



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
GÖZTEPE PROF. DR. SÜLEYMAN YALÇIN ŞEHİR
HASTANESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARININ LATERAL ANATOMİK
PLAK, İNTRAMEDULLER ÇİVİ, LATERAL ANATOMİK PLAK VE
MEDİAL DESTEK PLAKLA TESPİTİNDE BİYOMEKANİK
ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Muhlik AKYÜREK
UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL
Temmuz, 2022

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
GÖZTEPE PROF. DR. SÜLEYMAN YALÇIN ŞEHİR
HASTANESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARININ LATERAL ANATOMİK
PLAK, İNTRAMEDULLER ÇİVİ, LATERAL ANATOMİK PLAK VE
MEDİAL DESTEK PLAKLA TESPİTİNDE BİYOMEKANİK
ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Muhlik AKYÜREK
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Korhan ÖZKAN

İSTANBUL
Temmuz, 2022

ONAY

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Yönetmeliği hükümlerine göre uzmanlık eğitimi gören Dr. Muhlik AKYÜREK'in hazırladığı ve jüri önünde savunduğu "PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARININ LATERAL ANATOMİK PLAK, İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ, LATERAL ANATOMİK PLAK VE MEDİAL DESTEK PLAKLA TESPİTİNDE BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI" başlıklı tez başarılı kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Korhan ÖZKAN
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

.....

Üyeler:

.....

.....

Tez Savunma Tarihi: __/07/2022

Yazar Bildirimi

“PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARININ LATERAL ANATOMİK PLAK, İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ, LATERAL ANATOMİK PLAK VE MEDİAL DESTEK PLAKLA TESPİTİNDE BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI” isimli uzmanlık tezinde Dr. Muhlik AKYÜREK

- Bu tezin kabulünden önce nerede ve ne kadarının yayınlandığını “Bilgilendirme” bölümünde belirtmiştir.
- Tezin hazırlanmasında katkısı olanları “Bilgilendirme” bölümünde eksiksiz olarak belirtmiştir.
- Bu tez ile ilgili çıkar çatışması olup olmadığını “Bilgilendirme” bölümünde belirtmiştir.
- Tez içerisinde başkalarının yayınlanmış veya yayınlanmamış çalışmalarından yapılan alıntılar için gerekli kaynakları açıkça belirtmiştir.
- Tez içerisinde başka kaynaklardan kopyalanmış olan kısımları tırnak içerisinde alarak ve izin alınan kaynağı belirterek kullanmıştır.

Temmuz, 2022

İmza:

- Tezin hazırlanmasında katkısı olanlar; Prof. Dr. Korhan Özkan
- Bu çalışmada adı geçen tıbbi cihaz ve laboratuvar malzemelerinin üreticileri ile herhangi bir çıkar ilişkim yoktur.

Dr. Muhlik AKYÜREK



Teşekkür

Uzmanlık eğitimi süresince bilgi ve beceri kazanmamda emeği geçen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Korhan Özkan'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Muhlik AKYÜREK



Özet

PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARININ LATERAL ANATOMİK PLAK, İNTRAMEDÜLLER ÇİVİ, LATERAL ANATOMİK PLAK VE MEDİAL DESTEK PLAKLA TESPİTİNDE BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

AMAÇ: Çalışmamızın amacı medial metafizyel defektli proksimal humerus kırıklarında farklı cerrahi tekniklerin biyomekanik özelliklerinin karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmamızda 24 adet sentetik humerus kemik modeli kullanıldı. Her grupta 8'er numune olacak şekilde 3 gruba ayrıldı. Tüm numunelerde 3 boyutlu yazıcı ile oluşturulan kesi kılavuzuyla medial metafizyel defektli kırık modeli oluşturuldu. Bu kırık modeli Grup 1'de lateral anatomik plak, Grup 2'de lateral anatomik plak ve medial destek plak, Grup 3'te intramedüller çivi ile ameliyat edildi. Grup 3'te numunelerin 4'ünün distal kilitlemesi endopin ile (Grup 3a), geri kalanların ise statik vida ile (Grup 3b) yapıldı. Ardından ameliyat edilen numuneler aksiyel yüklenme testine maruz bırakıldı. Failure olmaya başladıkları ilk anda ve kırıldıkları andaki kuvvetler kayıt altına alındı. Numunelerde aksiyel yüklenme sonrası oluşan kırık konfigürasyonları kayıt altına alındı. Bu kuvvetler gruplar arasında istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel analizlerde dağılımın normalliğini tespit etmek amacıyla Kolmogorov-Simirnov testi, normal dağılım gösteren parametler Bağımsız Örneklem *t* testi ile analiz edildi. Konunun literatürdeki karşılığını ve çalışma konularını belirlemek amacıyla "proksimal humerus kırığı", "intramedüller çivi" ve "plak osteosentez" anahtar kelimeleriyle bibliyometrik analiz yapıldı.

BULGULAR: Grup 1 ve 2'deki tüm numunelerde kırık şeklinin lateral anatomik plak distali hizasında en distaldeki vida seviyesinde transvers şekilde olduğu görüldü. Grup 3'te ise 2 numunede kırığın proksimal vidalar seviyesinde parçalanma ve mevcut kırık hattının kollapsı şeklinde olduğu görüldü. Grup 3'te 1 numunede kırığın çivi distali hizasında oblik kırık şeklinde olduğu gözlemlendi. Grup 3'teki diğer numunelerde ise yüklenme sonrası oluşan kırık çivi distali hizasında transvers şekilde gözlemlendi. Yüklenme testi esnasında numunelerin failure olmaya başladığı ilk andaki

maruz kaldıkları kuvvetler karşılaştırıldığında ortalamaların Grup 2 > Grup 1 > Grup 3 şeklinde olduğu tespit edildi. Yapılan istatistiksel analizlerde Grup 2 vs. Grup 1, Grup 1 vs. Grup 3, Grup 2 vs. Grup 3 arası karşılaştırmalar ilk failure anındaki kuvvetler açısından istatistiksel olarak anlamlı gözlendi ($p < 0.05$). Numunelerin aksiyel yüklenme sırasında kırılma anındaki karşıladıkları kuvvetlerin ortalamaları da Grup 2 > Grup 1 > Grup 3 şeklindeydi. Gruplar arasında yapılan istatistiksel analizlerde Grup 1 ve 2'deki değerlerin ortalamasının Grup 3'ten istatistiksel olarak anlamlı ölçüde büyük olduğu, Grup 2'deki değerlerin ortalamasının da Grup 1'dekilerden istatistiksel olarak anlamlı ölçüde büyük olduğu gözlendi ($p < 0.05$). Grup 3a ve Grup 3b'deki numunelerin ilk failure anında ve kırılma anındaki karşıladıkları kuvvetler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında bu alt gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi.

SONUÇ: Çalışmamızın sonucunda medial metafizyel defektli proksimal humerus kırıklarında uygulanan ameliyat tekniklerinde aksiyel yüklenmeye karşı en direçli tekniğin çift plak uygulaması olduğu görülmüştür. Medial metafiz bölgesinde defektli bir kırıkta tek başına lateral anatomik plağın çift plağa göre daha az dirençli olduğu tespit edilmiştir. İMÇ uygulamasının da plak uygulamalarına göre daha az dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin de proksimal kilit vida sayısının azlığı, az kilit vidasından ötürü proksimal failure olması sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Proksimal humerus kırığı; medial metafizyel defekt; çift plak; lateral anatomik plak; intramedüller çivi; aksiyel yüklenme; biyomekanik

Abstract

COMPARISON OF BIOMECHANIC PROPERTIES IN FIXATION OF PROXIMAL HUMERUS FRACTURES WITH LATERAL ANATOMIC PLATE, INTRAMEDULLARY NAIL, LATERAL ANATOMIC PLATE AND MEDIAL BUTTRESS PLATE

PURPOSE: The purpose of our study is to compare the biomechanical properties of different surgical techniques in proximal humerus fractures with medial calcar defect.

MATERIAL METHOD: In our study, 24 synthetic humeral bone models were used. They were divided into 3 groups with 8 samples in each group. A fracture model with a medial metaphyseal defect was created with the guide created with a 3D printer in all samples. This fracture model was operated with lateral anatomical plate in Group 1, lateral anatomical plate and medial buttress plate in Group 2, and intramedullary nail in Group 3. In Group 3, the distal locking of 4 of the samples was done with endopin (Group 3a), and the rest of the samples were fixed with static screws (Group 3b). Then, the operated samples were subjected to axial loading test. The forces when they started to fail and when they broke were recorded. Fracture configurations in the samples after axial loading were recorded. These forces were compared statistically between groups. In order to determine the normality of the distribution in statistical analyses, Kolmogorov-Smirnov test and parameters showing normal distribution were analyzed with Independent Sample t test. A bibliometric analysis was performed with the keywords "proximal humerus fracture", "intramedullary nail" and "plate osteosynthesis" in order to determine the equivalent of the subject in the literature and the study subjects.

RESULTS: In all samples in Groups 1 and 2, the fracture shape was observed to be transverse at the level of the most distal screw at the distal level of the lateral anatomical plate. In Group 3, it was observed that the fracture was fragmented at the level of the proximal screws and collapse of the existing fracture line in 2 samples. It was observed that the fracture was in the form of an oblique fracture at the distal level of the nail in one specimen in Group 3. In other samples in Group 3, the fracture occurred

after loading was observed transversely at the distal level of the nail. When the forces that the samples were subjected to at the first moment of failure during the loading test were compared, it was determined that the averages were Group 2 > Group 1 > Group 3. In the statistical analysis, comparisons between Group 2 vs. Group 1, Group 1 vs. Group 3, Group 2 vs. Group 3 were statistically significant in terms of forces at the time of the first failure ($p < 0.05$). The mean forces of the specimens at the moment of fracture during axial loading were also Group 2 > Group 1 > Group 3. In the statistical analyzes performed between the groups, it was observed that the mean of the values in Group 1 and 2 was statistically significantly higher than that of Group 3, and the mean of the values in Group 2 was statistically significantly higher than those in Group 1 ($p < 0.05$). Samples in Group 3a and Group 3b were compared statistically at the time of first failure that is the time at the moment of fracture and axial failure load, no statistically significant difference was observed between these subgroups.

CONCLUSION: According to our study, double plate is the most durable technique in axial loading test in fractures with medial metaphyseal defect. It has been also concluded that only the lateral anatomic plate may not provide the restoration of the medial column anatomically in this type of fracture. The lower number of proximal locking screws in the intramedullary nails may also cause a weakness in axial loading.

Keywords: Proximal humerus fracture; medial metaphyseal defect; double plate; lateral anatomical plate; intramedullary nail; axial loading; biomechanics

İçindekiler

Şekil Listesi	xi
Tablo Listesi	xiii
Grafik Listesi	xiv
Kısaltmalar	xv
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 TARİHÇE	2
2.2 HİSTOLOJİ VE EMBRİYOLOJİ	3
2.3 ANATOMİ	6
2.3.1 Kemik Anatomisi	6
2.3.2 Eklem Anatomisi	7
2.3.3 Kas Anatomisi	8
2.3.3.1 Aksio-skapular kaslar	8
2.3.3.2 Aksio-humeral kaslar	9
2.3.3.3 Skapulohumeral kaslar	9
2.3.4 Proksimal Humerus Dolanımı.....	11
2.4 OMUZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ.....	12
2.4.1 Glenohumeral Eklem	12
2.4.1.1 Glenohumeral eklem stabilitesi	14
2.4.1.2 Skapulohumeral ritm	15
2.4.2 Skapula Hareketleri.....	15
2.5 PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARI	16
2.5.1 Klinik Değerlendirme	17
2.5.2 Sınıflandırma.....	18
2.5.2.1 Mc Laughlin sınıflaması (30).....	18
2.5.2.2 Campbell sınıflaması (30)	19
2.5.2.3 Neer sınıflaması (26)	19
2.5.2.4 Ortopedik Travma Birliği sınıflaması	21
2.5.3 Proksimal Humerus Kırıklarında Tedavi	22
2.5.3.1 Tedavide karar verme	22
2.5.3.2 Tedavi yöntemleri	25
2.5.4 Proksimal Humerus Kırıklarında Komplikasyonlar	30
2.5.4.1 Osteonekroz	30
2.5.4.2 Nonunion	31
2.5.4.3 Malunion.....	31
2.5.4.4 Posttravmatik omuz eklem sertliği	32
2.5.4.5 Enfeksiyon	32
2.5.4.6 Artroplastiyeye ait komplikasyonlar	33

3. GEREÇ ve YÖNTEM	34
4. BULGULAR	51
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	63
5.1 TARTIŞMA.....	63
5.2 SONUÇ	68
Kaynaklar	69
Ek A. Etik Kurul Onay Formu	84
Ek B. Akademik Kurul Onay Formu	86



Şekil Listesi

2.1:	Lambotte'nin humerus üst uç cerrahi boyun kırığına uyguladığı intramedüller pinleme	2
2.2:	Uzun kemik metafizoepifizer bölge diagramı	4
2.3:	Humerus başı retroversiyonu (www.musculoskeletalkey.com sitesinden alınmıştır.)	6
2.4:	Glenohumeral eklem kapsülü (Netter Interactive Anatomy of Human Anatomy v3.0 by Frank H. Netter MD'den alınmıştır.)	8
2.5:	Omuz çevresi aksio-skapular ve aksio-humeral kaslar (Sobotta Atlas of Anatomy General Anatomy and Musculoskeletal System by Jens Waschke, Friedrich Paulsen 16th Edition yıl: 2018'den alınmıştır.)	9
2.6:	Omuz çevresi kasları (Sobotta Atlas of Anatomy General Anatomy and Musculoskeletal System by Jens Waschke, Friedrich Paulsen 16th Edition yıl: 2018'den alınmıştır.)	10
2.7:	Proksimal humerusun dolanımı	11
2.8:	Proksimal humerus kırıklarında Neer sınıflaması (www.orthobullets.com sitesinden alınmıştır.)	20
3.1:	Humerus modelleri üzerinde kırık hattı oluşturmak için 3 boyutlu yazıcıyla oluşturulan kesi kılavuzu	35
3.2:	Humerus modelinin 3 boyutlu tarama programıyla taranması ve kırık modelin program aracılığıyla simüle edilmesi	36
3.3:	Kesi kılavuzunun 3 boyutlu tarayıcı ve dilimleme programlarıyla tasarlanması	37
3.4:	Lateral anatomik plak uygulanmış kemik modeli anteroposterior (AP) görünüm	38
3.5:	Lateral anatomik plak uygulanmış kemik modeli mediolateral görünüm	39
3.6:	Lateral anatomik plak uygulanmış kemik modelin direkt grafisi	40
3.7:	Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış kemik modeli AP görünüm	41
3.8:	Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış kemik modeli mediolateral görünüm	42
3.9:	Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış kemik modeli direkt grafisi	43
3.10:	Distal kilitlemenin endopin ile yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli direkt grafisi	44

3.11: Distal kilitlemenin statik vidayla yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli direkt grafisi.....	45
3.12: Distal kilitlemenin endopin ile yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli.....	46
3.13: Distal kilitlemenin statik vida ile yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli.....	47
3.14: Humerus modellerinin aksiyel yüklenme test cihazına adaptasyonu için oluşturulan ara yüzlerin tasarımı.....	48
3.15: Humerus modellerinin test cihazına adaptasyonu için oluşturulan ara yüzler	48
3.16: Humerus modelinin aksiyel yüklenme testi	49
4.1: Lateral anatomik plak uygulanmış numunenin yüklenme testi sonrası kırık hali	51
4.2: Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış numunenin yüklenme testi sonrası kırık hali	52
4.3: İMÇ uygulanmış bir numunede yüklenme testi sırasında proksimal vidalar hizasında oluşan kelebek fragman formasyonunda kırık	53
4.4: İMÇ uygulanmış bir numunede yüklenme testi esnasında kırık hattında oluşan kollaps	54
4.5: Distali endopin ile kilitlenen İMÇ uygulanmış bir numunede yüklenme testi ile oluşan çivi distalinde oblik seyirli kırık.....	55
4.6: İMÇ uygulanmış kemik modellerde yüklenme ile oluşan transvers seyirli kırık	56
4.7: Proksimal humerus kırığı ve İMÇ anahtar kelimeleriyle yapılan bibliyometrik analiz sonucu ve konuların çalışılma yoğunlukları....	61
4.8: Proksimal humerus kırığı ve plak osteosentez anahtar kelimeleriyle yapılan bibliyometrik analiz sonucu ve konuların çalışılma yoğunlukları	62

Tablo Listesi

4.1:	Numunelerin gruplara göre yüklenme testi sırasında failure olmaya başladığı ilk andaki maruz kaldıkları kuvvetler.....	57
4.2:	Numunelerin gruplara göre yüklenme testi sırasında kırıldıkları andaki maruz kaldıkları kuvvetler	57
4.3:	Numunelerin ilk failure olmaya başladığı anda karşıladıkları kuvvetlerin gruplar arası istatistiksel analizleri.....	58
4.4:	Grup 3'ün alt gruplarında ilk failure anındaki maruz kaldıkları kuvvetlerin istatistiksel karşılaştırması.....	58
4.5:	Numunelerin kırılma anındaki karşıladıkları kuvvetlerin gruplar arası istatistiksel analizleri	60
4.6:	Grup 3'ün alt gruplarında kırılma anındaki maruz kaldıkları kuvvetlerin istatistiksel karşılaştırması.....	61

Grafik Listesi

- 4.1:** Grup 1'de 1,2,4 no'lu numunelerin aksiyel yüklenme testi esnasındaki kuvvet-zaman grafiği..... 59
- 4.2:** Grup 2'de 1,2,4 no'lu numunelerin aksiyel yüklenme testi esnasındaki kuvvet-zaman grafiği..... 59
- 4.3:** Grup 3'te 1,5,6 no'lu numunelerin aksiyel yüklenme testi esnasındaki kuvvet-zaman grafiği..... 60



Kısaltmalar

a	Arteria
ABD	Abdüksiyon
ADD	Addüksiyon
ark.....	Arkadaşları
BT.....	Bilgisayarlı tomografi
ER	Eksternal rotasyon
EXT	Ekstansiyon
FLEX	Fleksiyon
IR.....	İnternal rotasyon
İMÇ.....	İntramedüller çivi
Lig	Ligamentum
m.....	Musculus
MRG	Manyetik rezonans görüntüleme
n.....	Nervus
RC	Rotator cuff

GİRİŞ ve AMAÇ

Proksimal humerus kırıkları tüm kırıkların %5'ini oluşturmaktadır (1). Son otuz yıl içerisinde proksimal humerus kırıklarının yaşa göre ayarlanmış sıklığında %15 artış olmuştur. Bu artışın doğal bir sonucu olarak da komplikasyonların sıklığı da artmıştır (2). Humerusun proksimal bölgesi metafizer yapıda olduğu için düşük enerjili travmalarla dahi kolaylıkla kırılabilir. Humerus üst uç kırıkları, omuz anatomisi gereği manipülasyonu ve immobilizasyonu oldukça zor kırıklardır. Bu da tedavide zorluklara yol açmaktadır (1).

Proksimal humerus kırıklarında çeşitli tedavi yöntemleri mevcut olup; büyük çoğunluğu konservatif tedavi edilebilir (3). Bununla birlikte, parçalı ve yer değiştirmiş proksimal humerus kırıklarında K-teli, plak-vida, intramedüller çivi (İMÇ) ile tespit ya da omuz artroplastisi gibi farklı teknikler tanımlanmıştır (4-7).

Proksimal humerus kırıklarının tespitinde ideal tedavinin ne olduğu ise hala tartışma konusudur. Kullanılacak implantın çeşidi ve mutlak endikasyonları noktasında hala tartışmalar mevcuttur (8,9).

Çalışmamızın amacı, iki-parçalı medial metafizyel defektli proksimal humerus kırıklarının tedavisinde lateral anatomik plak, İMÇ ve lateral anatomik plak ve destek plakla tespitin biyomekanik özelliklerini karşılaştırmaktır.

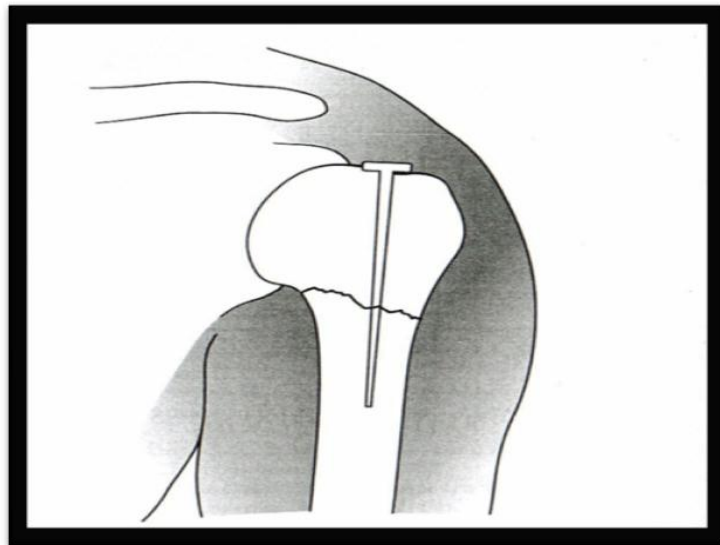
GENEL BİLGİLER

2.1 TARİHÇE

Proksimal humerus kırıkları eski zamanlardan beri hekimlerin dikkatini çekmiştir. Antik çağlarda proksimal humerus kırıkları eğer ampute edemezse ölümlü sonuçlanırken, kapalı kırıklar bandaj ve istirahat ateli ile tedavi edilmiştir (10).

Proksimal humerus kırıklarında ilk sınıflama 1835'te Malgaigne tarafından yapılmış olup, Astley ve Cooper anatomik ve cerrahi boyun kırığını tarif etmiştir (11).

Lambotte 1906'da cerrahi boyun kırığına ilk intramedüller pinlemeyi yapmıştır (Şekil 2.1). Bundan sonraki farklı fiksasyon materyalleri olarak staple, plak-vida, İMÇ, retrograd çivi, eksternal fiksator, serklaj ve gergi bandı uygulamaları kullanılmıştır (12).



Şekil 2.1: Lambotte'nin humerus üst uç cerrahi boyun kırığına uyguladığı intramedüller pinleme (12)

Widen 1949'da Rush 1955'te İMÇ tekniklerini önermişlerdir (13). Knee ve arkadaşları (ark.) 55 derece üzeri açılanma ve 1 cm'nin üzerinde deplasmanı olan kırıklara cerrahi yapmak gerektiğini savunmuşlardır. Yine 1955'te Neer ilk kez metal baş ile protez serisini bildirmiştir (13).

AO internal fiksasyon prensiplerini 1970'li yıllarda yayınlamasıyla plak vida uygulamaları yaygınlaşmıştır (13).

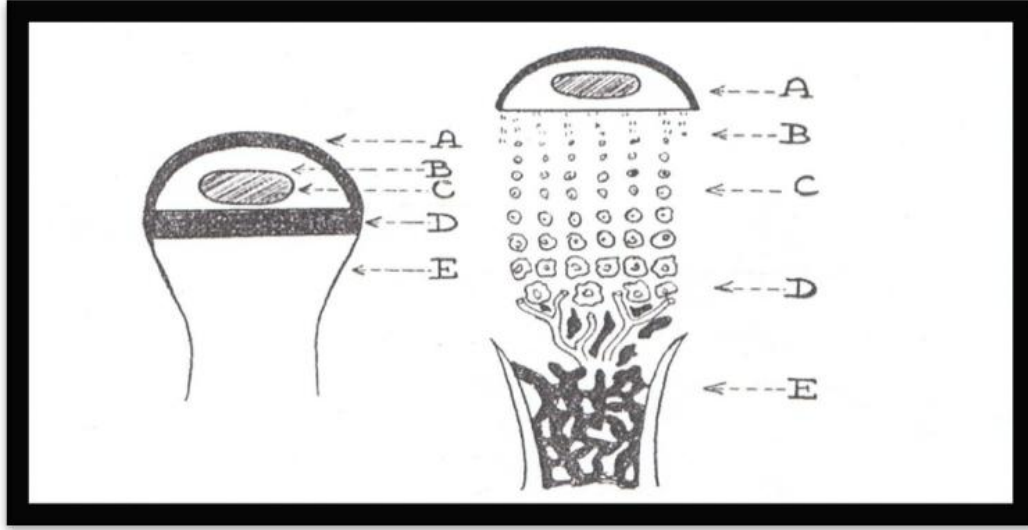
2.2 HİSTOLOJİ VE EMBRİYOLOJİ

Humerus proksimal kırıklarının tarih boyu sınırlarının çizilmesi bakımından çeşitli tartışmalar yaşanmıştır. Bu genellikle cerrahi boyun ile humerus cisminin neresi olduğuna karar verilememesinden doğmuştur. Collin, 1/3 humerus proksimal bölge kırıklarının hepsini humerus üst ucuna dahil etmiştir. De Palma ise cerrahi boynu, tüberkülüm ile teres majör ve pektoralis majör kaslarının yapışma yerleri arasındaki bölge olarak kabul etmiş ve 1/4 humerus üst uç bölge kırıklarının hepsini humerus üst uç kırığı olarak kabul etmiştir (10).

Key ve Conwell ise humerus üst uç kırıklarını teres majör ve latissimus dorsi kaslarının yapışma yeri üstünde kalan bölgenin kırıkları olarak kabul etmiştir (14).

Razemon'a göre humerus üst uç kırıklarının klasik tarifi skapulohumeral aralık ile pektoralis majör kasının alt sınırı arasında olan bütün kırıkları kapsamaktadır (11).

Humerus proksimal kısmının gelişmesine bakıldığında, epifiz uzun kemiğin gelişmiş ucudur. Bu, eklem ve epifiz kartilaj plağı arasında yer alır ve eklem tarafından kartilajla örtülmüştür. Büyümenin sağlandığı bir ossifikasyon merkezi vardır (14) (Şekil 2.2).



A: Eklem kırırdağı, B: Epifiz, C: Epifizin ossifikasyon merkezi, D: Epifiz kartilaj plağı, E: Diafiz

Şekil 2.2: Uzun kemik metafizoepifizer bölge diagramı

Epifiz kartilaj plağı, epifiz ve diafiz arasında yer alır ve uzun kemiklerin uzunlaşmasına büyümesini sağlar (Şekil 2). Çocuk kırıklarında bu yapı önemlidir. Epifiz kartilaj plağı birkaç tabakadan oluşmaktadır. Epifizin hemen altında ve diafize en uzak bölgede kompakt kartilaj hücreleri tabakası yer alır. Bu hücreler aktif olarak büyümeyebilirler. Fakat gelecekteki kartilaj büyümesinin gelişeceği bir depoyu temsil eder. Diafiz kenarının en ucunda bu kartilaj hücreleri aktif büyüme belirtileri gösterirler. Genişlikleri artar ve ekstrasellüler kartilajınöz geniş bir matriks yaparlar. Diafize yaklaşıncı hücreler hipertrofiye olur ve vertikal kolonlar halinde sıralanırlar. Bunların arasında geniş kartilaj matriksi şeritleri yer alır. Bu bölge, kartilajdaki kemik cismin meydana geleceğı yeri oluşturur. Diafiz kenarlarında cisimden kartilaj matrikse doğru kapiller büyüme başlar ve kartilaj hücreleri ile matriks dejenerasyona uğrar. Kapillerlerin etrafında osteoblastlar görülmeye başlar ve kartilaj absorbe oldukça osteoid doku gelişir. Cisme yakın bölgelerdeki kemik osteoid dokuyu replase eder ve kartilajdan kemiğe değışim işlemi tamamlanır (14). Aitken'e göre, bu zincirdeki en zayıf yer muhakkak ki dejenere kartilaj hücreleri ve osteoid doku bölgesidir. Çocuklarda kırıkların en çok geliştiğı yer bu bölgedir. Bu kırıklar hızlıca iyileşir ve deplasman bile olsa sonundaki düzelme çok iyi olur. Kompakt hücre bölgesi kırılmadığı için büyüme bozukluğı görülmez.

Bu sebeple kırık çizgisinin epifiz plağı ile ve bilhassa kompakt hücre bölgesi ile ilgisi büyük önem taşır (14).

Humerus üst uç bölgesinde ossifikasyon 3 merkezde gelişir (11,15). Bunlar iki tüberkülüm ve bir baş merkezidir (14). Bunlardan en önce oluşanı baş merkezi olup 3-6. aylar arasında epifizin kartilajinöz kısmının iç tarafında küçük bir hilal şeklinde görülür (11,15). Zamanla bu gelişir ve 2.5 yaşına kadar diafizin dışında kalır. Sonra eğilerek ve 45 derece eğim yaparak yuvarlak şapka manzarasında diafizin üzerine yerleşir. 2,5-3 yaşına doğru büyük tüberkülüm noktası ve 4-5 yaşlarına doğru küçük tüberkülüm noktası radyolojik olarak görünürler. 5. senede kendi aralarında birleşirler. 7. senede üçü tek bir merkez haline gelirler (11,15).

Kemikleşme 20-25 yaşta tamamlanır. Humerusun üst uç epifizinin humerus uzunlamasına büyümesindeki etkisi alt uç epifizinden 7-8 kat daha fazladır (11). Moseley humerustaki büyümenin %80'inin üst uç epifiz plağından meydana geldiğini kabul eder (15).

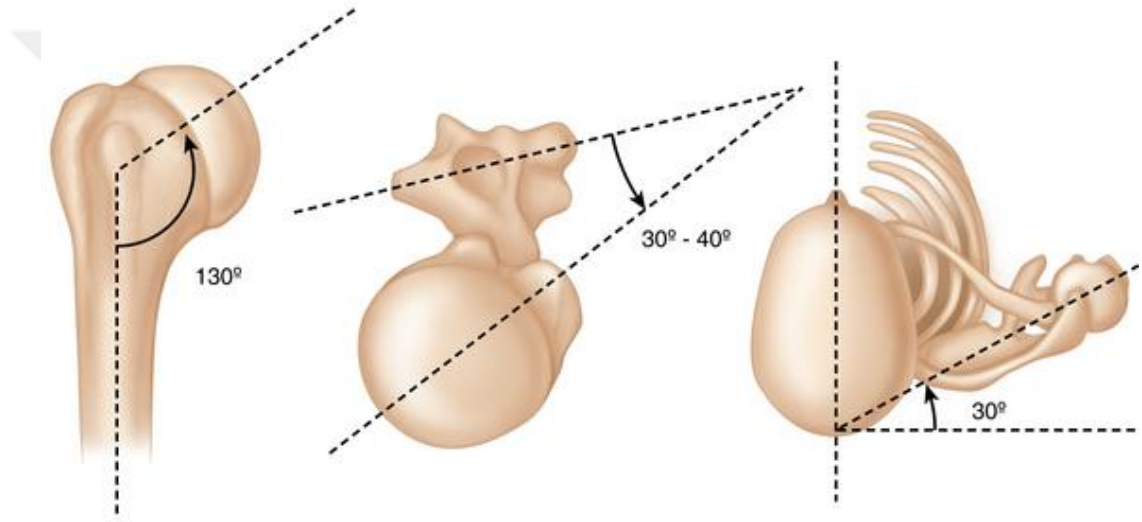
Humerus korpusu seviyesinde, silindirik kompakt kemik dokusu medüller kanalı çevreler. Bu, üst uçtaki epifize yaklaştıkça yavaş yavaş genişler (11). Orta kısımdaki kalın kompakt doku (3-5 mm) kalınlığından kaybederek cerrahi boyun seviyesinde daha da inceler ve epifizin spongioz dokusunu çeviren ince bir kompakt doku ile devam eder. Spongioz doku, diafizer silindire dayanmış, oval tarzda yerleşmiş bir trabekül sistemi ve alveollere sahiptir. Bunların konkavlığı medüller kanala dönüktür. Bu sistem dikey trabeküller halinde humerus başından eklem yüzeyine doğru uzanır. Bu yüzeye düzgün bir geometrik yapı sağlamak için paralel trabeküller eklenir. Büyük tüberkülüm seviyesinde trabeküller vertikaldir (11).

Laux ve ark., bu trabeküllerin, kasların yapışma yerlerinden itibaren ve gittikçe açılarak yukarıda olanların anatomik boyuna, aşağıda olanların ise dış kortikale doğru ve vertikal sisteme uyarak uzanmalarının kasların çekme etkisi ile olduğunu göstermişlerdir (11). Bu yapısal karışıklık, büyük tüberkülüm kırıklarının çok çeşitli olmasını açıklar. Küçük tüberkülüm da yapışma yüzeyinden başlayan, arkaya ve dışa doğru yönelen yelpaze şeklinde açılan trabekülleri ihtiva eder (11).

2.3 ANATOMİ

2.3.1 Kemik Anatomisi

Humerus üst ekstremitenin en uzun ve en kalın kemiğidir. Tüm uzun kemiklerde olduğu gibi extremitas proksimalis, extremitas distalis ve corpus humeri olmak üzere üç bölümde incelenir. Extremitas proximalis'teki en önemli yapı skapula ile eklem yapan caput humeri 'dir. Caput humeri ile corpus humeri arasında açıklığı mediale bakan 130° - 150° 'lik bir açı bulunur. Ayrıca humerus başının 35° 'lik bir retroversiyon açısı vardır (16) (Şekil 2.3).



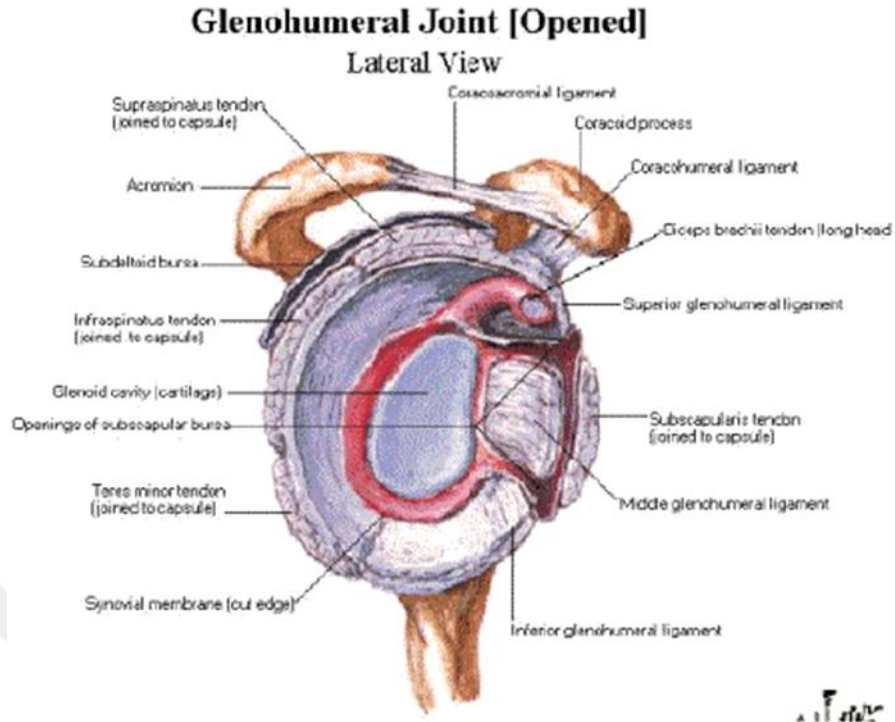
Şekil 2.3: Humerus başı retroversiyonu (www.musculoskeletalkey.com sitesinden alınmıştır.)

Humerus cismi üst yarısı silindirik, alt yarısı ise üç kenarlı ve üç yüzlü prizma şeklindedir. Kemiğin dış tarafında pürtüklü bir saha bulunur ve Musculus (m.) deltoideus'un yapıştığı bu sahaya tuberositas deltoidea denilir. Humerus başının dış tarafında iki çıkıntı bulunur. Bunlardan büyük olan arkadakine tuberculum majus, daha küçük olan öndekine ise tuberculum minus denilir. Tuberculum majus ve minus arasında kalan bu oluğa, sulcus intertubercularis denir. Bu oluğun üst kısmı, içinden geçen tendonun kolay kayabilmesi için kıkırdakla kaplıdır. Sulcus intertubercularis'ten M.biceps brachii'nin uzun başının tendonu geçmektedir (16).

2.3.2 Eklem Anatomisi

Glenohumeral eklem caput humeri ile cavitas glenoidalis arasında sferoid grubunda bir eklemdir. Humerus başı konveks eklem yüzünü oluşturur ve ortalama 2,5 cm yarıçapında bir küre yüzeyinin bir parçası şeklindedir. Bu yüz 2 mm kalınlığında hyalin kıkırdakla örtülüdür. Konkav eklem yüzünü oluşturan glenoid fossa hareketi kısıtlamaksızın eklem yüzünü genişleten labrum ile çevrilidir. Eklemi oluşturan bu yüzler geniş hareket imkânına sahiptir; fakat bu serbestlikleri nedeniyle de her yöne kolayca çıkıklar oluşabilir (17). Ancak eklemin çıkmasına kaslar ve bir dereceye kadar da bağları engel olur. Omuz ekleminde bulunan bağlar, kaslar olmaksızın eklemin çıkmasına engel olamazlar. Çünkü eklem geniş hareket imkânı sağlayabilmek için bağlar uzun ve gevşektir (17).

Glenohumeral eklemin bağları; capsula articularis, ligamentum (lig.) glenohumerale, lig. coracohumerale, lig. transversum humerale'dir. Glenohumeral eklemi örten kapsülün hacmi, humerus başının yaklaşık iki katıdır. Bu durum glenohumeral eklem geniş hareket imkânı sağlarken, stabilitenin azalmasına yol açar. Çünkü kapsülün stabilizeye katkısı azdır. Eklem stabilitesi önden glenohumeral ligament, üstten korakohumeral ligament ve arkadan rotator cuff (RC) tendonları ile sağlanır (18). Glenohumeral ligament superior, medial ve inferior olmak üzere üç parçadan oluşur. İlk iki parçanın eklem stabilitesine katkısı azdır. Inferior glenohumeral ligament glenoid labrumun inferiorundan çıkar ve humerus boynunun inferioruna yapışır. Bu ligamentin kalınlaşmış orta bölümüne superior band adı verilir ve kolun 90° abduksiyon ve eksternal rotasyonunda majör stabilizatör olarak görev yapar (18) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Glenohumeral eklem kapsülü (Netter Interactive Anatomy of Human Anatomy v3.0 by Frank H. Netter MD'den alınmıştır.)

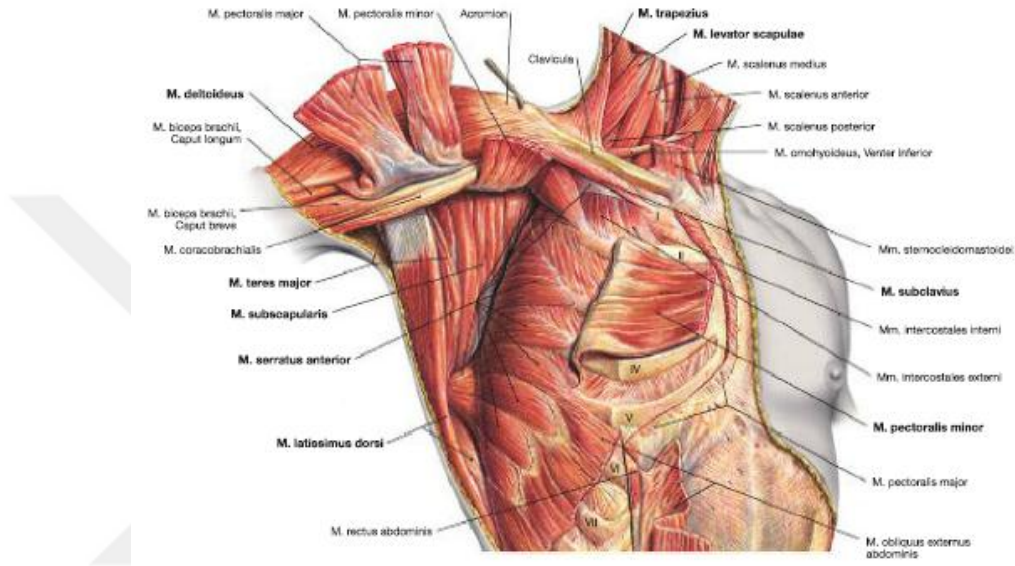
2.3.3 Kas Anatomisi

2.3.3.1 Aksio-skapular kaslar

Aksiyal iskeletten başlayıp skapulaya yapışan kaslardır. Bu grupta trapezius, serratus anterior, pektoralis minör, levator skapula ve rhomboid kaslar bulunur. Levator skapula, skapulaya elevasyon ve lateral rotasyon yaptırır. Serratus anterior skapulaya depresyon ve protraksiyon yaptırır. Pektoralis minör depresyon ve protraksiyonda serratus anteriora yardım eder. Levator skapula ve serratus anterior rotasyon sırasında skapulanın sabitleşmesini sağlarlar. Trapeziusun üst lifleri skapulaya elevasyon ve lateral rotasyon yaptırırken, alt lifleri depresyon ve retraksiyon yaptırır. Rhomboid kaslar ise skapulaya medial rotasyon, retraksiyon ve elevasyon yaptırırlar. Bu kaslar trapeziusun antagonisti gibi hareket ederek skapulayı medial yönde çekerler (17) (Şekil 5).

2.3.3.2 Aksio-humeral kaslar

Aksiyal iskeletten başlayıp humerus yapışırlar. Bu grupta latissimus dorsi ve pektoralis majör bulunur. Latissimus dorsi skapulaya retraksiyon yaptırır. Aynı zamanda omza abduksiyon, internal rotasyon ve ekstansiyon da yaptırır. Pektoralis majör ise omzun adduksiyon, internal rotasyon, fleksiyon ve horizontal adduksiyonunda görev alır (17) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Omuz çevresi aksio-skapular ve aksio-humeral kaslar (Sobotta Atlas of Anatomy General Anatomy and Musculoskeletal System by Jens Waschke, Friedrich Paulsen 16th Edition yıl: 2018'den alınmıştır.)

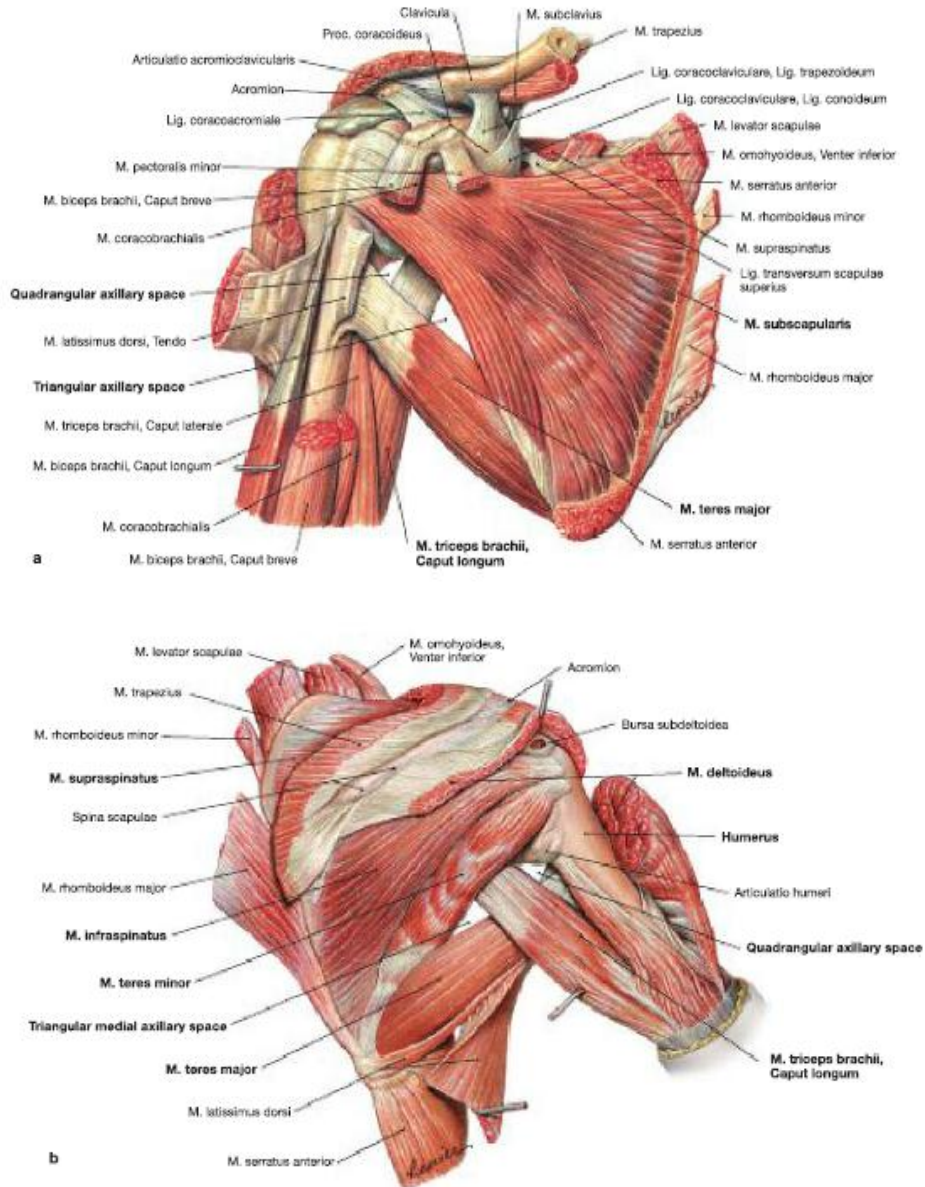
2.3.3.3 Skapulohumeral kaslar

Skapuladan başlayıp humerusa yapışan kaslar olup 7 adettir. Bunlar; m.deltoideus, m.subskapularis, m.supraspinatus, m.infraspinatus, m.teres majör, m.teres minör ve biceps brachii kaslarıdır (19).

Deltoid kası fonksiyonel olarak üç parçaya ayrılır. En kuvvetli parçası orta bölümüdür ve omza abduksiyon yaptırır. Anterior deltoid fleksiyon yaptırır, ayrıca horizontal adduksiyon ve internal rotasyonda görev alır. Posterior deltoid ekstansiyon ve horizontal abduksiyon yaptırır. Eksternal rotasyona da yardımcıdır. Teres majör, omuz adduksiyonu, ekstansiyonu ve rotasyonunda görevlidir. Biceps omzun depresörüdür. Bicipital tendon (biceps uzun başı tendonu) omuz eklem kapsülü içinden geçer ve omuz eklemiyle ilgili hastalıklarda olaya katılabilir (19).

Genel Bilgiler

Supraspinatus, infraspinatus, teres minör ve subskapularis kasları birlikte omza rotasyon yaptırırlar ve omzu bir kuşak gibi sarmalarından ötürü RC kasları olarak tanımlanırlar. Bunlar içinde en çok yaralanmaya maruz kalanı supraspinatustur. Supraspinatus omza abduksiyon yaptırır ve dış rotasyona yardımcı olur. İnfraspinatus dış rotasyonun primer kasıdır. Teres minör de dış rotasyona yardımcı olur. Subskapularis ise omuz abduksiyonda iken omzu iç rotasyona getirir (19) (Şekil 2.6).

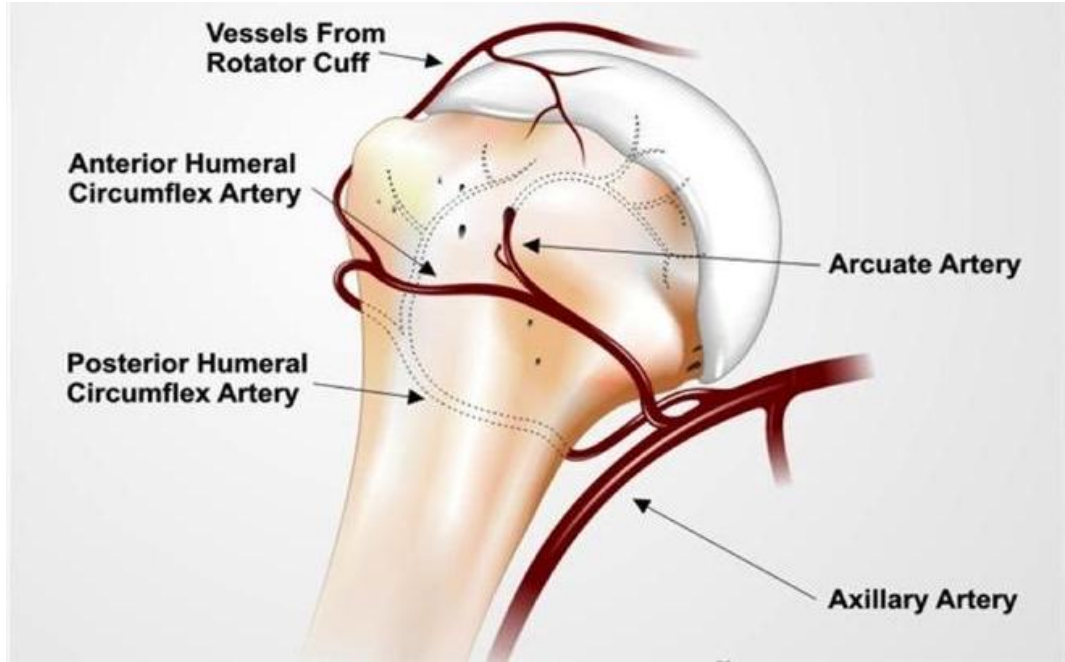


Şekil 2.6: Omuz çevresi kasları (Sobotta Atlas of Anatomy General Anatomy and Musculoskeletal System by Jens Waschke, Friedrich Paulsen 16th Edition yıl: 2018'den alınmıştır.)

2.3.4 Proksimal Humerus Dolanımı

Humerus üst ucu Arteria (A.) axillaris'in dalları olan A.Circumflexa Humeri Anterior ve Posterior tarafından beslenir.

1. A.Circumflexa Humeri Anterior: Humerus başını besleyen ana damardır. A.Axillaris'ten m.latissimus dorsinin iç tarafından çıkar, m.koraokobrachialis ile m.bicepsin uzun başının altından ve cerrahi boynu dolanarak geçer, sulcus intertubercularis hizasına gelince iki dala ayrılır. Bir dalı m.bicepsin uzun başını takip ederek ekleme uzanır ve başı besler. Diğer dal ise deltoid adelesinin altında olmak üzere humerus başını dolanır asendan ve desendan dallar verir, A.Circumflexa Humeri Posterior' un terminal dalları ile anastomoz yapar (20,21) (Şelil 7).
2. A.Circumflexa Humeri Posterior: A. Axillaris'ten subscapularis kasının alt sınırında ayrılır. Humerotricipital aralıktan Nervus (N.) Axillaris ile birlikte geçer. Cerrahi boyunun arkasından dolanır. Trasesi boyunca deltoid kasına ve omuz eklemine dallar verir. A.Circumflexa Humeri Anterior'un terminal dallarıyla anastomoz yapar. Komşu kaslara da dallar verir (20,21) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Proksimal humerusun dolanımı

2.4 OMUZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Omuz vücudun en hareketli eklem kompleksidir. Omuz eklemine istirahat pozisyonu, kolun vücudun yanından sarktığı durumdur. Bu duruş erkeklerde $+2,5^\circ$ abduksiyon (ABD), -1° adduksiyon (ADD) ve kadınlarda $+5,2^\circ$ ABD, $+3,5^\circ$ ADD şeklindedir. Omuz eklemine bu hareket kabiliyetinde glenohumeral eklem büyük hareket kabiliyetinin yanı sıra, harekete çok sayıda eklem ya da benzeri yapının katılmasının da payı vardır. Bu yapılar; glenohumeral, akromioklavikular, sternoklavikular ve skapulotorasik eklemlerdir (22). Bu eklemlerin yaptığı hareketleri glenohumeral eklem hareketleri ve skapula hareketleri olmak üzere iki başlıkta toplamak mümkündür.

2.4.1 Glenohumeral Eklem

Hem sagittal, hem koronal hem de longitudinal planda harekete izin verir. Sagittal plandaki hareketler; fleksiyon (FLEX) ve ekstansiyondur (EXT). Ekstansiyon 60° dir. Korakohumeral ligamentin anterior bandı hareketi sınırlar. Deltoid posterior lifleri ve M.latissimus dorsi hareketin temel kaslarıdır. M.teres major ve M.teres minor diğer kaslardır. Ekstansiyon için skapula adduksiyonu gereklidir. M.rhomboideus major ve minor, trapeziusun orta transvers lifleri ve M.latissimus dorsi'nin kasılmasıyla skapula adduksiyonu sağlanır. Fleksiyonun üç fazı vardır. 1.faz: deltoidin anterior lifleri, korakobrakialis ve pektoralis major'un klavikular lifleri kasılır. Deltoid anterior lifleri hareketin temel kasıdır. 2.faz: yaklaşık 50° - 60° den sonra M.trapezius ve M.serratus anterior'un kasılmasıyla skapula rotasyonu başlar. 3.faz: 120° den sonra spinal kaslar devreye girer. Lomber lordoz arttırılarak hareket 180° ye tamamlanır. Korakohumeral ligamentin posterior bölümü hareketin sonunda gerilerek harekete engel olur (19).

Koronal (frontal) plandaki hareketler; abduksiyon ve adduksiyondur. Abduksiyon 180° dir. Glenohumeral ligamentin orta ve alt bandı abduksiyon sonunda gerilerek harekete engel olur (19).

Abduksiyonun da üç fazı vardır. 1.faz: (0° - 90°) Deltoid orta lifleri ve M.supraspinatus hareketinin temel kaslarıdır. Ayrıca M.infraspinatus, M.teres minör, M.subskapularis ve bicepsin uzun başı humerus başını

glenoid fossada tutmak için aktivite gösterirler. Abduksiyon için deltoid ve supraspinatus kaslarının birlikte çalışması en etkin hareketi sağlar. Deltoid paralizi (aksillar sinir blokajı) durumunda M.supraspinatus (korakobrakial ve biceps kaslarının da yardımıyla) abduksiyonu tamamlayabilir. Deltoid kasının glenohumeral ekleme uyguladığı makaslama kuvvetine karşılık, M.supraspinatus diğer rotator cuff kaslarıyla birlikte kompresyon kuvveti uygulayarak, superiora olan dislokasyonu önler. 30°lik abduksiyondan sonra, M.trapezius ve M.serratus anterior'un kasılmasıyla skapula rotasyonu başlar. 90° abduksiyonda humerus tuberculum majus'u akromion altına takılır. Hareketin devamı kolun eksternal rotasyon (ER) yaparak tuberculum majusun akromiondan kurtulması ile mümkündür (Codman'ın paradoksal hareketi). 2.faz: (90°-150°) Bu fazda toplam 60°lik skapula rotasyonu yapılır. 120°den sonra skapula hareketi azalır ve bu 90°nin üzerinde humerus başı ile akromion arasında potansiyel sıkışma riski artar. 3.faz (150°-180°) Kontralateral spinal spinal kasların kasılması ile gövdenin karşı lateral fleksiyonu meydana gelir. Abduksiyon 180°ye tamamlanır (19). Adduksiyon 30°-45° dir. Bir miktar fleksiyon ya da ekstansiyon yapmadan (gövdenin engellemesinden dolayı) adduksiyon mümkün değildir. M.pektoralis majör ve M.latissimus dorsi hareketin temel kaslarıdır. Adduksiyona yardımcı diğer kaslar M.teres majör ve M.subskapularis'tir. Adduksiyon sırasında M.teres majör ile M.rhomboideus majör ve minör arasında skapula stabilizasyonu için sinerjizm vardır. Teres majör kası skapulayı laterale doğru çekerken, rhomboidler mediale çekerek dengeyi sağlarlar. Ayrıca buna benzer bir sinerjizm M.latissimus dorsi ile triceps kasının uzun başı arasında da vardır. Latissimus dorsinin kasılmasıyla humerus başının oluşabilecek inferior dislokasyonu, triceps uzun başının kasılmasıyla önlenir (19). Longitudinal aksında hareketler, internal ve eksternal rotasyonlardır. Dirsek 90° fleksiyon, kol 90° abduksiyondayken internal ve eksternal rotasyon 90°dir. Kol 0° iken (yine dirsek 90°fleksiyonda) bu değerler internal rotasyon için 70°, eksternal rotasyon için 70°dir. İnternal rotasyonun (IR) 'prime mover' kası pektoralis majördür. Diğer kaslar M.latissimus dorsi, M.teres majör, M.subskapularis'tir. Kol 0° abduksiyondayken subskapularis kasının aktivitesi en üst düzeydedir. Subskapularis kası aynı zamanda humerus başının anteriorda dinamik

stabilizatörüdür. İnternal rotasyona deltooid anterior lifleri de katılır. Eksternal rotasyonun esas kası M.infraspinatusdur. Gücün %60 kadarı bu kas tarafından karşılanır. M.teres majör eksternal rotasyonda ikinci önemli kastır. Ayrıca deltooid posterior lifleri de harekete katılabilir (19).

2.4.1.1 Glenohumeral eklemin stabilitesi

Glenohumeral eklem kapsülünün hacmi humerus başının yaklaşık iki katıdır. Bu durum ekleme büyük bir hareket kabiliyeti sağlarken kapsülün stabiliteye katkısını da azaltır. Kapsül, içte RC kasları, dışta deltooid ve teres majör kaslarıyla kuvvetlendirilir. Diğer statik stabilizatörler üstten korakohumeral ligament, önden glenohumeral ligament ve transvers humeral ligamenttir. Glenohumeral ligamentin üç parçası vardır. Superior ve orta parçanın stabiliteye pek katkısı yoktur. İnterior glenohumeral ligamentin kalınlaşmış orta bölümü superior bant adını alır. 90° abduksiyon ve eksternal rotasyonda majör stabilizatör olarak görev yapar. Korakoakromial ligament ise humerusun yukarı dislokasyonunu önler ve tampon görevini görür. Kapsülün ön kısmının alt parçasında kuvvetlendirici ligament yoktur ve omzun en ince ve zayıf bölgesi burasıdır. Bu nedenle omuz dislokasyonu en fazla inferiora doğru olur (19).

Dinamik stabilizasyon; eklem kapsülü, ligamentler, ekleme olan atmosfer basıncı ve kaslar tarafından sağlanır. En önemli kas grubu rotator cuff kasları (supraspinatus, subskapularis, infraspinatus ve teres minör) ve bicepsin uzun başıdır ki bu kas orjinini supraglenoid tuberkulden alır ve eklem içinden geçerek bicipital oluğa ilerlerler. RC'ı oluşturan kasların kombine hareketi humerus başını glenoid fossa içine çeker; rotasyon ve depresyon oluşturarak fikse ederler. Erekt pozisyonda (kol yanda ve yalnızca kendi ağırlığını taşıması durumunda) en önemli dinamik stabilizatör supraspinatus kasıdır. M.supraspinatus, yaptığı kompresyonla humerus başını glenoid fossada tutar. Bu şöyle açıklanabilir; bir basket topunu duvarda tutmak için, yer çekimine karşı alttan bir kuvvet uygulamak yerine duvara doğru itmek çok daha az enerji gerektirir. Statik stabilizatörlerin devamlı yük altında kalması bir süre sonra bu yapılarda iskemi ve ağrıya sebep olacağından dinamik stabilizatörler devreye girer (19).

Ele ağırlık alındığında veya aşağıya doğru çekme kuvveti uygulandığında, kuvvetin büyüklüğüne göre inferior dislokasyonu önlemek için uzun kol kasları (biceps kısa başı, korakobrakialis, triceps uzun başı, deltoid, pektoralis majörün klavikular başı) devreye girer (19).

2.4.1.2 Skapulohumeral ritm

Teorik olarak vücut yanındaki kolun yukarı kaldırılması 180°lik bir harekettir. Ancak erkeklerin %4ünde, kadınların ise %28inde mümkündür. Erkeklerde ortalama değer 167°, kadınlarda ise 171°dir (23). Omzun elevasyonu, skapulotorasik ve glenohumeral eklem hareketlerinin belli bir oranda uyumuyla gerçekleşir. Bu oran 2:1 dir. Yani, her 3°lik elevasyonun 2°si glenohumeral eklemden, 1°si skapulotorasik eklemden yapılır. Fakat bu oran elevasyonun her açısında aynı değildir. Skapula rotasyonu, glenohumeral eklemin 60° fleksiyon ve 30° abduksiyonundan sonra başlar ve elevasyonun 120°sinden sonra oldukça azalır. Bu açının üzerinde, humerus başı ile akromion arasında potansiyel sıkışma (impingement) riski artar. Humerus tam abduksiyona elevasyon sırasında eksternal rotasyona gelerek, tuberculum majusun korakoakromial ligamentin altından geçmesine izin vererek ulaşır. Kol internal rotasyonda iken sadece 60°lik abduksiyon mümkündür (23).

Skapula rotasyonu glenohumeral eklemin mekanik stabilitesi ve deltoid kasının etkili bir şekilde kasılması içinde mutlaka gereklidir. Skapular rotasyon trapezius ve serratus anterior kaslarının ortak aktivitesi ile gerçekleşir. Deltoid, diğer kaslarda olduğu gibi istirahat pozisyonunda en büyük etkinliğe sahiptir. Elevasyon 90°yi geçince deltoidin boyu kısalır ve kasılma gücü de azalır. Bu durum skapula rotasyonu ile kompanse edilir. Skapula rotasyonu olmadan 90° abduksiyon üzerinde deltoid aktivitesi olmaz (19,23).

Tam elevasyonda (180°), skapula rotasyonu sonucu glenoid fossa humerus başının altında yer alır ve omuz dislokasyonuna engel olmuş olur (19,23).

2.4.2 Skapula Hareketleri

Skapula; göğüs duvarının arkasında 2-6.kostalar arasındadır. Spina skapulanın medial kenarı 3.torakal vertebra spinöz process, skapula

inferior açısı 7-8. torakal spinöz process hizasındadır. Skapulanın medial kenarı orta hattan 5-6 cm uzaklıktadır. Skapula frontal planda medio-lateral, postero-anterior olarak uzanmaktadır. Frontal planda yaptığı açı 30°dir. Skapula eksenini ile klavikula arasında ise 60°lik bir açı vardır (16).

Skapulanın hareketleri protraksiyon-retraksiyon, elevasyon-depresyon ve rotasyon şeklinde tanımlanır.

Protraksiyon-retraksiyon: Toraks üzerinde medial ve lateral hareketle (abduksiyon ve adduksiyon) birlikte hareket eder. Skapula, frontal açıdan tam protraksiyon ve tam retraksiyon arasında 45°lik bir açıda hareket eder. Ayrıca tam abduksiyon ve tam adduksiyon arasında skapulanın 15 cm'lik hareketi vardır. Protraksiyonu yaptıran kaslar M.serratus anterior, M.latissimus dorsi ve M.pektoralis minördür. Retraksiyonda ise M.trapezius, M.rhomboideus majör ve minör görev alır (16).

Elevasyon-depresyon: Tam elevasyon ve depresyon arasında skapula yaklaşık 10-12 cm hareket eder. Elevasyon: M.trapeziusun üst lifleri, M.levator skapula, M.rhomboideus majör ve minör tarafından yaptırılır. Depresyon oluşumunda ise M.serratus anterior, M.pektoralis majör ve minör, M.latissimus dorsi ve M.trapezius alt lifleri görev alır (19,22).

Rotasyonlar: Skapulanın toplam rotasyonu 60°dir. Lateral rotasyon yaptıran kaslar, M.trapezius alt ve üst lifleri, M.serratus anterior ve M.levator skapuladır. Medial rotasyon yaptıran kaslar, M.rhomboideus majör ve minör ve M.levator skapuladır (19,22).

Akromioklavikular ve sternoklavikular eklem hareketlerine bakıldığında bu hareket düzleminin glenoide doğru yer değiştirdiği gözlemlenir. Akromioklavikular eklem hareketi özellikle 120° elevasyondan sonra artmaktadır. Klavikulanın üç boyutlu harekete izin vermesi skapula rotasyonu ve kolun tam elevasyonu için şarttır (23).

2.5 PROKSİMAL HUMERUS KIRIKLARI

Proksimal humerus kırıkları tüm kırıkların %5'ini oluşturmaktadır (2,24). Kırıkların çoğunluğu stabil, minimal deplase olup osteoporotik ileri yaş hastalarda düşük enerjili travmalar sonucunda meydana gelmektedir (25).

Bu tarz yaralanması olan hastaların birçoğu konservatif tedavi edilerek sorunsuz bir iyileşmeye sahip olmaktadır. Cerrahi yalnızca bu hastaların, sahip oldukları aktivite düzeyi göz önünde bulundurularak daha iyi fonksiyonel sonuç elde etme amacıyla veya daha kompleks kırıklarda, yaklaşık %20'sinde uygulanmaktadır (26). Tedavi seçenekleri geniş bir yelpazede olup kendilerine has avantajları ve dezavantajları mevcuttur.

2.5.1 Klinik Değerlendirme

Proksimal humerus kırıkları direk ve indirek olmak üzere iki yaralanma mekanizmasıyla meydana gelmektedir. İndirekt mekanizmada genellikle kol açık ve ekstansiyondayken el üstüne düşme söz konusudur. Direkt yaralanma mekanizmasında ise doğrudan darbeye maruz kalma söz konusudur. İndirekt mekanizma ile oluşan proksimal humerus kırıklarının %80'i osteoporotik kemiklerde meydana gelmektedir (24).

Bu hastaların her birinde dikkatli klinik değerlendirme yapmak gereklidir. Nadir, ancak görüldüğünde acil cerrahi tedavi gerektirebilecek cilt bütünlüğü bozuklukları, nörovasküler bozukluklar gözden kaçırılmamalıdır (27).

Proksimal humerus açık kırıkları ciddi deplase, ciltte nekroza yol açabilen kırıklardır ve oldukça nadir görülmektedir. Bu açık kırıklar standart açık kırık prensiplerine göre tedavi edilmelidir. Vasküler yaralanmalar da oldukça az görülmekle birlikte çoğunlukla proksimal humerusun kırıklı çıkıklarında gözlenmektedir (27). Damar yaralanmalarında zengin kollateral dolaşım nedeniyle distalde nabız ve dolaşım kaybı olmayabilir. Ancak; büyük ve ekspansil bir hematoma, pulsatil dışarıya kanama, açıklanamayan hipotansiyon, uzamış anemi ve bölgeyle ilişkili trunkus pleksus zafiyetlerinde damarsal patolojilerden mutlaka şüphelenmek gereklidir (27). Bu durumlarda, acil değerlendirmede mutlaka anjiyografi ya da doppler ultrasonografiye yer verilmelidir (27).

Sinir patolojileri brakial pleksusun direk hasarlanması, aksillar sinirin traksiyon yaralanmaları şeklinde ve yine çoğunlukla kırıklı çıkık olan olgularda gözlenmektedir (27). Proksimal humerus kırıklı olgularda dikkatli bir nöro-vasküler muayene uygulanmalıdır.

Radyolojik değerlendirmede, glenohumeral eklemin görüldüğü antero-posterior ve lateral grafiler kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu bölgenin iç ve dış rotasyonda anteroposterior, transtorasik ve aksillar grafileri de çekilebilir (20).

Kemikleşmesi tamamlanmamış hastalarda her iki humerus üst ucunun karşılaştırmalı grafileri çekilmelidir. Özellikle impakte kırık şüphesi olan vakalarda karşılaştırmalı grafi çekilmelidir (20). Glenohumeral eklemin gerçek antero-posterior grafisi ise şu şekilde çekilir: Kırık omuzun altına kaset konur ve sağlam omuz 30-40 derece kadar yükseltilir. Santral verilen ışın radyografik düzleme diktir. Humerus başını glenoid ve akromionun yansımalarından korumak için 10-20 derece aşağıya doğru eğilir. Bu grafide supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının yapışma noktaları ve tuberkulum majus görülür (11). Direk grafi dışında bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonan görüntülemelerden (MRG) de radyolojik değerlendirmelerde faydalanılmaktadır (27).

2.5.2 Sınıflandırma

Proksimal humerus kırıkları için çeşitli sınıflandırma sistemleri ortaya konmuştur. İlk sınıflandırmalar kırık hattına göre kurgulanmıştır. Böhler ve Watson-Jones kemikleri deplasmanına göre sınıflandırmışlardır. Bateman proksimal humerus kırıklarının sınıflandırılmasına çıkıkları da dahil etmiştir. Key ve Conwell anatomik ve cerrahi boyun kırıkları arasında kesin bir ayırım yapmaya imkan olmadığı fikrini savunmuştur (28). Codman'ın yaptığı çalışmaya göre humerus boynundaki kırıklar dört esas parçadan oluşur ve bunlar baş, tüberkülüm majus, tüberkülüm minus ve şafttır (29). Mc Laughlin ise proksimal humerus kırıklarını kırık mekanizmasına göre sınıflandırmıştır. Günümüzde en çok kullanılan sınıflandırma yöntemleri ise Neer ve Ortopedi Travma Birliğinin sınıflandırmalarıdır (26).

2.5.2.1 Mc Laughlin sınıflaması (30)

Direk mekanizma ile olan kırıklar: Spongioz humerus başı direk çarpmaya karşı parçalanmaz, deplasman olmaksızın fissur hatları oluşturur. Fissurler çarpma noktasından itibaren ışınsal tarzda yayılım

göstermektedir ve herhangi bir yöne hareket edebilir. Yumuşak doku kemik fragmanları yerinde tutar.

Avulsiyon kırıkları:

1. Tüberkülüm minus avulsiyonu, subskapularis kasının küçük tüberkülü çekmesiyle meydana gelmektedir. İzole lezyonları oldukça nadir görülmektedir. Medialde glenoidde doğru deplase olur. Bu lezyon posterior omuz çıkığı ile ilişkili olabilir.
2. Tüberkülüm majus avulsiyonu, supraspinatus kasının çekmesiyle oluşmaktadır. Anterior omuz çıkığı ile ilişkili olabilir.

İndirek mekanizma ile olan kırıklar: Dirsek üzerine veya açık el üzerine düşmelerle proksimal humerusta meydana gelen kırıklardır. Üst ekstremitenin maruz kaldığı kuvvet humerus shaftıyla taşınırken, humerus başının glenoid ya da akromiona basınç uygulamasına sebep olur. Çoğunlukla humerus boynu ya da tüberküllerden birinde kırık meydana gelmektedir (30).

2.5.2.2 Campbell sınıflaması (30)

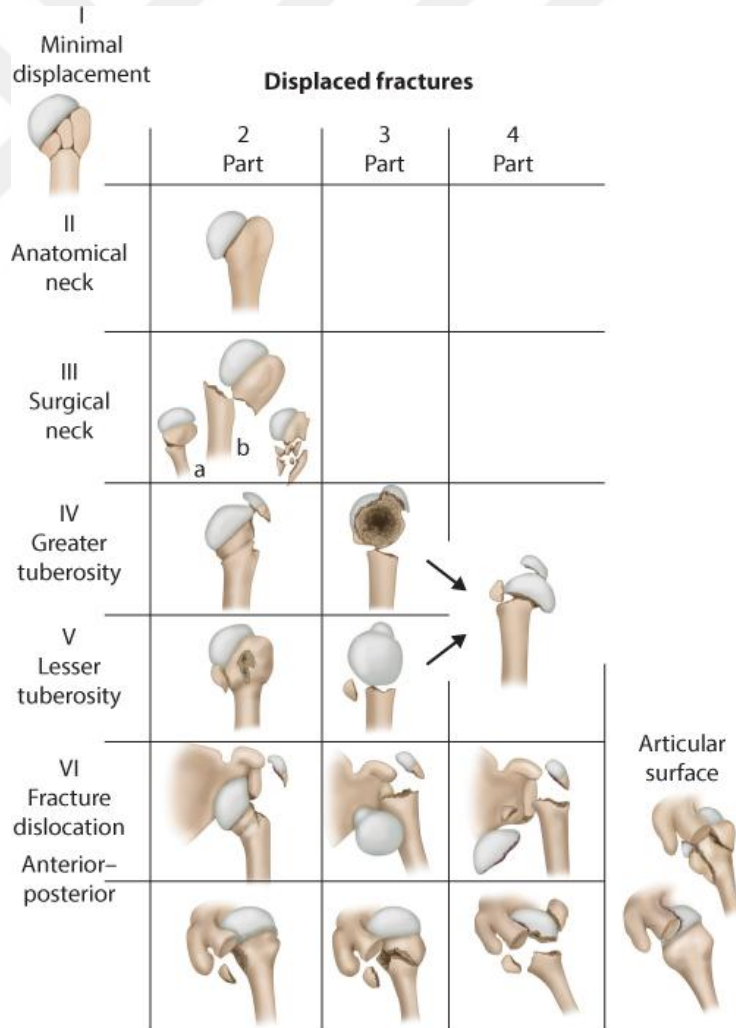
1. İmpakte kırıklar
2. İmpakte olmayan kırıklar (proksimal humerus epifiz ayrılma ve kırıklarını impakte olmayan adduksiyon kırıklarına sokarlar).
 - Abduksiyon kırıkları
 - Adduksiyon kırıkları
 - Kırıklı çıkıklar

2.5.2.3 Neer sınıflaması (26)

Neer'a göre kırık seviyesine göre yapılan klasik sınıflamalar deplase kırıkların tipine karar vermede yetersizdir. Çünkü kırık genellikle iki seviyede görülmektedir. Bu sınıflamalar deplase olmayan bir kırığı deplase kırık ile aynı gruba sokmaktadır. Yaralanma mekanizmasına göre yapılan sınıflamalar ise lezyonun tipini açıklamaktan oldukça uzaktır. Neer yaptığı çalışmalarda abduksiyon ve adduksiyon kırığı terimlerini de hatalı bulmuş sebep olarak da kırık apeksinin açılanmasının genellikle anteriora olduğunu göstermiştir. Anterior açılanmanın humerus rotasyon pozisyonuna göre

grafilerde abduksiyon veya adduksiyon kırığı görünümünü verdiğini ifade etmiştir.

Neer sınıflamasında ne kırığın seviyesi ne de yaralanma mekanizması göz önüne alınmıştır. Ana dört segmentten birinde ya da daha fazlasında olan veya olmayan deplasmana dayandırılan bir sınıflandırma sistemidir. Bu ana segmentler; eklem segmenti veya anatomik boyun, tüberkülüm majus, tüberkülüm minus, diafiz ve cerrahi boyundur. Bu segmentlerden baş ve tüberkülüm proksimal humerusun oluşmasına olanak sağlayan kemikleşme merkezlerine denk gelmektedir. Bu kemikleşme merkezlerinin fiziste kaynaşması, kırılmaya dayanıksız zayıf bir alan oluşturmaktadır. Neer yaptığı sınıflandırmada 1 cm'den fazla deplasman veya 45 dereceden fazla açılanma yapmış deplase segment sayısını esas almıştır (26) (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Proksimal humerus kırıklarında Neer sınıflaması (www.orthobullets.com sitesinden alınmıştır.)

Tip 1: Çıkıksız kırıklardır. Kırık çizgilerinin sayısını ve kırığın kapsadığı anatomik yapıları göze almaksızın, deplase olmayan kırıklar gerçekte tek-parçalı kırıklardır ve askı desteği ile kademeli egzersiz ile tedavi edilebilir.

Tip 2: İki-parçalı kırıklardır. Tüberkulumları içeren deplase iki parçalı kırıklardır.

Tip 3: Üç-parçalı kırıklardır. Üç parçalı kırıkta, tuberkulumların bir tanesi eklemi içeren baş fragmanı ile kalır ve dolaşımını korur.

Tip 4: Dört-parçalı kırıklardır. Dört parçalı kırıklarda eklemi içeren baş segmenti kan dolaşımını kaybetmiştir.

Bu sınıflandırmaya dahil edilmese de kırıklı-çıkıklar ve valgus impakte dört parçalı kırıklar da mevcuttur.

2.5.2.4 Ortopedik Travma Birliği sınıflaması

AO grubu vücuttaki tüm kemiklerin kırıkları gibi bu bölgenin kırıklarına ait bir sınıflama geliştirmiştir. Buna göre;

Tip A: Ekstraartikuler, unifokal kırık

A1: tuberositas avulsiyonu

A2: impakte metafiz

A3: nonimpakte metafizer kırık

Tip B: ekstraartiküler bifokal kırık

B1: metafizer impaksiyon ile

B2: metafizer impaksiyon olmadan

B3: glenohumeral dislokasyon olmadan

Tip C: eklemi içeren kırık

C1: az deplasman, impakte valgus kırığı

C2: Ciddi deplasman, impakte

C3: glenohumeral dislokasyon da mevcut

2.5.3 Proksimal Humerus Kırıklarında Tedavi

2.5.3.1 Tedavide karar verme

Proksimal humerus kırıklarında tedavi yöntemine karar verirken kırık konfigürasyonuna odaklanma eğilimi vardır. Kırık ile ilgili faktörlerin dışında tedaviye yön verirken hasta ve cerrahla ilgili faktörler de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (27).

Bu yaralanmaya maruz kalan hastaların çoğu yaşlıdır ve tedaviden beklentileri sınırlıdır. Cerrahi tedavi bilişsel bozukluğu olan, non-fonksiyonel uzva sahip, ileri düzeyde tıbbi komorbiditeleri olan ileri yaştaki hastalarda nadiren endikedir. Hastaya bağlı faktörlerde ileri derecede osteoporoz; sigara, ilaç, alkol bağımlılığı; diabetes mellitus, romatoid artrit, steroid dahil immun yetmezliğe sebep olan ilaçların kullanımı ve/veya eş zamanlı neoplazm öyküsü olması kötü sonuçlar ve artmış komplikasyon riski ile ilişkilidir (31,32).

Cerraha bağlı etkenlerde ise cerrahın tedavi seçimi ve kişisel tecrübesi sonucu oldukça etkilemektedir (31). Cerrahi uzmanlık ve cerrahi yöntemler arasında önemli coğrafi farklılıklar mevcuttur (33). İleri düzeyde karmaşık yaralanmalarda veya cerrahların proksimal humerus kırıklarının tedavisindeki tecrübesindeki kısıtlılıklar henüz kısıtlı da olsa bu durumdaki hastaların sevk zincirini gerektirdiği yönündeki algıyı arttırmaktadır (27).

Tedaviye rehberlik edecek tamamen tatmin edici kırık sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır (27). Neer sınıflaması en yaygın olarak kullanılan sınıflandırma sistemidir ki bu sistemde bile gözlemler içerisinde ve arasında oldukça güvenilirliği zayıftır (34). Bu anatomik sistem direk grafilerde veya cerrahi esnasında dört ana segmentin tutulumuna ve kırığın yer değiştirme miktarına dayandırılmıştır (26). İyi prognoza sahip, yakın zamanda tanımlanan kırık tiplerini içermemektedir. Bu kırıklar; impakte valgus kırıkları, varus kırıkları ve anterior ya da posterior kırıklı çıkıkların bazı alt gruplarını içermektedir (35–38). Her ne kadar iyileştirmeler ve daha detaylı sistemler üretiliyse de hiçbiri Neer sınıflandırmasının kabul seviyesini kazanamadı (27). Çoğu proksimal humerus kırığı stabil konfigürasyonda ve konservatif tedaviyle fonksiyonel olarak iyileşme potansiyeline sahiptir (27). Konservatif tedavi daha çok humerus boynunu

içeren tek parça kırıklarda, tek parça büyük veya küçük tüberkül kırıklarında, minimal açılanmanın olduğu, impakte, iki parçalı, cerrahi boynu içeren kırıklarda tercih edilmektedir (39,40). Neer sınıflamasına göre iki, üç ya da dört parçalı kırıklarda 130 derecelik normal humeral baş- shaft inklinasyonuna göre 30 dereceden daha az varus valgus açılanması mevcutsa, ancak buna rağmen humerus başının shafta reziduel kortikal teması varsa konservatif tedavi bu hastalarda iyi sonuçlar verebilmektedir (36). Proksimal humerus kırıklarının yaklaşık %20'si üç gruba ayrılır: cerrahinin gerekli olduğu kırıklar, humerus başının koruyucu rekonstrüksiyondan fayda görebilecek olanlar ve humerus başının değiştirilmesi gerekenler (27). Kırıkların %1'inden azında cerrahi zorunludur ve diğer iki kategorideki cerrahi endikasyonlar mutlak olmaktan çok görecelidir (27).

Cerrahi tedavinin gerekli olduğu durumlar: Açık kırıklar, eşlik eden damar yaralanmasının olduğu kırıklar, patolojik kırıklar, humeral başın yarıldığı kırıklar, skapula kırığı ile birlikte olan “yüzen omuz” durumlarında cerrahi tedavi zorunludur. Bu durumlarda yapılacak cerrahinin humerus başı rekonstrüksiyonu mu yoksa artroplasti mi olacağına diğer durumlar göz önünde bulundurulularak karar verilir (27).

Redüksiyon ve fiksasyondan fayda görebilecek kırıklar: Redüksiyon ve fiksasyon çoğunlukla konservatif tedaviyle fonksiyonel durumun azalacağı ön görülen hastalarda fonksiyonelliği arttırmak adına uygulanan bir yöntemdir (27). Genç yaş, aktif ve yüksek fonksiyonel beklentisi olan hastalarda oldukça sık uygulanan bir yöntemdir. Bu cerrahi konservatif tedaviyle meydana gelebilecek semptomatik kaynamama veya yanlış kaynama gibi komplikasyonların riskini azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak, redüksiyon ve tespit yönteminin sonraki osteonekroz riskini azaltıp azaltmadığı belirsizdir. Böyle bir komplikasyon görülmesi durumunda artroplasti seçeneği her zaman akılda tutulmalıdır. Artroplastinin sonuçlarının iyi olması ise humerus başının ilk cerrahide anatomik rekonstrükte edilmesi ve RC'ın fonksiyonel olmasıyla yakından ilişkilidir (27). Medikal olarak cerrahiye uygun olan hastalarda redüksiyon ve tespit yönteminin düşünülmesi gerektiği durumlar ise şunlardır;

- 1- İki parçalı büyük ya da küçük tüberkül kırıkları, büyük tüberkülün 1 cm'den fazla deplase olduğu 3 veya 4 parça kırıklar,
- 2- Eklem yüzüne ait deplase olmuş bir parçanın bulunduğu kırıklar,
- 3- İnstabil 2 parçalı cerrahi boyun kırıkları (metafizde ileri parçalanmanın olduğu ya da humerus başı şaft bağlantısının ortadan kalktığı kırıklar)
- 4- Humerus başı ve şaftı arasındaki normal 130 derecelik inklınasyona göre 30 dereceden fazla varus ya da valgus deformitesinin olduğu 2,3 ya da 4 parçalı kırıklar,
- 5- Hill-Sachs lezyonunun da olduğu 3- 4- parçalı anterior kırıklı çıkıklar,
- 6- Ters Hill-Sachs lezyonunun olduğu 3-4- parçalı posterior kırıklı çıkıklar.

Bu cerrahi yöntem konservatif tedaviye nazaran omuz fonksiyonel sonuçlarını arttırmak adına bir avantaj sağlamaktadır. Hastalar, ameliyat sonrası uzun bir rehabilitasyon süreci olacağı ve rehabilitasyona uyum sağlamaları durumunda sonuçların daha iyi olacağı konusunda bilgilendirilmelidir.

Primer artoplastinin daha uygun olacağı kırıklar: Baş koruyucu cerrahinin giderek yaygınlaşmasına rağmen bu yöntemin pratik olmadığı ya da tavsiye edilmediği durumlarda primer artoplasti mutlaka akılda tutulmalıdır. Humerus başı rekonstrüksiyonun önerilmediği primer artoplastinin daha uygun olduğu durumlar ise şu şekilde sıralanabilir: başın 2 veya daha fazla parçaya ayrılarak yeniden yapılandırmaya uygun olmayan kırıklar (başın yarılması durumu), humerus başının yumuşak dokulardan yoksun ve tamamen sıyrılmış olduğu durumlar, osteonekroz riski yüksek, gecikmiş, çok parçalı kırıklar (yaralanma sonrası 4 haftadan uzun süre geçmişse).

Bu tedavi yöntemi ayrıca düşük fonksiyonel beklentisi olan, redüksiyon ve rekonstrüksiyon sonrası nonunion ya da malunion, osteonekroz, fiksasyon kaybı gibi nedenlerle mükerrer cerrahileri kaldıramayacak durumda olan hastalar için de oldukça uygun bir seçenektir (27).

Cerrahi ya da konservatif tedavinin komplikasyonlarını yönetmek için de gecikmiş artoplasti uygulaması seçenekler arasındadır (41,42).

2.5.3.2 Tedavi yöntemleri

Konservatif tedavi:

Proksimal humerus kırık olgularının büyük çoğunluğu kırığın stabil olması ve iyi sonuçlarla iyileşme potansiyelinden ötürü konservatif tedavi edilmektedir.

Konservatif tedavinin en önemli basamaklarından biri ağrı kontrolüdür. Kırığın yeri itibariyle yeterli splintleme pek mümkün olmadığından dolayı özellikle yaralanma sonrası ilk bir haftada ağrı kontrolü oldukça zordur (27). Çoğu hasta sandalyede oturarak uyumayı düz zeminde yatmaktan daha konforlu bulmaktadır. Ağrı palyasyonu için oral analjezikler, soğuk uygulama ve kol askısı kullanılmaktadır (10). Hanging cast uygulaması kırık hattında nonuniona sebep olabilecek bir distraksiyon oluşturabileceğinden önerilmemektedir (43,44). Uzamış immobilizasyon genelde önerilmemektedir. Erken fizyoterapinin başlandığı fonksiyonel iyileşme proksimal humerus kırıklarında daha çok tercih edilmektedir (45,46). Nonunion, semptomatik malunion ve osteonekroz gibi komplikasyonlar olmadığı ve/veya bunlardan kaçınıldığı sürece; yaşlı hastalarda stabil ve minima deplase kırıklarda cerrahi dışı tedaviler daha iyi sonuçlar vermektedir (47,48). Deplase ve çok parçalı kırıkların konservatif tedavisi ise tartışmalıdır. Çok yaşlı, kognitif bozuklukları olan, debil ya da alkolik hastalarda bu tarz kırıkların konservatif tedavi edilmesi daha doğru olacaktır görüşü hakimdir. Birçok yazar bu hastalarda konservatif tedavinin iyi sonuçlandığını bildirmişler de bu grupta nonunion, malunion ya da osteonekroz riskinin daha fazla olduğu bilinmektedir (39,48,49). Meydana gelebilecek bu durumlarda ikincil kurtarma ameliyatlarının ise primer cerrahiden çok daha karmaşık sonuçlarının daha zorlu olabileceği bilinmektedir (50).

Kapalı/minimal invaziv redüksiyon, perkutan fiksasyon:

Kapalı ve minimal invaziv redüksiyon ve fiksasyon teknikleri, açık redüksiyon ve fiksasyon tekniklerine göre kanama, post-operatif ağrı, enfeksiyon riski ve kozmetik açıdan daha avantajlıdır (27). İmpakte olmamış 2-,3-,4- parçalı kırıklar, impakte valgus kırıkları bu teknik için uygun

kırıklar olup; kırıklı çıkık olgularında kapalı redüksiyon ve perkutan fiksasyon uygulaması önerilmemektedir (27).

Redüksiyon çoğunlukla skopi kontrolünde K telleriyle kırık fragmanlar tutturularak bu tellerin 'joystick' gibi kullanılması suretiyle yapılmaktadır. Skopi kontrolü altında pinlerle uygun redüksiyonu sağlanan parçalar yivli K telleri veya kanüle vidalarla tespit edilmektedir (6,51).

Kapalı ya da minimal invaziv redüksiyon ve tespit yöntemi ile ilgili tatmin edici sonuçlar bildirilmiştir (6,52). Ancak, bu prosedür uzun öğrenme eğrisi olması sebebiyle implant yetmezliği, tespit yetersizliği, malunion, nonunion ve osteonekroz gibi potansiyel riskler taşımaktadır (27).

Açık redüksiyon internal fiksasyon:

Cerrahi yaklaşımlardaki son gelişmeler, redüksiyon tekniklerindeki ilerlemeler, implantlar ve kemik greftlerinin kullanımlarının artmasıyla birlikte proksimal humerus kırıklarındaki cerrahi eğilimi giderek artmaktadır (27). Bu eğilimle birlikte birçok açık redüksiyon ve internal fiksasyon yöntemi tanımlanmıştır (27). Yaklaşım olarak anterior deltopektoral yaklaşım en sık kullanılan yöntemlerden biridir (53). Ancak, özellikle posterior kırıklı-çıkık olgularında, çok parçalı kırıklarda, büyük tüberkülün posteriora deplase olduğu olgularda sınırlı da olsa posterior yaklaşım kullanılmaktadır. Düz lateral ve genişletilmiş deltoid-split yaklaşımlar da proksimal humerus bölgesinde cerrahın hâkimiyetini arttırmak amacıyla kullandığı yöntemlerdendir (54,55). Bu yaklaşımlar proksimal humerus rekonstrüksiyonu için daha iyi erişim sağlamakla beraber cerrahi boyunca aksiller terminal dalının göz önünde olmasına ve korunabilmesine olanak sağlamaktadır (27). Sinir trasesinin proksimalindeki bir pencere kırığın redüksiyonu ve stabilizasyonu için erişim sağlarken, distalindeki bir pencere ise humerus shaftına erişim sağlar ve plağın distal vidalarının güvenli bir şekilde yerleştirilebilmesi için kolaylık sağlamaktadır (56). Aksiller sinirin intraoperatif yaralanması kadavra çalışmalarında gösterilmiş olsa da pratikte sürekli karşılaşılan bir risk ve komplikasyon değildir (57).

Proksimal humerus kırıklarında redüksiyon için en gerekli öğelerden biri kırığın anatomisini detaylı incelemek ve anlamaktır (27). Bilgisayarlı

tomografi (BT) hatta 3 boyutlu BT (3D BT) ise bu gerekliliği yerine getirmek için en çok başvurulan görüntüleme yöntemleridir. Eklem yüzünü içeren kırıklar, kırıklı çıkıklar mutlak redüksiyon gereken olgulardır. Humerus başının varusa ya da valgusa gittiği olgularda redüksiyonda yardımcı K telleri, elevatörler ya da osteotomlar kullanılabilir. Özellikle varus deformitesinin olduğu olgularda kırığın instabil kalmaması için veya yeniden deplase olmaması için tam redüksiyon oldukça gereklidir (58,59). Humerus başının redüksiyonu ardından şaftın translasyonu ve rotasyonel deformite düzeltilerek anatomik redüksiyon tamamlanır (27). Üç- dört-parçalı impakte valgus kırıklarında redüksiyon sonrasında metafizde çoğunlukla greft ile desteklenmesi gereken bir defekt gözlenmektedir. Bu defekt redüksiyon kaybının önlenmesi ve/veya rezidüel instabilitenin ortadan kaldırılması için mutlaka otogreft, allogreft ya da başka greft seçenekleriyle desteklenmelidir. Yapısal stabiliteyi arttırmak adına kimi zaman strut otogreftler ya da allogreftler kullanılmaktadır. Humerus başının varusa deplase olduğu kırıklarda, posteromedial metafizin bütünlüğünün bozulduğu instabiliteye sebep olabilecek kırıklarda strut greft kullanımının yeri bulunmaktadır. Ayrıca anterior ya da posterior kırıklı çıkıklar sonrasında oluşan Hill-Sachs lezyonlarında da greft ihtiyacı olabilmektedir (60,61).

Açık redüksiyon sonrası tespit materyali olarak geçmişte oldukça yaygın bir şekilde cloverleaf plaklar, buttress plakları ve basit semitübüler plaklar kullanılmaktaydı. Ancak, bu plakların osteoporotik kemiklerde olan tespit yetersizliklerinden dolayı bu uygulamalardan giderek uzaklaşmıştır (62,63). Daha sonraları ise mono-aksiyel ve poli-aksiyel kilitli plaklar kullanıma girmiştir. Kilitli plak uygulamasında daha sonra gözlenebilecek impingement durumundan korunmak için dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri ise plağın büyük tüberkülün apeksinin altında yerleştirilmesi gerekliliğidir (64,65). Kilitli plak uygulamasında vidaların eklem yüzünü işgal etmediğinden emin olunmalıdır. Humerus başının varusa deplase olduğu olgularda humerus başına metafize yakın vidaların uygulanması stabilizasyon için oldukça önemlidir. Bu vidalar defektin olduğu postero-inferior metafiz bölgesinde kompresyon altında buttress etkisi oluşturmaktadır (66). Medial defektin olduğu olgularda ise medialden

uygulanan destek plak tespiti fiksasyonun gücünü arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (66). Plak vida tespitinin temel felsefesi humerus başını şafta fikse etmektir. Tüberküllerde görülebilecek ayrı fragmanların ise kanselöz vidalar, sutur tespitleri ile fiksasyonu gerekebilir (27).

Literatüre bakıldığında geleneksel ve kilitli plaklarla proksimal humerus kırıklarının tespitinin oldukça memnun edici sonuçlar verdiği görülmektedir (67–69). Plak uygulamasının ardından osteonekroz, nonunion veya malunion gibi komplikasyonların diğer tekniklere oranla göreceli olarak daha az oranlarda görüldüğü bildirilmektedir. Son serilerde ise özellikle varus deplase kırıklarda stabil bir redüksiyonun önemi, bu redüksiyon sağlanamazsa vida yetmezliği ya da fiksasyon yetersizliğinin kaçınılmaz olacağı vurgulanmıştır (70).

Kapalı/açık redüksiyon İMÇ:

Periost dolaşımının korunmasından, yumuşak doku hasarlanmasının minimal düzeyde olmasından dolayı statik kilitli İMÇ uygulaması proksimal humerus kırıklarında popüleritesini giderek arttırmaktadır (27). Anterograd çivilemede çivinin giriş yerinin RC insersiyosu olması omuzda ağrı ve eklem hareket açıklıklarında RC disfonksiyonuna bağlı olarak sertliğe sebep olabilmektedir. Bundan dolayı birçok cerrah genç hastalarda bu yöntemi kullanmaktan çekinmektedir. Dolayısıyla İMÇ uygulamasında en ideal endikasyon yaşlı hastalarda 2-parçalı cerrahi boyun kırıkları olarak bildirilmiştir (71–73). Literatüre göre 3-,4- parçalı kırıklarda aynı memnun edici sonuçlar bildirilmese de 2- parçalı özellikle cerrahi boyun kırıklarında İMÇ uygulamasının tatmin edici sonuçlar getirdiği ifade edilmiştir (74–76). Tüm proksimal humerus kırıklarında olduğu gibi İMÇ uygulamasında da klasik olarak osteonekroz, malunion, nonunion gibi komplikasyonlarla karşılaşmaktadır. Ancak, İMÇ uygulamasında diğer cerrahi türlerine göre daha fazla oranda RC disfonksiyonu görülmektedir (74).

Humerus başı replasmanı (Parsiyel/total omuz protezi):

1970'lerde Neer çoğunlukla çok parçalı kırıklarda görülen osteonekroz ve nonunion komplikasyonlarından dolayı humerus başı replasmanını popülerize etmiştir (77). Ancak, humerus başını koruyucu rekonstrüktif yöntemlerin giderek geliştirilmesiyle protez ameliyatı popülerliğini giderek

azaltmıştır. Akut kırıklarda tüberküller ve humerus shaftı arasındaki anatomik ilişkinin korunması amaçlanarak komponentin yüksekliği, offset'i ve versiyonunun uygun düzenlenmesi suretiyle genellikle hemiarthroplasti total omuz protezine göre daha fazla tercih edilmektedir. Proksimal humerus kırıklarını tedavi etmek amacıyla spesifik olarak üretilen modüler implantlar bulunmaktadır. Bu implantlar, kırık proksimal humerusa uygulanmak için özel dizayn edilmiş aparatlara, tüberkül iyileşmesini teşvik edecek yapıya sahiptirler. Osteoporotik kırıklarda osteointegrasyonun zayıf olacağı ya da hiç olmayacağı hastalarda ise çimentolu uygulama seçenekleri de mevcuttur. Hemiarthroplasti uygulaması sonrası yüksek oranda görülen tüberkül tespit yetmezliği ve nonunion komplikasyonları nedeniyle ise çeşitli sütürasyon ve tespit yöntemleri geliştirilmiştir (78). Proksimal humerus kırığı sonrası primer humerus başı replasmanı uygulanan olguların sonuçları literatürde çeşitlilik göstermektedir. Literatürde protez sağ kalımının tatmin edici olduğu ve revizyon oranlarının oldukça düşük olduğu bildirilse de bu sonucu elde eden çalışmalar sınırlıdır (79,80). Diğer yandan RC'nin fonksiyonel olduğu tüberkül iyileşme potansiyelinin iyi olduğu genç hastalarda sonuçlar iyi olarak bildirilmişken; yaşlı hastalarda, nörolojik defisiti olanlarda, re-operasyon gerektiren postoperatif komplikasyon yaşanan hastalarda, protezin yanlış yerleştirildiği tüberküllerin retrakte bırakıldığı yani redükte edilemediği olgularda sonuçlar kötü olarak bildirilmiştir (81).

Geleneksel proksimal humerus replasmanından elde edilen kötü sonuçlar cerrahları daha önceleri yalnızca RC artropatisinde kullanılan ters omuz protezini uygulamaya yönlendirmiştir. Ters omuz protezi uygulamasında hemiarthroplasti uygulamasının aksine RC'nin intakt olması veya tüberkül iyileşmesi gerekliliği gibi parametreler daha az önem arz etmektedir. Akut kırıklarda ters omuz protezi uygulamasıyla ilgili elde edilen sonuçlar da umut vericidir (82). Ancak, sonuçların objektif değerlendirilebilmesi için daha geniş çapta çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ters omuz protezinin geleneksel humerus başı replasmanına kıyasla bazı komplikasyonları mevcuttur. Örneğin, ters omuz protezi uygulamasında skapula glenoid boynunda çentikleşme, erken yetmezlik gelişmesi ve akromial stres kırığı gibi komplikasyonlar görülebilmektedir (79).

2.5.4 Proksimal Humerus Kırıklarında Komplikasyonlar

Komplikasyonlar, travmanın ve kırığın şekli ya da tedavinin sonucu olarak kaçınılmaz bir şekilde karşımıza çıkabilmektedir. Osteonekroz, nonunion, malunion, tüberküllerin iyileşmemesi, RC disfonksiyonu en sık karşılaşılan komplikasyonlardır. Bu kırıklarda iyi sonuçlar elde etmenin yolu olası komplikasyonlardan kaçınmaktan geçmektedir.

2.5.4.1 Osteonekroz

Humerus başının kanlanması bozacak yaralanmalarda osteonekroz kaçınılmaz bir komplikasyon olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bu komplikasyon özellikle çok parçalı kırıklarda ve kırıklı çıkıklarda görülmektedir. Ayrıca, osteonekroz cerrahi esnasında kırığın çok fazla manipülasyonundan veya yumuşak dokunun fazla sıyrılmasıyla da meydana gelmektedir. Humerus başının kanlanması kesilse bile osteonekroz gelişme olasılığı oldukça düşük olduğundan nispeten daha az zararlı yaralanmalardan sonra bile bu durumun gelişmesinin patofizyolojisi tam olarak anlaşılammıştır (83–85). Osteonekroz gelişen olgularda tipik olarak, kırık sonrası hastayı memnun edici bir dönemden sonra ağrı, eklem hareketlerinde kısıtlılık ve fonksiyon kaybı gibi bulgular gözlenmektedir. Osteonekroz radyolojik olarak yama tarzında veya segmental sklerozdan komplet rezorbsiyon ve kollapsa kadar geniş yelpazede bulgular göstermektedir. MRG bu durumlarda osteonekrozun yayılımı ve ciddiyeti ile ilgili değerli bilgiler vermektedir. Osteonekroz göreceli olarak asemptomatik ve konservatif tedaviye uygun olabilir (86). Cerrahi tedavide core dekompresyon erken radyolojik değişiklikleri olan hastalarda (lokal değişiklikleri olan) faydalı olabilir. Fakat, birçok hastada humerus başı replasmanı gerektiren ilerlemiş kollaps mevcuttur (87). Humerus başı osteonekrozu olgularında resiprokal glenoid değişiklikleri varsa geleneksel total eklem replasmanı tercih edilir. Eğer kırıkla ilişkili ciddi tüberkül malunionu varsa, RC disfonksiyonu varsa ters omuz protezi daha iyi bir seçenek olmaktadır (88).

2.5.4.2 Nonunion

Humerus başıyla shaftın kaynamaması nadir ancak zorlu bir komplikasyondur (89). Kaynamama durumlarında genelde hasta, kırık ya da tedavi ilişkili risk faktörleri mevcuttur. Hastaya ait faktörler; osteoporoz, omuz ekleminin inflamatuvar veya dejeneratif hastalıkları, baskılanmış immün durum, medikal komorbiditeler, immunsupresif ilaç kullanımı, sigara ve/veya alkol bağımlılığı olarak sıralanabilir (90–93). Humerus shaftıyla başı arasında kortikal temasın olmadığı kırıklar özellikle kaynamama açısından riskli kırıklardır (89). Periostun tamamen sıyrıldığı ve yumuşak doku interpozisyonu instabiliteye ve kallus formasyonu oluşmasını engellemektedir (94). Tedaviye ilişkin faktörlerden ise kırığı distrakte eden hanging cast uygulamaları kaynamamaya yol açabilir. Ayrıca, cerrahi esnasında geniş yumuşak doku diseksiyonu, mekanik olarak kırığın redüksiyon ve fiksasyon sonrası instabil kalması da kaynamamaya neden olan etkenlerdendir (77). Kaynamama olan hastalarda ciddi ağrı, eklem sertliği, fonksiyon kaybı sıklıkla görülmekle beraber; deltoid, RC ve periskapular kaslarda psödoparalizi gözlenebilmektedir. Radyolojik olarak kemikte rezorbsiyon ve kırık hattında genişleme görülebilir. Kaynamamayı doğrulamak ve rekonstrüksiyona uygunluğunu belirlemek amacıyla BT sıklıkla kullanılmaktadır. Eğer kaynamama olgularında tedavide açık redüksiyon internal fiksasyon planlanıyorsa eklem aspirat kültürü alınarak kaynamama etiyojisinden enfeksiyon mutlaka dışlanmalıdır (95). Tedavide açık redüksiyon internal fiksasyona greftleme de eklenebilirken artroplastide tercih edilebilir. Uygun tedaviye karar vermede enfeksiyon olup olmadığı, osteoartrit/osteonekroz varlığı, yeterli kemik stoğu olup olmadığı, malunion ve tüberküllerin durumu gibi parametreler göz önünde bulundurulur (27).

2.5.4.3 Malunion

Konservatif tedavi edilen deplase proksimal humerus kırıklarında değişken derecede malunion karşımıza çıkmaktadır. Humerus başı-shaft ya da baş-tüberkül malunionu çoğunlukla görülmekle beraber genelde yaşlı hastalarda iyi tolere edilmektedir. Ancak, genç hastalarda tüberkül malunionu omuz ekleminde disfonksiyona, RC tendonlarında sıkışmaya ya

da yırtığa varan tedavi gerektiren semptomlara sebep olmaktadır. Dikkatli klinik gözlem ve fizik muayene ile post-operatif eklem sertliği, akromioklavikular eklemden disfonksiyon, biceps tendinopatisi ve kompleks bölgesel ağrı sendromu içeren hastalar değerlendirilmelidir ve bu hastalarda malunion açısından dikkatli olunmalıdır. Eğer etiyolojide enfeksiyondan şüphe ediliyorsa mutlaka eklem aspiratı ve kültür çalışması yapılmalıdır (27). Malunionun kompleks anatomisinin en iyi şekilde değerlendirilmesi için çoğunlukla 3D BT kullanılmaktadır. Semptomatik olgularda tedavide çoğunlukla osteotomi yapılarak deformitenin düzeltilmesi veya daha sık olarak artroplastisi uygulanmaktadır (27).

2.5.4.4 Posttravmatik omuz eklem sertliği

Omuz ekleminde eklem sertliğinin ana sebebi kapsüler kontraktür olsa da kırığın malunionu, kompleks bölgesel ağrı sendromu, torasik outlet sendromu, implantın sebep olduğu sıkışma, sıkışma ya da yırtığa bağlı RC disfonksiyonu ile de eklemden sertlik meydana gelebilir. Post-travmatik eklem sertliğinin başlangıç tedavisi eklem hareket açıklığını geri kazandırmaya yönelik rehabilitasyondur. Bunun için sıklıkla germe egzersizleri uygulanmaktadır (27). Donuk omuz hastalığında kapsülü germek için distansiyon artrografisi uygulansa da post-travmatik eklem sertliğinde bu yöntemin daha az etkili olduğu belirtilmiştir. Malunion olmaksızın refrakter post-travmatik eklem sertliği olan olgularda tedavide anestezi altında eklem manipülasyonu veya artroskopik gevşetme kullanılmaktadır (96).

2.5.4.5 Enfeksiyon

Kırık veya kırık tespiti sonrası proksimal humerusta enfeksiyon proksimal humerusun zengin vaskülaritesi ve iyi yumuşak doku örtümü sayesinde göreceli olarak nadir görülmektedir (97). Enfeksiyon olgularının birçoğu cerrahiye takiben görülmektedir. Yüzeysel enfeksiyonlar daha sık görülür ve genelde antibiyotik ile tedavi edilebilir. Derin enfeksiyonlar ise erken ve geç dönemde karşımıza çıkmaktadır. Erken dönemde görülen derin enfeksiyonlar ve sepsis eğer implantlar stabil ise debridman ve uzamış antibiyoterapi ile tedavi edilir. Bazen enfeksiyonu eradike edebilmek için implant çıkarma gerekli olmaktadır (97). Geç dönem derin enfeksiyonlar

özellikle artroplastiden yıllar sonra çeşitli organizmaların geçici bakteriyemiye neden olmasıyla ortaya çıkmaktadır (98). Bakteriyemiye sebep olan derin enfeksiyonlarda tedavide implantların çıkarılması, debridman, spacer uygulaması, parenteral antibiyoterapi uygulanmaktadır. Organizma eradikasyonu sonrası ise tekrar implant uygulaması yapılmaktadır (98,99).

2.5.4.6 Artroplastiye ait komplikasyonlar

Erken dönemde artroplasti sonrası tüberküllerin redüksiyon kaybı veya geç dönemde kaynamaması ve buna bağlı RC disfonksiyonu omuz artroplastisi sonrası elde edilen kötü sonuçların major sebebidir. Bunun yanı sıra birçok hasta ameliyat sonrası agresif rehabilitasyon programını tolere edemediğinden eklem çevresi yapışıklıklar ve donuk omuz hastalığı da görülebilmektedir. Artroplastiye ait diğer komplikasyonlar ise instabilite, dislokasyon, implant yetmezliği, geç enfeksiyon ve periprostetik enfeksiyonlardır. Çoğu yaşlı hasta bu komplikasyonları geliştirecek kadar sağkalım gösteremese de sağkalım gösterenlerde aynı tedavi protokolleri uygulanmaktadır (100–102).

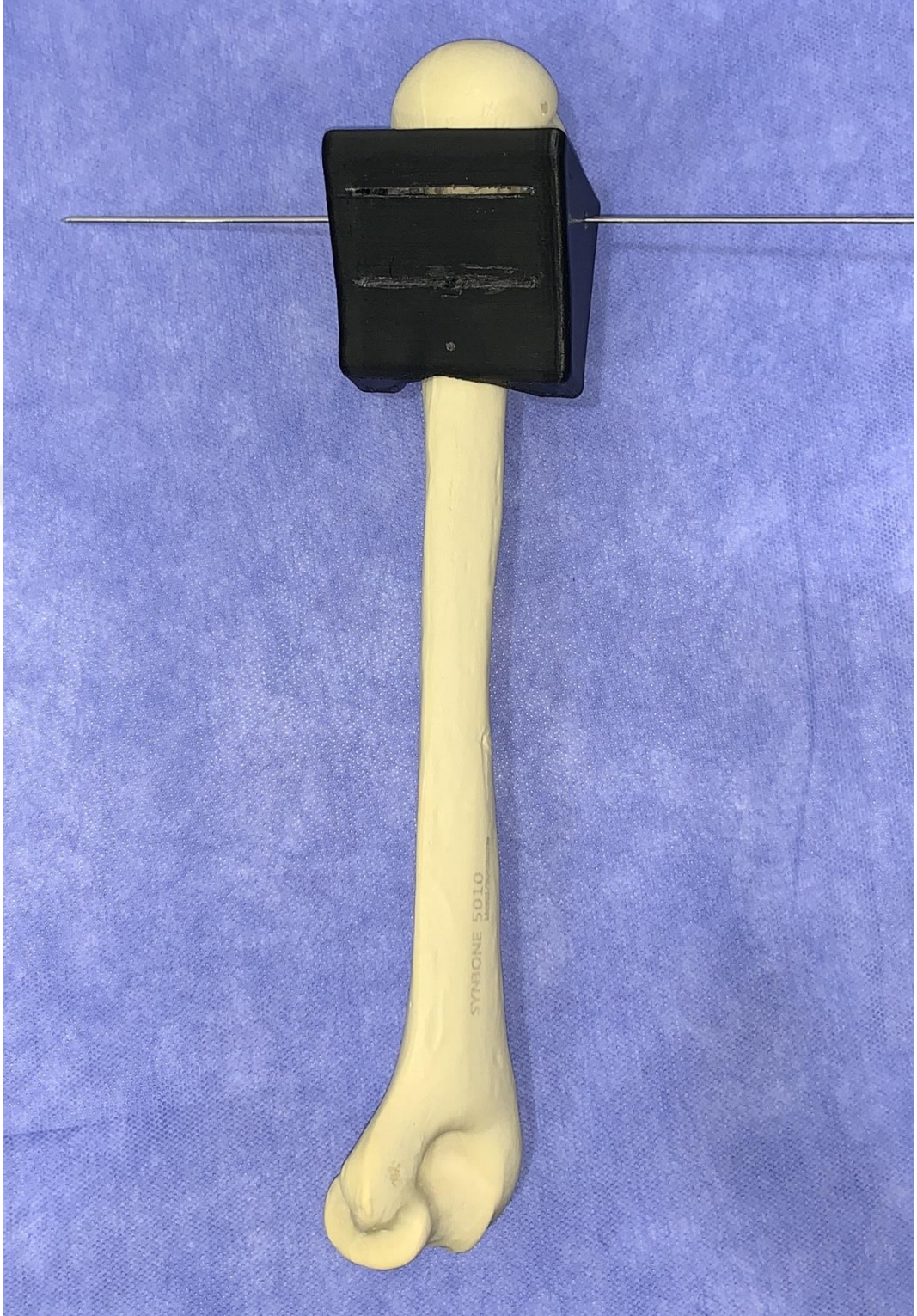
GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamız için İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Prof. Dr. Süleyman Yalçın Şehir Hastanesi etik kurulundan 30.03.2022 tarihinde 2022/0194 karar numarası ile onay alındı.

Çalışmamızda sentetik humerus modelleri üzerinde proksimal humerus kırığı simüle edilmesi, simüle edilen kırığın üç farklı teknikle ameliyat edilmesi ve ameliyat edilen kemik modelleri üzerinde aksiyel yüklenme testi planlandı. Aksiyel yüklenme testi öncesinde kırık simülasyonu oluşturulurken veya ameliyat uygulaması esnasında bozulan kemik modeller çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmamızda 24 adet sentetik humerus modeli kullanıldı (Synbone, no:5010, İsviçre). Kullanılan humerus modelleri kortikal ve kansellöz kemiği simüle eden, 326 mm uzunluğunda, 22 mm shaft çapında, 47 mm humerus başı çapında kemik modellerinden oluşmaktadır.

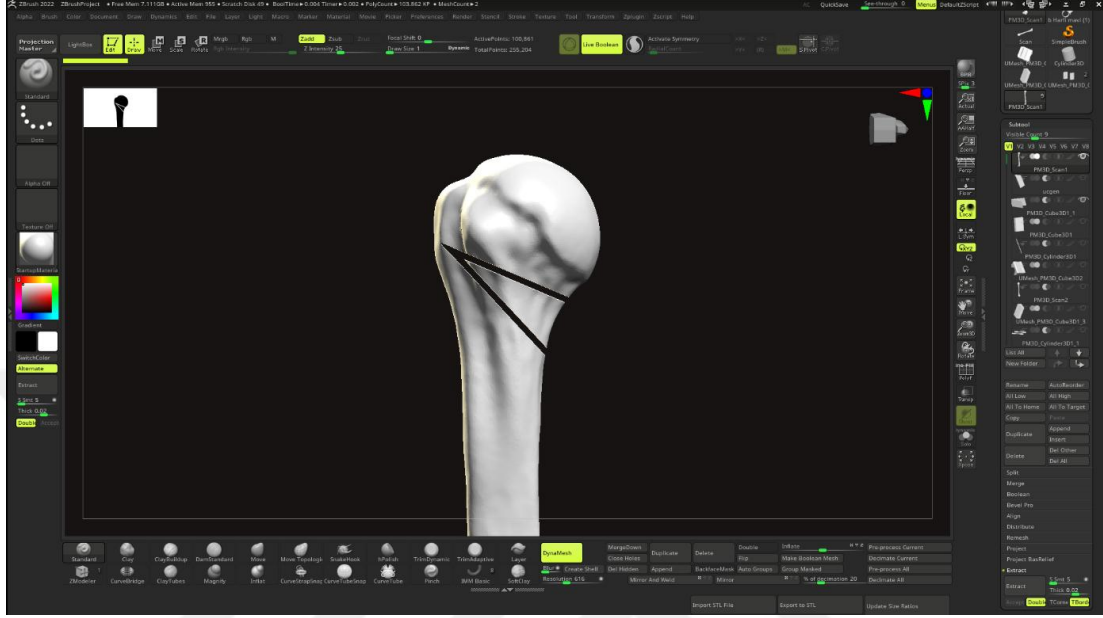
Tüm kemik modellerinde testere (Stryker, Amerika Birleşik Devletleri) yardımıyla proksimal humerus AO/OTA Tip 11A3, 30 derece oblik açıda, 1 cm kama çıkarılarak medial metafizyel defektli instabil kırık modeli oluşturuldu (103,104). Kırık modelin tüm numunelerde homojen oluşturulması ve kişiye bağlı kesi hatalarının minimuma indirilmesi amacıyla 3 boyutlu yazıcı ile kesi kılavuzları oluşturuldu (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Humerus modelleri üzerinde kırık hattı oluşturmak için 3 boyutlu yazıcıyla oluşturulan kesi kılavuzu

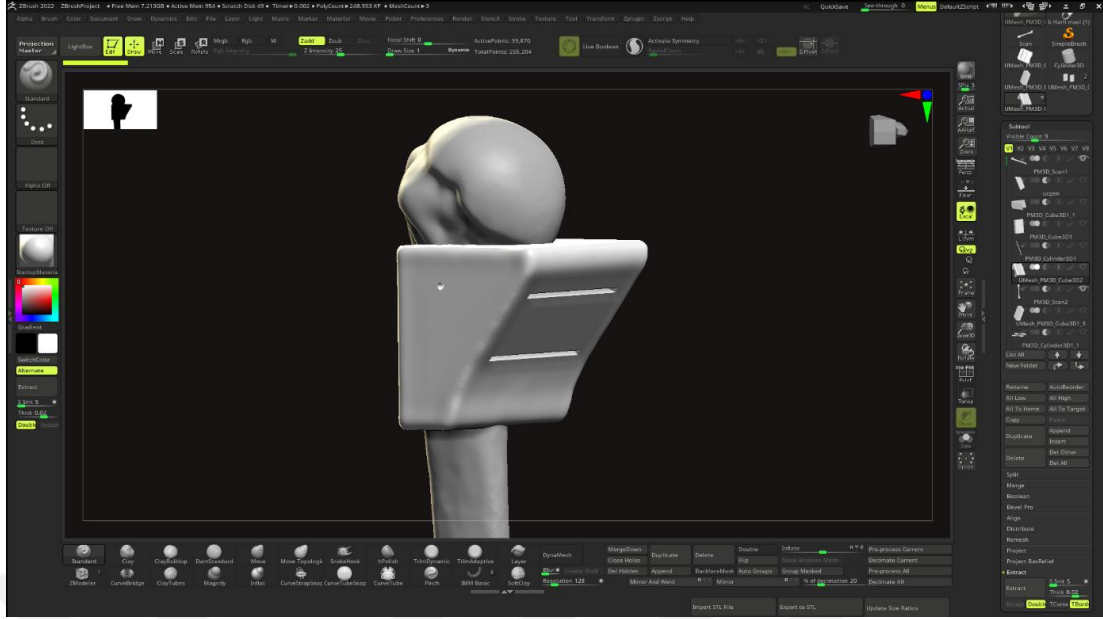
Gereç & Yöntem

Bu bağlamda öncelikle humerus modelleri EXScan Pro_v3.6.0.5 (Stuttgart, Almanya) programıyla, Einscan Shining Pro HD (Stuttgart, Almanya) cihazıyla tarandı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Humerus modelinin 3 boyutlu tarama programıyla taranması ve kırık modelin program aracılığıyla simüle edilmesi

Tasarım ve 3 boyutlu yazıcı dilimleme programı olarak Zbrush 2022 (Los Angeles, Amerika Birleşik Devletleri), Ultimaker cura 4.12.1 (Utrecht, Hollanda) ve Ideamaker 4.2.3 (Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri) programları kullanıldı (Şekil 3.3).



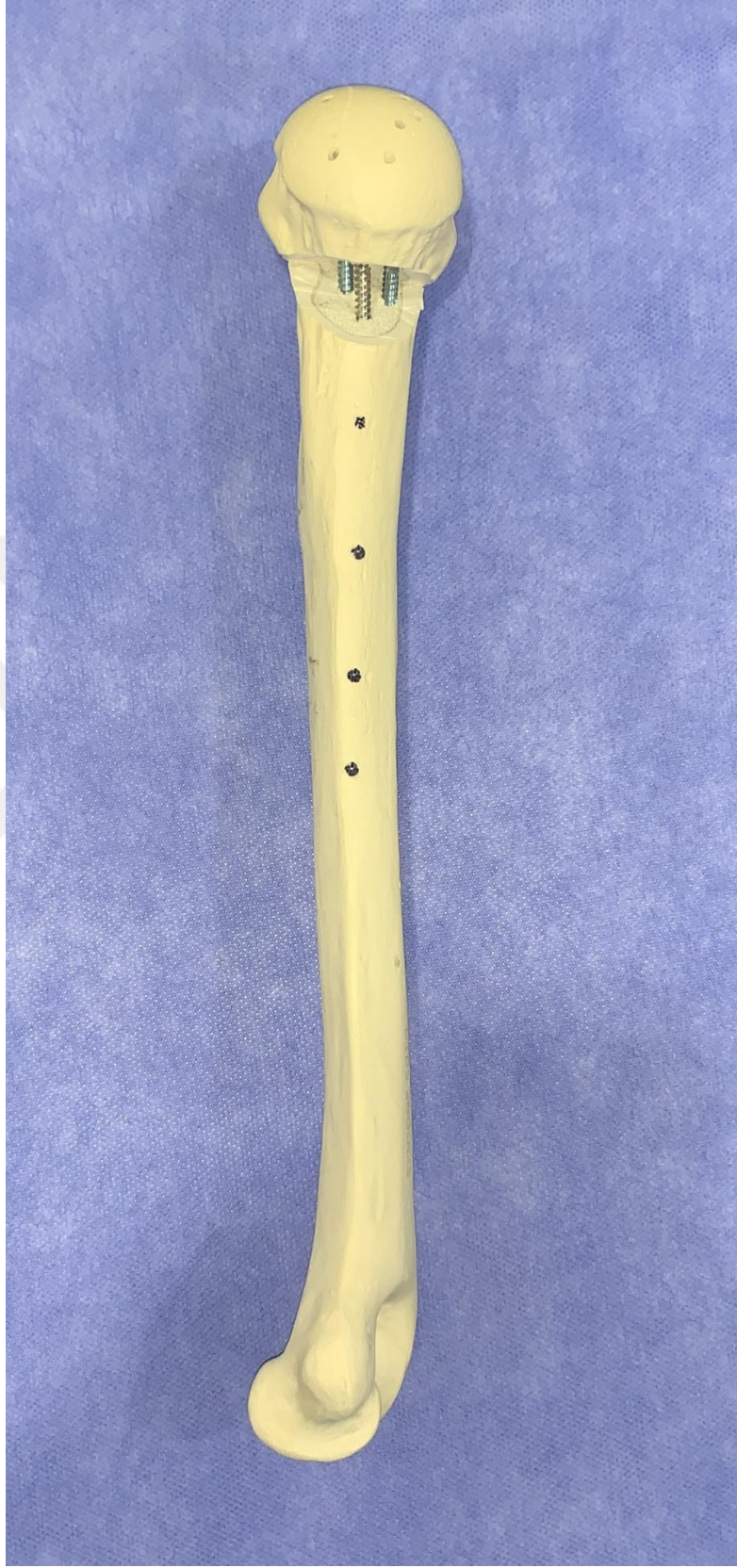
Şekil 3.3: Kesi kılavuzunun 3 boyutlu tarayıcı ve dilimleme programlarıyla tasarlanması

Kesi kılavuzu testerenin salınımı esnasında ısıya bağlı ve mekanik deformasyona uğramaması amacıyla Raise Premium ABS malzemesinden Raise3d pro2 (Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri) 3 boyutlu yazıcı cihazı kullanılarak baskı yapıldı.

Kırık modellerin tamamlanmasının ardından tüm kemik modellerine ameliyatları kıdemli ortopedik cerrah tarafından uygulandı. Toplam 24 adet kemik modeli her grupta 8 adet numune olacak şekilde 3 gruba ayrıldı. İlk gruba lateral anatomik proksimal humerus plağı (Grup 1) (Boy: 124 mm, TST SAN, İstanbul Türkiye) uygulandı (Şekil 3.4, 3.5).

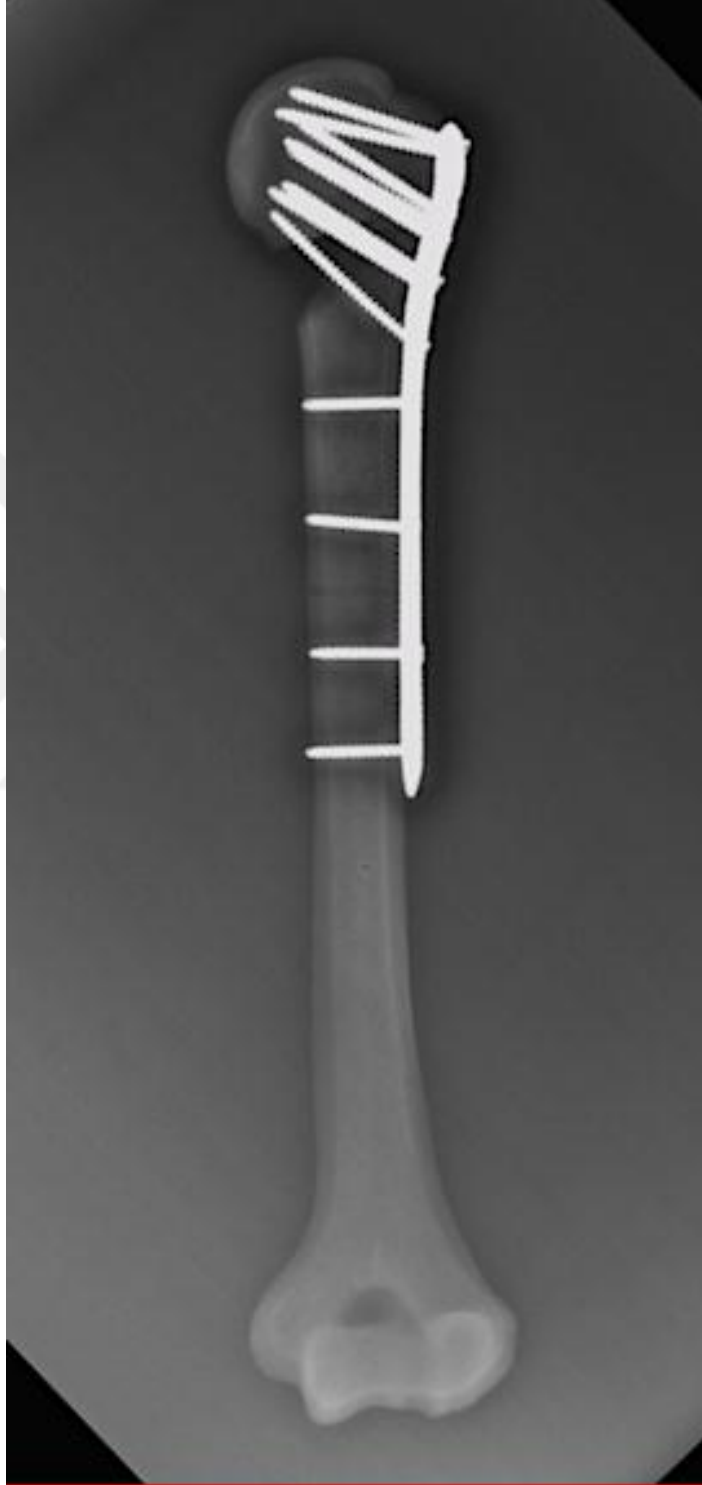


Şekil 3.4: Lateral anatomik plak uygulanmış kemik modeli anteroposterior (AP) görünüm



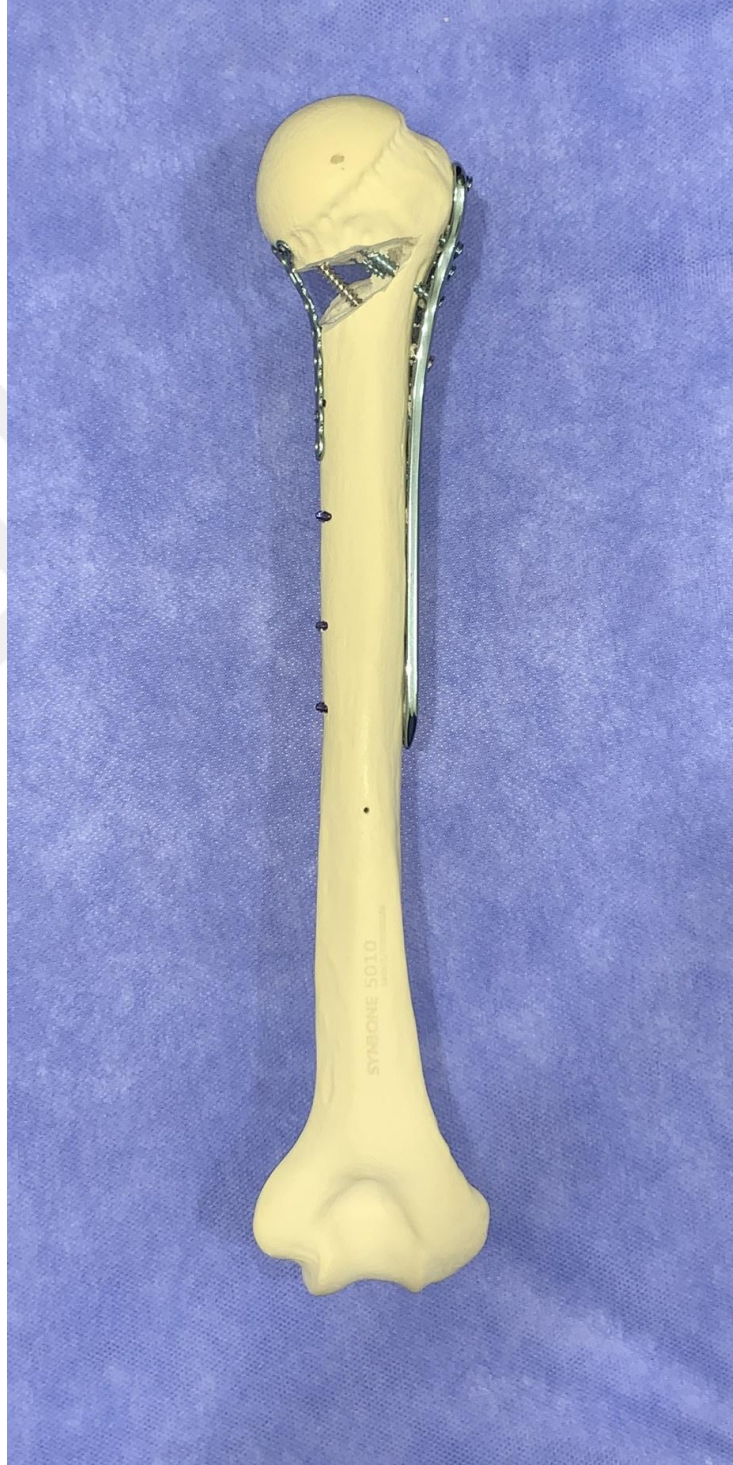
Şekil 3.5: Lateral anatomik plak uygulanmış kemik modeli mediolateral görünüm

Plak kırık hattının proksimalinden 8 adet vida, distalden 4 adet vida ile tespit edildi (Şekil 2.6).



Şekil 3.6: Lateral anatomik plak uygulanmış kemik modelin direkt grafisi

İkinci gruba lateral anatomik proksimal humerus plağı ile birlikte medial destek plağı (Grup 2) (2.4 mm Y plak, TST SAN, İstanbul, Türkiye) uygulandı (Şekil 3.7, 3.8).

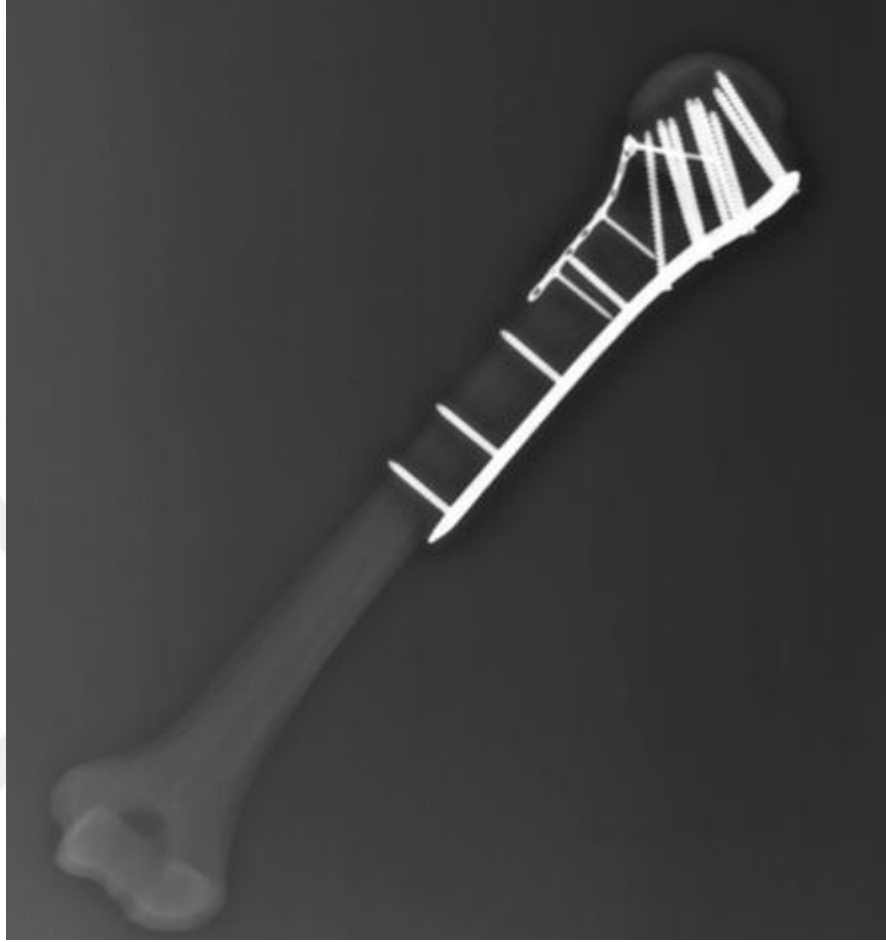


Şekil 3.7: Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış kemik modeli AP görünüm



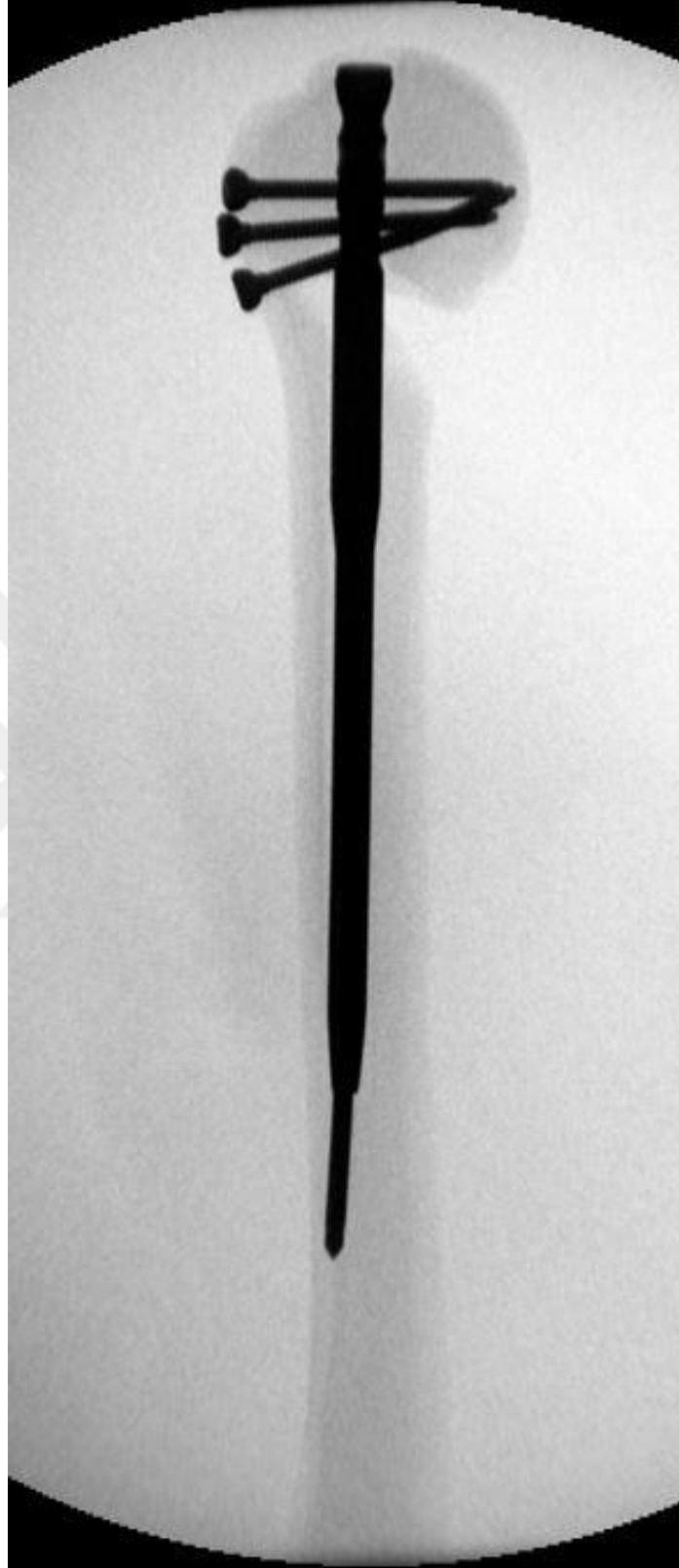
Şekil 3.8: Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış kemik modeli mediolateral görünüm

Medial destek plak proksimalden 2 adet, distalden 2 adet vida ile tespit edildi (Şekil 3.9).

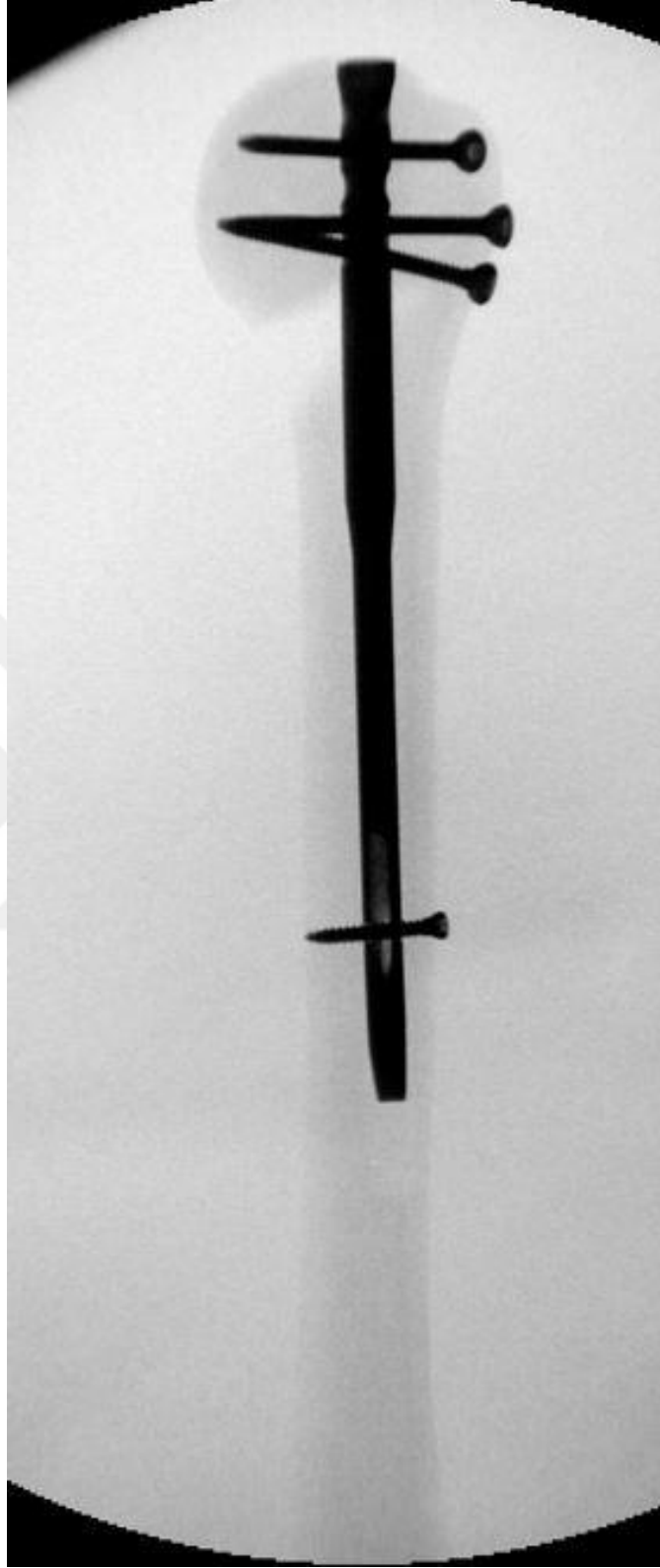


Şekil 3.9: Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış kemik modeli direkt grafisi

Üçüncü gruba ise humerus çivisi (Grup 3) (Çap: 7 mm, Boy: 180 mm, TST SAN, İstanbul Türkiye) uygulandı. Humerus çivi uygulaması yapılan numunelerin tümü kırık hattının proksimalinden 3 adet vida (Şekil 3.10, 3.11) ile tespit edilirken; distalden numunelerin 4'ü endopin (Grup 3a) (Şekil 3.12) ile 4 numune de distal statik vida (Grup 3b) (Şekil 3.13) ile kilitlendi.



Şekil 3.10: Distal kilitlemenin endopin ile yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli direkt grafisi



Şekil 3.11: Distal kitlemenin statik vidayla yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli direkt grafisi

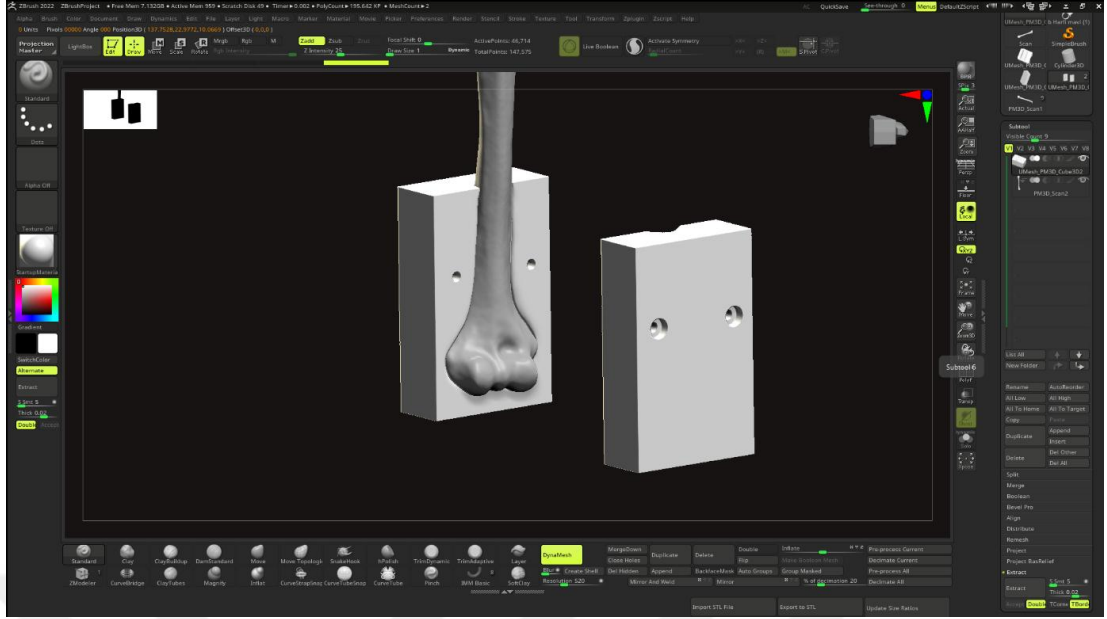


Şekil 3.12: Distal kilitlemenin endopin ile yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli



Şekil 3.13: Distal kilitlemenin statik vida ile yapıldığı İMÇ uygulanmış kemik modeli

Daha sonra tüm kemik modellere aksiyel yüklenme testi planlandı. Test cihazına kemik modellerin adaptasyonu için daha önce 3 boyutlu taranan kemik modelleri referans alınarak filamentum Ngen maddesinden Ultimaker 2+ (Utrecht, Hollanda) 3 boyutlu yazıcı cihazıyla ara yüzler baskı yapıldı (Şekil 3.14, 3.15).



Şekil 3.14: Humerus modellerinin aksiyel yüklenme test cihazına adaptasyonu için oluşturulan ara yüzlerin tasarımı



Şekil 3.15: Humerus modellerinin test cihazına adaptasyonu için oluşturulan ara yüzler

Aksiyel yüklenme testleri İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümü biyomekanik çalışma laboratuvarında kıdemli Metalurji ve Malzeme mühendisi nezaretinde yapıldı. Test cihazı olarak Shimadzu Autograph AGS (Kyoto, Japonya) kullanıldı. Humerus mekanik aksına paralel olacak şekilde 10 mm/dk hızda numunelere aksiyel kuvvet uygulandı (Şekil 3.16). Numunelerin failure olmaya başladığı ilk andaki değer ve kırılma anındaki kuvvet değerleri kaydedildi. Ayrıca, kemik modeller üzerindeki kırık bölgeleri ve kırık tipleri de kayıt altına alındı.



Şekil 3.16: Humerus modelinin aksiyel yüklenme testi

İstatistiksel analizler SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Sciences, Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri) programı yardımıyla yapılmıştır. Dağılımın normalliği Kolmogorov-Simirnov testiyle, normal dağılım gösteren bağımsız grupların arasındaki farkın karşılaştırılması Bağımsız Örneklem *t* testiyle belirlenmiş olup; $p < 0,05$ olduğu değerlendirilmeler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Araştırma konusunun literatürdeki yoğunluk haritasını ve literatüre katkısını test etmek için bibliyometrik analiz yapılmıştır. Analizlerde kullanılmak üzere web of science alt yapısı içerisindeki bütün tıp dergileri taranmış olup, ağ analizleri vosviewer yazılımı yardımıyla yapılmıştır.



BULGULAR

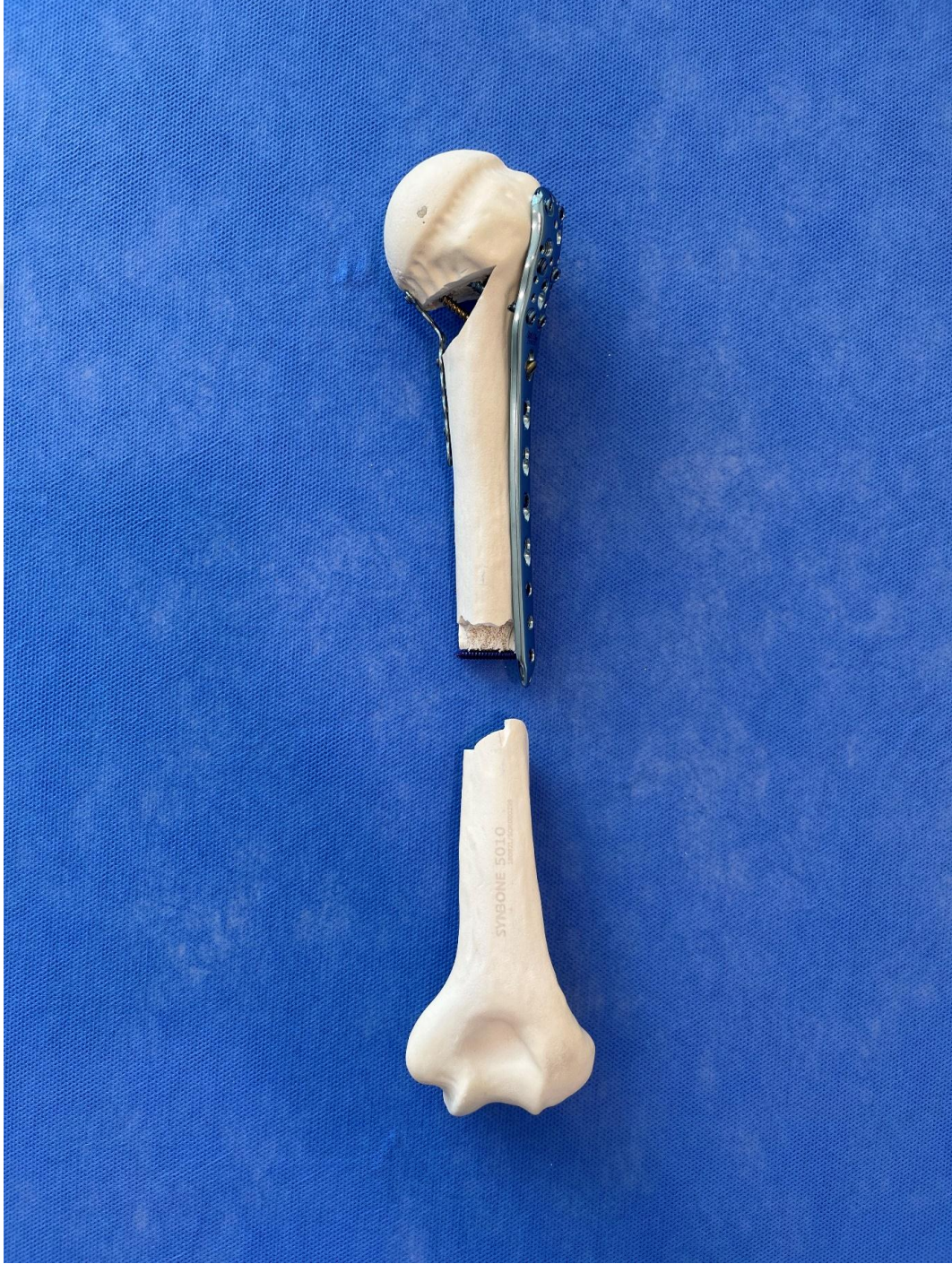
Bu bölümde kemik modelleri üzerinde yüklenme testi sırasında meydana gelen kırık şekillerine ve araştırmanın hipotezlerini test etmek amacıyla kullanılan analiz yöntemlerinin sonuçlarına yer verilmiştir.

Tüm gruplarda aksiyel yüklenme sonucu meydana gelen kırık hattının yeri ve şekli gözlemsel olarak analiz edildi. Buna göre Grup 1'deki numunelerin tamamında yüklenme sonrası oluşan kırık hattı uygulanan lateral proksimal humerus anatomik plağın distali seviyesinde ve en distaldeki kilit vidası hizasındaydı. Oluşan kırık Grup 1'deki tüm numunelerde transvers kırık şeklindeydi (Şekil 4.1).



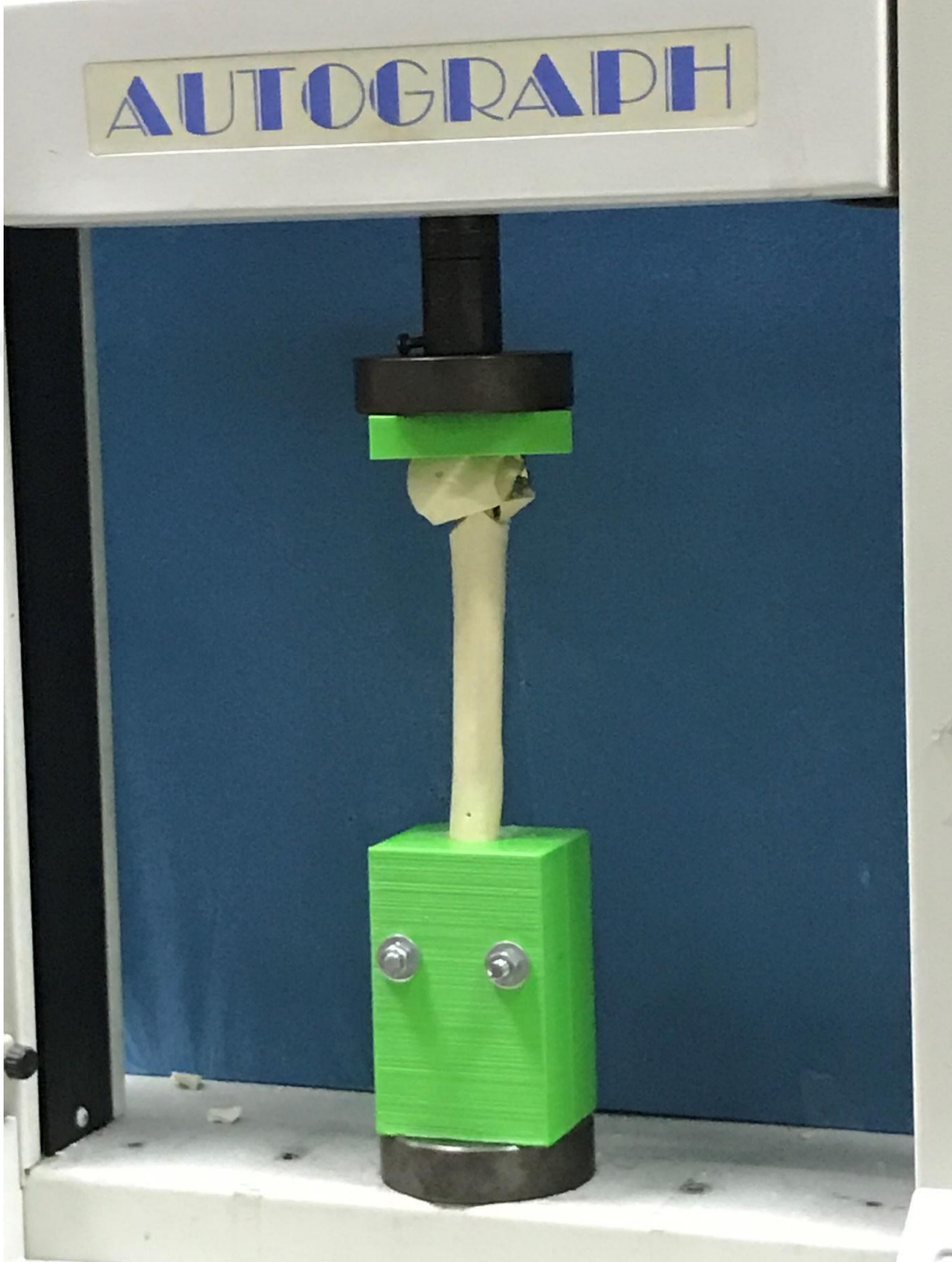
Şekil 4.1: Lateral anatomik plak uygulanmış numunenin yüklenme testi sonrası kırık hali

Medial destek plak ve lateral anatomik plak uygulanan Grup 2'deki numunelerin tamamında da Grup 1 ile benzer şekilde yüklenme sonrası oluşan kırık lateral anatomik plak distali seviyesinde ve en distaldeki kilit vidası hizasındaydı (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanmış numunenin yüklenme testi sonrası kırık hali

İMÇ uygulanan Grup 3'te ise 1 numunede yüklenme sonrası oluşan kırık hattı proksimal kilit vidaları hizasında ve kelebek fragman oluşturmuş şekildeydi (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: İMÇ uygulanmış bir numunede yüklenme testi sırasında proksimal vidalar hizasında oluşan kelebek fragman formasyonunda kırık

Bir başka numunede sistemin bozulması İMÇ uygulanması öncesinde kemik model üzerinde oluşturulan medial metafizdeki defektli bölgenin kollaps olması şeklinde gözlemlendi (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: İMÇ uygulanmış bir numunede yüklenme testi esnasında kırık hattında oluşan kollaps

Grup 3a'daki modellerden endopin ile distal tespiti yapılan 1 numunede yüklenme testi sırasında çivi distali hizasından oblik seyirli kırık hattı oluştu (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Distali endopin ile kilitlenen İMÇ uygulanmış bir numunede yüklenme testi ile oluşan çivi distalinde oblik seyirli kırık

İMÇ uygulanan diğer tüm numunelerde kırık hattı çivi distali hizasında ve transvers şekildedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: İMÇ uygulanmış kemik modellerde yüklenme ile oluşan transvers seyirli kırık

Tüm gruptaki numunelerde sistemin failure olmaya başladığı ilk andaki ve kemik modelin kırıldığı andaki yükler Newton (N) cinsinden kayıt altına alındı. Numunelerin aksiyel yüklenme esnasında failure olmaya başladığı ilk andaki ve kırıldığı andaki değerler Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Numunelerin gruplara göre yüklenme testi sırasında failure olmaya başladığı ilk andaki maruz kaldıkları kuvvetler

Numune No.	Grup 1	Grup 2	Grup 3
1	1556 N	1520 N	1445 N
2	1630 N	1479 N	1060 N
3	1288 N	1713 N	1132 N
4	1154 N	1788 N	1023 N
5	1432 N	1812 N	945 N
6	1618 N	1554 N	1014 N
7	1142 N	1879 N	910 N
8	1540 N	1555 N	1084 N

Tablo 4.2: Numunelerin gruplara göre yüklenme testi sırasında kırıldıkları andaki maruz kaldıkları kuvvetler

Numune No.	Grup 1	Grup 2	Grup 3
1	3544 N	3539.5 N	3412.5 N
2	3645 N	3581 N	2763 N
3	3341.5 N	3501.5 N	3124 N
4	3270.5 N	3778.5 N	2935.5 N
5	3455.5 N	3786.5 N	2880 N
6	3730 N	3565 N	2943 N
7	3160.5 N	3812 N	2750 N
8	3504.5 N	3543.5 N	3020.5 N

Gruplardaki ortalamalar (Ort.) \pm standart sapmalar (SS) hesaplandı. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak test edildi. Buna göre kemik modellerin ilk failure olduğu andaki ort \pm SS'ler; Grup 1'de 1420 ± 200.64 , Grup 2'de 1662.5 ± 153.45 , Grup 3'te 1076.62 ± 165.18 olarak hesaplandı. Grup 3 alt gruplarında kemik modellerin ilk failure oldukları andaki ortalamalar ise Grup 3a'da 1165 ± 192.07 , Grup 3b'de 988.25 ± 77.08 idi. İlk failure anındaki numunelerin karşıladıkları kuvvetler gruplar arasında karşılaştırıldığında Grup 1 ve 2 arasında, Grup 1 ve 3 arasında, Grup 2 ve 3 arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi (Tablo 4.3) ($p < 0.05$).

Tablo 4.3: Numunelerin ilk failure olmaya başladığı anda karşıladıkları kuvvetlerin gruplar arası istatistiksel analizleri

Grup	Numune Sayısı (n)	Minimum - Maksimum	Ort ± SS	P değeri
Grup 1	8	1142 N- 1630 N	1420 ± 200.64	.02*¶
Grup 2	8	1479 N- 1879 N	1662.5 ± 153.45	.002*‡
Grup 3	8	910 N- 1445 N	1076.62 ± 165.18	< .00001*¥

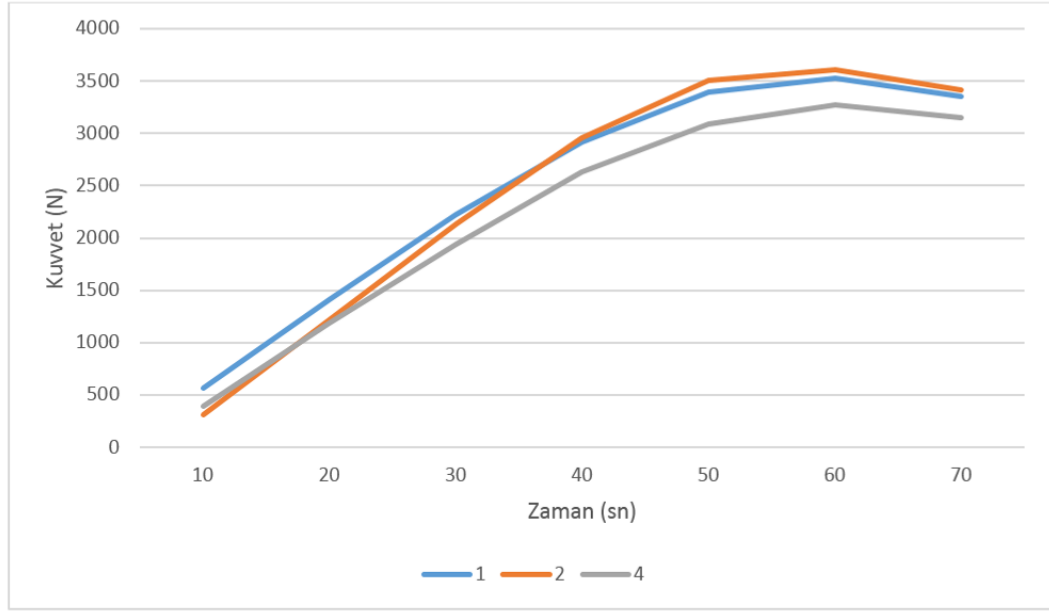
* $p < .05$; ¶ Grup 1 vs. Grup 2; ‡ Grup 1 vs. Grup 3; ¥ Grup 2 vs. Grup 3

İlk failure anında Grup 3 alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi (Tablo 4.4).

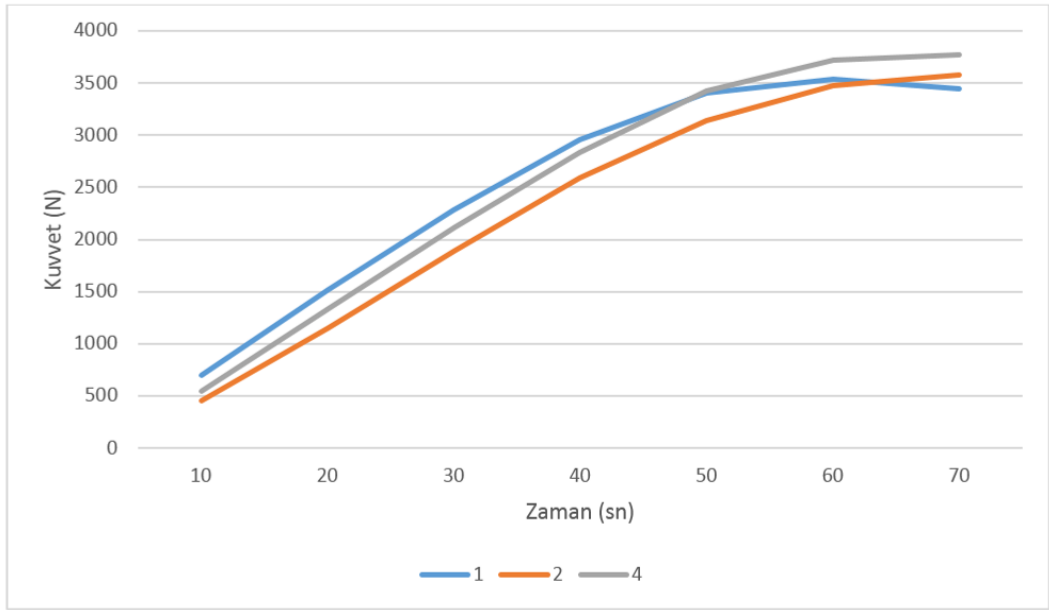
Tablo 4.4: Grup 3'ün alt gruplarında ilk failure anındaki maruz kaldıkları kuvvetlerin istatistiksel karşılaştırması

Grup	Numune Sayısı (n)	Minimum - Maksimum	Ort ± SS	P değeri
Grup 3a	4	1023 N- 1445 N	1165 ± 192.07	.14
Grup 3b	4	910 N- 1084 N	988.25 ± 77.08	

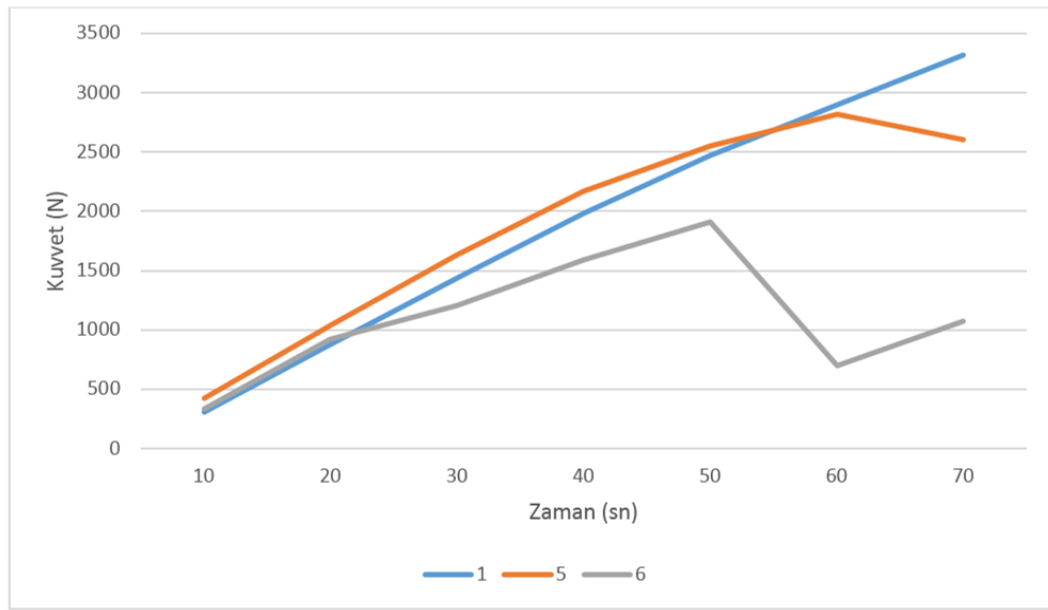
Numunelerin kırılma anında karşıladıkları yük ortalamaları Grup 1'de 3456.44 ± 191.14 (Grafik 4.1), Grup 2 'de 3638.44 ± 129.79 (Grafik 4.2), Grup 3'te ise 2978.56 ± 214.73 (Grafik 4.3) olarak tespit edildi. Grup 3'te endopin (Grup 3a) ve distal statik vidayla (Grup 3b) kilitleme yapılan alt gruplarda ise kırılma anındaki kuvvetler sırasıyla Grup 3a'da 3058.75 ± 278.12 , Grup 3b'de 2898.38 ± 114.4 şeklinde tespit edildi.



Grafik 4.1: Grup 1'de 1,2,4 no'lu numunelerin aksiyel yüklenme testi esnasındaki kuvvet-zaman grafiği



Grafik 4.2: Grup 2'de 1,2,4 no'lu numunelerin aksiyel yüklenme testi esnasındaki kuvvet-zaman grafiği



Grafik 4.3: Grup 3'te 1,5,6 no'lu numunelerin aksiyel yüklenme testi esnasındaki kuvvet-zaman grafiği

Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda Grup 1'deki ortalamanın Grup 2'den istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu gözlemlendi (Tablo 4.5) ($p < 0.05$). Grup 1 ve Grup 3; Grup 2 ve Grup 3 arasında yapılan karşılaştırmalarda ise Grup 1 ve Grup 2'deki ortalamaların istatistiksel olarak anlamlı ölçüde Grup 3'teki ortalamadan yüksek olduğu görüldü (Tablo 4.5) ($p < 0.05$). Grup 3 içerisindeki Grup 3a ve Grup 3b alt grupları arasında yapılan istatistiksel analizde ise anlamlı fark gözlemlenmedi (Tablo 4.6) ($p = 0.32$).

Tablo 4.5: Numunelerin kırılma anındaki karşıladıkları kuvvetlerin gruplar arası istatistiksel analizleri

Grup	Numune Sayısı (n)	Minimum - Maksimum	Ort ± SS	P değeri
Grup 1	8	3160.5 N- 3730 N	3456.44 ± 191.14	.043*¶
Grup 2	8	3501.2 N- 3813 N	3638.44 ± 129.79	.0003*♠
Grup 3	8	2750 N- 3412.5 N	2978.56 ± 214.73	< .00001*¥

* $p < .05$; ¶ Grup 1 vs. Grup 2; ♠ Grup 1 vs. Grup 3; ¥ Grup 2 vs. Grup 3

TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 TARTIŞMA

Stabil olmayan proksimal humerus kırıklarının tedavisi cerraha oldukça büyük zorluklar oluşturabilmektedir. Kapalı redüksiyon ve konservatif tedavinin mümkün olmadığı durumlarda cerrahi müdahale kaçınılmazdır (43). Humerusun proksimal kısmı herhangi bir hareket aralığında birden fazla kuvvete maruz kalır. Bu kırıklar için uygulanan cerrahi tedavi yöntemlerinin de bu kuvvetlere dayanabilmesi gerekir (105). Özellikle medial metafizyel korteks yetersizliği olan kırık tiplerinde kırık hattında varus kollapsı görülebilmekte vida cut-out ve fiksasyon kaybı oluşabilmektedir (54,106). Kilitli plaklar bu tip kırıklarda etkili olsa da her zaman yeterli değildir. Uygulanan LCP plakların medial destek vidası uygulanmayan vakaların üçte birinde redüksiyon kaybı izlendiği bildirilmiştir (54). Medial kolonun mekanik desteği, kaynama sağlanana kadar çok önemlidir. Medial korteks devamlılığın olmaması, varus aligmenti (boyun-şaft açısı) 120 dereceden az olması, medial metafizyel defekt ya da humerus başını bölen kırık varlığında medial destek plak uygulamaları gerekebilmektedir (107,108).

Yapılan çalışmalarda medial menteşenin devamlılığının baş beslenmesi açısından önemi bildirilmiştir. Ancak başta görülen iskemi her zaman kollaps anlamına gelmemektedir. Lazer Doppler Flowmetri ile intraoperatif değerlendirilen ve “iskemik baş” gelişen hastaların % 80’inde kollaps görülmemiştir (83). Buradan çıkarılacak sonuç özellikle gençlerde başın çökme ihtimali olsa da fikse edilmesi gerekliliğidir.

Çalışmamızda test edilen cerrahi tekniklerin tümü literatürde daha önce belirlenmiş şekilde proksimal humerus kırıklarında yeterli tespiti sağlayan tekniklerdir. Ancak, yaptığımız biyomekanik çalışma göstermiştir ki medial metafizel defektli kırıklarda aksiyel yüklenmeye en dayanıklı teknik lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulamasıdır.

Tüm implantlar kendi içerisinde avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. İMÇ uygulaması avantajları gözden geçirildiğinde; cerrahi esnasında yumuşak dokunun maksimum korunması olanağı sağlamaktadır. Ek olarak plak vida uygulamasına göre daha az kan kaybına ve daha kısa ameliyat süresine olanak tanımaktadır (66). Buna karşın, İMÇ uygulaması esnasında giriş yeri oluşturulması aşamasında RC tendonlarının diseksiyonu ihtiyacı mevcuttur (109). Bu da artmış omuz ağrısı insidansı ile ilişkilidir (110). Bunun yanı sıra İMÇ uygulanırken distal kilitleme esnasında radial sinir risk altında kalmaktadır. Ayrıca, distal kilitleme artmış cerrahi süresini ve artmış floroskopi dozuna sebep olmaktadır (111). Humerusa İMÇ uygulamasının tarif edilen klasik dezavantajlarına karşı görüşler bildiren çalışmalar da mevcuttur. Yapılan bir çalışmada yeni nesil İMÇ uygulamalarında RC bütünlüğünün oldukça az bozulduğu veya bozulduğunda hastaların çoğunlukla asemptomatik olduğu gösterilmiş (109). Pascal Boileau ve ark.nın yaptığı İMÇ çalışmasında preop ortalama 112 derece olan boyun-şaft açısı son takipte ortalama 130 derece olduğu görülmüştür. Bu çalışmada Boileau distal kilitleme yaptıktan sonra “back-slap hammering” tekniği uygulayarak defektli kırıklarda akut kollaps uygulamıştır (112). Çalışmamızda aksiyel yüklenmede diğer gruplarla karşılaştırmanın adil olması için için akut kollaps uygulanmamıştır. Ayrıca bizim çalışmamızda yer verdiğimiz endopin ile distal kilitleme yapılan İMÇ uygulamasıyla ilgili anatomik bir çalışmada ise endopin ile kilitlemenin cerrahi süresini kısalttığı, radial sinir lezyonu olasılığını azalttığı ve maruz kalınan floroskopi dozunun azaldığı ifade edilmiştir (111).

Plak uygulamaları ise çoğunlukla daha iyi bir redüksiyon ve tespite izin vermektedir. Ancak, uygulama esnasındaki yumuşak doku korunmasına oldukça dikkat edilmelidir (66). İfade edildiği üzere tarif edilen ameliyat teknikleri literatürde etkinliği kanıtlanmış tekniklerdir. Bu noktada önemli

olan uygun implant seçimini yaparken hangi tekniğin hastaya daha uygun olacağı ve daha dayanıklı olacağına karar vermektir (105,113).

İmplant sağlamlığı ise her zaman en önemli parametre değildir. Yıllar içerisinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki çok sert implantlar kırık hattındaki mikro hareketi, kallus formasyonu oluşumunu azaltmaktadır ve çoğu kırık tipinde gecikmiş kaynamaya veya kaynamamaya sebep olmaktadır (114,115). Kırık iyileşmesi için gerekli olan implant sertliğinin optimal derecesi ya da parametresi ise bilinmemektedir. Ancak, şu bilinmektedir ki proksimal humerus kırıkları kaynamaya olanak sağlayacak sınırlı sayıda tespit materyalinin uygulanabileceği kısa ve metafizeal kırık segmentleridir (105). Bu nedenle biz çalışmamızda kırık hattının proksimalinde daha az tespit olanağı olan İMÇ uygulamasıyla daha çok kilitleme olanağı sağlayan plak uygulamasını karşılaştırdık. İlave olarak medial metafizyel defektli kırıklarda medial destek plağının kırık fiksasyonuna ekstra katkısı olup olmadığını belirlemek amacıyla bir grupta da lateral anatomik plakla medial destek plak uyguladık.

Önceki biyomekanik çalışmalarda daha çok siklik yüklenme, eğilme ve torsiyonel kuvvetlere karşı cerrahi tekniklerin sağlamlıkları araştırılmıştır (110,116–122). He ve ark.nın yaptıkları Finite element çalışmalarında çift plak uygulamasının tek plak uygulamasına karşı biyomekanik üstünlüğü olduğunu belirtmişlerdir (123,124). Bu çalışmalarda ABD, ADD, FLEX, EXT, aksiyel kompresyon ve IR-ER kuvvetleri simüle edilmiş ve en fazla değişimin aksiyel yüklenme ile gerçekleştiği görülmüştür (124). Biz çalışmamızda farklı cerrahi tekniklerin varus kollapsına karşı dayanıklılıklarını aksiyel yüklenme mekanizması uygulayarak araştırdık. Yapılan bir çalışmada kilitli plak uygulaması ile İMÇ uygulaması arasında benzer biyomekanik üstünlükler tespit edilmiş (110). Fakat yapılan bu çalışmada yalnızca siklik yüklenme test edilmiştir, aksiyel yüklenmeye karşı mukavemet ile ilgili veri bulunmamaktadır (110). Bakılan yüklenme çeşidi aynı olmasa da biz çalışmamızda İMÇ uygulanan grubun plak uygulanan her iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük sonuçlar verdiğini gözlemledik. Aksiyel yüklenme RC'nin ve deltoid kasın deforme edici kuvvetleri göz önüne alındığında hastalarda cerrahi başarısızlığın önemli bir bileşeni olduğu düşüncesindeyiz. Benzer şekilde literatürde

başka çalışmalarda da aksiyel yüklenme dışında başka biyomekanik özelliklerin karşılaştırıldığı görülmektedir (116,119,120).

Yapılan başka bir kadavra biyomekanik çalışmasında ise İMÇ uygulanan grupta plak uygulanan gruba göre aksiyel yüke karşı direnç daha fazla olarak tespit edilmiştir (105). Bizim çalışmamızda ise bunun tam tersi bir sonuç elde edilmiştir. Çalışmamızda İMÇ uygulanan grupta iki numunede proksimal tespit vidaları hizasından kırık ve yüklenme öncesi oluşturulan kırık bölgesinde kollaps meydana gelmiştir. Bunun sebebinin İMÇ uygulamasında humerus başına gönderilebilecek proksimal vida sayısının azlığından olabileceği düşüncesindeyiz. Dolayısıyla çalışmamızda İMÇ grubunda iki numunede proksimalden kırık olduğundan bu sonuçlarımızı etkilemiş olabilir ve plak grubunun biyomekanik olarak daha dirençli olduğu sonucunu vermiş olabilir.

Proksimal humerus kırıklarında plak ya da İMÇ uygulanması tartışmalarının yanı sıra medial metafizyel defektli kırıklarda medial kortikal desteğin eksik restorasyonunun fiksasyon başarısızlığı için bağımsız bir risk faktörü olduğu belirlenmiştir (125,126). Medial restorasyonun karmaşıklığı nedeniyle anteromedial korteksin anatomik redüksiyonu ve sağlam fiksasyonu bu kırıklarda oldukça önemlidir (127). Bu durumda lateral anatomik proksimal humerus plağı ile anatomik redüksiyon ve fiksasyonun sağlanamadığı vakalarda medial kilitli plak tercih edilmelidir (127). Aynı zamanda lateral anatomik plak ve medial destek plak uygulanırken kalkar vidalarının da kullanılması stabiliteyi arttırmaktadır (127).

Defektli proksimal humerus kırıklarında stabiliteyi arttırmak için uygulanan bir diğer yöntem de fibular allogreft ya da iliak kanat otogrefti ile intramedüller destek sağlamaktır (128). Ancak medial metafizyel defektli olgularda intramedüller greftleme valgus kırıklarda olduğu gibi rahat alingment sağlanamamaktadır. Bazı olgularda redüksiyonu iyice bozarak baş-boyun açısını daha da azaltabilmektedir. Bu durumdan kaçınmak ve gruplarımızda doğrudan homojen şekilde implant konstrüksiyonunu karşılaştırabilmek adına greft uygulaması yapmadık.

Proksimal humerus anatomisine göre şekillendirilmiş ve çeşitli açılarda vidalarla kilitleme seçeneği olan lateral anatomik plaklar literatürde proksimal humerus kırıklarının tedavisinde ana tercih gibi görünmektedir (129). Günümüzde yapılan çalışmalarda ise medial kolonun ilave tespiti ve çift plak uygulamalarının bazı avantajlar getirdiği görüşü mevcuttur (130). Bu görüş literatürde giderek yaygınlık kazanmaktadır. Medial destek plağın ana endikasyonu olarak ciddi medial defekti olan, lateral anatomik plağın yeterli medial kolon desteğini sağlayamayacağı kırıklar belirlenmiştir (123,127). İnstabil proksimal humerus kırıkları içerisinde medial plak gerektirecek kırık oranı yaklaşık %11-25 arasında olduğu ve bu oranın hiç de azımsanmayacak bir seviyede olduğu ifade edilmiştir (58,59). Bizim çalışmamızda da medial defektli proksimal humerus kırıklarında medial destek plak uygulanan numunelerdeki aksiyel yüke karşı konan direnç tek başına plak uygulanan numunelere göre ve İMÇ uygulanan numunelere göre daha yüksek bulunmuştur. Buradan da medial plaklamanın bu tip kırıklarda stabiliteye katkısının olduğu anlaşılmaktadır. Medial plaklamanın stabiliteye katkısı ve medial kolonun restorasyonuna sağladığı katkılar göz ardı edilemeyecek ölçüdedir. Fakat dezavantajları da mevcuttur. Uygulanması için ekstra yumuşak doku diseksiyonu gerektirmektedir. Uygulanan ekstra diseksiyon da önemli nörovasküler yapıları risk altında bırakmaktadır. Ayrıca, zaten kırıktan dolayı azalan proksimal humerus kanlanması medial plak uygulamasının geriye kalan besleyici sistemleri de riske etmesiyle daha da azalabilir (131,132). Proksimal humerusun kanlanmasını bozma riskinden dolayı medial plaklamanın uygulanması açısından farklı teknikler de tarif edilmiştir (127). Çalışmamızın kısıtlılıklarına bakıldığında bunlar; az sayıda numunenin test edilmesi, yalnızca aksiyel yüklenmenin test edilmesi diğer deplase edici kuvvetlerin bakılmamış olması ve Grup 3'te her ne kadar alt grupların sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamış olsa da iki farklı distal kilitleme sistemi kullanılmış olması olarak sıralanabilir.

5.2 SONUÇ

Çalışmamızın sonucunda medial metafizyel defektli proksimal humerus kırıklarında uygulanan ameliyat tekniklerinde aksiyel yüklenmeye karşı en direçli tekniğin çift plak uygulaması olduğu görülmüştür. Medial metafiz bölgesinde defektli bir kırıkta tek başına lateral anatomik plağın çift plağa göre daha az dirençli olduğu tespit edilmiştir. İM uygulamasının da plak uygulamalarına göre daha az dirençli olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin de proksimal kilit vida sayısının azlığı, az kilit vidasından ötürü proksimal failure olması sonucuna varılmıştır.



Kaynaklar

1. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M, Vuori I. Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons: sharp increase in 1970-1998 and alarming projections for the new millennium. *Acta Orthop Scand*. 2000 Oct;71(5):465-70.
2. Lind T, Krøner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1989;108(5):285-7.
3. Zyto K, Ahrengart L, Sperber A, Törnkvist H. Treatment of displaced proximal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg Br*. 1997 May;79(3):412-7.
4. Park MC, Murthi AM, Roth NS, Blaine TA, Levine WN, Bigliani LU. Two-part and three-part fractures of the proximal humerus treated with suture fixation. *J Orthop Trauma*. 2003 May;17(5):319-25.
5. Ogiwara N, Aoki M, Okamura K, Fukushima S. Ender nailing for unstable surgical neck fractures of the humerus in elderly patients. *Clin Orthop Relat Res*. 1996 Sep;(330):173-80.
6. Resch H, Povacz P, Fröhlich R, Wambacher M. Percutaneous fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*. 1997 Mar;79(2):295-300.
7. Robinson CM, Page RS, Hill RMF, Sanders DL, Court-Brown CM, Wakefield AE. Primary hemiarthroplasty for treatment of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 Jul;85(7):1215-23.
8. Strømsøe K. Fracture fixation problems in osteoporosis. *Injury*. 2004 Feb;35(2):107-13.

9. Korsić M, Grazio S. Non-hip peripheral osteoporotic fractures: epidemiology and significance. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2008 Mar;59(1):53–8.
10. Depalma AF, Cautilli RA. Fractures of the upper end of the humerus. *Clin Orthop.* 1961;20:73–93.
11. Razemon JP, Baux S. [Fractures and fracture-dislocations of the upper extremity of the humerus]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1969;55(5):387–496.
12. Brorson S. Management of proximal humeral fractures in the nineteenth century: an historical review of preradiographic sources. *Clin Orthop Relat Res [Internet].* 2011;469(4):1197–1206. Available from: <https://europepmc.org/articles/PMC3048260>
13. Rodop O, Kırıl A, Akmaz İ, Arpacıoğlu Ö, Şanel S, Kaplan H. Yaşlı hastalarda parçalı eklem içi proksimal humerus kırıklarında primer hemiarthroplasti uygulamalarımızın erken sonuçları. *Eklem Hast ve Cerrahisi.* 2002;13(2):78–84.
14. Aitken AP. Fractures of the Proximal humeral epiphysis. *Surg Clin North Am.* 1963 Dec;43:1573–80.
15. Dameron TBJ, Reibel DB. Fractures involving the proximal humeral epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg Am.* 1969 Mar;51(2):289–97.
16. Arıncı K, Elhan A. Arıncı anatomi kemikler. In: *Anatomi.* 4th ed. Ankara; 2006. p. 6–8.
17. Arıncı K. Arıncı anatomi eklemler. 4th ed. Arıncı K, editor. Ankara; 2006. 81–84 p.
18. DeAngelis PL, Papaconstantinou J, Weigel PH. Isolation of a *Streptococcus pyogenes* gene locus that directs hyaluronan biosynthesis in acapsular mutants and in heterologous bacteria. *J Biol Chem.* 1993 Jul 15;268(20):14568–71.
19. Sarrafian SK. Gross and functional anatomy of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;No. 173:11–9.

20. Herscovici DJ, Saunders DT, Johnson MP, Sanders R, DiPasquale T. Percutaneous fixation of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2000 Jun;(375):97–104.
21. Kontakis G, Koutras C, Tosounidis T, Giannoudis P. Early management of proximal humeral fractures with hemiarthroplasty: a systematic review. *J Bone Joint Surg Br.* 2008 Nov;90(11):1407–13.
22. Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual - Janet G. Travell, David G. Simons - Google Kitaplar [Internet]. [cited 2019 Dec 27]. Available from: <https://books.google.com.tr/books?id=8pGrvso0vnkC&pg=PA87&lpg=PA87&dq=Rush,+P.J.:+Kinesiology+and+applied+anatomy.+Chapter.+9+Philadelphia,+1978&source=bl&ots=ISnkjlyQPF&sig=ACfU3U1AF8Bbr4ZDJPDO5WWkELX8aQDshA&hl=tr&sa=X&ved=2ahUKEwjpyvuMwdXmAUSZVAKHYOkDjIQ6AEwAHoECAoQAQ#v=onepage&q=Rush%2C P.J.%3A Kinesiology and applied anatomy. Chapter. 9 Philadelphia%2C 1978&f=false>
23. Demirhan M GA. Omuz eklemi biomekaniği ve kas kontrolü. *Acta Orthop Turc.* 1992;27:212–7.
24. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury.* 2006 Aug;37(8):691–7.
25. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 2001 Aug;72(4):365–71.
26. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1970 Sep;52(6):1077–89.
27. Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM. Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Jan;93(1):1–11.
28. Fisher ND, Barger JM, Driesman AS, Belayneh R, Konda SR, Egol KA. Fracture Severity Based on Classification Does Not Predict Outcome Following Proximal Humerus Fracture. *Orthopedics.* 2017 Nov;40(6):368–74.

29. Razaieian S, Askittou S, Wiese B, Zhang D, Harb A, Krettek C, et al. Inter- and intraobserver reliability of morphological Mutch classification for greater tuberosity fractures of the proximal humerus: A comparison of x-ray, two-, and three-dimensional CT imaging. *PLoS One*. 2021;16(11):e0259646.
30. Mora Guix JM, Pedrós JS, Serrano AC. Updated classification system for proximal humeral fractures. *Clin Med Res*. 2009 Jun;7(1-2):32-44.
31. Robinson CM, Page RS. Severely impacted valgus proximal humeral fractures. Results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 Sep;85(9):1647-55.
32. Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM. The translated two-part fracture of the proximal humerus. Epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Joint Surg Br*. 2001 Aug;83(6):799-804.
33. Sporer SM, Weinstein JN, Koval KJ. The geographic incidence and treatment variation of common fractures of elderly patients. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006 Apr;14(4):246-55.
34. Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N. The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone Joint Surg Am*. 1993 Dec;75(12):1745-50.
35. Robinson CM, Wylie JR, Ray AG, Dempster NJ, Olabi B, Seah KTM, et al. Proximal humeral fractures with a severe varus deformity treated by fixation with a locking plate. *J Bone Joint Surg Br*. 2010 May;92(5):672-8.
36. Court-Brown CM, McQueen MM. The impacted varus (A2.2) proximal humeral fracture: prediction of outcome and results of nonoperative treatment in 99 patients. *Acta Orthop Scand*. 2004 Dec;75(6):736-40.
37. Robinson CM, Khan LAK, Akhtar MA. Treatment of anterior fracture-dislocations of the proximal humerus by open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Br*. 2006 Apr;88(4):502-8.

38. Robinson CM, Akhtar A, Mitchell M, Beavis C. Complex posterior fracture-dislocation of the shoulder. Epidemiology, injury patterns, and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Jul;89(7):1454–66.
39. Bahrs C, Rolauffs B, Dietz K, Eingartner C, Weise K. Clinical and radiological evaluation of minimally displaced proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010 May;130(5):673–9.
40. Platzer P, Kutscha-Lissberg F, Lehr S, Vecsei V, Gaebler C. The influence of displacement on shoulder function in patients with minimally displaced fractures of the greater tuberosity. *Injury.* 2005 Oct;36(10):1185–9.
41. Antuña SA, Sperling JW, Sánchez-Sotelo J, Cofield RH. Shoulder arthroplasty for proximal humeral nonunions. *J shoulder Elb Surg.* 2002;11(2):114–21.
42. Boileau P, Trojani C, Walch G, Krishnan SG, Romeo A, Sinnerton R. Shoulder arthroplasty for the treatment of the sequelae of fractures of the proximal humerus. *J shoulder Elb Surg.* 2001;10(4):299–308.
43. Leyshon RL. Closed treatment of fractures of the proximal humerus. *Acta Orthop Scand.* 1984 Feb;55(1):48–51.
44. Rasmussen S, Hvass I, Dalsgaard J, Christensen BS, Holstad E. Displaced proximal humeral fractures: results of conservative treatment. *Injury.* 1992;23(1):41–3.
45. Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD. Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1997 Feb;79(2):203–7.
46. Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK. Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1989;108(6):339–41.

47. Tejwani NC, Liporace F, Walsh M, France MA, Zuckerman JD, Egol KA. Functional outcome following one-part proximal humeral fractures: a prospective study. *J shoulder Elb Surg.* 2008;17(2):216–9.
48. Poeze M, Lenssen AF, Van Empel JM, Verbruggen JP. Conservative management of proximal humeral fractures: can poor functional outcome be related to standard transscapular radiographic evaluation? *J shoulder Elb Surg.* 2010 Mar;19(2):273–81.
49. Hanson B, Neidenbach P, de Boer P, Stengel D. Functional outcomes after nonoperative management of fractures of the proximal humerus. *J shoulder Elb Surg.* 2009;18(4):612–21.
50. Bosch U, Skutek M, Fremerey RW, Tscherne H. Outcome after primary and secondary hemiarthroplasty in elderly patients with fractures of the proximal humerus. *J shoulder Elb Surg.* 1998;7(5):479–84.
51. Kamineni S, Ankem H, Sanghavi S. Anatomical considerations for percutaneous proximal humeral fracture fixation. *Injury.* 2004 Nov;35(11):1133–6.
52. Dimakopoulos P, Panagopoulos A, Kasimatis G. Transosseous suture fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Aug;89(8):1700–9.
53. Neer CS 2nd, Watson KC, Stanton FJ. Recent experience in total shoulder replacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1982 Mar;64(3):319–37.
54. Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorich DG. The anterolateral acromial approach for fractures of the proximal humerus. *J Orthop Trauma.* 2008 Feb;22(2):132–7.
55. Robinson CM, Khan L, Akhtar A, Whittaker R. The extended deltoid-splitting approach to the proximal humerus. *J Orthop Trauma.* 2007 Oct;21(9):657–62.

56. Gardner MJ, Griffith MH, Dines JS, Briggs SM, Weiland AJ, Lorch DG. The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2005 May;(434):123–9.
57. Khan LAK, Robinson CM, Will E, Whittaker R. Assessment of axillary nerve function and functional outcome after fixation of complex proximal humeral fractures using the extended deltoid-splitting approach. *Injury*. 2009 Feb;40(2):181–5.
58. Lee C-W, Shin S-J. Prognostic factors for unstable proximal humeral fractures treated with locking-plate fixation. *J shoulder Elb Surg*. 2009;18(1):83–8.
59. Owsley KC, Gorczyca JT. Fracture displacement and screw cutout after open reduction and locked plate fixation of proximal humeral fractures [corrected]. *J Bone Joint Surg Am*. 2008 Feb;90(2):233–40.
60. Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorch DG. Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant. *J Orthop Trauma*. 2008 Mar;22(3):195–200.
61. Robinson CM, Aderinto J. Posterior shoulder dislocations and fracture-dislocations. *J Bone Joint Surg Am*. 2005 Mar;87(3):639–50.
62. Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G, Haunschmid C, Szyszkowitz R. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res*. 2005 Jan;(430):176–81.
63. Koukakis A, Apostolou CD, Taneja T, Korres DS, Amini A. Fixation of proximal humerus fractures using the PHILOS plate: early experience. *Clin Orthop Relat Res*. 2006 Jan;442:115–20.
64. Walsh S, Reindl R, Harvey E, Berry G, Beckman L, Steffen T. Biomechanical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fractures in a cadaveric model. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006 Dec;21(10):1027–31.

65. Weinstein DM, Bratton DR, Ciccone WJ 2nd, Elias JJ. Locking plates improve torsional resistance in the stabilization of three-part proximal humeral fractures. *J shoulder Elb Surg.* 2006;15(2):239–43.
66. Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG. The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2007 Mar;21(3):185–91.
67. Südkamp N, Bayer J, Hepp P, Voigt C, Oestern H, Kääb M, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humeral fractures with use of the locking proximal humerus plate. Results of a prospective, multicenter, observational study. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jun;91(6):1320–8.
68. Brunner F, Sommer C, Bahrs C, Heuwinkel R, Hafner C, Rillmann P, et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multicenter analysis. *J Orthop Trauma.* 2009 Mar;23(3):163–72.
69. Bigorre N, Talha A, Cronier P, Hubert L, Toulemonde JL, Massin P. A prospective study of a new locking plate for proximal humeral fracture. *Injury.* 2009 Feb;40(2):192–6.
70. Charalambous CP, Siddique I, Valluripalli K, Kovacevic M, Panose P, Srinivasan M, et al. Proximal humeral internal locking system (PHILOS) for the treatment of proximal humeral fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007 Apr;127(3):205–10.
71. Bernard J, Charalambides C, Aderinto J, Mok D. Early failure of intramedullary nailing for proximal humeral fractures. *Injury.* 2000 Dec;31(10):789–92.
72. Lin J, Hou S-M. Locked-nail treatment of humeral surgical neck nonunions. *J Trauma.* 2003 Mar;54(3):530–5.
73. Rajasekhar C, Ray PS, Bhamra MS. Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *J shoulder Elb Surg.* 2001;10(1):7–10.
74. Adedapo AO, Ikpeme JO. The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury.* 2001 Mar;32(2):115–21.

75. Agel J, Jones CB, Sanzone AG, Camuso M, Henley MB. Treatment of proximal humeral fractures with Polarus nail fixation. *J shoulder Elb Surg.* 2004;13(2):191-5.
76. Iacobellis C, Serafini D, Aldegheri R. PHN for treatment of proximal humerus fractures: evaluation of 80 cases. *Chir Organi Mov.* 2009 Sep;93(2):47-56.
77. Neer CS 2nd. Displaced proximal humeral fractures. II. Treatment of three-part and four-part displacement. *J Bone Joint Surg Am.* 1970 Sep;52(6):1090-103.
78. Krause FG, Huebschle L, Hertel R. Reattachment of the tuberosities with cable wires and bone graft in hemiarthroplasties done for proximal humeral fractures with cable wire and bone graft: 58 patients with a 22-month minimum follow-up. *J Orthop Trauma.* 2007;21(10):682-6.
79. Klein M, Juschka M, Hinkenjann B, Scherger B, Ostermann PAW. Treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Trauma.* 2008;22(10):698-704.
80. Hawkins RJ, Switlyk P. Acute prosthetic replacement for severe fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 Apr;(289):156-60.
81. Boileau P, Krishnan SG, Tinsi L, Walch G, Coste JS, Molé D. Tuberosity malposition and migration: reasons for poor outcomes after hemiarthroplasty for displaced fractures of the proximal humerus. *J shoulder Elb Surg.* 2002;11(5):401-12.
82. Grassi FA, Murena L, Valli F, Alberio R. Six-year experience with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2009 Aug;17(2):151-6.
83. Bastian JD, Hertel R. Initial post-fracture humeral head ischemia does not predict development of necrosis. *J shoulder Elb Surg.* 2008;17(1):2-8.

84. Jaberg H, Warner JJ, Jakob RP. Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1992 Apr;74(4):508–15.
85. Gerber C, Lambert SM, Hoogewoud HM. Absence of avascular necrosis of the humeral head after post-traumatic rupture of the anterior and posterior humeral circumflex arteries. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1996 Aug;78(8):1256–9.
86. Wijgman AJ, Roolker W, Patt TW, Raaymakers ELFB, Marti RK. Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Nov;84(11):1919–25.
87. Gerber C, Hersche O, Berberat C. The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. *J Shoulder Elb Surg.* 1998;7(6):586–90.
88. Doetsch AM, Faber J, Lynnerup N, Wätjen I, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B. The effect of calcium and vitamin D3 supplementation on the healing of the proximal humerus fracture: a randomized placebo-controlled study. *Calcif Tissue Int.* 2004 Sep;75(3):183–8.
89. Court-Brown CM, McQueen MM. Nonunions of the proximal humerus: their prevalence and functional outcome. *J Trauma.* 2008 Jun;64(6):1517–21.
90. Healy WL, Jupiter JB, Kristiansen TK, White RR. Nonunion of the proximal humerus. A review of 25 cases. *J Orthop Trauma.* 1990;4(4):424–31.
91. Scheck M. Surgical treatment of nonunions of the surgical neck of the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1982 Jul;(167):255–9.
92. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Nonunions of the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2004 Feb;(419):46–50.
93. Rooney PJ, Cockshott WP. Pseudarthrosis following proximal humeral fractures: a possible mechanism. *Skeletal Radiol.* 1986;15(1):21–4.

94. Galatz LM, Iannotti JP. Management of surgical neck nonunions. *Orthop Clin North Am.* 2000 Jan;31(1):51-61.
95. Dines DM, Warren RF, Altchek DW, Moeckel B. Posttraumatic changes of the proximal humerus: Malunion, nonunion, and osteonecrosis. Treatment with modular hemiarthroplasty or total shoulder arthroplasty. *J shoulder Elb Surg.* 1993 Jan;2(1):11-21.
96. Robinson CM, Seah KTM, Chee YH, Hindle P, Murray IR. Frozen shoulder. *J Bone Jt Surg - Ser B.* 2012;94 B(1):1-9.
97. Connor PM, Flatow EL. Complications of internal fixation of proximal humeral fractures. *Instr Course Lect.* 1997;46:25-37.
98. Coste JS, Reig S, Trojani C, Berg M, Walch G, Boileau P. The management of infection in arthroplasty of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br.* 2004 Jan;86(1):65-9.
99. Sperling JW, Kozak TK, Hanssen AD, Cofield RH. Infection after shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 Jan;(382):206-16.
100. Brown TD, Bigliani LU. Complications with humeral head replacement. *Orthop Clin North Am.* 2000 Jan;31(1):77-90.
101. Plausinis D, Kwon YW, Zuckerman JD. Complications of humeral head replacement for proximal humeral fractures. *Instr Course Lect.* 2005;54:371-80.
102. Wirth MA, Rockwood CAJ. Complications of shoulder arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Oct;(307):47-69.
103. Koval KJ, Blair B, Takei R, Kummer FJ, Zuckerman JD. Surgical neck fractures of the proximal humerus: a laboratory evaluation of ten fixation techniques. *J Trauma.* 1996 May;40(5):778-83.
104. Chudik SC, Weinhold P, Dahners LE. Fixed-angle plate fixation in simulated fractures of the proximal humerus: a biomechanical study of a new device. *J shoulder Elb Surg.* 2003;12(6):578-88.

105. Yoon RS, Dziadosz D, Porter DA, Frank MA, Smith WR, Liporace FA. A comprehensive update on current fixation options for two-part proximal humerus fractures: a biomechanical investigation. *Injury*. 2014 Mar;45(3):510–4.
106. Maier D, Jaeger M, Izadpanah K, Strohm PC, Suedkamp NP. Proximal humeral fracture treatment in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Feb;96(3):251–61.
107. Park S-G, Ko Y-J. Medial Buttress Plating for Humerus Fractures With Unstable Medial Column. *J Orthop Trauma*. 2019 Sep;33(9):e352–9.
108. Wang F, Wang Y, Dong J, He Y, Li L, Liu F, et al. A novel surgical approach and technique and short-term clinical efficacy for the treatment of proximal humerus fractures with the combined use of medial anatomical locking plate fixation and minimally invasive lateral locking plate fixation. *J Orthop Surg Res*. 2021 Jan;16(1):29.
109. Muccioli C, Chelli M, Caudal A, Andreani O, Elhor H, Gauci M-O, et al. Rotator cuff integrity and shoulder function after intra-medullary humerus nailing. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020 Feb;106(1):17–23.
110. Edwards SL, Wilson NA, Zhang L-Q, Flores S, Merk BR. Two-part surgical neck fractures of the proximal part of the humerus. A biomechanical evaluation of two fixation techniques. *J Bone Joint Surg Am*. 2006 Oct;88(10):2258–64.
111. Tasci M, Turkmen İ, Celik H, Akcal MA, Şekerci R, Keles N, et al. InSafeLock humeral nail provides a safe application for proximal and distal locking screws with distal endopin - An anatomical study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019 Sep;105(5):1005–11.
112. Boileau P, d'Ollonne T, Bessière C, Wilson A, Clavert P, Hatzidakis AM, et al. Displaced humeral surgical neck fractures: classification and results of third-generation percutaneous intramedullary nailing. *J shoulder Elb Surg*. 2019 Feb;28(2):276–87.

113. Agudelo J, Schürmann M, Stahel P, Helwig P, Morgan SJ, Zechel W, et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma*. 2007;21(10):676–81.
114. Bottlang M, Doornink J, Byrd GD, Fitzpatrick DC, Madey SM. A nonlocking end screw can decrease fracture risk caused by locked plating in the osteoporotic diaphysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Mar;91(3):620–7.
115. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*. 2002 Nov;84(8):1093–110.
116. Hessmann MH, Hansen WSM, Krummenauer F, Pol TF, Rommens PM. Locked plate fixation and intramedullary nailing for proximal humerus fractures: a biomechanical evaluation. *J Trauma*. 2005 Jun;58(6):1194–201.
117. Füchtmeier B, May R, Hente R, Maghsudi M, Völk M, Hammer J, et al. Proximal humerus fractures: a comparative biomechanical analysis of intra and extramedullary implants. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007 Aug;127(6):441–7.
118. Gillespie RJ, Ramachandran V, Lea ES, Vallier HA. Biomechanical evaluation of 3-part proximal humerus fractures: a cadaveric study. *Orthopedics*. 2009 Nov;32(11):816.
119. Horn J, Gueorguiev B, Brianza S, Steen H, Schwieger K. Biomechanical evaluation of two-part surgical neck fractures of the humerus fixed by an angular stable locked intramedullary nail. *J Orthop Trauma*. 2011 Jul;25(7):406–13.
120. Huff LR, Taylor PA, Jani J, Owen JR, Wayne JS, Boardman ND 3rd. Proximal humeral fracture fixation: a biomechanical comparison of two constructs. *J shoulder Elb Surg*. 2013 Jan;22(1):129–36.

121. Röderer G, Gebhard F, Krischak G, Wilke H-J, Claes L. Biomechanical in vitro assessment of fixed angle plating using a new concept of locking for the treatment of osteoporotic proximal humerus fractures. *Int Orthop*. 2011 Apr;35(4):535–41.
122. Wallace MJ, Bledsoe G, Moed BR, Israel HA, Kaar SG. Relationship of cortical thickness of the proximal humerus and pullout strength of a locked plate and screw construct. *J Orthop Trauma*. 2012 Apr;26(4):222–5.
123. He Y, Zhang Y, Wang Y, Zhou D, Wang F. Biomechanical evaluation of a novel dualplate fixation method for proximal humeral fractures without medial support. *J Orthop Surg Res*. 2017 May;12(1):72.
124. He Y, He J, Wang F, Zhou D, Wang Y, Wang B, et al. Application of Additional Medial Plate in Treatment of Proximal Humeral Fractures With Unstable Medial Column: A Finite Element Study and Clinical Practice. *Medicine (Baltimore)*. 2015 Oct;94(41):e1775.
125. Padegimas EM, Chang G, Namjouyan K, Namdari S. Failure to restore the calcar and locking screw cross-threading predicts varus collapse in proximal humerus fracture fixation. *J shoulder Elb Surg*. 2020 Feb;29(2):291–5.
126. Liskutin T, Harkin E, Summers H, Cohen J, Bernstein M, Lack W. The influence of biplanar reduction and surgeon experience on proximal humerus fractures treated with ORIF. *Injury*. 2020 Feb;51(2):322–8.
127. Zhang Y, Wan L, Zhang L, Yan C, Wang G. Reduction and fixation of proximal humeral fracture with severe medial instability using a small locking plate. *BMC Surg*. 2021 Oct;21(1):387.
128. Matassi F, Angeloni R, Carulli C, Civinini R, Di Bella L, Redl B, et al. Locking plate and fibular allograft augmentation in unstable fractures of proximal humerus. *Injury*. 2012 Nov;43(11):1939–42.

129. Barlow JD, Logli AL, Steinmann SP, Sems SA, Cross WW, Yuan BJ, et al. Locking plate fixation of proximal humerus fractures in patients older than 60 years continues to be associated with a high complication rate. *J shoulder Elb Surg.* 2020 Aug;29(8):1689–94.
130. Theopold J, Marquaß B, Fakler J, Steinke H, Josten C, Hepp P. The bicipital groove as a landmark for reconstruction of complex proximal humeral fractures with hybrid double plate osteosynthesis. *BMC Surg.* 2016 Mar;16:10.
131. Hettrich CM, Boraiah S, Dyke JP, Neviasser A, Helfet DL, Lorich DG. Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2010 Apr;92(4):943–8.
132. Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J shoulder Elb Surg.* 2004;13(4):427–33.

EK A. Etik Kurul Onay Formu

S.B. İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU (2013-KAEK-64)
KARAR FORMU

SAYI:

Tarih: 30.03.2022

KONU: Etik Kurulu Kararı

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Proksimal humerus kırıklarının lateral anatomik plak, intramedüller çivi, lateral anatomik plak ve kalkar plakla tespitinde biyomekanik özelliklerin karşılaştırılması	
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ	Doktor Erkin Cad. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi
	TELEFON	216 570 91 90
	FAKS	216 565 55 26
	E-POSTA	etik@sbgoztepehastanesi.gov.tr

KARAR VERİLEN BİLGİLER	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof Dr Korhan Özkan- Dr Muhlik Akyürek			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortopedi ve Travmatoloji			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alınmış ise)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>			
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	İlaç dışı klinik araştırma	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Retrospektif	<input type="checkbox"/>			
	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Yürürlük Numarası	Dili	
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Açıklama			
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>			
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>			
	BİYYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>			
	ELAN	<input type="checkbox"/>			
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>			
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>			
ÇEVRESEL RİSK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>				
İDARİ	<input type="checkbox"/>				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2022/0194	Tarih: 30.03.2022			
	Yukarıdaki bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın yapılmasının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın yapılmasının başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel olarak bahsetmişse toplantıya katılan etik kurul üye tarafından sayısal salt çoğunlukla ile karar verilmiştir. İlaç ve Dış Klinik Araştırmaları Etik Kurulu'nun Yürürlük Kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Yürürlük İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurulunun birleşik oturumunda değerlendirilmektedir.				

T.C.S.B.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
Etik Kurulu Başkanı
Doç. Dr. Şükri Sadek ÖNER
Unvanı: Doç. Dr. Şükri Sadek ÖNER
E-posta: soker@sbgoztepehastanesi.gov.tr
İmza No: 2001/025

S.B. İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ GÖZTEPE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU (2013-KAEK-64)
KARAR FORMU

SAYI:

Tarih: 30.03.2022

KONU: Etik Kurulu Kararı

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Proksimal humerus kırıklarının lateral anatomik plak, intramedüller çivi, lateral anatomik plak ve kalkar plakla tespitinde biyomekanik özelliklerin karşılaştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişki	Katılım *	İmza
Doç. Dr. Şükrü Sadık ÖNER	Tıbbi Farmakoloji	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Aytekin OĞUZ	İç Hastalıklar Anabilim Dalı	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İqıl MARAL	Halk Sağlığı Anabilim Dalı	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Asif Yıldırım	Öroloji	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Süleyman Daşdağ	Biyofizik	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Derya Büyükkayhan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	T.C. Sağlık Bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Asiye KANBAY	Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Sultana Şeyma ÖZKANLI	Tıbbi Patoloji	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Hacer Hicran Mutlu	Aile Hekimliği	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Uzm. Dr. Ergül Demirçivi	Kadın Hastalıkları ve Doğum	S.B. İstanbul Medeniyet Üniversitesi Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Avukat Mahmut ÇELİK	Avukat	Çelik Hukuk Bürosu	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	
Saliha Şahin	İşçi		E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:

*:Toplantıda Bulunma

Karar: Onaylandı Reddedildi