*Oryctolagus Cuniculus*) kullanıldı. Tavşanlar uygun kafeslerde, $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve 12 saat aydınlık 12 saat karanlık ortamın sağlanacağı koşullarda barındırıldı. Tavşanlar yeterli sağlık şartlarının sağlanması, enfeksiyondan korunmaları, yeni yerlerine uyum sağlamaları ve sağlık durumlarının kontrolü için cerrahi öncesinde 10 gün süre ile bakıma tabi tutuldu. Tavşanlar standart laboratuvar yemi ve su verilerek beslendi. Tavşanların su ve yiyeceğe rahat ulaşabilmeleri, yeterli hareket alanına sahip olmaları ve stressiz ortam sağlanması açısından her biri ayrı kafeslerde barındırıldı. Deneklerin günlük bakımları, kafes temizliği, deneklerin ağırlıkları düzenli olarak kontrol edildi.

Çalışmada toplam 28 adet deneğin sol mandibular korpus bölgesinde tam kalınlıkta kırık hatları oluşturuldu ve çalışma kapsamında denekler 4 gruba ayrıldı;

Grup 1 (G1): Deneklerin sol mandibular korpus bölgesi cerrahi olarak açıldı, kırık hattı oluşturuldu. Fragmanlar rezorbe olabilen plak ve titanyum vida ile fikse edildi. (n=7)

Grup 2 (G2): Deneklerin sol mandibular korpus bölgesi cerrahi olarak açıldı, kırık hattı oluşturuldu. Fragmanlar rezorbe olabilen plak ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fikse edildi. (n=7)

Grup 3 (G3): Deneklerin sol mandibular korpus bölgesi cerrahi olarak açıldı, kırık hattı oluşturuldu. Fragmanlar rezorbe olabilen mesh ve titanyum vida ile fikse edildi. (n=7)

Grup 4 (G4): Deneklerin sol mandibular korpus bölgesi cerrahi olarak açıldı, kırık hattı oluşturuldu. Fragmanlar rezorbe olabilen mesh ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fikse edildi. (n=7)

2.1. Cerrahi Yöntem

Cerrahi işlemler Kırıkkale Üniversitesi Hüseyin Aytemiz Hayvan Laboratuvar'ında gerçekleştirildi. Cerrahi işlem öncesinde denek hayvanları tartıldı ve tavşanlara operasyon öncesinde premedikasyon amaçlı 1ml methylparaben (Combelen Bayer, Leverkusen 10mg/ml) 1 saat öncesinde intramuskular uygulandı. Çalışmada kullanılan hayvanların kilolarına uygun genel anestezi sağlanması amacıyla IM %10'luk ketamin HCL (50 mg/kg Alfamine IM Ketalar, Eczacıbaşı, İst.) ve ksilazin HCL (2,5 MG/KG Roumpun IM, Bayer, Almanya) kullanıldı. Genel anestezi etki süresini takiben cerrahi işlem steril koşullarda aynı cerrah tarafından gerçekleştirildi.

Genel anestezi etki süresini takiben her deneğin mandibulalarının cerrahi sahayı kapsayan sol bölgeleri tıraş edildi. Operasyon sahasını kapsayan cilt yüzeyi povidon iyot (Batticon, Adeka, Türkiye.) ile dezenfekte edildi. Yapılan operasyonların tamamında sterilizasyon, asepsi ve antisepsi kurallarına azami ölçüde dikkat edildi (Şekil 2.1).



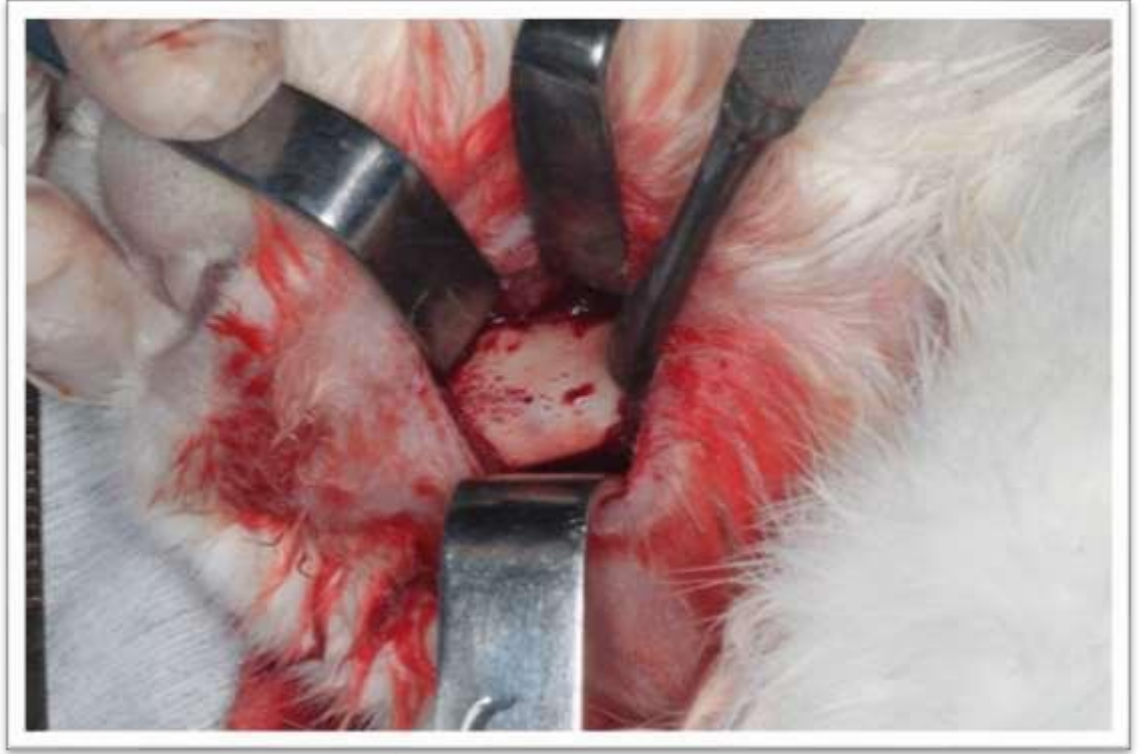
Şekil 2.1: Deneklerin cerrahi müdahaleye hazırlanması.

Kanama kontrolü için operasyon bölgesine 2 ml/100000' lik adrenalin içeren artikain HCl lokal anestezi (Ultracain DS, Aventis, Türkiye) uygulandı.

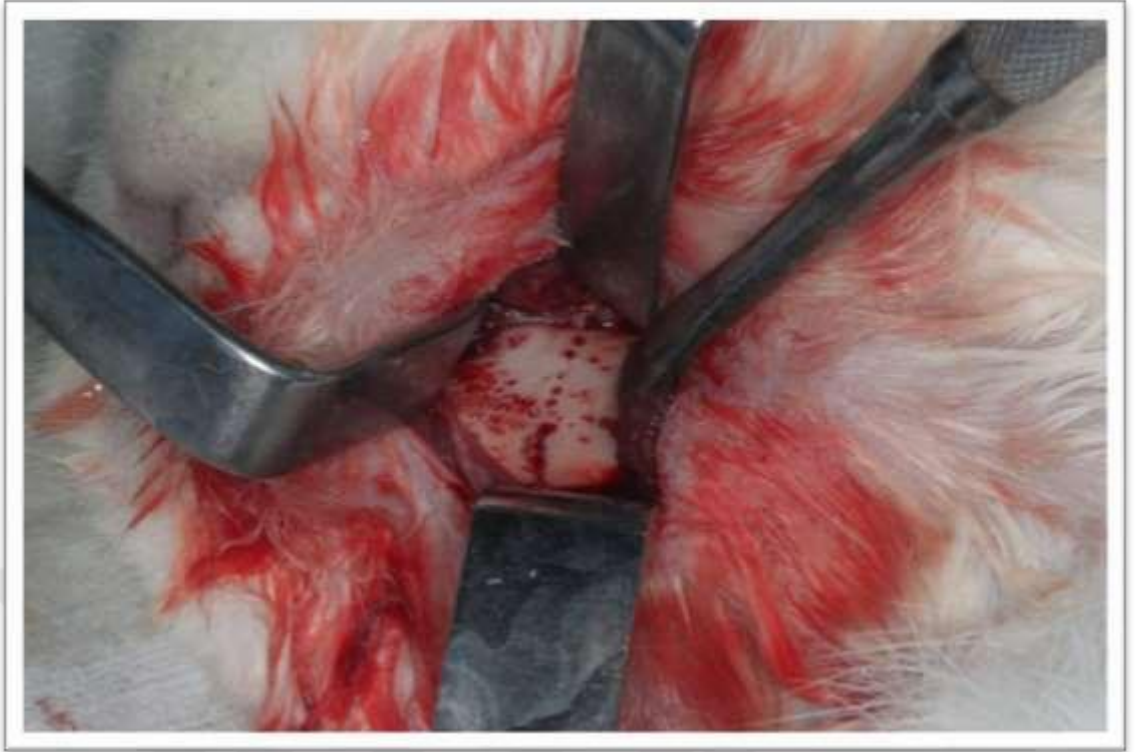
Yeni Zellanda tavşanlarında mandibulada keser, premolar ve molar dişler mevcuttur. Keser ve premolar dişler arasında uzun bir dişsiz saha mevcuttur ve bu bölgede mental foramen bulunur. Korpus bölgesinde bulunan molar ve premolar dişlerin kökleri neredeyse mandibulanın basisine kadar uzanır ve bu nedenle mandibular sinir mandibulanın alt sınırına çok yakın seyreder. Tavşan mandibulalarının cerrahi açısından uygun boyutta olması, kemik matürasyon hızlarının yüksek olması ve insanlarla kıyaslanabilir benzerlikte anatomi sergilemeleri nedeniyle bu çalışmada kullanımı uygun bulundu.

Cerrahi aşamasında, deneklerin sol mandibula alt kenarına paralel, premolar, molar dişler bölgesini kapsayacak şekilde yaklaşık 2,5 cm cilt insizyonu yapıldı. Subperiosteal diseksiyon yapılarak, periosteal dokuya zarar vermeden flep kaldırıldı ve mandibula korpusuna ulaşıldı (Şekil 2.2). Premolar-molar dişlerin arasındaki bölgede osteotomi yapılacak hat rond frezler yardımıyla işaretlendi (Şekil 2.3) ve

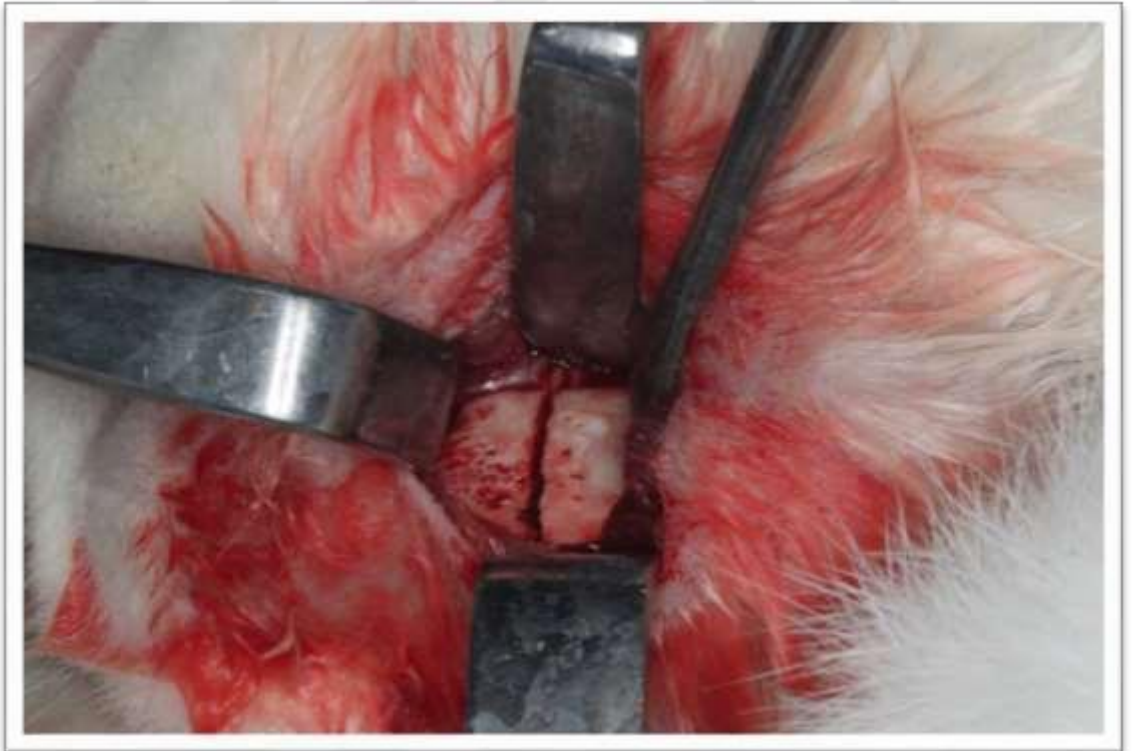
fissür frezler ile tam kalınlıkta osteotomi yapıldı (Şekil 2.4). Frezle uygulanan osteotomi işlemi steril serum fizyolojik soğutması altında gerçekleştirildi. Osteotomi sonrası fragmanların hareketliliği kontrol edildikten sonra (Şekil 2.5) fragmanlar, rezorbe olabilen plak veya mesh ile kırık hattının her iki tarafında ikişer adet olmak üzere titanyum vida veya ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fiks edildi. Yerleştirilen vida veya pinlerin kırık hatlarına ve birbirlerine eşit mesafede ve paralellikte olmalarına özen gösterildi.



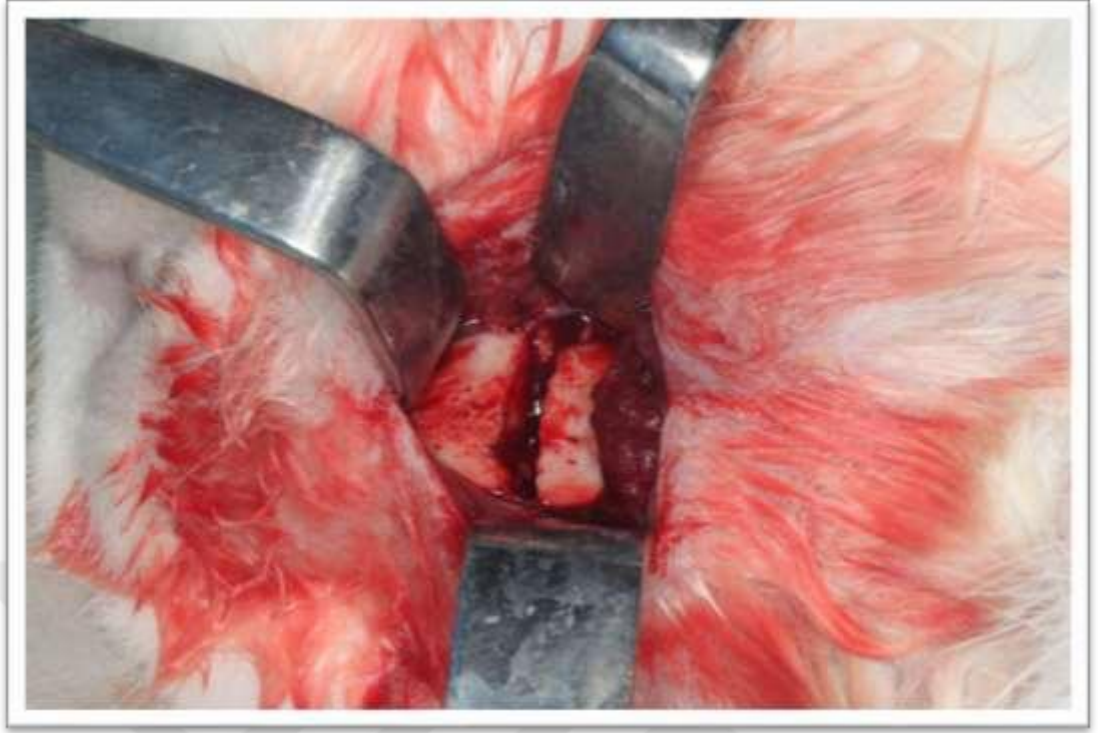
Şekil 2.2: Osteotomi yapılacak bölgeye submandibular insizyon ile ulaşılması.



Şekil 2.3: Osteotomi hattının rond frezler ile işaretlenmesi.



Şekil 2.4: Osteotomi hattının fissür frezler ile belirlenmesi.

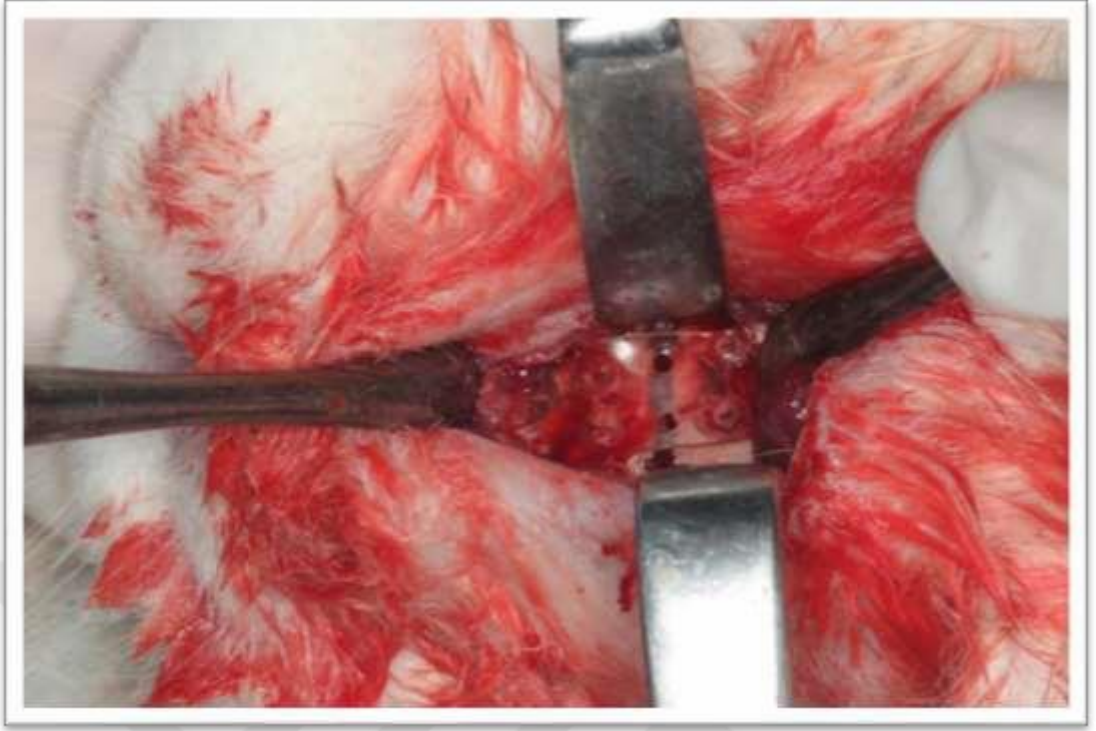


Şekil 2.5: Osteotomi sonrası fragmanların hareketliliğinin kontrolü.

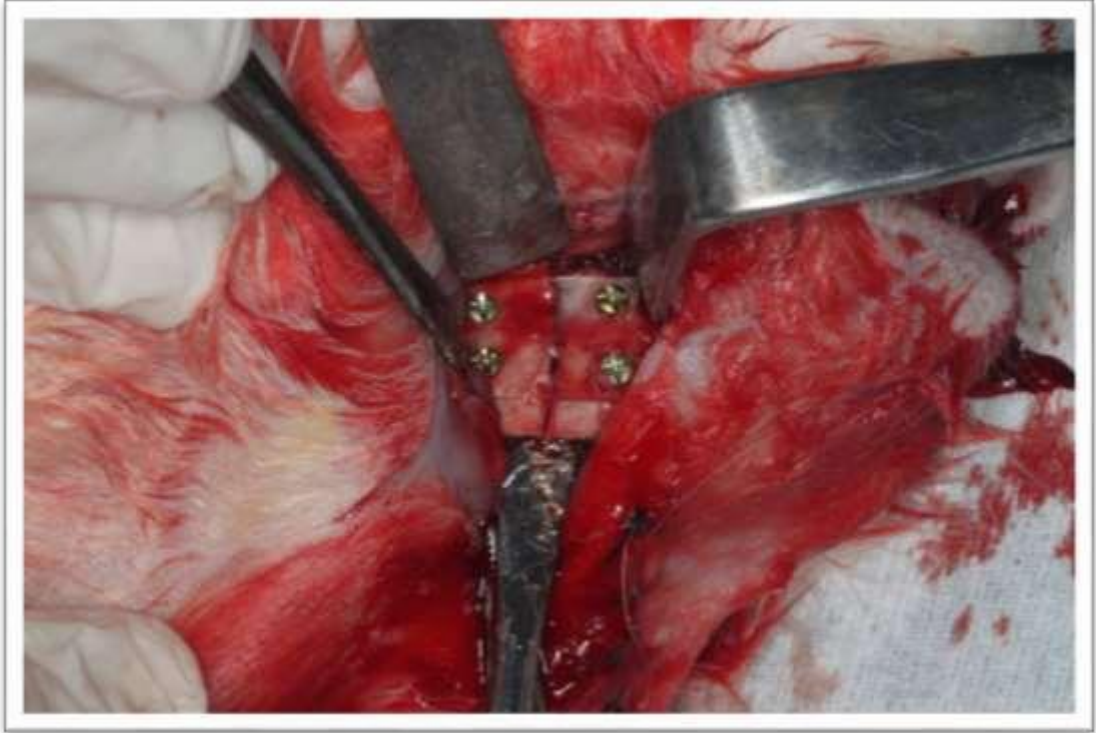
2.2. Deney Grupları

Toplam 28 adet denek 4 gruba ayrıldı;

Birinci grupta (G1); tavşanların sol mandibulalarında kırık hattı oluşturulduktan sonra rezorbe olabilen plak (Rezorb-x by KLS Martin, Tuttlingen, Germany) 2,5 cm'lik parçalara bölündü ve 62⁰C sıcaklıktaki su tankında bekletildikten sonra bölge anatomisine uyumlandırıldı (Şekil 2.7). Sonrasında 1,5 mm çapındaki driller ile belirlenen yerlere vida yuvaları açıldı ve plak 4 adet 1,5*5mm'lik titanyum vida ile fikse edildi vida (maxDrive by KLS Martin, Tuttlingen, Germany). Fiksasyon sonrası fragmanların stabilitesi kontrol edildi (Şekil 2.8). (n=7)



Şekil 2.7: Rezorbe olabilen materyallerin bölge anatomisine uyumlandırılması.



Şekil 2.8: Kırık hattının rezorbe olabilen plak ve titanyum vidalar ile fiksasyonu.

İkinci grupta (G2); tavşanların sol mandibulalarında kırık hattı oluşturulduktan sonra rezorbe olabilen plak bölgeye uyumlandırıldı ve vida yuvaları 1,5 mm çapındaki driller ile belirlenen yerlere açıldı. Plakların fiksasyonunda 4 adet ultrason destekli rezorbe olabilen pin (SonicWeld Rx by KLS Martin, Tuttlingen, Germany) kullanıldı (Şekil 2.9). Pinler önceden drillenen yuvalara yerleştirilerek sonotrop adı verilen ultrasonik dalga üreten bir jeneratör ve bu dalgaları ileten bir kol yardımı ile uygulanan bir miktar ısı ve ultrasonik dalga enerjisi ile kemik içerisine fikse edildi. (Şekil 2.6).

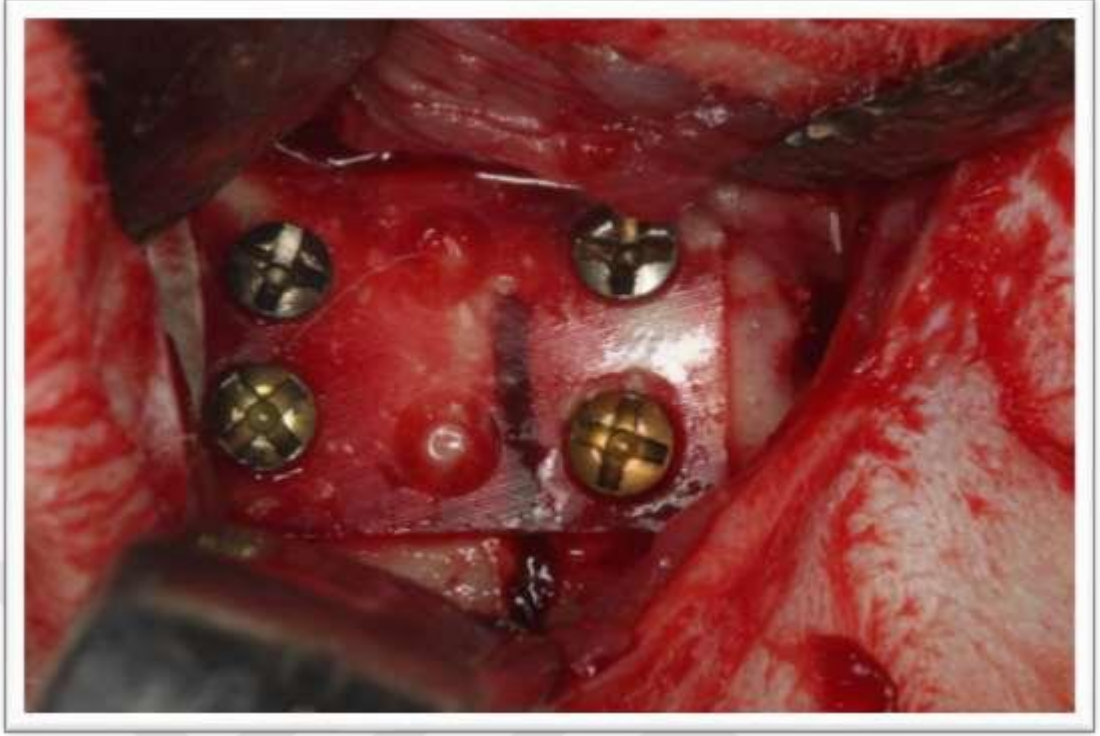


Şekil 2.6: Ultrason destekli rezorbe olabilen materyaller (SonicWeld Rx).



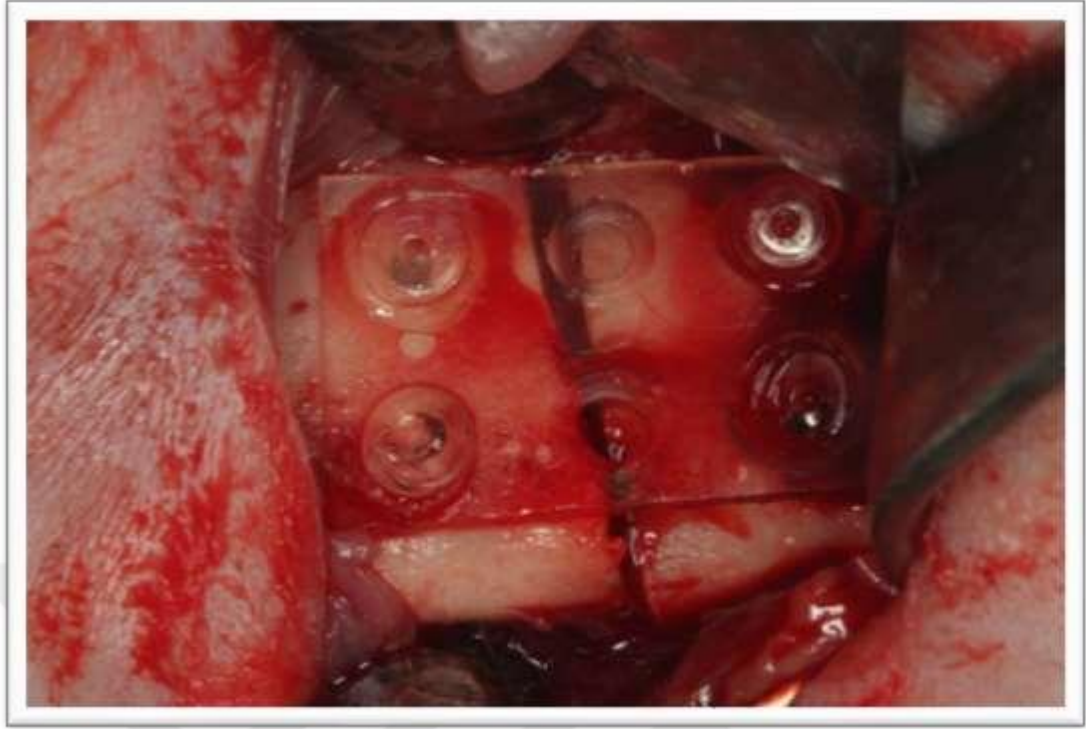
Şekil 2.9: Kırık hattının rezorbe olabilen plak ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fiksasyonu.

Üçüncü grupta (G3); tavşanların sol mandibulalarında kırık hattı oluşturulduktan sonra rezorbe olabilen mesh (Rezorb-x by KLS Martin, Tuttlingen, Germany) 2,5 cm'lik parçalara bölündü ve 62⁰C sıcaklıktaki su tankında bekletildikten sonra bölge anatomisine uyumlandırıldı. Vida yuvaları hazırlanarak 4 adet 1,5*5mm'lik titanyum vida ile fikse edildi (Şekil 2.10). (n=7)



Şekil 2.10: Kırık hattının rezorbe olabilen mesh ve titanyum vidalar ile fiksasyonu.

Dördüncü grupta (G4); tavşanların sol mandibulalarında kırık hattı oluşturulduktan sonra rezorbe olabilen mesh bölgeye uyumlandırıldı ve vida yuvaları açıldı. Mesh 4 adet ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fiks edildi (Şekil 2.11). (n=7)



Şekil 2.11: Kırık hattının rezorbe olabilen mesh ve ultrason destekli pinler ile fiksasyonu.

Operasyon bölgesinde, ‘Polyglycolic acid’ içerikli eriyebilen 4,0 (Vicryl-Johnson and Johnson, Somerville, ABD) dikişler yardımı ile periost ve kas tabakası, cildin dikilmesi için 4/0 ipek (Doğsan, Trabzon, Türkiye) sutürler kullanıldı.

2.3. Post-Operatif Dönem

Operasyon sonrasında deneklerin bakım ve korunmaları için 5 gün boyunca enrofloksasin (Baytril-K Bayer Türkiye 2,5 mg/kg IM) ve meloksikam (Maxicam Sanovel Türkiye 1 mg/kg IM) enjeksiyonu yapıldı. Deneklerin günlük bakımları ve kafes temizliği kontrol edildi. Deneklerin ağırlıkları, yara bölgelerinin sağlığı düzenli olarak kontrol edilerek, yeterli yem ve su sağlandı.

Deney hayvanları kırık hatlarının ossifikasyonunun sağlanması amacıyla 2 ay takip sürecine alındı. Her gruptaki denekler 8. hafta sonunda intrakardiyak letal dozda ksilazin HCL (30 mg/kg Roumpun IM) ve % 10'luk ketamin HCL (70 mg/kg

Alfamine IM) enjekte edilerek sakrifiye edildi. Sakrifikasyon işleminin ardından deneklerin mandibulaları subperiosteal olarak diseke edilerek, % 10' luk formaldehit solüsyonunda muhafaza edildi. Histolojik ve histomorfometrik değerlendirmeler Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Patoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

2.4. Histolojik Yöntem

Kırık hatlarında yeni oluşan kemik dokusunun histolojik incelemesi için kırık hatlarının mesial ve distalinden 5 mm sağlam kemik bırakılarak blok halinde kemik çıkarıldı.

Elde edilen örnekler, %10'luk tamponlanmış formalin solüsyonunda (neutral phosphate-buffered formalin) 24–72 saat fikse edildikten sonra %10'luk formik asit içinde dekalsifikasyonları sağlandı. İki günde bir %10'luk formik asit solüsyonları değiştirilmek suretiyle, 7 günde dekalsifikasyonları tamamlanan örnekler 24 saat boyunca akan suda yıkanıp, rutin doku takip prosedürünü takiben parafin bloklara gömüldü. Dokulardan, adheziv lamlara (Surgipath, X-tra Adhesive Microslides, Illinois, USA) hemotoksilen-eozin boyaması için yaklaşık 4-5 µm kalınlığında, sagittal düzlemde kesitler alındı.

Kesitler, 65°C'de etüv içinde bir saat deparafinize edilip, sırasıyla 30'ar dakika ksilol ve alkolde bekletilerek dehidrasyonu sağlandı. Kesitler çeşme suyunda yıkanıp hematoksilen eozin boyama işlemine tabi tutuldu. Histopatolojik inceleme için rutin HE boyanan kesitler, Leica DM 4000 B (Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany) ışık mikroskobunda histopatolojik olarak değerlendirildi.

Hematoksilen eozin kesitlerde kırık hattındaki iyileşme değerlendirilerek iyileşmenin türü Perry ve ark. (2003) kullandığı derecelendirme sistemine benzer bir sistemle skorlandı (Perry ve ark. 2003).

Buna göre;

Skor 1: Kırık bölgesi tamamen fibröz bağ dokusu ile iyileşmiş,

Skor 2: Kırık bölgesi ağırlıklı fibröz bağ dokusu ile daha az oranda kıkırdak dokusu içermekte,

Skor 3: Kırık bölgesi eşit oranda fibröz bağ dokusu ve kıkırdak dokusu içermekte,

Skor 4: Kırık bölgesi tamamen kıkırdak dokusu ile iyileşmiş,

Skor 5: Kırık bölgesi ağırlıklı olarak fibröz bağ dokusu ve daha az oranda kemik dokusu içermekte,

Skor 6: Kırık bölgesi eşit oranda fibröz bağ dokusu ve kemik dokusu içermekte,

Skor 7: Kırık bölgesi tamamen kemik dokusu ile iyileşmiş.

Histomorfometrik ölçümler Leica DM 4000 B motorize ışık mikroskobuna entegre bilgisayar aracılı görüntü analizi sistemi (Leica QVin V3, Leica Microsystems GmbH. Wetzlar, Germany) aracılığıyla gerçekleştirildi. Tüm örneklerdeki kırık hattının tümünü temsil eder biçimde x200 büyütmede 5 farklı alan fotoğraflandı. Her fotoğraftaki yeni kemik oluşumu ölçülerek iyileşme bölgesindeki yeni kemiğin miktarı μm^2 cinsinden hesaplandı. Leica Microsystems GmbH. Wetzlar, Germany)

2.5. İstatistiksel Analiz

Bu çalışmada elde edilen veriler “SPSS 21,0” paket programı ile değerlendirildi. Dört grup arasında kemikleşme miktarı açısından farklılık incelenirken gözlem sayıları az olduğundan verilerin değerlendirilmesinde nonparametrik testler (Shapiro-Wilk, Student-t) kullanılmıştır. Gruplar arası farklılık incelenirken, test istatistikleri, $\alpha = 0, 05$ (1. Tip hata yapma olasılığı) alınarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Deneyisel çalışmamız süresince denek hayvanlarının cerrahi işlemi tolere ettiği ve operasyona bağlı herhangi bir enfeksiyon gelişmediği görülmüştür. Postoperatif 56. güne kadar denek hayvanlarında herhangi bir komplikasyon görülmedi ve herhangi bir nedenden dolayı hiçbir denek kaybedilmedi. Sekizinci hafta sonunda sakrifiye edilen deneklerden elde edilen kesitler önceden belirlenen kriterlere uygun olarak tek bir patolog tarafından yorumlanmıştır.

3.1. Histolojik Bulgular

Örneklerin tümünde kırık hattı ve vida yuvaları görüldü. Kırık hattı genel olarak fibröz komponenti ağırlıkta olmak üzere keçe kemik (woven bone) ve/veya trabeküler kemik ile iyileştiği görüldü. Örneklerdeki yeni kemik miktarı Tablo 3.1’de görülmektedir

Tablo 3.1: Histolojik değerlendirme sonunda yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).

No	G1	G2	G3	G4
1	1053	993	994	1095
2	1091	1231	1150	1044
3	1965	1000	1122	1051
4	1270	1261	1159	1087
5	1383	1226	1057	1021
6	1230	909	1223	1184
7	1235	1143	1143	1094

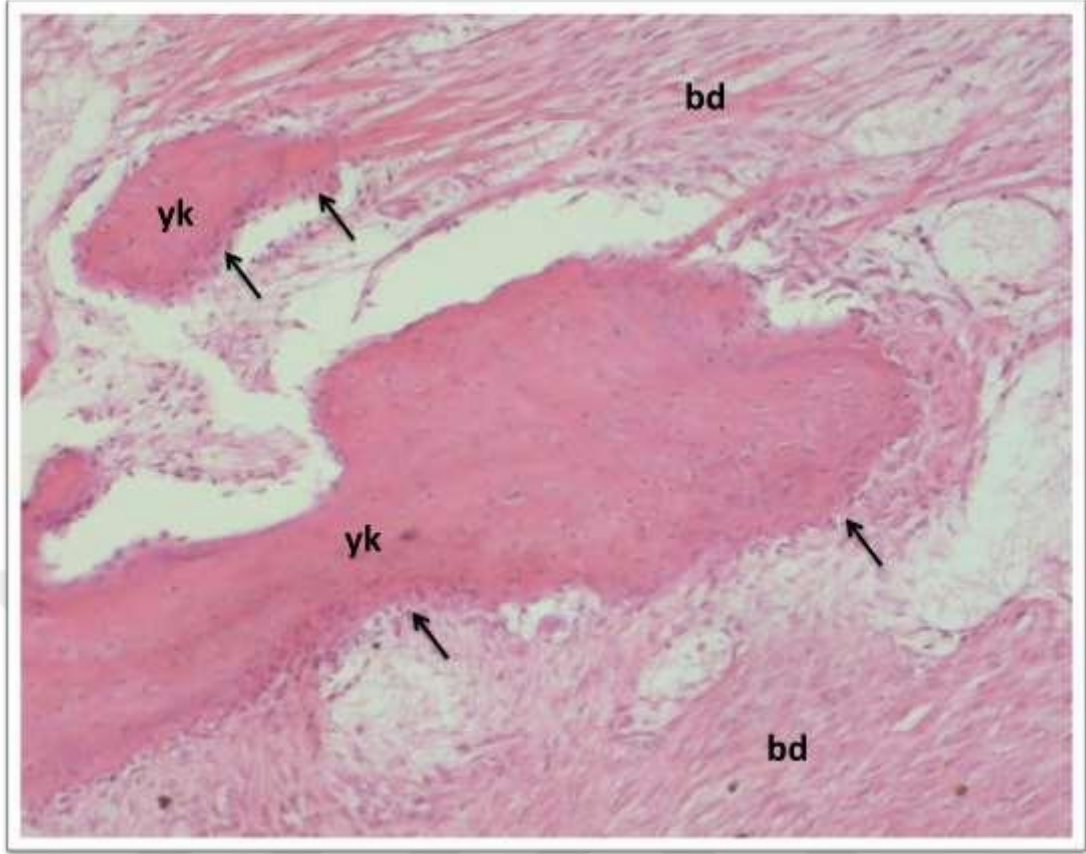
Örneklerin Perry ve ark.'dan modifiye edilen sistemle elde edilen skorlama değerleri Tablo 3.2'de yer almaktadır.

Tablo 3.2: Histolojik değerlendirme sonunda örneklerin skorlama değerleri.

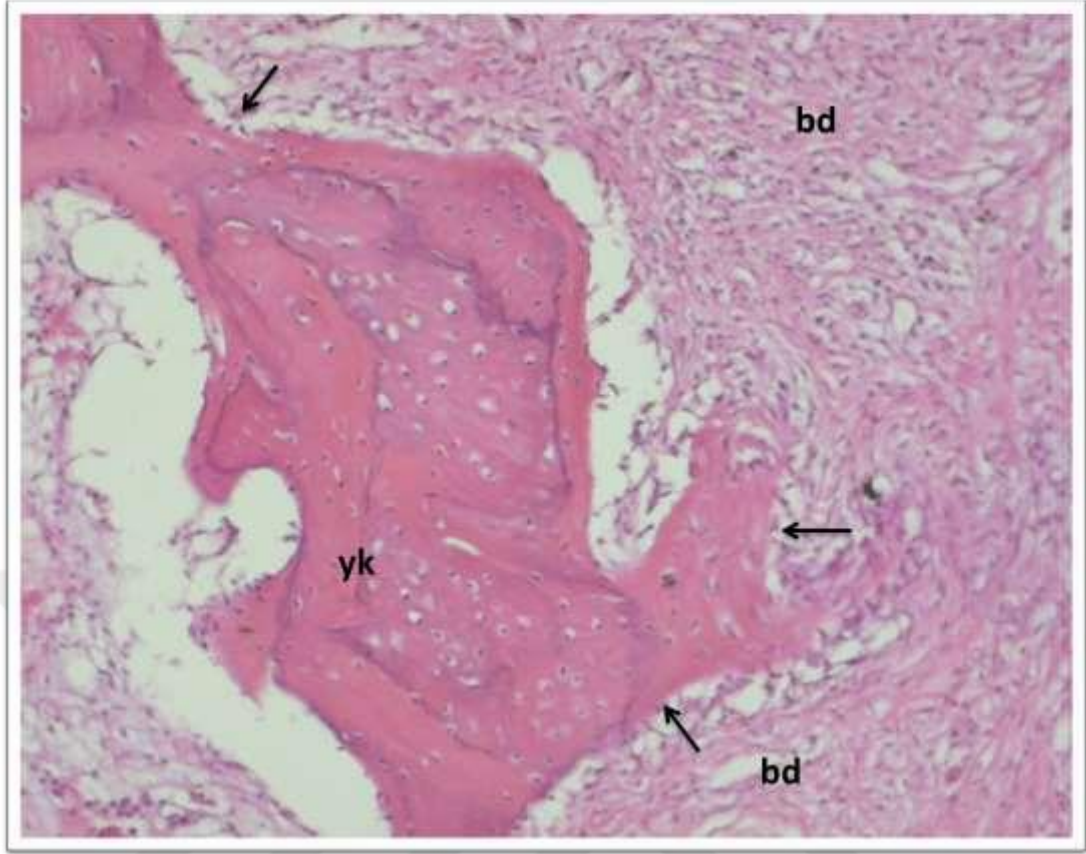
No	G1	G2	G3	G4
1	5	5	5	5
2	5	5	5	2
3	5	5	5	6
4	5	5	6	6
5	6	5	5	5
6	5	5	5	5
7	6	6	5	5

- Plak Grupları (G1, G2)

Bu gruplardaki tüm örneklerde kırık hattı ve vida boşluklarının tamamı izlendi. Örneklerin hiçbirinde kırık hattında apse formasyonu ve enfeksiyon bulgusu saptanmadı. Kırık bölgesinde genel olarak fibrovasküler bağ dokusu ve keçe kemik (woven bone) ve/veya trabeküler kemik görüldü (Şekil 3.1, Şekil 3.2).



Şekil 3.1: G1 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).



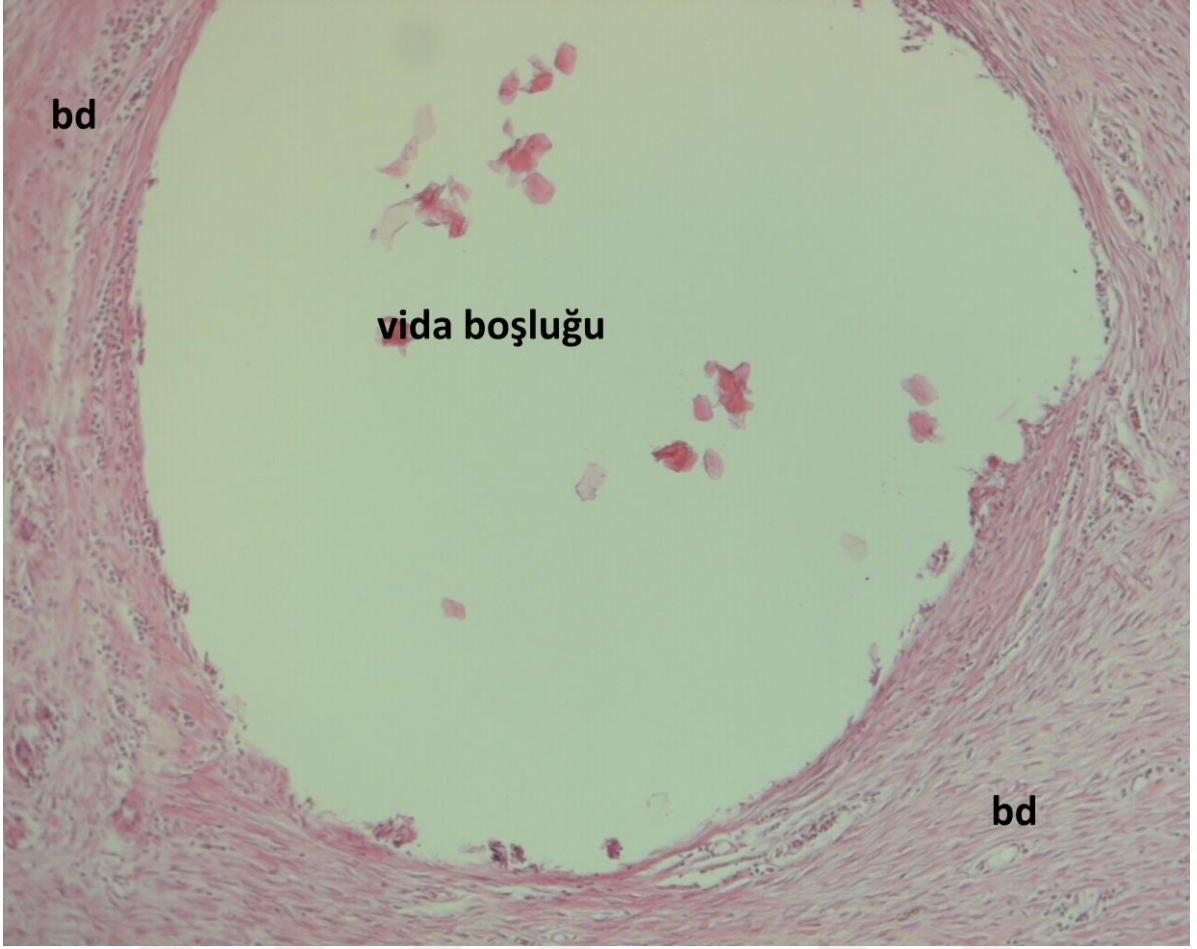
Şekil 3.2: G2 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).

G1 ve G2 örneklerinin tümünde vida yuvalarının oluşturduğu defektler ve çevresinde oluşan yeni kemik dokusu ve fibröz bağ dokusu görüldü (Şekil 3.3, Şekil 3.4).

G1 defektlerinin bir tanesinde (G1-2) vida boşluklarında nötrofil toplulukları izlendi. G2 defektlerinin üç tanesinde (G2-3, G2-5, G2-6) vida boşluklarında nötrofil toplulukları izlendi.



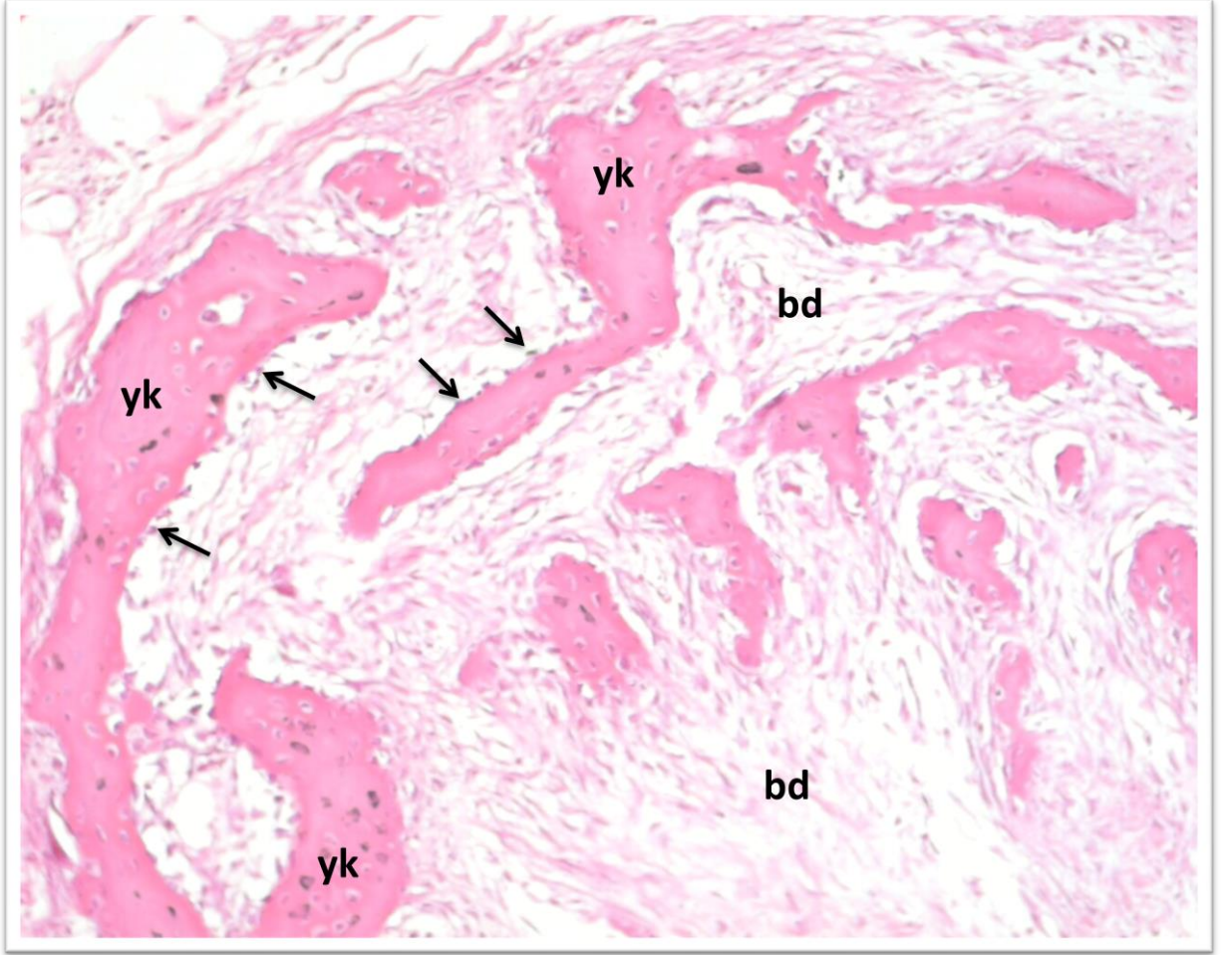
Şekil 3.3: Titanyum vida boşluğu çevresinde fibröz bağ dokusu (bd) ve yeni kemik trabekülleri (yk) (H&E: x100).



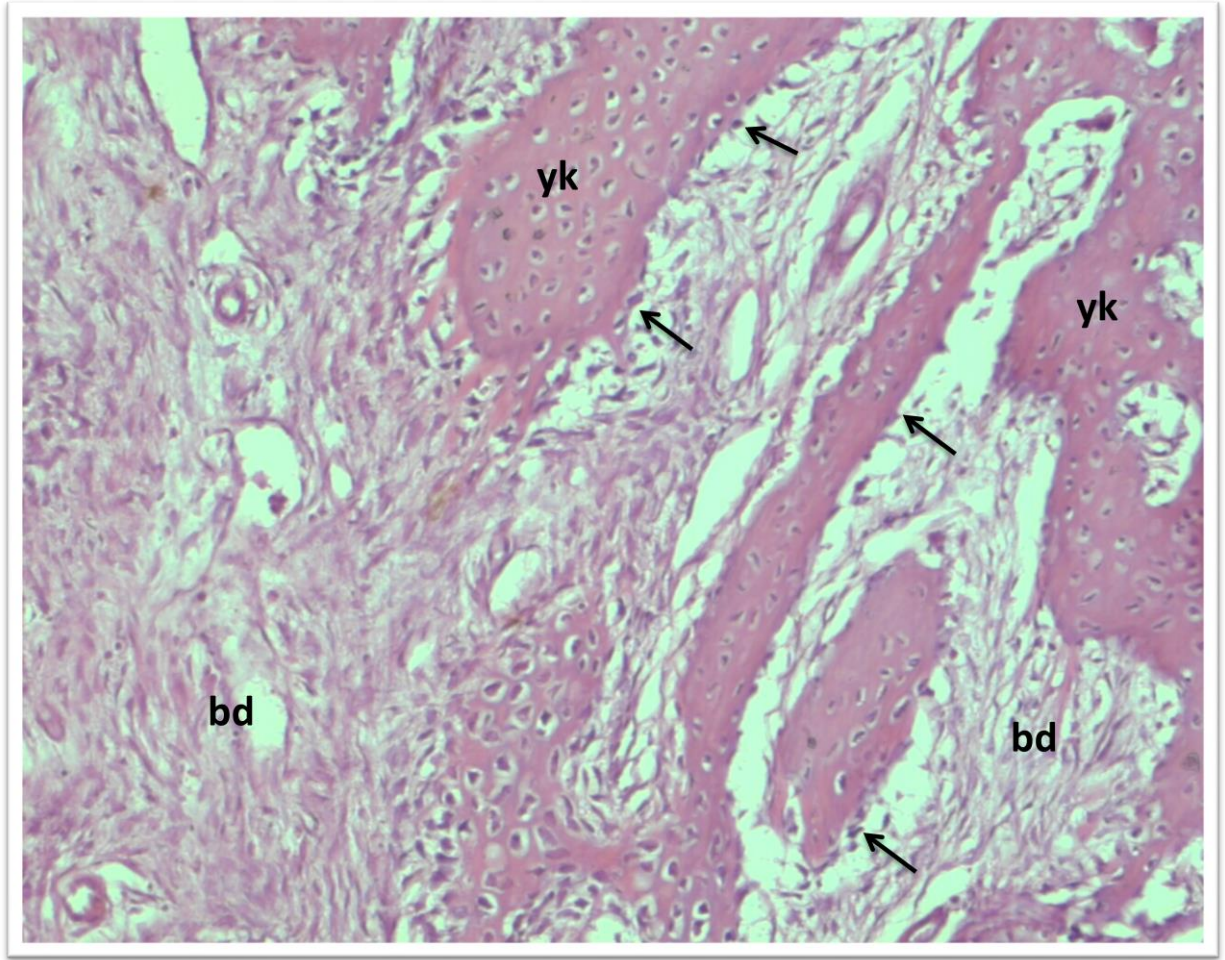
Şekil 3.4: Ultrason destekli rezorbe olabilen pin boşluğu çevresinde fibröz bağ dokusu (bd) ve yeni kemik trabekülleri (yk) (H&E: x100).

- Mesh Grupları (G3, G4)

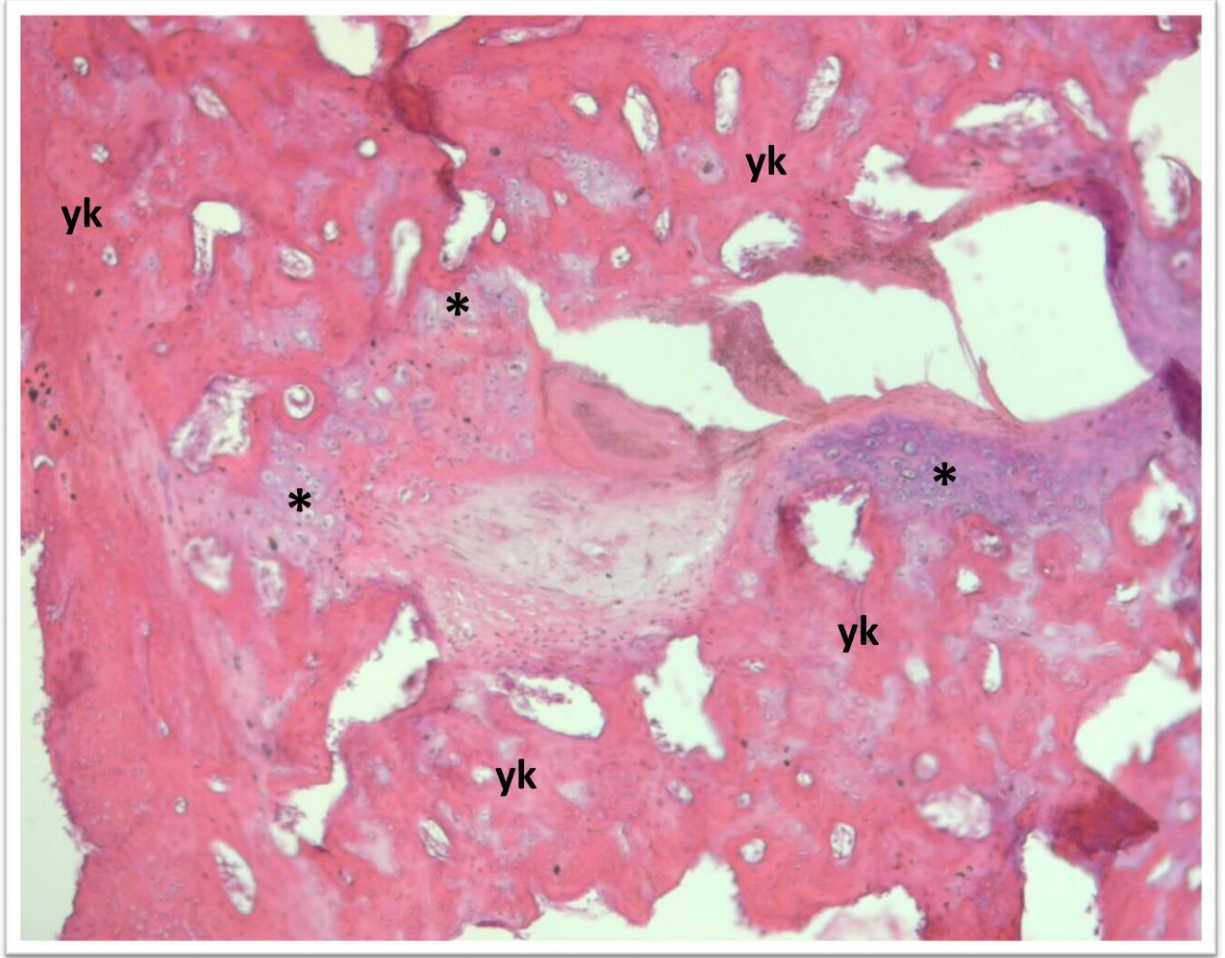
G3 ve G4 örneklerinin hiçbirinde kırık hattında apse formasyonu ve enfeksiyon bulgusu saptanmadı. G3 ve G4 örneklerinde kırık hattında genel olarak fibrovasküler bağ dokusu ve keçe kemik (woven bone) ve/veya trabeküler kemik görüldü (Şekil 3.5, Şekil 3.6). G4 örneklerinin 1 tanesinde (G4-2) endokondral kemikleşme alanı dikkati çekti (Şekil 3.7).



Şekil 3.5: G3 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200)

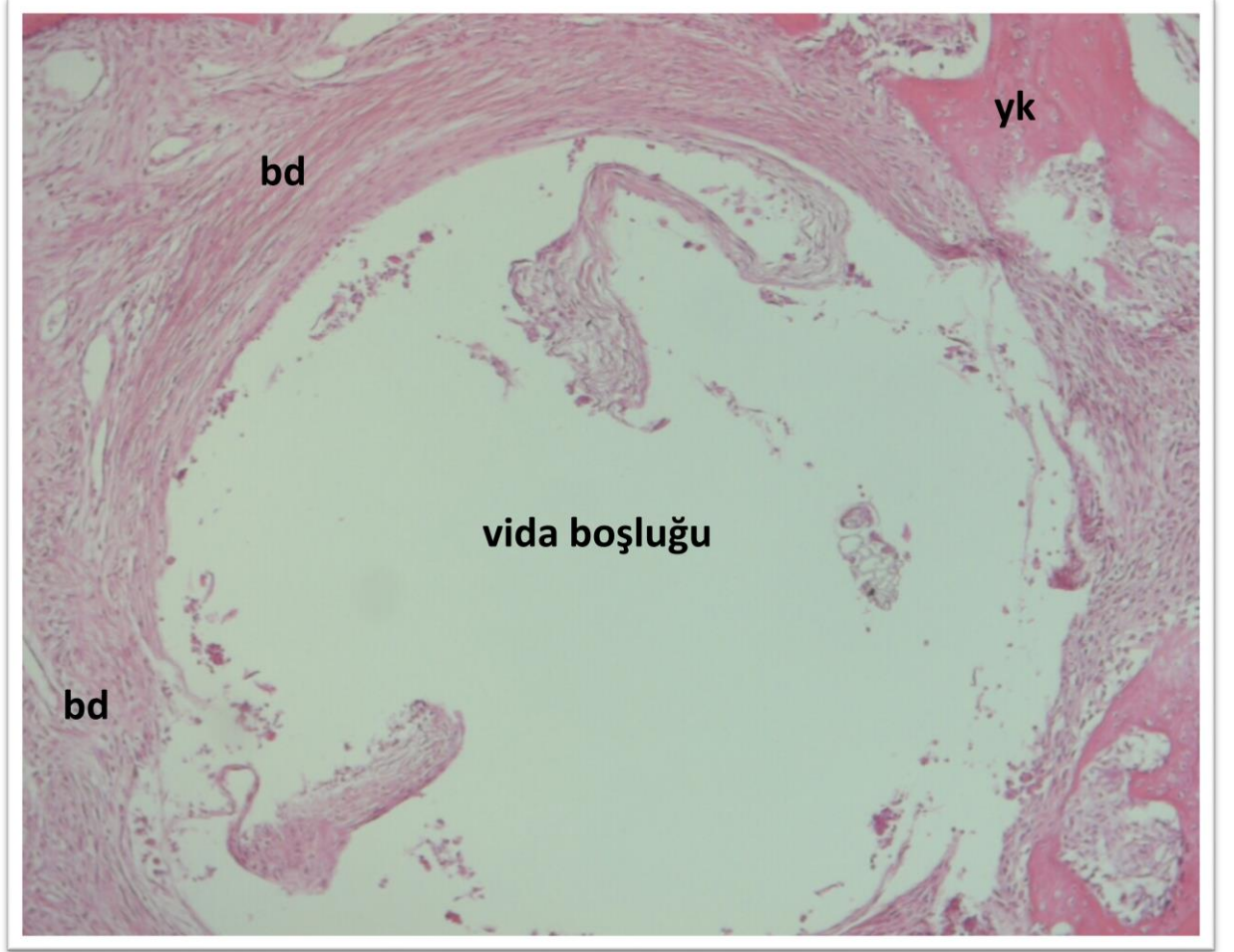


Şekil 3.6: G4 kırık bölgesinde fibröz bağ dokusu (bd) zemininde yeni kemik trabekülleri (yk) (ok: osteoblast) (H&E x200).

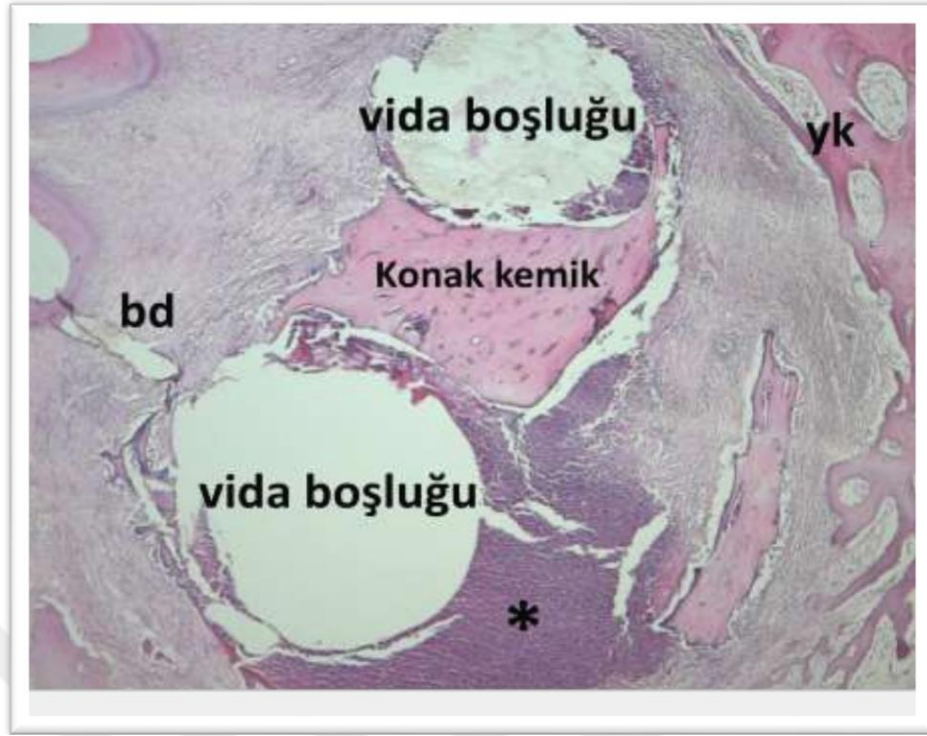


Şekil 3.7: G4 grubundaki bir örnekte endokondral kemikleşme alanları görüldü (*: kıkırdak taslak, yk: yeni kemik trabekülleri (H&E x200)).

G4 örneklerinin tümünde vida yuvalarının oluşturduğu defekt ve çevresinde fibröz bağ dokusu ve oluşan yeni kemik izlendi (Şekil 3.8). Bu örneklerin 2 tanesinde (G4-1, G4-6) vida boşluklarında nötrofil toplulukları görüldü (Şekil 3.9).



Şekil 3.8: Titanyum vida boşluğu çevresinde fibröz bağ dokusu (bd) ve yeni kemik trabekülleri (yk) (H&E: x100).



Şekil 3.9: G4 ultrasonik sistemli pin boşluğu çevresi nötrofil toplulukları (*) (H&E: x40)

G3 defektlerinin 3 tanesinde (G3-2, G3-6, G3-7) vida yuvalarında nötrofil toplulukları izlendi.

Titanyum vida boşluklarının çevresinde fibröz doku + kemik trabekülleri mevcut iken ultrason destekli rezorbe olabilen pin boşluklarının çevresinde daha çok fibröz dokunun bulunduğu dikkati çekti.

3.2. İstatistiksel Analiz Sonuçları

Deneklerden alınan 5 farklı fotoğrafın ortalaması alınarak her bir denek için yeni kemik oluşum miktarı belirlendi. Gruplarda bu değerlerin dağılımında Shapiro-Wilk testi ile kullanıldı. Grupların ikili karşılaştırmalarında Student-t testi kullanıldı. Oluşan yeni kemik miktarı ortalama $\pm$ standart (ort $\pm$ ss) ile gösterildi. Gruplarda yeni oluşan kemik doku içeriği için sayı (%) verildi.

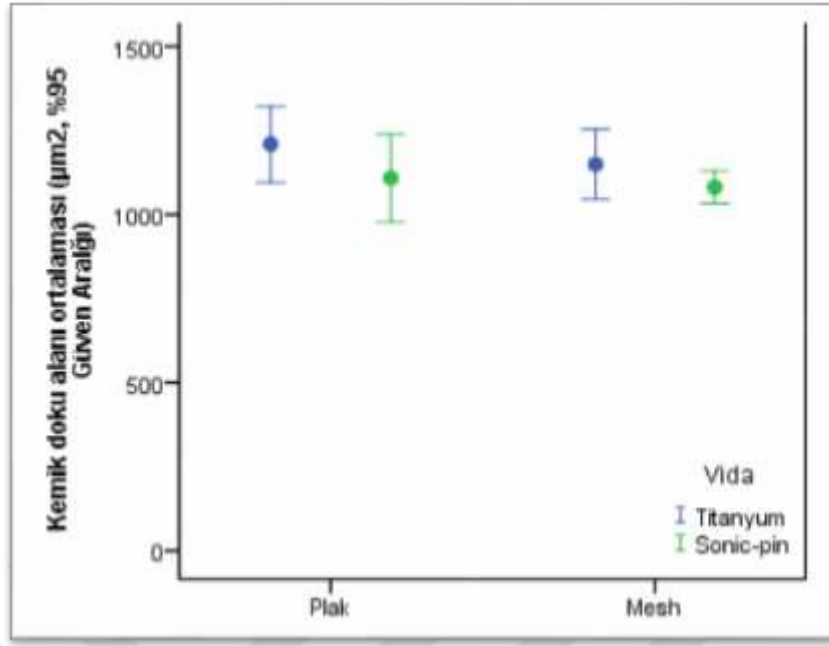
Yeni oluşan kemik miktarı bakımından gruplar iki yönlü ANOVA ile karşılaştırıldı. Gözelerdeki sayı yetersizliği nedeniyle doku içeriğine ilişkin test istatistiği verilemedi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ kabul edildi.

İstatistiksel analizler ve hesaplamalar için IBM SPSS Statistics 21,0 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21,0. Armonk, NY: IBM Corp.) programı, grafik çizimi için Microsoft Office Excel 2013 kullanıldı.

Dört deney grubu için yeni oluşan kemik doku miktarlarının ortalaması, G1'deki (Plak+Ti) denekler için ortalama $1210,23 \pm 122,03 \mu\text{m}^2$, G2'deki (Plak+pin) denekler için ortalama $1109,12 \pm 140,28 \mu\text{m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer G3'deki (Mesh+Ti) deneklerde ortalama $1150,26 \pm 113,86 \mu\text{m}^2$, G4'deki (Mesh+pin) deneklerde ortalama $1082,37 \pm 53,02 \mu\text{m}^2$ olarak elde edilmiştir. Bu dört grubun ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde bulunamamıştır ($F=0.154$, $p=0.699$) (Tablo 3.3)(Grafik 3.1).

Tablo 3.3: Gruplarda yeni oluşan kemik doku ortalamaları.

Kemik doku	Plak	Mesh	Test	
Alanı (μm^2)	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	İstatistiği	p
Titanyum	1210,23 $\pm$ 122,03	1150,26 $\pm$ 113,86	0,154	0,699
Pin	1109,12 $\pm$ 140,28	1082,37 $\pm$ 53,02		
Toplam	1159,68 $\pm$ 136,78	1116,31 $\pm$ 92,31	1,046	0,317



Grafik 3.1: Gruplarda kemik doku alanının dağılımı

Mesh (G1+G2) ve Plak (G3+G4) gruplarının karşılaştırılmasında iki grup arasında yeni kemik oluşma miktarı açısından farklılık olup olmadığı Student-t testi ile test edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.4: Mesh ve Plak gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi.

	Sayı	Ortalama	Standart sapma
Mesh (G1+G2)	14	1116,31	92,31
Plak (G3+G4)	14	1159,68	136,78

Titanyum vida/mesh ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh ile fikse edilen örneklerde (G1+G2) oluşan yeni kemik miktarı ortalama 1116,31 μm^2 iken, Titanyum vida/plak ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak ile fikse edilen örneklerde (G3+G4) oluşan yeni kemik miktarının ortalaması 1159,68 μm^2 'dir. Yeni oluşan kemik miktarı plak uygulanan gruplarda (G3+G4) daha yüksektir. (p=0,317)

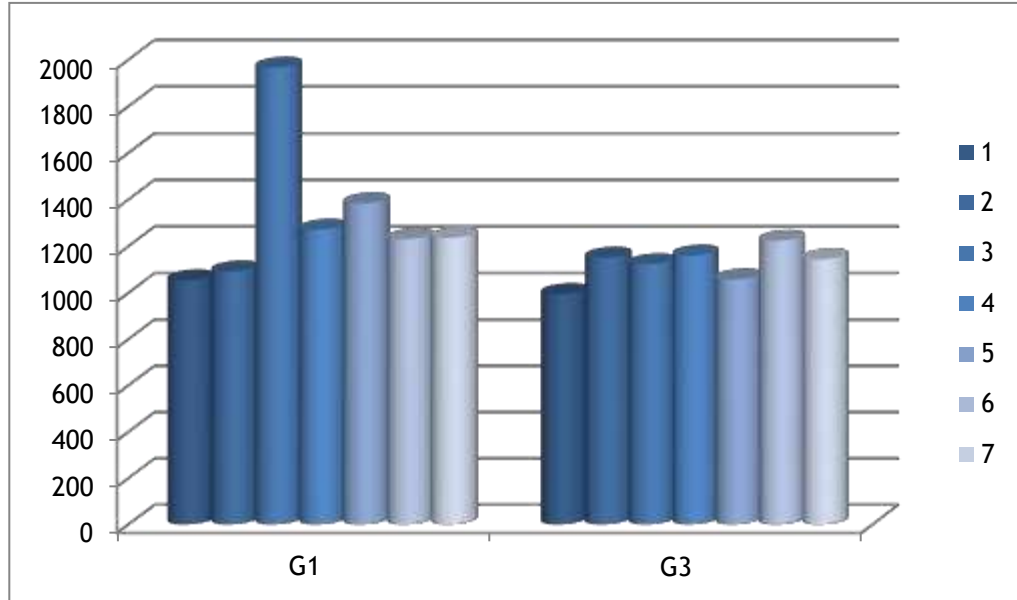
$p=0,317>0,05$ olduğundan mesh (G1+G2) ve plak (G3+G4) kullanılan örnekler arasında yeni oluşan kemik miktarı bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Titanyum vida/plak (G1) ve titanyum vida/mesh (G3) gruplarının karşılaştırılmasında iki grup arasında yeni kemik oluşma miktarı bakımından farklılık olup olmadığı Student-t testi ile test edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.5: G1 ve G3 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi.

	Sayı	Ortalama	Standart sapma
G1 (Plak + Ti)	7	1210,23	122,03
G3 (Mesh+Ti)	7	1150,26	113,86

Titanyum vida/plak ile fikse edilen (G1) örneklerde oluşan yeni kemik miktarı ortalama $1210,23 \mu\text{m}^2$ iken, titanyum vida/mesh ile fikse edilen (G3) örneklerde oluşan yeni kemik miktarının ortalaması $1150,26 \mu\text{m}^2$ 'dir. Yeni oluşan kemik miktarı G1 (Plak+Ti) grubunda daha yüksektir. ($p=0,360$)



Grafik 3.2: G1 ve G3 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).

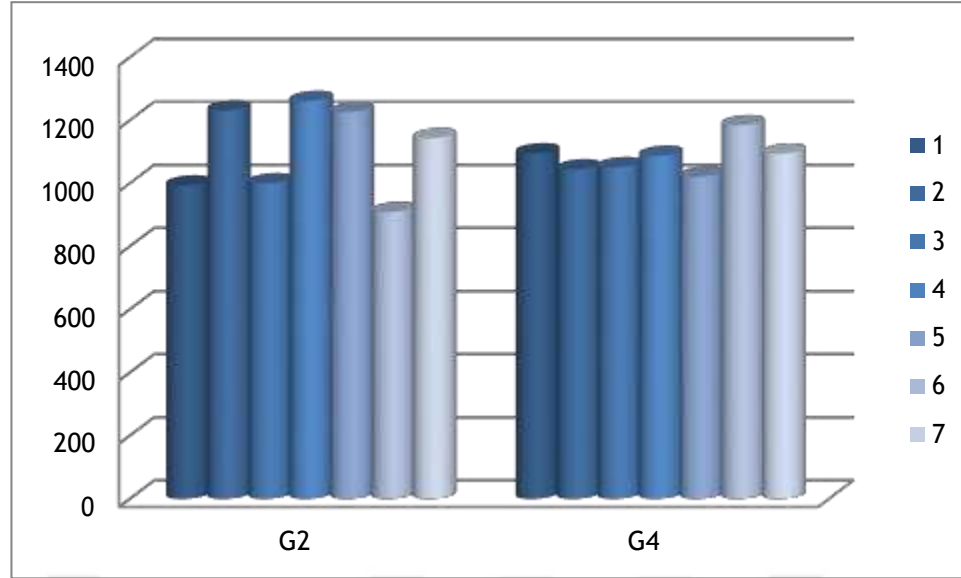
$p=0,360>0,05$ olduğundan G1 (Plak + Ti) grubunda yeni oluşan kemik miktarı G3 (Mesh+Ti) grubuna göre daha yüksek bulunmuş ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak (G2) ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh (G4) gruplarının karşılaştırılmasında iki grup arasında yeni kemik oluşma miktarı bakımından farklılık olup olmadığı Student-t testi ile test edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.6: G2 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi.

	Sayı	Ortalama	Standart sapma
G2 (Plak + pin)	7	1109,12	140,28
G4 (Mesh+pin)	7	1082,37	53,02

Ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak ile fikse edilen (G2) örneklerde oluşan yeni kemik miktarı ortalama $1109,12 \mu\text{m}^2$ iken, ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh ile fikse edilen (G4) örneklerde oluşan yeni kemik miktarının ortalaması $1082,37\mu\text{m}^2$ 'dir. Yeni oluşan kemik miktarı G2 (pin/plak) grubunda daha yüksektir. ($p=0,645$)



Grafik 3.3: G2 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (µm²).

$p=0,645>0,05$ olduğundan G2 (Plak + pin) grubunda yeni oluşan kemik miktarı G4 (Mesh+pin) grubuna göre daha yüksek bulunmuş ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir.

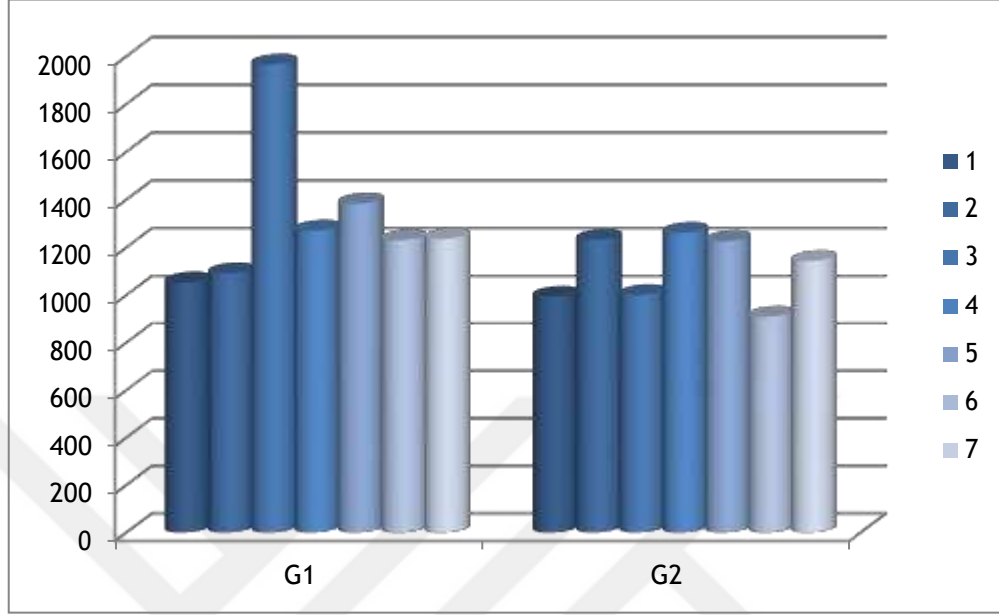
Titanyum vida/plak (G1) ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak (G2) gruplarının karşılaştırılmasında iki grup arasında yeni kemik oluşma miktarı bakımından farklılık olup olmadığı Student-t testi ile test edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.7: G1 ve G2 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi.

	Sayı	Ortalama	Standart sapma
G1 (Plak + Ti)	7	1210,23	122,03
G2 (Plak+pin)	7	1109,12	140,28

Titanyum vida/plak ile fiks edilen (G1) grubu örneklerde oluşan yeni kemik miktarı ortalama $1210,23\mu\text{m}^2$ iken, ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak ile fiks edilen (G2) grubu örneklerde oluşan yeni kemik miktarının ortalaması

1150,26 μm^2 'dir. Yeni oluşan kemik miktarı G1 (vida/plak) grubunda daha yüksektir (p=0,176).



Grafik 3.4: G1 ve G2 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).

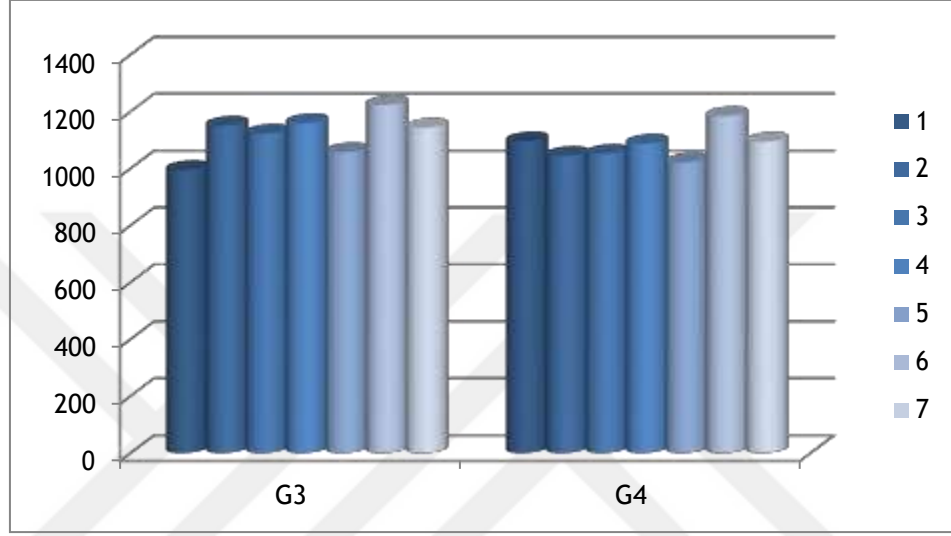
p=0,176>0,05 olduğundan G1 (Plak + Ti) grubunda yeni oluşan kemik miktarı G2 (Plak+pin) grubuna göre daha yüksek bulunmuş ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Titanyum vida/mesh (G3) ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh (G4) gruplarının karşılaştırılmasında iki grup arasında yeni kemik oluşma miktarı bakımından farklılık olup olmadığı Student-t testi ile test edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.8: G3 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarlarının değerlendirilmesi.

	Sayı	Ortalama	Standart sapma
G3 (Mesh + Ti)	7	1150,26	113,86
G4 (Mesh +pin)	7	1082,37	53,02

Titanyum vida/mesh ile fikse edilen (G3) örneklerde oluşan yeni kemik miktarı ortalama $1150,26\mu\text{m}^2$ iken, ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh ile fikse edilen (G4) örneklerde oluşan yeni kemik miktarının ortalaması $1082,37\mu\text{m}^2$ 'dir. Yeni oluşan kemik miktarı G3 (vida/mesh) grubunda daha yüksektir ($p=0,178$).



Grafik 3.5: G3 ve G4 gruplarında yeni oluşan kemik miktarları (μm^2).

$p=0,178>0,05$ olduğundan G3 (Mesh + Ti) grubunda oluşan yeni kemik miktarı G4 (Mesh+pin) grubuna göre daha yüksek bulunmuş ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Örneklerde gözlenen iyileşme derecelerinin skorlanmasına göre; Gözelerdeki sayıların yetersizliği nedeniyle istatistiksel bir çıkarım yapılamamıştır. Bu nedenle skorlama değerleri % olarak verilmiştir. Buna göre; tüm örneklerde genellikle skor 5 dağılımı izlendi. Gruplar bazında değerlendirildiğinde G1 grubunda 5 örnekte (%71,4), G2 ve G3 grubunda 6 örnekte (%85,7), G4 ile fikse grubunda 4 örnekte (%57,1) yeni oluşan kemik dokuları içeriği skor 5 türündeydi (Tablo 3.10).

Tablo 3.10: Kırık hatlarındaki iyileşme derecelerinin dağılımı.

	2	5	6
Gruplar	n (%)	n (%)	n (%)
G1	0 (0,0)	5 (71,4)	2 (28,6)
G2	0 (0,0)	6 (85,7)	1 (14,3)
G3	0 (0,0)	6 (85,7)	1 (14,3)
G4	1 (14,3)	4 (57,1)	2 (28,6)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mandibula kırıkları çocuk hastalarda en sık gözlenen maksillofasiyal kırıklardır (Theologie-Lygidakis ve ark. 2016). Ancak mandibula kırıklarının tedavisi çocuk hastalarda çok daha karmaşıktır. Çocuk hastaların yetişkin hastalara göre yaşlarıyla orantılı olarak kemiklerin boyutları daha küçüktür ve primer veya karışık dişlenme döneminde çenelerde bulunun daimi diş germi nedeni ile osteosentez materyallerinin uygulanabileceği güvenli alan miktarı daha azdır. Ayrıca bu hastalarda büyüme ve gelişim devam etmekte ve kırık hatlarında yetişkin hastalara göre daha hızlı bir iyileşme görülmektedir. Yine çocuk hastaların kooperasyonunda karşılaşılan zorluklar ve yetişkin hastalara göre daha fazla vakada genel anestezi ihtiyacı oluşması gibi etkenler çocuk hastalarda mandibula kırıklarının tedavisini yetişkin hastalara göre daha komplike bir hale getirmektedir (Iatrou ve ark. 2010).

Çocuklarda, yetişkinlere göre kemiklerin daha elastik yapıda olması nedeniyle çoğunlukla yaş ağaç veya deplasman gözlenmeyen mandibula kırıkları oluşmaktadır ve bu kırıklar kapalı redüksiyon ve konservatif tedavi yöntemleri ile tedavi edilebilmektedir. Ancak fragmanlarda yer değiştirme gözlenen, mandibula fonksiyonlarını etkileyen ve fasiyal simetrinin bozulduğu durumlarda ise konservatif yöntemler yerine açık redüksiyon teknikleri tercih edilmektedir (Luhr 1998).

Mandibula kırıklarının açık redüksiyon ile tedavisinde titanyum fiksasyon sistemleri güvenilir bir yöntem olarak belirtilmesine rağmen bazı dezavantajları mevcuttur. Palpe edilebilmesi, termal ısı hassasiyeti oluşturabilmesi, radyolojik görüntülemelerde artefakt oluşturması, çocuk hastalarda kraniofasiyal cerrahide transkraniyal migrasyon görülebilmesi ve büyümeyi sınırlandırabilmesi ve çıkarılması için ikinci bir cerrahi operasyon gerektirmesi en önemli dezavantajlarıdır (Cohen ve ark. 2001, Schmidt ve ark. 1998).

Titanyum fiksasyon sistemleri uygulandığı andaki formunu büyük oranda değişmeden korumaktadırlar ve bu durum çocukların hızlı büyüme, rejenerasyon ve remodelling dönemleri ile kuvvetli etkileşime girebilmektedir. Özellikle mandibulaya uygulanan metal plak ve vidaların, kemik büyümesini ve gelişimini,

dişlenmeyi etkileyeceği düşüncesi ile çıkarılması gerekebilmektedir. Rijit fiksasyon materyallerinin çocuk hastalarda büyümeyi sınırlandıracağı tartışmalı bir konudur, yapılan hayvan çalışmalarında kraniyal ve orta yüzde süturlar üzerine yerleştirilen plakların büyümeyi sınırlandırdığı gözlenmiştir. Ancak bu çalışmalarda kullanılan hayvanların insanlara oranla çok daha hızlı büyüme gösterdiği unutulmamalıdır (Koltai ve Rabkin 1996). Smith ve ark. (2013), mandibula kırığı gözlenen tedavi ettikleri 120 çocuk hasta üzerinde yaptıkları çalışmada yalnızca 2 hastada büyüme geriliği gözlendiğini bildirmişlerdir (Smith ve ark. 2013). Iatrou ve ark. (2015) ise çocuklarda mandibula angulus kırıklarının açık redüksiyon ile tedavisinde titanyum fiksasyon materyalleri kullanmış, iyileşmeyi takiben postoperatif 3-12 aylarda büyüme ve gelişimi bozmamak için tüm hastalardan fiksasyon materyallerini çıkarmışlardır (Iatrou ve ark. 2015).

Titanyum materyallerin çıkarılması işlemi ise ek anestezi, cerrahi ve ek maliyet demektir ayrıca bu materyallerin çıkarılması sırasında iyileşmiş yapılara tekrar hasar verilme riski mevcuttur. Bu amaçla rezorbe olabilen fiksasyon sistemlerinin kullanımı, özellikle hızlı büyüme döneminde olan çocuklarda giderek daha ön plana çıkmaktadır.

Rezorbe olabilen fiksasyon sistemleri çocuklarda maksillofasiyal kırıklarda başarı ile uygulanmaktadır ancak titanyum plaklara oranla rezorbe olabilen plakların kuvvetlere daha az dayanıklı olması nedeni ile mandibula kırıklarının tedavisinde yüksek kuvvetlerin olduğu angulus gibi bölgelerde titanyum fiksasyon sistemlerine alternatif olamayacakları bildirilmiştir (Bayram ve ark. 2009).

Yapılan bu tez çalışmasında da çocuklarda meydana gelen mandibula korpus kırıklarının tedavisinde farklı fiksasyon tekniklerinin başarısı oluşturulan tavşan modelinde araştırılmıştır.

Oral cerrahi ve implantoloji araştırmalarında tavşan modelleri uzun bir süredir kullanılmaktadır. Tavşanın uygun boyutta ve ekonomik olması, fizyolojik özelliklerinin insanlarla karşılaştırılabilir olması hayvan çalışmalarında sıkça kullanılmasına neden olmaktadır. Ancak tavşan modeli kullanılmasının en önemli nedeni tavşanların iskeletsel maturasyona 6 ay gibi kısa bir süre içinde

erişebilmeleridir (Campillo ve ark. 2014). Kemik turnover hızları da primatlar ve diğer kemirgenlere oranla daha fazladır (Castañeda ve ark. 2006). Bizim de çalışmamızda gerek mandibulanın deneysel çalışmalar için yeterli derecede büyük olması gerekse de cerrahi ulaşımının kolay olması ve maliyetinin düşüklüğü nedeniyle deney hayvanı olarak tavşan tercih edilmiş, çocuklarda mandibula kırık modeli oluşturulması amacıyla büyüme ve gelişimleri devam eden 6-8 haftalık tavşanlar kullanılmıştır.

Lundgren ve ark. (1995), tavşan mandibulalarında deneysel olarak oluşturdukları kırık hatlarında, oluşturulan cerrahi uyaran ile kırık bölgesinde normalden çok daha hızlı bir kemik iyileşmesi gözlendiğini, tam bir iyileşme için 8 haftalık sürenin yeterli olduğunu belirtmişlerdir (Lundgren ve ark. 1995). Roberts ve ark. (1984) ise yapmış oldukları çalışmada tavşanda kemik oluşumunun yaklaşık olarak 6 hafta sonunda gerçekleştiğini ve rezorbsiyon fazı ile reversal fazın yaklaşık olarak 2 hafta daha sürdüğünü rapor etmişlerdir (Roberts ve ark. 1984). Bu bilimsel veri ışığında, çalışmamızda tavşanlarda kemik iyileşmesinin 50-60 gün arasında tamamlandığını göz önünde bulundurarak, deney süresi 8 hafta olarak belirlenmiştir.

Tavşan mandibulalarında oluşturulan korpus kırıkları rezorbe olabilen plak ve vidalar ile titanyum plak ve vidalar kullanılarak fiks edilmiş ve yapılan direnç testlerinde korpus kırıklarının fiksasyonunda kullanılan rezorbe olabilen osteosentez materyallerinin mekanik olarak titanyum osteosentez materyalleri kadar dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Rodríguez-Chessa ve ark. 2014). Atali ve ark. (2016) tavşan mandibulalarında oluşturdukları korpus kırıklarını rezorbe olabilen plak ve vidalarla fiks etmişler ve 3 ay sonra yapılan incelemede kırık hattının keçe kemik ve kallus ile tamamen iyileştiğini bildirmişlerdir (Atali ve ark. 2016). Stanton ve ark. (2014) mandibular simfiz, parasimfiz, korpus veya angulus kırığı gözlenen 15 çocuk hastada rezorbe olabilen plak ve vidalar kullanarak oluşan mandibula kırıklarını tedavi etmişler ve rezorbe olabilen materyallerin çocuklarda mandibula kırıklarında başarılı bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Stanton ve ark. 2014). Yine yapılan birçok klinik çalışmada rezorbe olabilen vida ve plak sistemlerinin çocuklarda mandibula kırıklarında başarı ile kullanılabileceği bildirilmiştir (Eppley 2002, Ferretti 2008, Singh ve ark. 2016). Literatürde rezorbe olabilen vida/plak kombinasyonlarının

mandibula kırıklarının tedavisindeki başarısını ortaya koyan bu çalışmalar varken rezorbe olabilen plakların titanyum vidalar ile kombine olarak kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca rezorbe olabilen plak ve meshlerin ultrason destekli rezorbe olabilen pinlerle mandibula korpus kırıklarının tedavisinde kombine olarak kullanımları ile ilgili bir çalışma bulunmaması bu tez çalışmasının planlanmasına neden olmuştur.

Mandibula kırıklarının fiksasyonunda mesh kullanılmasının en önemli avantajı bölge anatomisine hızlı ve uygun bir şekilde adapte edilerek operasyon süresinin kısaltması, ayrıca sağladığı semirijit fiksasyon sayesinde kırık hatlarında fonksiyonel iyileşme sağlanabilmesidir. Çok yaygın olmamakla birlikte bükülebilen titanyum meshler yetişkin hastalarda mandibula kırıklarında uzun süredir kullanılmaktadırlar (Cobetto ve ark. 1983, Habn ve Corgill 1969, Zallen ve Fitzgerald 1976).

Chakraborty ve ark. (2011) mandibula kırığı gözlenen 252 yetişkin hastada kırık hatlarının fiksasyonunda paslanmaz çelik meshler kullanmış, kabul edilebilir komplikasyon oranları, postoperatif okluzyonun ve çiğneme fonksiyonlarının kazandırılması yönünden miniplak fiksasyonu ile benzer sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca mesh ile fikse edilen aynı vakalarda kullanılabilecek iki adet 4 delikli miniplakların kalınlığının ve ağırlığının meshe göre daha fazla olduğunu bu yöntem ile daha az miktarda osteosentez materyali kullanıldığını belirtmişlerdir. Ancak meshin mental foramen çevresi ve angulus bölgesinde uyumlandırmasında yaşanabilecek problemlerin bir dezavantaj olduğunu bildirmişlerdir (Chakraborty ve ark. 2011).

Yapılan başka bir çalışmada ise kompleks mandibula kırıklarının fiksasyonunda BT görüntüleri yardımıyla kişiye özel üretilen titanyum meshlerin başarılı bir şekilde kullanıldığını ve mandibulanın kaybolan anatomik yapısının yeniden kazandırıldığını belirtmişleridir (Ma ve ark. 2017).

Titanyum meshlerin kemik iyileşmesi sonrası çıkarılması gerektiği durumlarda bölgeden uzaklaştırılmasındaki zorluklar rezorbe olabilen mesh materyallerinin kullanımını gündeme getirmiştir. Rezorbe olabilen mesh materyali kraniyomaksillofasiyal cerrahide özellikle çocuk hastalarda orta yüz ve kraniyal kırıkların fiksasyonunda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Kumar ve ark. 1997).

Ancak bu materyalin stabilizasyonunda karşılaşılan problemler özellikle torsiyon kuvvetlerinin etkili olduğu bölgelerde kullanımını engellemektedir. KLS Martin tarafından geliştirilen SonicWeldRX® sistemler ultrason ile aktive edilen pinler yardımıyla fikse edilen rezorbe olabilen plak ve meshlerden oluşmaktadır. Bu sistemde pinler ultrason ile aktive edilerek kemik içinde hazırlanan yuvalara fikse olurken aynı zamanda mesh ya da plak materyaline de tutunurlar ve böylece daha dayanıklı kompleks bir yapı oluşturmaktadırlar (Eckelt ve ark. 2007). Bu nedenle çalışmamızda meshlerin titanyum vida ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin ile fiksasyonunu içeren iki ayrı grup oluşturuldu.

Eckelt ve ark. (2007) ultrason destekli rezorbe olabilen pinler ve rezorbe olabilen ResorbX meshler ile birlikte kraniyosinoztoz hastası infantlarda kullanmışlar ve titanyum plaklarla karşılaştırıldıklarında yeterli stabiliteyi sağladıkları, biyolojik olarak uyumlu oldukları ve cerrahi süresini kısalttıkları için avantajlı olduklarını belirtmişlerdir (Eckelt ve ark. 2007). Biz de çalışmamızda rezorbe olabilen mesh/pin kombinasyonunun mandibula korpus kırıklarının tedavisinde başarılı olduğunu bulduk.

Meara ve ark. (2012), 103 hastada lefort 1 osteotomisi sonrası maksillanın fiksasyonunda rezorbe olabilen mesh ve ultrason destekli rezorbe olabilen pinleri kullanmışlar, postoperatif 12 aylık takipte bir hastada maksillada mobilizasyon, 2 hastada steril apse formasyonuna bağlı olarak gelişen ağrı ve şişlik gördüklerini bildirmişler. Yazarlar bu sistemin lefort 1 osteotomisi sonrası maksillanın fiksasyonunda kullanılabilecek yeterli direnci gösterdiği, uygulamasının kolay olduğunu ve cerrahi süresini kısalttığını belirtmişlerdir (Meara ve ark. 2012).

Orta yüz kırıklarının tedavisinde ultrason destekli rezorbe olabilen pin ve rezorbe olabilen vidaların başarısı ile ilgili yapılan bir çalışmada ultrason destekli fiksasyon sistemleri titanyum vida ve plaklarla karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda zigomatik kırıkların tedavisinde ultrason destekli rezorbe olabilen pinlerin açılı yerleştirilmesi gerektiği durumlarda da yeterli stabiliteyi sağlayabildiği, özellikle erişimi zor bölgelerdeki kırıkların tedavisinde ultrason destekli fiksasyon tekniklerinin tercih edilebileceği belirtilmiştir (Carron ve ark. 2014).

Shanti ve ark. (2015) 2 hastada bildirdikleri geniş segmental devamsızlık gözlenen mandibula defektlerinin rekonstrüksiyonunda kullanılan otojen ve allojen greftlerin stabilizasyonu için ultrason destekli rezorbe olabilen mesh ve pinler kullanmışlardır. 10 ay sonra yapılan kontrollerde greftlerin yerlerinde durduğu ve mandibular asimetrinin bozulmadığını bildirmişlerdir (Shanti ve ark. 2015).

El-Saadany ve ark. (2015) yaşları 2 – 10 arasında değişen mandibula kırığı gözlenen 8 çocuk hastada (5 hastada parasimfiz, 2 hastada simfiz, 1 hastada korpus kırığı) mandibula kırıklarının tedavisinde rezorbe olabilen plak ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin kullanmışlardır. Hastaların 6 aylık takipleri sonucunda tüm hastalarda başarılı bir şekilde iyileşme sağladıklarını, iki hastada skar oluşumu gözlediklerini, yalnızca parasimfiz kırığı gözlenen bir hastada operasyon sonrası minör bir malokluzyon gözleendiği ancak elastikler yardımıyla düzeltilmiştir. Ultrason destekli rezorbe olabilen fiksasyon sistemlerinin çocuklarda mandibula kırıklarının tedavisinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ancak yüksek maliyeti ve rezorbe olabilen plakların boyutlarının büyük olması nedeniyle çocuk hastalarda simfiz bölgelerinde çift plak uygulamasını zorlaştıracığını bildirmişlerdir (El-Saadany ve ark. 2015). Bu nedenle çalışmamızda rezorbe olabilen mesh materyalinin iyi bir alternatif olabileceği düşünülmüştür.

Orta yüz ve maksillada rezorbe olabilen mesh/pin kombinasyonlarının kullanımı ile ilgili detaylı çalışmalar bulunmasına karşın, bildiğimiz kadarıyla rezorbe olabilen mesh materyalinin ultrason destekli rezorbe olabilen pinlerle birlikte mandibula kırıklarının tedavisinde kullanımı ile ilgili yalnızca iki çalışma mevcuttur. Schneider ve ark. (2012) ResorbX mesh ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin sistemlerini kondiler taban veya boyun kırığı bulunan hastada kullanmışlar. Operasyon öncesi hazırlanan hastaların cerrahi modelleri üzerinde sıcak suda yumuşatılan rezorbe olabilen meshi şekillendirmiş ve oda ısısında sertleştikten sonra operasyon bölgesine ultrason destekli pinler yardımıyla fikse etmişler ve kondil kırıklarının tedavisinde başarılı bir şekilde kullanılabileceğini rapor etmişlerdir (Schneider ve ark. 2012).

Aldana ve ark. (2012) kraniyosinotoz ve maksillofasiyal kırık gözlenen 37 çocuk hastayı ultrason destekli rezorbe olabilen pinler ve mesh ile tedavi etmişler.

Tedavi edilen 16 maksillofasiyal kırık hastasından 3 tanesinin mandibula kırığı bulunduğunu bildirmişler ancak bu kırıkların konumu ya da şiddeti hakkında bir bilgi vermemişlerdir. Tedavi edilen mandibula kırığı bulunan bir hastada fiksasyon materyallerinin çıkarılması gerektiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak kemik fragmanların yüksek kuvvetlere maruz kaldığı alanlarda bile ultrason destekli rezorbe olabilen pin ve meshler ile stabilizasyon sağlanabileceğini ve uzun dönemde estetik sonuçlarında başarılı bulunduğunu bildirmişlerdir (Aldana ve ark. 2012). Literatürde araştırdığımız kadarıyla ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh sistemlerin çocuklarda mandibula kırıklarının tedavisinde kullanımıyla ilgili yalnızca bu üç vaka dışında çalışma bulunmamaktadır. Literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi amacıyla bu çalışma planlanmıştır ve rezorbe olabilen mesh/pin sisteminin çocuklarda mandibula korpus kırıklarının tedavisinde iyi bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.

Titanyum vida/mesh ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh kullanılarak fikse edilen deney gruplarında oluşan yeni kemik miktarı, titanyum vida/plak ve ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak kullanılarak fikse edilen deney gruplarına göre daha düşük bulunmuştur. Ancak rezorbe olabilen mesh ve rezorbe olabilen plak grupları arasında yeni oluşan kemik miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmamızda ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak ile fikse edilen deney grubu ile ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh ile fikse edilen deney grubu karşılaştırıldığında, rezorbe olabilen plak kullanılan deney grubunda yeni oluşan kemik miktarının rezorbe olabilen mesh kullanılan deney grubuna göre daha fazla olduğu ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

Rezorbe olabilen plak ve meshlerin fiksasyonunda ultrason destekli pinlerin kullanılması materyalin rezorbe olması nedeniyle kemik iyileşmesi sonrasında uzaklaştırılması ihtiyacının olmaması, titanyum veya rezorbe olabilen vidaların yerleştirilmesi sırasında uygulanan kuvvet nedeni ile hareketli kırık fragmanların deplasmanının önlenmesi ve özellikle kondil kırıklarında medial perforasyon görülme riskinin daha az olması nedeniyle tercih edilmektedir. Ayrıca

uygulamalarının rezorbe olabilen vidalara göre daha basit olması ve operasyon süresini kısaltmaları diğer önemli avantajlarıdır (Schneider ve ark. 2011).

Pilling ve ark. tarafından 2007 yılında yapılan bir çalışmada rezorbe olabilen geleneksel materyallerle, rezorbe olabilen ultrason destekli materyaller karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada koyun kafataslarında oluşturulan bilateral kırık hatları, tek tarafta rezorbe olabilen vida/mesh, diğer tarafta ise rezorbe olabilen ultrason destekli pin/mesh ile fiks edilmiştir. Deneklerin farklı zamanlarda sakrifiye edilmesiyle gerilim ve eğilme kuvvetleri karşılaştırılmıştır ve iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ultrason destekli rezorbe olabilen pinlerin kullanımı operasyon süresini kısalttığı belirtilmiştir. Ayrıca vida kullanımına bağlı oluşabilecek komplikasyonların (vidanın torklanmasına bağlı yiv kırıkları) olmaması da bir diğer önemli avantaj olarak belirlenmiştir (Pilling ve ark. 2007).

Ultrason destekli pinlerin mekanik özelliklerinin rezorbe olabilen vidalarla karşılaştırıldığı bir çalışmada ultrasonik sistemli pinlerin sertliklerinin ve bükülme dirençlerinin rezorbe olabilen vidalara göre çok daha yüksek olduğu ancak torsiyon kuvvetlerine karşı her iki materyalin eşit direnç gösterdiği bildirilmiştir (Buijs ve ark. 2009).

Lee ve ark. (2013) zigomatiko-maksiller kırıkların tedavisinde, 35 hastada ultrason destekli rezorbe olabilen materyaller ve geleneksel kortikal vida ve plakların başarısını karşılaştırmışlar. Sonuçta iyileşme periyodunda ve sonrasındaki takiplerde hiçbir hastada herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmamıştır. Bunun yanında ultrason destekli rezorbe olabilen materyallerle tedavi edilen hastaların ortalama operasyon süresi geleneksel yöntemle tedavi edilen hastaların ortalama operasyon süresinden 30 dk daha kısa olarak belirtilmiştir (Lee ve Park 2013).

Abdel-Galil (2008) tarafından yapılan bir vaka sunumunda ise bilateral diakapitüler kondil fraktürü olan bayan hastanın tedavisinde ultrason destekli rezorbe olabilen pinler kullanılmıştır. Altı hafta sonra hastanın mandibular hareketleri; interinsizal mesafe 40mm ve lateral hareketler 7mm olarak belirtilmiştir (Abdel-Galil ve Loukota 2008).

Yapılan birçok çalışma ve klinik uygulama sonucunda titanyum vidaların stabilitesi ve plakların fiksasyonundaki başarısı bilinmektedir (Bayram ve ark. 2009, Esen ve ark. 2008). Çalışmamızda deney gruplarımızdan birinde rezorbe olabilen plaklar titanyum vidalarla fiks edilmiştir. Bu deney grubunun oluşturulmasındaki amaç çocuk hastalarda mandibula kırıklarının tedavisinde rezorbe olabilen plakların titanyum vidalar ile fiksasyonu, hem plakların stabilitesini arttıracak hem de rezorbe olabilen vidalara göre çok daha ekonomik olacağı düşünülmektedir. Rezorbe olabilen plaklar zamanla rezorbe olacağı için titanyum vidaların tek başlarına kalması çocukların büyümesini sınırlamayacağı, ikinci bir operasyonla rutin olarak çıkarılmasına gerek kalmayacağı düşünülmüştür. Yapılan çalışmalarda titanyum vidaların üzerinin açılması ya da gevşediği durumlarda, enfeksiyon, ağrı, şişlik ve vidanın üzerini örten mukozada incelmeye meydana gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda titanyum vidaların çıkarılması gerekmektedir (Ellis ve ark. 1996, Haers ve ark. 1998). Ancak yapılan bu tez çalışmasında hem rezorbe olabilen plak kullanılan hem de mesh kullanılan ve titanyum vida ile fiksasyon sağlanan deneklerin hiçbirinde vida kaybı ya da vida üzerindeki yumuşak dokunun açılması gözlenmemiştir. Yapılan ölçümlerde de kırık hattında en fazla yeni kemik dokusu oluşumu rezorbe olabilen plak ve titanyum vida ile fiksasyon sağlanan deney grubunda ölçülmüştür.

Literatürde titanyum vidalar ile ultrason destekli rezorbe olabilen pinlerin karşılaştırıldığı çalışmalar incelendiğinde, diakapitüler kondil kırıklarının fiksasyonunda ultrason destekli pinler ve titanyum vidaların başarısının karşılaştırıldığı bir hayvan çalışmasında, her iki grupta da 1-2 mm vertikal boyut kaybı gözlenmiştir. Ultrason destekli pinler ve titanyum vidalar ile tedavi edilen denekler arasında hem radyolojik hem de histolojik olarak belirgin bir fark olmadığını belirtmişlerdir (Schneider ve ark. 2013). Schneider ve ark. (2011) tarafından yapılan başka bir in vivo çalışmada toplam 20 koyun mandibular kondilinde unilateral olarak kırık hattı oluşturulmuştur. Bir gruba ultrason destekli rezorbe olabilen pin diğer gruba ise titanyum vida kırık fiksasyonu için kullanılmıştır. Üç aylık iyileşme periyodunun ardından sakrifiye edilen deneklerde tüm kırık hatlarında normal iyileşme gözlenmiştir. Ultrason destekli pinlerin düşük kuvvete maruz kalan bölgelerde kullanılabileceğini, bu limitasyonun ise pin ve

kemik arasındaki bağlantıdan kaynaklanmadığını, pin materyalinin kendisinden kaynaklandığını belirtmişlerdir (Schneider ve ark. 2011). Literatür incelendiğinde kuvvet maruz kalan alanlarda kullanımıyla ilgili bir çalışmaya rastlanamamıştır. Bu nedenle yaptığımız bu tez çalışmasında ultrason destekli rezorbe olabilen pinler, titanyum vidalar mandibula kırıklarında uygulanarak kırık iyileşmesi değerlendirilmiştir.

Tüm deney gruplarında kırık hatlarındaki iyileşme dereceleri değerlendirildiğinde genel olarak fibröz bağ dokusu ve daha az oranda kemik dokusu ile iyileşme gözlenmiştir.

Bu tez çalışmasında limitasyon, rezorbe olabilen vida kullanılarak fiksasyon sağlanan bir deney grubu bulunmamasıdır. Rezorbe olabilen vida ile fiksasyon sağlanan bir deney grubu daha oluşturularak, rezorbe olabilen meshlerin fiksasyonunda ultrasonik sistemli pinler ile karşılaştırılabilir. Ancak çalışmamızda ekonomik sebeplerden dolayı rezorbe olabilen vida kullanılamamıştır. Bir diğer limitasyon ise defekt alanının mikro tomografi kullanılarak değerlendirilememesidir. Bu da maddi olanaksızlıklar nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Deplasman gözlenen mandibula korpus kırıklarında da pin/mesh kompleksinin başarısı araştırılabilir.

Sonuçlar;

- Çalışmamızda immatür tavşan modellerinde oluşturulan korpus mandibula kırıklarının tedavisinde farklı fiksasyon teknikleri değerlendirilmiş ve oluşan yeni kemik miktarı histopatolojik olarak değerlendirilmiştir. Tüm gruplar incelendiğinde en fazla yeni kemik oluşumu titanyum vida/plak ile fikse edilen grupta tespit edilmiştir. En az kemik oluşumu ise ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh ile fikse edilen grupta gerçekleşmiştir. Ancak tüm gruplar arasında yeni oluşan kemik miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.
- Titanyum vida/plak kullanılarak fikse edilen grup ile ultrason destekli rezorbe olabilen pin/plak kullanılarak fikse edilen grup karşılaştırıldığında titanyum vida ile fiksasyon sağlanan grupta yeni kemik oluşumu daha

fazla olduğu gözlenmiştir. Yine titanyum vida/mesh ile fikse edilen grup ile ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh ile fikse edilen grup karşılaştırıldığında titanyum vida ile fikse edilen grupta yeni kemik oluşumu daha fazla gözlenmiştir. Bu sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

- Histopatolojik kesitlerde ultrason destekli rezorbe olabilen pin ve mesh ile fiksasyon sağlanan grupta bir denekte (G4-2) endokondral kemikleşme alanları dikkat çekti. Bunun sebebinin ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh materyalinin stabilizasyonundan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.
- Histopatolojik incelemede rezorbe olabilen plak ve meshlerin fiksasyonunda kullanılan bazı vida ve pin deliklerinin çevresinde nötrofil toplulukları izlenmiştir. Özellikle ultrason destekli pinler ile fiksasyon sağlanan gruplarda nötrofil birikiminin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bu durumun ultrason destekli pinlerin stabilitelerinin titanyum vidalara göre daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Ultrason destekli rezorbe olabilen pin/mesh sisteminin çocuklarda mandibula korpus kırıklarının tedavisinde etkin olarak kullanılabileceği hipotezimiz ultrason destekli pin/mesh grubunda kemik iyileşmesinin en kötü olmasına rağmen diğer gruplarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaması bu sistemin çocuklarda mandibula korpus kırıklarının tedavisinde alternatif bir yöntem kullanılabileceğini düşündürmüştür ve hipotezimiz doğrulanmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Abdel-Galil, K., & Loukota, R. (2008). Fixation of comminuted diacapitular fractures of the mandibular condyle with ultrasound-activated resorbable pins. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(6), 482–484. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2007.11.025>
- Adeyemo WL, A. O. (2011). A systematic review of the diagnostic role of ultrasonography in maxillofacial fractures. *Int J Oral Maxillofac Surg.*, 40, 655–661.
- Aldana, P. R., Wieder, K., Postlethwait, R. A., James, H. E., & Steinberg, B. (2012). Ultrasound-aided fixation of biodegradable implants in pediatric craniofacial surgery. *Pediatric Neurosurgery*, 47(5), 349–353. <https://doi.org/10.1159/000337874>
- An, J., Jia, P., Zhang, Y., Gong, X., Han, X., & He, Y. (2015). Application of biodegradable plates for treating pediatric mandibular fractures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43(4), 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.03.002>
- Andersson, L., Kahnberg, K.-E., & Pogrel, M. A. (Tony). (2010). *Oral and Maxillofacial Surgery*. Wiley-Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Atali, O., Gocmen, G., Aktop, S., Ak, E., Basa, S., & Cetinel, S. (2016). Bone healing after biodegradable mini-plate fixation. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 31(6), 364–370.
- Azevedo, A., Trent, R., & Ellis, A. (1998). Population-based analysis of 10,766 hospitalizations for mandibular fractures in California, 1991 to 1993. *The Journal of Trauma*, 45(6), 1084–1087. <https://doi.org/10.1097/00005373-199812000-00020>

- Bayram, B., Araz, K., Uckan, S., & Balcik, C. (2009). Comparison of Fixation Stability of Resorbable Versus Titanium Plate and Screws in Mandibular Angle Fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(8), 1644–1648. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.03.011>
- Bins, A., Oomens, M. A. E., Boffano, P., & Forouzanfar, T. (2015). Is there enough evidence to regularly apply bone screws for intermaxillary fixation in mandibular fractures? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 73(10), 1963–1969. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.03.072>
- Bishop, J. A., Palanca, A. A., Bellino, M. J., & Lowenberg, D. W. (2012). Assessment of compromised fracture healing. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 20(5), 273–282. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-20-05-273>
- Bobrowski, A. N., Torriani, M. A., Sonego, C. L., Carvalho, P. H. d. A., Post, L. K., & Chagas Júnior, O. L. (2017). Complications associated with the treatment of fractures of the dentate portion of the mandible in paediatric patients: a systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(4), 465–472. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.12.010>
- Boffano, P., Kommers, S. C., Karagozoglu, K. H., & Forouzanfar, T. (2014). Aetiology of maxillofacial fractures : a review of published studies during the last 30 years. *British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 52(10), 901–906. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2014.08.007>
- Boffano, P., Roccia, F., Zavatiero, E., Dediol, E., Uglešić, V., Kovačić, Ž., ... Forouzanfar, T. (2015). European Maxillofacial Trauma (EURMAT) project: A multicentre and prospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43(1), 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.10.011>
- Bos, R. R. M., Boering, G., Rozema, F. R., & Leenslag, J. W. (1987). Resorbable poly(L-lactide) plates and screws for the fixation of zygomatic fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(9), 751–753. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(87\)90194-7](https://doi.org/10.1016/0278-2391(87)90194-7)

- Buijs, G. J., Houwen, E. B. Van Der, & Bos, R. R. M. (2009). Mechanical Strength and Stiffness of the Biodegradable SonicWeld Rx Osteofixation System. *YJOMS*, 67(4), 782–787. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.07.022>
- Cahill, T. J., Gandhi, R., Allori, A. C., Marcus, J. R., Powers, D., Erdmann, D., ... Levinson, H. (2015). Hardware removal in craniomaxillofacial trauma a systematic review of the literature and management algorithm. *Annals of Plastic Surgery*, 75(5), 572–578. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000000194>
- Campillo, V. E., Langonnet, S., Pierrefeu, A., & Chaux-Bodard, A. G. (2014). Anatomic and histological study of the rabbit mandible as an experimental model for wound healing and surgical therapies. *Laboratory Animals*, 48(4), 273–277. <https://doi.org/10.1177/0023677214540635>
- Carinci, F., Arduin, L., Pagliaro, F., Zollino, I., Brunelli, G., & Cenzi, R. (2009). Scoring Mandibular Fractures: A Tool for Staging Diagnosis, Planning Treatment, and Predicting Prognosis. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 66(1), 215–219. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318194560b>
- Carron, M. A., Zuliani, G., Pereira, L., Abuhamdan, M., Thibault, A., Dau, N., & Bir, C. (2014). Stability of midface fracture repair using absorbable plate and screw system pilot holes drilled and pin placement at angles other than 90. *JAMA Facial Plastic Surgery*, 16(1), 42–48. <https://doi.org/10.1001/jamafacial.2013.1404>
- Castañeda, S., Largo, R., Calvo, E., Rodríguez-Salvanés, F., Marcos, M. E., Díaz-Curiel, M., & Herrero-Beaumont, G. (2006). Bone mineral measurements of subchondral and trabecular bone in healthy and osteoporotic rabbits. *Skeletal Radiology*, 35(1), 34–41. <https://doi.org/10.1007/s00256-005-0022-z>
- Chakraborty, S., Ghosh, S., Burman, R., & Ray, A. (2011). Seven-year retrospective clinical study evaluating efficacy of stainless steel mesh in mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(10), 2608–2612.

<https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.02.110>

Choi, B. H., Yi, C. K., & Yoo, J. H. (2001). Clinical evaluation of 3 types of plate osteosynthesis for fixation of condylar neck fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(7), 734–737. <https://doi.org/10.1053/joms.2001.24283>

Choi, J., Oh, N., & Kim, I. K. (2005). A follow-up study of condyle fracture in children. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34(8), 851–858. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2005.04.005>

Chrcanovic, B. R., Abreu, M. H. N. G., Freire-Maia, B., & Souza, L. N. (2012). 1,454 mandibular fractures: A 3-year study in a hospital in Belo Horizonte, Brazil. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 40(2), 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2011.03.012>

Cobetto, G., McClary, S., & Zallen, R. (1983). Treatment of mandibular fractures with malleable titanium mesh plates: A review of 120 cases. *J Oral Maxillofac Surg*, 41:597.

Cohen, S. R., Holmes, R. E., Amis, P., Fitchner, H., & Shusterman, E. M. (2001). Tacks: A new technique for craniofacial fixation. *Journal of Craniofacial Surgery*, 12(6), 596–602. <https://doi.org/10.1097/00001665-200111000-00019>

Cornelius, C., Rudderman, R., Prein, J., Audigé, L., Kunz, C., Buitrago-téllez, C. H., & Frodel, J. (2014). The Comprehensive AOCMF Classification System : Mandible Fractures-Level 3 Tutorial, 68–91.

Dimitroulis, G. (1997). Condylar injuries in growing patients. *Australian Dental Journal*, 42(6), 367–371. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1997.tb06079.x>

Dingman RO, N. P. (1964). No Title. In *Surgery of Facial Fractures*. Philadelphia and London: Saunders (pp. 111–123).

- Eckelt, U., & Loukota, R. A. (2010). *Fractures of the Mandibular Condyle-Approches and Osteosynthesis*.
- Eckelt, U., Nitsche, M., Müller, A., Pilling, E., Pinzer, T., & Roesner, D. (2007). Ultrasound aided pin fixation of biodegradable osteosynthetic materials in cranioplasty for infants with craniosynostosis. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 35(4-5), 218-221. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2007.04.005>
- El-Saadany, W. H., Sadakah, A. A., Hussein, M. M., & Saad, K. A. (2015). Evaluation of using ultrasound welding process of biodegradable plates for fixation of pediatric mandibular fractures. *Tanta Dental Journal*, 12, S22-S29. <https://doi.org/10.1016/j.tdj.2015.08.003>
- Ellis, E. (1999). Treatment methods for fractures of the mandibular angle. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 28, 243-252. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(99\)80152-0](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(99)80152-0)
- Ellis, E., & Walker, L. R. (1996). Treatment of mandibular angle fractures using one noncompression miniplate. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(7), 864-871. [https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(96\)90538-8](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(96)90538-8)
- Enislidis, G. (2004). Treatment of orbital fractures: The case for treatment with resorbable materials. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62(7), 869-872. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2003.12.024>
- Eppley, B. L. (2002). Resorbable fixation techniques of mandible fractures in children. *Operative Techniques in Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 13(4), 298-301. [https://doi.org/10.1016/S1043-1810\(02\)80010-0](https://doi.org/10.1016/S1043-1810(02)80010-0)
- Erdoğan, Ö., Sanrı, M., & Kahraman, O. E. (2011). AĞIZ, ÇENE, YÜZ CERRAHİSİNDE ÇEKME VİDALARININ KULLANIMI ÜZERİNE LİTERATÜR DERLEMESİ, 28(3), 225-232.
- Ergun, S., Ofluoğlu, D., Saruhanoğlu, A., Karataşlı, B., Deniz, E., Özel, S., & Tanyeri, H. (2014). Comparative evaluation of various

- miniplate systems for the repair of mandibular corpus fractures. *Dental Materials Journal*, 33(3), 368–372. <https://doi.org/10.4012/dmj.2013-315>
- Esen, A., Ataoğlu, H., & Gemi, L. (2008). 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*, 106(6), 806–811. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.05.034>
- Fasola, A., Obiechina, A., & Arotiba, J. (2003). Incidence and pattern of maxillofacial fractures in the elderly. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 32(2), 206–208. <https://doi.org/10.1054/ijom.2002.0323>
- Ferretti, C. (2008). A prospective trial of poly-L-lactic/polyglycolic acid co-polymer plates and screws for internal fixation of mandibular fractures. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(3), 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2007.11.015>
- Fonseca, R. (2018). *Oral and Maxillofacial Surgery* (3rd Editio).
- Fonseca, R., Barber, H. D., Powers, M., & Frost, D. E. (2012). *Oral and Maxillofacial Trauma. Oral and Maxillofacial Trauma 4th Edition*.
- Franz Haerle, Maxime Champy, B. T. (2010). Atlas of craniomaxillofacial osteosynthesis, second edition. *Head & Neck*, (June), 828. <https://doi.org/10.1002/hed>
- Ghosh, R., & Gopalkrishnan, K. (2018). Facial Fractures. *Journal of Craniofacial Surgery*, 0(0), 1. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000004269>
- Goel, M., Kirti, S., Singh, J., Tawar, R., & Kumar, A. (2015). Comparative evaluation of short-term versus long-term post-operative antibiotic prophylaxis after mandibular fractures. *International Journal of Basic & Clinical Pharmacology*, p761+. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18203/2319-2003.ijbcp20150387>

- Goldstein, J. (2001). The use of bioresorbable material in craniofacial surgery. *Clin Plast Surg.*, 28(4):653.
- Habn, G., & Corgill, D. (1969). Mandibular fracture fixation with malleable metal mesh. *J Oral Surg*, 27:180.
- Hackenberg, B., Lee, C., & Caterson, E. J. (2014). Management of subcondylar mandible fractures in the adult patient. *Journal of Craniofacial Surgery*, 25(1), 166–171. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000498>
- Haers, P. E., Suuronen, R., Lindqvist, C., & Sailer, H. (1998). Biodegradable polylactide plates and screws in orthognathic surgery: Technical note. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 26(2), 87–91. [https://doi.org/10.1016/S1010-5182\(98\)80045-0](https://doi.org/10.1016/S1010-5182(98)80045-0)
- Harsha, G., Reddy, G. K., Talasila, S., Alaam, A., Srinivasulu, S., & Reddy, S. (2012). Mandibular reconstruction using AO/ASIF stainless steel reconstruction plate: A retrospective study of 36 cases. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 13(1), 75–79.
- Haug, R. H., Prather, J., & Thomas Indresano, A. (1990). An epidemiologic survey of facial fractures and concomitant injuries. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(9), 926–932. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(90\)90004-L](https://doi.org/10.1016/0278-2391(90)90004-L)
- Hogg, N. J. V, & Horswell, B. B. (2006). Hard tissue pediatric facial trauma: a review. *Journal (Canadian Dental Association)*, 72(6), 555–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16884648>
- Iatrou, I., Theologie-Lygidakis, N., & Tzerbos, F. (2010). Surgical protocols and outcome for the treatment of maxillofacial fractures in children: 9 years' experience. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 38(7), 511–516. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2010.02.008>
- Iatrou, I., Theologie-Lygidakis, N., Tzermpos, F., & Kamperos, G. (2015). Internal fixation of mandibular angle fractures using one miniplate in Greek children: A

5-year retrospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 43(1), 53–56. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.10.009>

IE, S., TB, D., & RA, B. (1993). Risk factors for infection following operative treatment of mandibular fractures: a multivariate analysis. *Plast Reconstr Surg.*, 91(1):64-8.

Kar, I. B., & Mahavoi, B. R. (2012). Retrospective Analysis of 503 Maxillo-Facial Trauma Cases in Odisha During the Period of Dec'04–Nov'09. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 11(2), 177–181. <https://doi.org/10.1007/s12663-011-0276-z>

Kienast, B., Mohsen, H., Wendlandt, R., Reimers, N., Schulz, A. P., Heuer, H., ... Neumann, H. (2017). Biomechanical evaluation of novel ultrasound-activated bioresorbable pins for the treatment of osteochondral fractures compared to established methods. *Biomedizinische Technik*, 62(4), 365–373. <https://doi.org/10.1515/bmt-2016-0041>

Koltai, P. J., & Rabkin, D. (1996). Management of facial trauma in children. *Pediatric Clinics of North America*, 43(6), 1253–1275. [https://doi.org/10.1016/S0031-3955\(05\)70518-6](https://doi.org/10.1016/S0031-3955(05)70518-6)

Kulkarni, R. K., Moore, E. G., Hegyeli, A. F., & Leonard, F. (1971). Biodegradable poly(lactic acid) polymers. *Journal of Biomedical Materials Research*, 5(3), 169–181. <https://doi.org/10.1002/jbm.820050305>

Kumar, A., Staffenberg, D., & Petronio, J. (1997). Bioabsorbable plates and screws in pediatric craniofacial surgery: a review of 22 cases. *J Craniofac Surg*, 8:97Y99.

Kumar, R., Ahmed, S. S., Hashmi, G. S., Ansari, M. K., & Rahman, S. A. (2016). Meta Analysis of Etiology and its Clinical and Radiological Correlation in Cases of Craniomaxillofacial Trauma. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 15(3), 336–344. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1007/s12663-015-0862-6>

- Laughlin, R. M., Block, M. S., Wilk, R., Malloy, R. B., & Kent, J. N. (2007). Resorbable Plates for the Fixation of Mandibular Fractures: A Prospective Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 65(1), 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2005.10.055>
- Lee, J. H., & Park, J. H. (2013). The clinical usefulness of ultrasound-aided fixation using an absorbable plate system in patients with zygomatico-maxillary fracture. *Archives of Plastic Surgery*, 40(4), 330–334. <https://doi.org/10.5999/aps.2013.40.4.330>
- Li, Z., David, O., & Li, Z. B. (2014). The use of resorbable plates in association with dental arch stabilization in the treatment of mandibular fractures in children. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(5), 548–551. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2013.07.025>
- Luhr HG. (1998). Fractures of mandible in children. *Operat Tech Plast Reconstr Surg*, 1998;5:357.
- Lundgren, D., Lundgren, A., & Sennerby, L. (1995). The effect of mechanical intervention on jaw bone density. *Clin Oral Impl Res*, 6:54-59.
- Ma, J., Ma, L., Wang, Z., Zhu, X., & Wang, W. (2017). The use of 3D-printed titanium mesh tray in treating complex comminuted mandibular fractures. *Medicine (United States)*, 96(27), 1–5. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000007250>
- Mai, R., Lauer, G., Pilling, E., Jung, R., Leonhardt, H., Proff, P., ... Gedrange, T. (2007). Bone welding - A histological evaluation in the jaw. *Annals of Anatomy*, 189(4), 350–355. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2007.02.023>
- Manodh, P., Prabhu Shankar, D., Pradeep, D., Santhosh, R., & Murugan, A. (2016). Incidence and patterns of maxillofacial trauma—a retrospective analysis of 3611 patients—an update. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 20(4), 377–383. <https://doi.org/10.1007/s10006-016-0576-z>

- Meara, D. J., Knoll, M. R., Holmes, J. D., & Clark, D. M. (2012). Fixation of le Fort i osteotomies with poly-dl-lactic acid mesh and ultrasonic welding - A new technique. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70(5), 1139–1144. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.03.011>
- Meningaud, J. P., Poupon, J., Bertrand, J. C., Chenevier, C., Galliot-Guilley, M., & Guilbert, F. (2001). Dynamic study about metal release from titanium miniplates in maxillofacial surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 30(3), 185–188. <https://doi.org/10.1054/ijom.2000.0039>
- Micheal, E., Paul, M., & Prein, J. (2012). *Principles of Internal Fixation of the Craniomaxillofacial Skeleton Trauma and Orthognathic Surgery*.
- Miles, B. A., Potter, J. K., & Ellis, E. (2006). The efficacy of postoperative antibiotic regimens in the open treatment of mandibular fractures: A prospective randomized trial. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 64(4), 576–582. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2006.01.003>
- Moroi, A., Ueki, K., Okabe, K., Marukawa, K., Sotobori, M., Mukozawa, A., & Miyazakia, M. (2013). Comparison between unsintered hydroxyapatite/poly-l-lactic acid mesh and titanium mesh in bone regeneration of rabbit mandible. *Implant Dentistry*, 22(3), 255–262. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31828336be>
- Mukerji, R., Mukerji, G., & McGurk, M. (2006). Mandibular fractures : Historical perspective, 44, 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2005.06.023>
- Murr, A. H. (2005). Mandibular angle fractures and noncompression plating techniques. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 131(2), 166–168. <https://doi.org/10.1001/archotol.131.2.166>
- Naeem, A., Gemal, H., & Reed, D. (2017). Imaging in traumatic mandibular fractures. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 7(4), 469–479. <https://doi.org/10.21037/qims.2017.08.06>

- Neff, A., Chossegros, C., Blanc, J. L., Champsaur, P., Cheynet, F., Devauchelle, B., ... Pitak-Arnnp, P. (2014). Position paper from the IBRA Symposium on Surgery of the Head - The 2nd International Symposium for Condylar Fracture Osteosynthesis, Marseille, France 2012. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(7), 1234–1249. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.03.005>
- Omar Abubaker, A. O., & Rollert, M. K. (2001). Postoperative antibiotic prophylaxis in mandibular fractures: A preliminary randomized, double-blind, and placebo-controlled clinical study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 59(12), 1415–1419. <https://doi.org/10.1053/joms.2001.28272>
- Omeje, K. U., Rana, M., Adebola, A. R., Efunkoya, A. A., Olasoji, H. O., Purcz, N., ... Rana, M. (2014). Quality of life in treatment of mandibular fractures using closed reduction and maxillomandibular fixation in comparison with open reduction and internal fixation - A randomized prospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(8), 1821–1826. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.06.021>
- Perry, A., Prpa, B., Rouse, M., Piper, K., Hanssen, A., Steckelberg, J., & Patel, R. (2003). Levofloxacin and trovafloxacin inhibition of experimental fracture-healing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (414), 95–100. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000087322.60612.14>
- Peterson LJ, Indresano AT, Marciani RD, R. S. (1992). Principles of oral and maxillofacial surgery. In *Principles of oral and maxillofacial surgery, Vol 1. Philadelphia: JB Lippincott* (p. 415).
- Peterson LJ, Indresano AT, Marciani RD, R. S. (2004). *Peterson's Principles os Oral and Maxillofacial Surgery*.
- Pickrell, B. B., & Hollier, L. H. (2017). Evidence-Based Medicine: Mandible Fractures. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 140(1), 192e–200e. <https://doi.org/10.1097/PRS.00000000000003469>
- Pilling, E., Mai, R., Theissig, F., Stadlinger, B., Loukota, R., & Eckelt, U. (2007). An

experimental in vivo analysis of the resorption to ultrasound activated pins (Sonic weld??) and standard biodegradable screws (ResorbX??) in sheep. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45(6), 447–450. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2006.12.002>

Reichwein, A., Schicho, K., Moser, D., Seemann, R., Poeschl, P., Baumann, A., & Ewers, R. (2009). Clinical Experiences With Resorbable Ultrasonic-Guided, Angle-Stable Osteosynthesis in the Panfacial Region. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(6), 1211–1217. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.12.033>

Renton, T. F., & Wiesenfeld, D. (1996). Mandibular fracture osteosynthesis: A comparison of three techniques. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34(2), 166–173. [https://doi.org/10.1016/S0266-4356\(96\)90372-1](https://doi.org/10.1016/S0266-4356(96)90372-1)

Roberts, W. E., Roberts, W. E., Ph, D., Smith, R. K., Smith, R. S., & Ph, D. (1984). Smith, R. Osseous adaptation to continuous Osseous adaptation to continuous of rigid endosseous implants, 9416. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90301-4](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90301-4)

Rodríguez-Chessa, J., Olate, S., Netto, H. D., Noia, C., De Moraes, M., & Mazzonetto, R. (2014). 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*, 43(3), 362–366. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.09.001>

Rosenberg, A., Grätz, K. W., & Sailer, H. F. (1993). Should titanium miniplates be removed after bone healing is complete? *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 22(3), 185–188. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(05\)80249-8](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(05)80249-8)

Rowe, N. L. (1971). The history of the treatment of maxillo-facial trauma. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 49(5), 329–349.

- Salentijn, E. G., Peerdeman, S. M., Boffano, P., Van Den Bergh, B., & Forouzanfar, T. (2014). A ten-year analysis of the traumatic maxillofacial and brain injury patient in Amsterdam: Incidence and aetiology. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(6), 705–710. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2013.12.008>
- Schmidt, B. L., Kearns, G., Gordon, N., Kaban, L. B., Schmidt, B. L., Kearns, G., ... Kaban, L. B. (2000). A financial analysis of maxillomandibular fixation versus rigid internal fixation for treatment of mandibular fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 58(11), 1206–1210. <https://doi.org/10.1053/joms.2000.16612>
- Schmidt, B. L., Perrott, D. H., Mahan, D., & Kearns, G. (1998). The removal of plates and screws after Le Fort I osteotomy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 56(2), 184–188. [https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(98\)90865-5](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(98)90865-5)
- Schneider, M., Eckelt, U., Reitemeier, B., Meissner, H., Richter, G., Loukota, R., & Stadlinger, B. (2011). Stability of fixation of diacapitular fractures of the mandibular condylar process by ultrasound-aided resorbable pins (SonicWeld Rx® System) in pigs. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 49(4), 297–301. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2010.05.001>
- Schneider, M., Loukota, R., Kuchta, A., Stadlinger, B., Jung, R., Speckl, K., ... Eckelt, U. (2013). Treatment of fractures of the condylar head with resorbable pins or titanium screws: An experimental study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 51(5), 421–427. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2012.07.015>
- Schneider, M., Stadlinger, B., Loukota, R., & Eckelt, U. (2012). Three-dimensional fixation of fractures of the mandibular condyle with a resorbable three-dimensional osteosynthesis mesh. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(5), 470–473. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2011.11.006>
- Shanti, R. M., Yampolsky, A., Milles, M., & Braid, H. (2015). Ultrasonic welded resorbable mesh (SonicWeld Rx System) in reconstruction of segmental

mandibular defects: Technical note and report of 2 cases. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 73(11), 2241–2250. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.06.163>

Singh, M., Singh, R. K., Passi, D., Aggarwal, M., & Kaur, G. (2016). Management of pediatric mandibular fractures using bioresorbable plating system - Efficacy, stability, and clinical outcomes: Our experiences and literature review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 6(2), 101–106. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2015.09.004>

Smith, D. M., Bykowski, M. R., Cray, J. J., Naran, S., Rottgers, S. A., Shakir, S., ... Losee, J. E. (2013). 215 mandible fractures in 120 children: Demographics, treatment, outcomes, and early growth data. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 131(6), 1348–1358. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e31828bd503>

Sonntag, R., Reinders, J., Gibmeier, J., & Kretzer, J. P. (2015). Fatigue performance of medical Ti6Al4V alloy after mechanical surface treatments. *PLoS ONE*, 10(3), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121963>

Stacey, D. H., Doyle, J. F., Mount, D. L., Snyder, M. C., & Gutowski, K. A. (2006). Management of Mandible Fractures. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 117(3), 48e–60e. <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000209392.85221.0b>

Stanton, D. C., Liu, F., Yu, J. W., & Mistretta, M. C. (2014). Use of bioresorbable plating systems in paediatric mandible fractures. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 42(7), 1305–1309. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.03.015>

Stevens, M., & Emam, H. (2015). *Atlas of oral and maxillofacial surgery*, Philadelphia, 2015, Saunders.

Theologie-Lygidakis, N., Chatzidimitriou, K., Tzerbos, F., Gouzioti, A., & Iatrou, I. (2016). Nonsurgical management of condylar fractures in children: A 15-year clinical retrospective study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 44(2), 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2015.11.011>

- Theologie-Lygidakis, N., Iatrou, I., Eliades, G., & Papanikolaou, S. (2007). A retrieval study on morphological and chemical changes of titanium osteosynthesis plates and adjacent tissues. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 35(3), 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2007.01.004>
- Theriot, B. A., Triplett, R. G., Sickels, J. E. V. A. N., & Nishioka, G. J. (1987). Rigid Osseous Fixation of Mandibular Fractures : A Preliminary Report. *Journal of Oral Surgery*, 577–582.
- Turvey, T. A., Bell, R. B., Tejera, T. J., & Proffit, W. R. (2002). The use of self-reinforced biodegradable bone plates and screws in orthognathic surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60(1), 59–65. <https://doi.org/10.1053/joms.2002.28274>
- Uhthoff, H. K., Boisvert, D., & Finnegan, M. (1994). Cortical porosis under plates. Reaction to unloading or to necrosis? *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*, 76(10), 1507–1512. <https://doi.org/10.2106/00004623-199410000-00010>
- Vázquez-Morales, D. E., Dyalram-Silverberg, D., Lazow, S. K., & Berger, J. R. (2013). Treatment of mandible fractures using resorbable plates with a mean of 3 weeks maxillomandibular fixation: A prospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 115(1), 25–28. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2012.03.019>
- Wilson, I. F., Lokeh, A., Benjamin, C. I., Hilger, P. A., Hamlar, D. D., Ondrey, F. G., ... Schubert, W. (2001). Prospective comparison of panoramic tomography (zonography) and helical computed tomography in the diagnosis and operative management of mandibular fractures. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 107(6), 1369–1375. <https://doi.org/10.1097/00006534-200105000-00008>
- Wong, F. K., Adams, S., Hudson, D. A., & Ozaki, W. (2017). Use of Resorbable Fixation System in Pediatric Facial Fractures. *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(3), 635–637. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000003413>

- Yerit, K. C., Enislidis, G., Schopper, C., Turhani, D., Wanschitz, F., Wagner, A., ... Ewers, R. (2002). Fixation of mandibular fractures with biodegradable plates and screws. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 94(3), 294–300. <https://doi.org/10.1067/moe.2002.122833>
- Zallen, R., & Fitzgerald, B. (1976). Treatment of mandibular fractures with use of malleable titanium mesh: Report of 56 cases. *J Oral Surg*, 34:748.



6. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Ad-Soyad : İsmail Eser BOLAT

Doğum yeri : Adana

Doğum tarihi : 01.09.1989

Uyruğu : TC

Medeni hali : Bekar

Öğrenim Bilgileri:

İlkokul : 1995/2000 Mecdude Başakıncı İlköğretim Okulu

Ortaokul : 2000/2003 Ramazan Savaş İlköğretim Okulu

Lise : 2003/2007 Adem Tolunay Anadolu Lisesi

Üniversite : 2008/2013 Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Uzmanlık : 2014/- Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı

Rotasyonlar:

2015- Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anestezi ve Reanimasyon A.D

2016- Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Acil Tıp Bölümü

2017- Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi A.D

2017- Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti A.D

2018- Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak-Burun-Boğaz A.D

Ulusal, Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiri ve Posterler:

1. **BOLAT IE**, YAZAN M, KAMAN S, GONEN ZB, KOCYIGIT ID, ATIL F,TEKIN U, SUER BT, ALKAN A. Evaluation of the Effect of Photoionization on Dental Implant Osseointegration Experimental Study. ACBID 9th International Congress 27-31 May, Antalya, Turkey, 2015.
2. TEKIN U, KOCYIGIT ID, **BOLAT IE**, SERGUVEN B. Autogenous Abdominal Fat Transplantation Into A Large Temporomandibular Joint Defect Following Removal of Osteochondroma. ACBID 9th International Congress 27-31 May, Antalya, Turkey, 2015.
3. **BOLAT IE**, KOCYIGIT ID, ONDER E, TEKIN U, ATIL F. Extreme maxillary atrophy treatment solutions with zygoma implants. ACBID 10th International Congress 11-15 May, Antalya, Turkey, 2016.
4. **BOLAT IE**, TEKIN U, ATIL F, KOCYIGIT ID, ONDER M. Is PEEK material an alternative for custom made hemi-joint fossa prosthesis? A finite element study. ACBID 10th International Congress 11-15 May, Antalya, Turkey, 2016.
5. **BOLAT IE**, TEKIN U, KOCYIGIT ID, ONDER ME. Comparison of Custom Hemijoint Replacement Prosthesis Which is Made of the Different Materials: Finite Element Analysis. Tmj Bioengineering Conference. 10-17 Sep, Barcelona, Spain, 2016
6. KARACA H, **BOLAT IE**, GULTEKIN SE, TEKIN U. Odontogenic Keratocyst (OKC) During Childhood: A Case Report. 23th International Dental Congress 21-24 Sep, Istanbul, Turkey, 2017.

Uluslar arası Yayınlar:

1. İlhan M, **Bolat IE**, Suntar I, Kutluay Koklu H, Ugar Cankal DA, Keles H, Kupeli Akkol E. Topical application of olive oil macerate of Momordica charantia L. promotes healing of excisional and incisional wounds in rat buccal mucosa. Arch Oral Biol. 2015 Dec;60(12):1708-13. doi: 10.1016/j. archoralbio. 2015.09.006. Epub 2015 Sep 11. PubMed PMID: 26431827.

Sunulan Seminerler:

1. Kondil Kırıklarında Güncel Tedavi Yaklaşımları, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı
2. Temporomandibular Eklem Protezleri, Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı

Katıldığı Konferans ve Sempozyumlar:

1. Temporomandibular Eklem Sempozyumu “Teşhis ve Tedavi Seçenekleri 20 Kasım Kırıkkale, Türkiye 2014.
2. Zigomatik implant uygulamaları 2015, İstanbul, Türkiye
3. 9th. International Oral and Maxillofacial Surgery Congress, May 27-31, Antalya, Türkiye, 2015.
4. Diş hekimliğinde botoks: klinik yaklaşımlar 2015, Ankara, Türkiye.
5. 10th. International Oral and Maxillofacial Surgery Congress, May 11-15, Antalya, Türkiye, 2016.
6. 5th.Tmj Bioengineering Conference. Sep, Barcelona/Spain.2016.
7. Deney hayvanları kullanım sertifikası 2017, Kırıkkale, Türkiye
8. Temporomandibular Eklem Cerrahisinde Prensipler, 3. Uygulamalı Kadavra Kursu, 27 Mart, İstanbul, Türkiye, 2018.