



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DİSTAL HUMERUS EKLEM İÇİ AO/ASIF TİP C KIRIĞI
NEDENİYLE AMELİYAT EDİLEN HASTALARIN FONKSİYONEL
VE RADYOLOJİK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Yunus OKLU

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mustafa KARAKAPLAN**

MALATYA-2021



**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI ANABİLİM
DALI**

**DİSTAL HUMERUS EKLEM İÇİ AO/ASİF TİP C KIRIĞI
NEDENİYLE AMELİYAT EDİLEN HASTALARIN FONKSİYONEL
VE RADYOLOJİK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**Yunus OKLU
ORCID ID:**

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mustafa KARAKAPLAN**

MALATYA-2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Anatomi.....	2
2.1.1. Kemikler	2
2.1.1.1. Humerus.....	2
2.1.1.2. Ulna.....	4
2.1.1.3. Radius	5
2.1.2. Kapsül.....	6
2.1.3. Bağlar	7
2.1.3.1. Medial Kollateral Bağ Kompleksi (MCL).....	8
2.1.3.1.1. Anterior Band (Anterior Oblik Ligament)	8
2.1.3.1.2. Posterior Band (Bardinet Ligamenti)	8
2.1.3.1.3. Transvers Ligament (Cooper Ligamenti).....	8
2.1.3.2. Lateral Kollateral Ligament Kompleksi (LCL)	9
2.1.3.2.1. Lateral Ulnar Kollateral Ligament (LUCL).....	9
2.1.3.2.2. Radial Kollateral Ligament (RCL).....	9
2.1.3.2.3. Anular Ligament	10
2.1.3.2.4. Aksesuar Kollateral Ligament.....	10
2.1.4. Dirsek Çevresi Arterleri	10
2.1.4.1. Brakiyal Arter	10
2.1.4.1.1. Arteria Profunda Brachii	10
2.1.4.1.2. Superior Ulnar Kollateral Arter (İnferior Profunda Arteri)	11
2.1.4.1.3. İnferior Ulnar Kollateral Arter	11
2.1.4.1.4. Radial Arter	11

2.1.4.1.5. Ulnar Arter	11
2.1.5. Dirsek Çevresi Sinirler	12
2.1.5.1. Nervus Musculocutaneus (C5, C6, C7)	12
2.1.5.2. Nervus Medianus (C5, C6, C7, C8, Th1)	12
2.1.5.3. Nervus Ulnaris (C8, Th1)	13
2.1.5.4. Nervus Radialis (C5, C6, C7, C8, TH1)	13
2.1.6. Dirsek Çevresi Kaslar	15
2.1.6.1. Dirsek Fleksörleri	15
2.1.6.2. Dirsek Ekstansörleri.....	15
2.1.6.3. Fleksör- Pronator Grubu Kaslar.....	15
2.1.6.4. Ekstansör Supinatör Grup	15
2.2. Dirsek Biyomekaniği	16
2.3. Kırık İnsidansı ve Etiyolojisi.....	19
2.4. Klinik Değerlendirme.....	21
2.5. Radyolojik Değerlendirme	21
2.6. Sınıflandırma.....	23
2.6.1. Riseborough ve Radin Sınıflandırması.....	24
2.6.2. Mehne ve Matta Sınıflandırması	24
2.6.3. Müller Sınıflandırması.....	25
2.6.4. AO Sınıflandırması.....	25
2.6.4.1. Tip A Kırıklar	25
2.6.4.2. Tip B Kırıklar.....	25
2.6.4.3. Tip C Kırıklar.....	26
2.6.5. Milch Sınıflandırması	26
2.7. Tedavi.....	27
2.7.1. Konservatif Tedavi	27
2.7.2. Cerrahi Tedavi	28
2.8. Cerrahi Yaklaşım	29
2.8.1. Lateral Yaklaşım	29
2.8.2. Medial Yaklaşım	30
2.8.3. Anterior Yaklaşım	30
2.8.4. Posterior Yaklaşım	31
2.8.4.1. Paratricipital Posterior Yaklaşım	32
2.8.4.2. Triceps-Splitting Yaklaşım (Campbell İnsizyon)	32

2.8.4.3. Triceps- Reflecting Anconeus Pedicle (TRAP) (O'Driscoll)	33
2.8.4.4. Transolekranon Yaklaşım	34
2.9. Cerrahi Teknik	36
2.10. Postoperatif Rehabilitasyon	39
2.11. Komplikasyonlar	39
2.11.1. Heterotopik Ossifikasyon	39
2.11.2. Dirsek Sertliği	39
2.11.3. Sinir Problemleri	40
2.11.4. Enfeksiyon	40
2.11.5. Kaynamama	40
3. MATERYAL VE METOT	41
3.1. Hastalar ve Değerlendirilme	41
3.2. Cerrahi	42
3.3. Ameliyat Sonrası Süreç	44
3.4. Hastaların Son Kontrolleri	44
3.5. Radyolojik Değerlendirme	45
3.6. Fonksiyonel Sonuçların Değerlendirilmesi	46
3.7. İstatistiksel Analiz	49
4. BULGULAR	50
4.1. Genel Bulgular	50
4.2. Komplikasyonlar	57
4.3. Olekranon Tespitine Bağlı Komplikasyonlar	59
4.4. Hastaların Fonksiyonel Sonuçları	60
4.5. Radyolojik Değerlendirme	61
4.6. İstatistiksel Değerlendirmeler	62
4.7. Olgu Örnekleri	70
4.7.1. Olgu 1	70
4.7.2. Olgu 2	72
4.7.3. Olgu 3	75
4.7.4. Olgu 4	78
4.7.5. Olgu 5	81
5. TARTIŞMA	84
6. SONUÇ	98
KAYNAKLAR	99

TEŞEKKÜR

2016 yılında uzmanlık eğitimine başladığım günden bugüne kadar bilgi, birikim ve tecrübeleri bana aktaran ve yol gösteren ve her zaman destek olan çok kıymetli sayın hocalarım Prof. Dr. Kadir ERTEM, Prof. Dr. Ahmet HARMA, Doç. Dr. Mustafa KARAKAPLAN, Prof. Dr. M. Fethi CEYLAN, Doç. Dr. M. Fatih KORKMAZ, Doç. Dr. Gökay GÖRMELİ, Doç. Dr. Reşit SEVİMLİ, Dr. Öğr. Üyesi Emre ERGEN ve Dr. Öğr. Üyesi Okan Aslantürk' e teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, bana cerrahi alanında değer katan ve şuan uzman olan bütün doktor ağabeylerime ve asistanlığı halen devam tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca beraber çalıştığım hemşire, sağlık memuru, tıbbi sekreter ve diğer yardımcı sağlık personellerine de teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin planlanmasında, verilerin toplamasında, yazımında ve düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen her zaman bana yol gösteren, öğüt veren kıymetli hocam Doç. Dr. Mustafa Karakaplan'a özellikle teşekkür ederim.

Bütün eğitim hayatım boyunca beni her zaman destekleyen, bana güvenen, tam vazgeçtiğim anda beni ayağa kaldıran rahmetli babama, varlık sebebim olan ilk öğretmenim canım anneme çok teşekkür ederim.

Sevgilerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, her daim yanımda olan ve her daim yanlarında olacağım kardeşlerime teşekkür ederim.

Tüm zor zamanlar da yanımda olan, zorlu uzmanlık eğitimi süresince sürekli ihmal ettiğim, kendisine zaman ayıramadığım, en mutsuz anımda bile beni güldürmeyi başaran, birlikte zaman geçirmekte inanılmaz mutlu olduğum, yardımcım sevgili ve değerli eşim Gülşen Apaydın OKLU' ya çok teşekkür ederim.

Beş yıllık meşakkatli uzmanlık eğitimi süresince yüce Allah (c.c)' ın bana layık gördüğü, kıymetlilerim Azad Alen ve Deniz Aram' a hayatıma kattıkları tarifsiz değer için ayrıca teşekkür ederim

Yunus OKLU

ÖZET

Distal Humerus Eklem İçi AO/ASIF Tip C Kırığı Nedeniyle Ameliyat Edilen Hastaların Fonksiyonel ve Radyolojik Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın hedefi distal humerus AO/ASIF 13-C1, 13-C2, 13-C3 tipi eklem içi kırık nedeniyle ameliyat edilen hastaların fonksiyonel sonuçlarını ve bu sonuçları etkileyen faktörleri belirleyip sunmaktır.

Materyal metot: Ocak 2009–Mayıs 2020 yılları arasında İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Turgut Özal Tıp Merkezi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalında humerus alt uç kırık nedeniyle ameliyat edilen ve en az 6 ay takibi olan 47 hasta çalışmaya dahil edildi. AO/ASIF tip A ve tip B kırıklar, 18 yaş altı hastalar, telefonla ulaşılamayan ve takipten çıkmış hastalar çalışma dışı bırakıldı. Yaralanma mekanizması, kırık tipi, kullanılan cerrahi yöntem, plak yerleşim şekli, postoperatif harekete başlama süresi retrospektif olarak incelendi. Hastaların son kontrollerinde de grafi çekilerek osteoartrit ve heterotopik ossifikasyon varlığı değerlendirildi. Eklem hareket açıklığı hesaplandı. Kavrama ve sıkma güçleri dinamometre ile ölçüldü. Sonuçları değerlendirmek için hızlı DASH (Disability of Arm, Shoulder and Hand) ve MAYO (Mayo Elbow Performance Score) anketleri kullanıldı. Ek olarak yaş, cinsiyet, plak tipi, ameliyat öncesi bekleme zamanı ve yaralanma şekli, kırık alt tipleri, kırık ekstremitenin dominant olup olmamasının ve komplikasyon varlığının fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkileri araştırıldı.

Bulgular: Yaş ortalaması 43,7 (18-92) olan hastaların 29'u erkek, 18'i kadındı. Ortalama takip süresi 73,2 aydı. Hastaneye başvuru zamanı ile ameliyata kadar geçen süre ortalama 6,1 gündü. Hastaların 15'inde (%31,9) açık kırık mevcut olup 18 hastanın (38,3) dirsek kırığına ek olarak başka kırıkları mevcut idi. Kırık vakalarından 21'i (%44,7) ek hastalığa sahipti. Postoperatif dönemde atel ile immobilizasyon süresi ortalama 5,1 hafta iken hastaların fizik tedavi ile rehabilitasyona başlama zamanı ise ortalama 7,2 haftaydı. Son kontrolde sağlam tarafla kıyaslandığında ortalama ekstansiyon kaybı 17,2° iken, ortalama fleksiyon kaybının ise 16° olduğu tespit edildi. Ortalama eklem hareket açıklığı 120° olarak ölçüldü. Hastaların ortalama hızlı DASH skoru 15,1 puan ve ortalama MAYO skoru 88,4 puandı. Hastaların %91,5'inde iyi ve çok iyi sonuç elde edildi.

Sonuç: Nadir olarak görülen distal humerus kırıklarında radyolojik görüntüden bağımsız olarak fonksiyonel sonuçlar genelde iyidir. Kırık dirsekte eklem hareket açıklığı anlamlı ölçüde azalmaktadır. Kırık tipi, yaş, preoperatif bekleme süresi, immobilizasyon süresi, eşlik eden yaralanma varlığı hızlı DASH ve MAYO puanını etkilemektedir. Cerrahi süre arttıkça komplikasyon oranı artmaktadır. Bu bölgenin yer değiştirmiş kırıklarında eklem açık anatomik redüksiyonu ve stabil internal tespit fonksiyonel bir sonuç elde etmek için çoğu hastada tek tedavi yöntemidir.

ABSTRACT

Evaluation of Functional and Radiological Results of Patients Operated for Distal Humerus Intraarticular AO / ASIF Type C Fractures

Aim: In current study, we aimed to present functional results of patient operated for intraarticular distal humerus fractures (AO/ASIF type 13-C1, 13-C2 AND 13-C3 fracture) and to determine factors that affect the functional results.

Material and Method: Forty-seven patients operated for distal humerus fracture and followed at least six-months in Department of Orthopaedic and Traumatology, Inonu University Medicine Faculty between January 2009 and May 2020 were included the study. AO/ASIF type A and B fractures, patients younger than 18 year and followed less than 6 months were excluded. We retrospectively reviewed injury mechanism, fracture type, surgical technique, plate configuration and post-operatively starting time of elbow movements. Osteoarthritis and presence of heterotrophic ossification were evaluated with plain radiographs in last follow-up. Range of motion were also evaluated. Grip and pinch strengths were measured with dynamometer. The Quick Disability of Arm, Shoulder and Hand (Q-DASH) and Mayo elbow performance scores were used to evaluate functional results. Additionally, effects of age, gender, plate type, time from injury to surgical intervention, injury mechanism, fracture type, fracture of dominant or nondominant extremity and complication on functional results were investigated.

Results: Twenty-nine of patients were male and 18 women with mean age of 43.7 years (18-92). Mean follow-up time was 73.2 months. Mean duration from injury to surgery was 6.1 days. Fifteen (31.9%) patients had open fracture and 18 patients (38.3%) had additional fractures concomitant to elbow fracture. Twenty-one of patients had concomitant diseases. Whereas mean post-operative splinting continuation and immobilization time was 5.1 weeks, time of patients initiating to physiotherapy was 7.2 weeks. In last follow-up, mean extension loss was 17.2° and mean flexion loss was 16° when compared to uninjured elbow. Mean range of motion was measured as 120°. Mean Q-DASH and Mayo scores were 15.1 and 88.4, respectively. Good and very good results were obtained in 91.5 of patients.

Conclusion: Functional results of distal humerus fractures are generally good regardless of radiological results. Range of motion decreases significantly at fractured elbow. Fracture type, age, waiting time for surgery, duration of immobilization and presence of concomitant injury effects Q-DASH and Mayo scores. Complication rate increases as surgical time increased. In displaced fracture of distal humerus, to achieve functional results, anatomic reduction and stable internal fixation is the only treatment in most of patients

SİMGELER VE KISALTMALAR

3D BT	: 3 boyutlu Bilgisayarlı Tomografi
ADTK	: Araç Dışı Trafik Kazası
AHTA	: American Hand Therapists Association
AİTK	: Araç İçi Trafik Kazası
AO/ASIF	: Arbeitsgemeinschaft für osteosynthesefragen/Association for the Study of Internal Fixation
ARİF	: Açık Redüksiyon İnternal Fiksasyon
ASY	: Ateşli Silah Yaralanması
AVN	: Avasküler Nekroz
DASH	: Disabilities of Arm, Shoulder And Hand
K teli	: Kirschner teli
LCL	: Lateral Kollateral Ligament
Lig	: Ligamentum
m	: Musculus
MAYO	: Mayo Elbow Performance Score
MCL	: Medial Collateral Ligament
n	: Nervus
TRAP	: Triceps Reflecting Anconeus Pedicle

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Distal humerusun ön ve arka görüntüsü.	4
Şekil 2.2. Dirsek çevresi kemikleri.	5
Şekil 2.3. Proksimal radius ve ulna	6
Şekil 2.4. Eklem kapsülünün önden görünümü.	7
Şekil 2.5. Eklem kapsülünün yapıştığı yerler	7
Şekil 2.6. Medial kollateral ligament kompleksi.	8
Şekil 2.7. MCL kompleksinin hareket ile değişimi.	9
Şekil 2.8. Lateral kollateral bağ kompleksi.	10
Şekil 2.9. Dirsek çevresi arterleri	12
Şekil 2.10. Üst ekstremité volar taraf duyuşal sinirlerin duyu alanları.	14
Şekil 2.11. Üst ekstremité dorsal taraf duyuşal sinirlerin duyu alanları.	14
Şekil 2.12. Dirsek çevresi kasların önden görünümü.	16
Şekil 2.13. Dirseğin fleksişon eksenini	17
Şekil 2.14. Ulna'nın troklear oluşu	17
Şekil 2.15. (a) Distal humerus humerus şaftına göre yaklaşık 30° öne eğimlidir. (b) Sigmoid çentigin ağızı ulna şaftına göre yaklaşık 30° arkaya bakar. (c) Büyük sigmoid noçun 4° valgus açısı vardır.	18
Şekil 2.16. Radius başının ulnan'ın küçük sigmoid çentikle eklemleşmesi ve radius başının rotasyon hareketleri.	19
Şekil 2.17. Standart dirsek AP/ateral graşillerinin çekim tekniğı ve radyolojik görüntüsü.	22
Şekil 2.18. Muller'in distal humerus olarak tanımladığı karesel alan.	23
Şekil 2.19. Riseborough ve Radin sınıflandırması.	24
Şekil 2.20. Mehne ve Matta sınıflandırması.	24
Şekil 2.21. Müller sınıflandırması.	25
Şekil 2.22. AO Distal humerus kırık sınıflaması.	26
Şekil 2.23. Milch sınıflandırması.	27
Şekil 2.24. Transolekranon traksişon yöntemi.	28
Şekil 2.25. Lateral yaklaşım	29
Şekil 2.26. Medial yaklaşım	30

Şekil 2.27. Anterior yaklaşım.....	31
Şekil 2.28. Paratricipital yaklaşım.....	32
Şekil 2.29. Triceps splitting yaklaşım.....	33
Şekil 2.30. TRAP insizyonu.....	33
Şekil 2.31. İntraoperatif TRAP tekniğini gösteren fotoğraf.....	34
Şekil 2.32. Transolekranon yaklaşımı.....	35
Şekil 2.33. Olekranon osteotomi tipleri.....	35
Şekil 2.34. Distal humerus kırıklarında kullanılabilecek cerrahi yaklaşım önerileri.	36
Şekil 2.35. İnternal tespit basamakları.....	37
Şekil 2.36. (a) diafizde strese yol açacağından aynı seviyede biten plaklar kullanılmamalı, (b) iki plak uzunluğu birbirinden farklı olmalı, (c) plak ile kırık arasına mesafe 3 mm'den az olmamalı.....	38
Şekil 3.1. İntra operatif humerus alt uç kırığı.....	43
Şekil 3.2. Jamar hidrolik el dinamometre.....	44
Şekil 3.3. (a) pinçmetre, (b) hasta pozisyonu, (c) pinçmetrede ki değerin okunması. ...	45
Şekil 4.1. Hastaların cinsiyete göre dağılımı.....	50
Şekil 4.2. Yaralanma mekanizmasına göre hastaların dağılımı.....	51
Şekil 4.3. Kırıkların AO/ASIF sınıflandırmasına göre dağılımı.....	52
Şekil 4.4. Ek hastalıkların hastalara göre dağılımı.....	54
Şekil 4.5. Hastaların ameliyat öncesi bekleme sürelerinin dağılımı.....	55
Şekil 4.6. Son grafide dirsek artrozunun Broberg ve Morrey sınıflandırmasına göre dağılımı.....	61
Şekil 4.7. Heterotopik ossifikasyonun hastalara göre dağılımı.....	62
Şekil 4.8. Olgu 1'in görüntüleri.....	72
Şekil 4.9. Olgu 2'nin görüntüleri.....	75
Şekil 4.10. Olgu 3'ün görüntüleri.....	78
Şekil 4.11. Olgu 4'ün görüntüleri.....	80
Şekil 4.12. Olgu 5'in görüntüleri.....	83

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 3.1. Broberg ve Morrey sınıflandırması.....	45
Tablo 3.2. Hasting ve Graham heterotropik ossifikasyon sınıflandırması.....	46
Tablo 3.3. Mayo dirsek performans skorlama anketi.....	47
Tablo 3.4. Hızlı DASH anketi içerisindeki rakamlar soruya göre aldığı puanı gösterir.....	48
Tablo 4.1. Kırık dirsek ve dominant el dağılımı.	50
Tablo 4.2. Hastaların dirsek fleksiyon açılarının istatistiksel değeri.	60
Tablo 4.3. MAYO sonucunun hastalara göre dağılımı.	62
Tablo 4.4. Açık kırık/kapalı kırık durumunun Mayo, kavrama gücü, sıkma gücü ile kıyaslanması.....	64
Tablo 4.5. FTR başlama süreleri ile sonuçların karşılaştırılması.....	67
Tablo 4.6. Plak çıkarılan ve çıkarılmayan hastaların fonksiyonel sonuçlarının karşılaştırılması.	68
Tablo 4.7. Kırık tiplerinin fonksiyonel sonuçlar ile kıyaslanması.	69

1. GİRİŞ

Dirsek eklemi vücudun en stabil eklemidir. Omuz ile koordineli çalışarak elin gövdeden uzaklaşmasına uzaysal hareketine yardımcı olur. Bu nedenle günlük yaşam işlevlerinden profesyonel atletizm aktivitelerine kadar çok önemlidir. Ağrısız stabil ve hareketli bir dirsek eklemi, elin günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmek, temizlik ve beslenme için arzu edilen durumdur. Dirsek kırıkları el fonksiyonlarını da azaltabilir (1).

Distal humerus kırıkları ile ilgili ilk özgün yayın Desault'ta aittir. 1811 yılında yapılan çalışmada yazar tedavi zorlukları ve sonuçların istenildiği düzeyde olmadığına vurgu yapmıştır (2). 1913 yılında Albin Lambotte distal humerus kırıkları için savunulan konservatif tedavi görüşlerine karşı çıkarak açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ARİF) yaklaşımını savundu (3). Eastwood 1937 yılında anestezi altında kapalı redüksiyon ve alçı ile tedavi ettiği hastaların sonuçlarını paylaşarak, iyi bir sonuç elde etmek için mükemmel redüksiyonun gerekli olmadığını belirtti (4). 1953'te Evans, bu tedavi biçimini “kemik torbası” olarak adlandırırken, bu tedavi yönteminin yaşlı hastalar için uygun olsa da genç aktif hasta için ideal olmadığına inanıyordu (5). 1969'da Riseborough ve Radin cerrahi tedaviyi kötü sonuçla ilişkilendirdi ve konservatif tedavi yöntemini önerdiler (6). Aynı şekilde Brown ve Morgan takip ettikleri 10 hastada tatmin edici sonuçlar bildirerek konservatif tedaviyi savundular (7).

Yakın tarihte distal humerus kırıkları için cerrahi ile daha iyi sonuçlar bildirilmiştir. AO-ASIF grubunun ortaya koyduğu prensipler ise eklem anatomik redüksiyonu ile birlikte sıkı tespitinin erken postoperatif harekete ve iyileşmeye izin vermesi şeklindedir (8- 10). Dirsek anatomisinin ve kinematığının anlaşılması ile sağlanan cerrahi yaklaşımlarda ki gelişmeler, yenilikçi tespit cihazları, postoperatif rehabilitasyon protokollerindeki gelişmeler ile cerrahi başarı giderek artmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Anatomi

Dirsek eklemi articularis humeroulnaris, articularis humeroradialis ve articularis radioulnaris proksimalis olmak üzere üç eklemden oluşur. Birden fazla eklem içerdiğinden kompozit synovial bir eklemdir. Koronal planda fleksiyon-ekstansiyon, horizontal planda pronasyon-supinasyon hareketi yapabilen trocho-ginglymoid tipi bir eklemdir. Üç eklem ortak bir synovial boşlukta birleşir. Bu eklemlerden radio-capitellar sferoid tip, proksimal radio-ulnar trokoid (rotasyon) tip, ulno-humeral ginglymoid (menteşe benzeri) tip eklem yapısındadır. Dirseği oluşturan tüm eklemlerin yüzleri hyalin kırkırdak ile örtülüdür (11). Dirsek eklemine karmaşık kemik anatomisini, yumuşak doku dengeleyicilerini ve yakın nörovasküler yapıları bilmek distal humerus kırıkları cerrahisinde önem arz etmektedir.

2.1.1. Kemikler

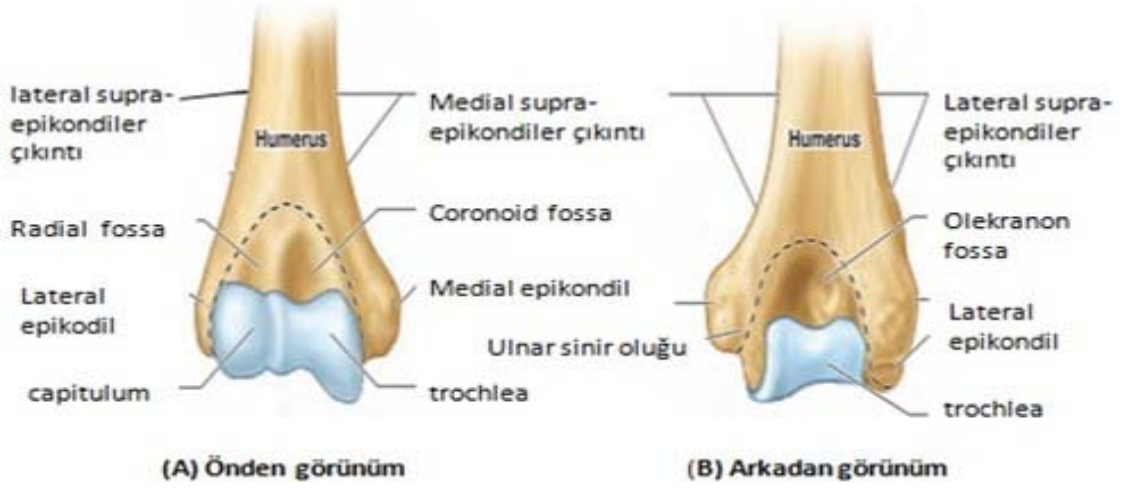
2.1.1.1. Humerus

Üst ekstremitenin en kalın ve uzun kemiği olan humerus; scapulada glenoid ile omuz eklemine, radius ve ulna ile dirsek eklemine oluşturur. Uzun kemiklerde sınıflandırıldığı gibi extremitas proksimalis, corpus humeri ve extremitas distalis olarak üç ana bölümden incelenir. Extremitas proksimalis' de en önemli yapı scapula'nın cavitas glenoidalis ile eklem yapan caput humeri'dir. Caput humeri'nin distalindeki dar bölüme collum anatomicum adı verilir. Bu yapı caput humeri'yi corpus humeri'den ayırır. Collum anatomicum'a eklem kapsülü yapışır. Burada fazla sayıda kan damarlarının geçtiği delikler mevcuttur. Collum anatomicum'un corpus humeri ile birleştiği yerde scapula humeral kasların tutunduğu iki bölge belirginleşir. Daha büyük ve lateralde olan tuberculum majus, küçük ve medialde olan ise tuberculum minus olarak adlandırılır. Tuberculum majus distale doğru crista tuberculi majoris, tuberculum minus ise crista tuberculum minoris olarak devam eder. Tuberculum majus ve tuberculum minus arasında oluşan içinde m. biceps brachii'nin uzun başı ve a. circumflexa humeri anterior'un bir dalı geçen üst kısmı kırkırdak ile kaplı olan oluğa sulcus intertubercularis denir (11). Tüberküllerin hemen altında bulunan kısma collum chirurgicum denir. Burası proksimal humerus kırıklarının çoğunlukla olduğu kısımdır

(12). Collum chirurgicum proksimal epifize denk gelir ve tam kaynaşmamış kemiklerde yarık tarzında görülebilir (11).

Corpus humeri de önemli iki yapı mevcuttur. Dışta tuberositas deltoidea (m. deltoideus insersiosu), arkada proksimalden distale ve posteriordan anteriora seyir gösteren içerisinde n.radialis ve a. profunda brachii'nin geçtiği sulcus nervi radialis bulunur.

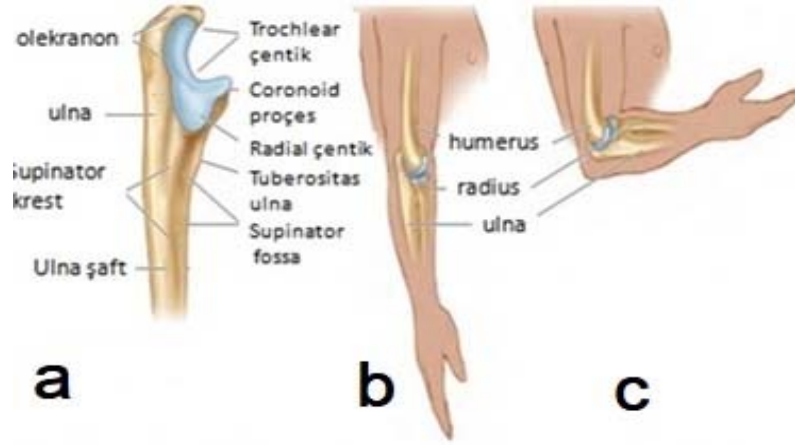
Humerus'un alt ucu genişleyerek dışta crista supracondylaris lateralis'i, içte crista supracondylaris medialis'i meydana getirir. Daha distalde crista supracondylaris lateralis epicondylus lateralis ile birleşir. Crista supracondylaris medialis ise daha belirgin olan epicondylus medialis ile birleşir. Epicondylus medialis'in biraz yukarısında her zaman olmamakla birlikte processus supracondylaris (proc. supraepicondylaris) adında bir çıkıntı bulunur. Humerus distal ucu; epikondiller, trochlea humeri, capitulum humeri, fossa olecrani, fossa coronoidea ve fossa radialis'den oluşarak condylus humeri'yi meydana getirir (**Şekil 2.1**). Condylus humeri'nin dış tarafında radius başı ile eklemlenen küre şekilli capitulum humeri, iç kısmında proksimal ulna'nın incisura trochlearis'i ile eklemlenen makara tarzında trochlea humeri vardır. Humerus alt ucunun dış tarafında epicondylus lateralis, iç kısmında epicondylus medialis bulunur. Epicondylus medialis'in arkasında sulcus nervi ulnaris adındaki oluktan nervus ulnaris geçer. Trochlea humerii'nin anterior – superiorunda fossa coronoidea, posterior- superiorunda fossa olecrani bulunur. Bu iki fossa arasında ince bir kemik bulunur. Işığı geçirebilecek düzeyde ince yapıdadır. Bazende foramen supratrochleare vasıtası ile iki fossa arasında bağlantı bulunabilir. Ulna'nın processus coronoideus'u ön kol fleksiyonunda fossa coronoidea'nın içine girer. Ön kol ekstansiyonunda ise olecranon, fossa olecrani içine girer. Capitulum humeri'nin ön üst bölgesinde ise fleksiyon esnasında radius başı'nı içine alan dar fossa radialis bulunur. Condylus humeri'de bulunun bu çukurlar sayesinde daha geniş alanda dirsek hareketleri meydana gelmektedir.



Şekil 2.1. Distal humerusun ön ve arka görüntüsü.

2.1.1.2. Ulna

Önkolun stabilizatör kemiği olan ulna, önkol'daki iki kemikten daha uzun ve iç kısmında bulunan uzun kemiktir. Diğer uzun kemiklerde ki gibi extremitas proksimalis, corpus ve extremitas distalis olmak üzere üç kısımdan incelenir. Humerus ile eklem yapan üst kısmı daha kalın ve sağlamdır. Ulna proksimalinde belirgin iki çıkıntı mevcuttur. Daha büyük ve arka-üst tarafında bulunan cilt altında rahatlıkla ele gelen kısmına olecranon denir. Olecranon incisura trochlearis'in arka duvarını oluşturur ve üst kısmına m. Triceps'in tendonu yapışır. Tendonun yapıştığı yüz pürüklüdür. Olecranon'un üst kısmı kol ekstansiyonda iken fossa olecrani'ye girer (**Şekil 2.2**). Olecranon tipi önkol ekstansiyonda iken humerus epikondillerini birleştiren transvers çizgi üzerinde bulunur. Önkolun fleksiyon pozisyonunda medial ve lateral epikondil ve olecranon arasında eşkenar bir üçgen oluşur. Ulna'nın proksimal ve önyüzünde incisura trochlearis'in alt yüzünde bulunan çıkıntıya processus coronoideus adı verilir. Proc. coronoideus'un anterior-distalinde m.brachialis tendonun yapıştığı pürüklü alana tuberositas ulnae denir.

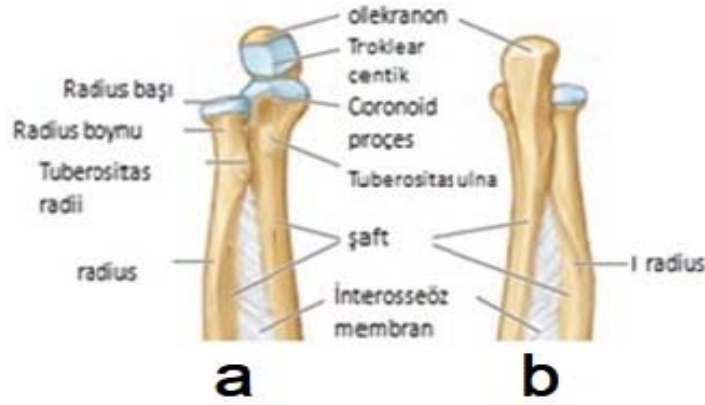


Şekil 2.2. Dirsek çevresi kemikleri. (a) Ulna üst uç kısmı (b) Kemiklerin ekstansiyondaki ilişkileri (c) Kemiklerin fleksiyondaki ilişkileri.

Proc. coronoideus lateralinde radius'un circumferentia articularis'i ile eklemlenen düz, yuvarlak incisura radialis oluşumu bulunur. Olecranon ile proc. coracoideus'un birleşmesi ile oluşan yapıya incisura trochlearis denir. Trochlea humeri ile eklem yapan inc. trochlearis'in ön tarafından aşağıya uzanan kalın bir kenar bulunur. Bu bölge trochlea humeri'deki çukura yerleşerek eklem yan taraflara kaymasına engel olur. Inc. radialis altında crista musculi supinatoris bulunur. Processus coronoideus'un distali ile crista musculi supinatoris arasında ki yapıya fossa supinatorius denir. Musculus supinatorius'un caput profunda'sı fossa supinatorius ile crista musculi supinatoris'e yapışır.

2.1.1.3. Radius

Önkolun lateralinde bulunan uzun kemiktir. Distali daha fazla olmakla beraber iki ucuda gövdeye göre daha geniştir. Extremitas proksimalis'inde en belirgin oluşum baş denilen caput radii kısmıdır. Caput radii disk şeklinde yuvarlak olup üst kısmında derin olmayan çukur şeklindeki iç bükey kısma fovea articularis denilir. Burası kıkırdak ile örtülü olup caput humeri ile eklem yapar. Başın kıkırdak ile sarılı çembersel kısmına circumferentia articularis adı verilir. Burası ulna'nın incisura radialis'i ile eklem yapar. Caput radii'nin alt kısmında bulunan dar kısma collum radii denir. Radius boynun alt-medialinde belirgin olan çıkıntıya tuberositas radii denir ve buraya m. biceps brachii tendonu tutunur.

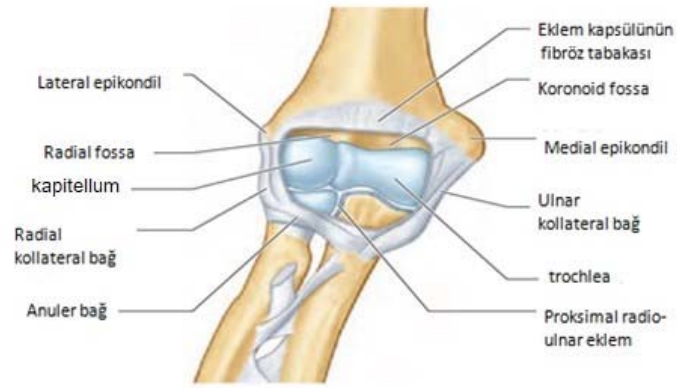


Şekil 2.3. Proksimal radius ve ulna'nın (a) ön ve (b) arka görünümü.

2.1.2. Kapsül

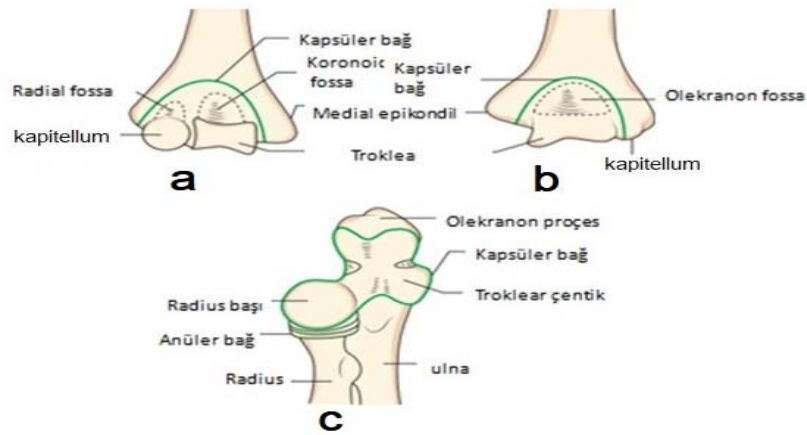
Eklem kapsülünün fibröz katmanının anterior bölümü ince bir yapıya sahiptir. Eklem anterior-inferiorda proc. coronoideus'un ön kenarı ile lig. (ligamentum) anulare'ye, anterior superiorda ise medial epikondil, fossa coronoidea ve fossa radialis'in üst kenarına yapışır. Yanlarda kollateral bağların yapısına katılır. Oblik olarak ilerleyen superficial lifleri epicondylus medialis'ten lig. anulare'ye uzanım gösterir. Profunda lifleri ise transvers seyir gösterir. Fibröz tabakanın arka kısmı daha incedir. Superiorda lateral epikondilden medial epikondile kadar capitulum humeri'nin arka üst tarafı ile fossa olecrani'nin üst kenarına yapışır. İnferiorda ise incisura trochlearis'in kenarları ile lig. anulare'ye yapışır. Kapsül hem ön hem de arka tarafta anular ligamentin altından ilerleyerek radius'un eklem yüzü kenarına yapışır (**Şekil 2.4**). Bu bölgede kapsül oldukça zayıf ve gevşek olup aşağıya doğru keseleşir. Kapsülün bu durumu radius başının rotasyon hareketlerine engel teşkil etmez.

Eklem kapsülünün iç yüzeyi ve eklem dışı kemikli kısımlar sinovyal membran ile kaplıdır. Synovial membran trochlea humeri'nin iç tarafını, olecranon fossa, radial fossa ve coronoid fossa'yı döşedikten sonra kapsülün iç kısmına geçer. Synovial membran kapsülün iç yüzünü, anular ligamentin iç kısmının alt bölümünü ve kapsülün anuler ligaman altındaki keseleşen kısmını döşer. Radius ve ulna arasında arkadan öne doğru hilal şeklinde uzanarak humeroulnar eklem ile proksimal radioulnar eklemi birbirinden ayırır (**Şekil 2.5**). Bu uzantının içinde yağ dokusu bulunur. Ayrıca synovial membran ile kapsül arasında üç tane daha yağ yastıkçığı bulunur. En büyük yağ yastıkçığı olecranon fossasına yakın olandır. Diğerleri radial fossa ve coronoid fossa'ya yakın bulunur. Bunlar hareket esnasında eklem içinde bulunan boşlukları doldurur.



Şekil 2.4. Eklem kapsülünün önden görünümü.

Dirsek kapanırken eklem kapsülünün anteriorunda, açık iken posteriorunda plikalar oluşur (13). Oluşan plikaların eklem içerisine girmesini kapsüle tutunan kaslar engel olur. Kapsüle yapışan kaslar önde m. brachialis, arkada m. anconeus ve m. triceps brachii' nin tendonlarıdır. Eklem kapsülünün en gevşek olduğu pozisyon dirseğin semi-fleksiyon pozisyonudur. Eklem içi hacim 25-30 ml civarındadır. Bu en geniş hacim oranına ise 80° fleksiyonda ulaşır. Eklem içi basınç artışına yol açan durumlarda ağrı en az bu pozisyonda hissedilir. Eklem kapsülünün uyarılması n. radialis, n. ulnaris, n. medianus ile n. muskulokutaneus'un lifleri ile olur (14).



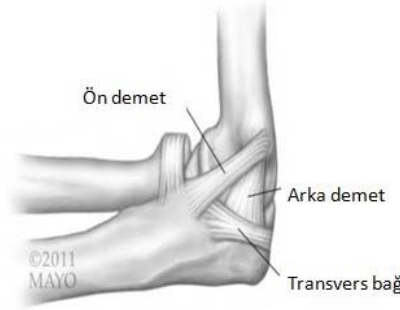
Şekil 2.5. Eklem kapsülünün yapıştığı yerler. (A) önden görünüm, (B) arkadan görünüm, (C) yukarı-üst görünümü.

2.1.3. Bağlar

Dirsek ekleminin kollateral bağları, eklem fibröz kapsülünün medial ve lateral de kalınlaşması ile meydana gelen üçgen şeklinde güçlü bağlardır. Eklem birincil stabilizatörlerindendirler.

2.1.3.1. Medial Kollateral Bağ Kompleksi (MCL)

MCL valgus iç rotasyon streslerine karşı koyan primer bağ kompleksidir (15). MCL üç kısımdan oluşur.



Şekil 2.6. Medial kollateral ligament kompleksi.

2.1.3.1.1. Anterior Band (Anterior Oblik Ligament)

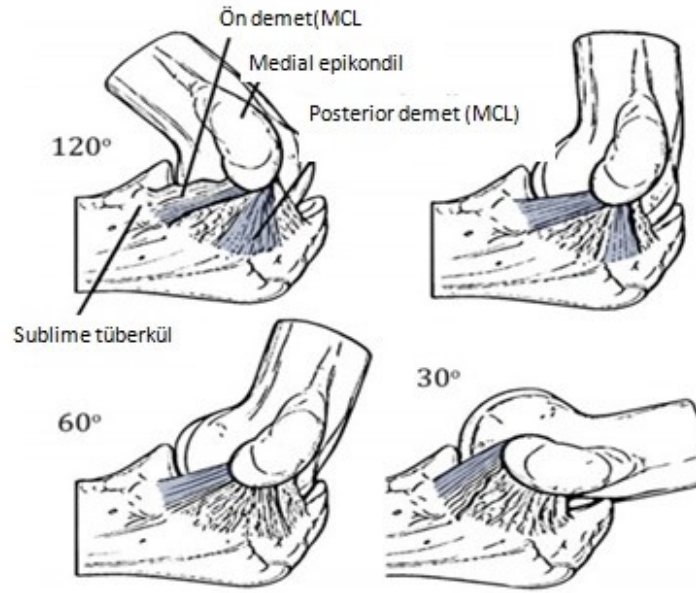
Humerus medial epikondil'in antero-inferiorundan başlar. Ulnada eklem yüzünün hemen yakınındaki sublime tüberküle yapışır. Humerus da başlama alanı yaklaşık 45,5 mm² ve ulna yapışma alanı yaklaşık 127,8 mm²'dir. Yapışma yeri ulna eklem yüzüne yaklaşık 2,8 mm uzaklıktadır (16).

2.1.3.1.2. Posterior Band (Bardinet Ligamenti)

Posterior band eklem kapsülünün yelpaze şeklinde kalınlaşması ile oluşur. Medial epikondilin inferiorundan başlayarak incisura trochlearisin medial kenarına yapışır ve cubital tünelin tabanını oluşturur (17).

2.1.3.1.3. Transvers Ligament (Cooper Ligamenti)

Olecranon ile proc. coracoideus arasında uzanan daha derin ve MCL kompleksinin en zayıf bağıdır. MCL kompleksinin dirsek valgus stabilitesinde en önemli kısmı anterior bandıdır. Daha sonra posterior band ikinci sırada gelmektedir. Transvers ligamentin ise stabilite üzerinde ölçülebilir bir etkisi yoktur (17, 18). MCL'nin anterior bandı tam olarak ulnohumeral eklemin dönme merkezinde ortaya çıkmaz, bu nedenle ligament içindeki gerilim fleksiyondan ekstansiyona değişir (Şekil 2.7). Anterior band ekstansiyonda gerilirken posterior band fleksiyonda gerilir (17).



Şekil 2.7. MCL kompleksinin hareket ile değişimi.

2.1.3.2. Lateral Kollateral Ligament Kompleksi (LCL)

Lateral kollateral ligament kompleksi dirseğin varus ve posteriolateral stabilitesine destek sağlar. Dirsek stabilitesine katkıda bulunan üç ana bölümden oluşur: lateral ulnar kollateral ligament (LUCL), radial kollateral ligament (RCL) ve anular ligament (Şekil 2.8). Ayrıca varus stresi uygulandığında anular ligamenti stabilize eden aksesuar kollateral ligament de tariflenmiştir (19). LCL kompleksi genel olarak dirseğin fleksiyon ve ekstansiyon hareketi boyunca gergindir (20).

2.1.3.2.1. Lateral Ulnar Kollateral Ligament (LUCL)

Lateral ulnar kollateral ligament Morre ve An tarafından tanımlanmıştır (21). Lateral epikondilden başlayarak anular ligamentin liflerine karışır ve supinatör kreste yapışır. Birincil olarak posterolateral rotator instabilite ve varus streslerini sınırlar (22, 23).

2.1.3.2.2. Radial Kollateral Ligament (RCL)

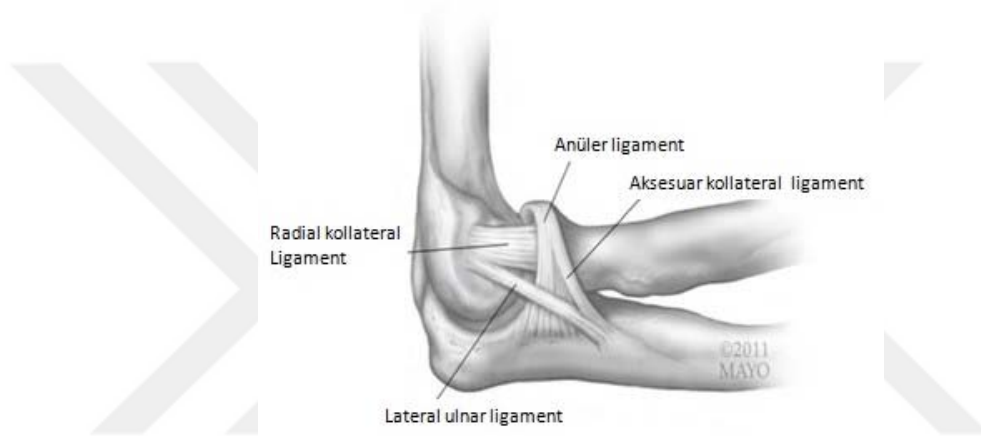
Radial kollateral ligament lateral epikondilden başlar ve anular ligament yapısına karışır. Yaklaşık olarak 20 mm uzunluğunda 8 mm genişliktedir. Dirsek fleksiyonu ve ekstansiyonu boyunca neredeyse izometriktir ve stabiteye en büyük katkısı ekstansiyon pozisyonunda olur (24).

2.1.3.2.3. Anular Ligament

Radius başını sararak ulnada incisura radialis çentiğinin anterior ve posterior kenarlarına yapışan dairesel bir bağdır. Proksimal radioulnar eklem ve radiocapitellar eklem stbilitesini sağlayan önemli bir bağdır. Radius başını sarar fakat radiusa yapışmaz.

2.1.3.2.4. Aksesuar Kollateral Ligament

Anuler ligament aşağısından başlayarak ulna da supinatör kreste yapışır. Varus yüklenme esnasında anuler ligamenti stabilize eder.



Şekil 2.8. Lateral kollateral bağ kompleksi.

2.1.4. Dirsek Çevresi Arterleri

2.1.4.1. Brakiyal Arter

Üst ekstremitenin ana kan damarıdır. Aksiler arter teres major kasının distalinden itibaren brakiyal arter olarak devam eder. Kubital fosaya ulaşana kadar kolun medialinde seyrederek aşağıya iner ve biceps tendonunun medialinde kubital fosaya girer. Burada arterin nabızı tendonun hemen medialinde alınabilir. Radius boynu seviyesinde ulnar ve radial dallarına ayrılır.

2.1.4.1.1. Arteria Profunda Brachii

Radial sinire çok yakın seyrederek. Önce triceps brachii'nin uzun ve medial başları arasında geçerek arkaya doğru ilerler. Daha sonra kolun dış kısmında triceps brachii'nin lateral başı ile sarılı radial oluğa girer ve aşağıya yönelir. Daha sonra lateral

intermüsküler septumu delerek brachioradialis ve brachialis kasları arasından aşağı doğru seyir gösterir. Lateral epikondilin ön tarafında rekürren radial arter ile anastomoz yapar.

2.1.4.1.2. Superior Ulnar Kollateral Arter (İnferior Profunda Arteri)

Küçük boyutlu bir arter olup kolun ortasının biraz aşağısında brakial arterden çıkar. Medial intermüsküler septumu delerek triceps brachii'nin medial başının yüzeyinde medial epikondil ve olekranon arasındaki boşluğa iner. Ulnar sinir ile birlikte seyrederek fleksör karpi ulnaris kasının altında rekürrent posterior arter ve inferior ulnar kollateral arter ile anastomoz yapar. Bazen de medial epikondilin önüne bir dal vererek anterior ulnar rekürrent arter ile anastomoz yapar.

2.1.4.1.3. Inferior Ulnar Kollateral Arter

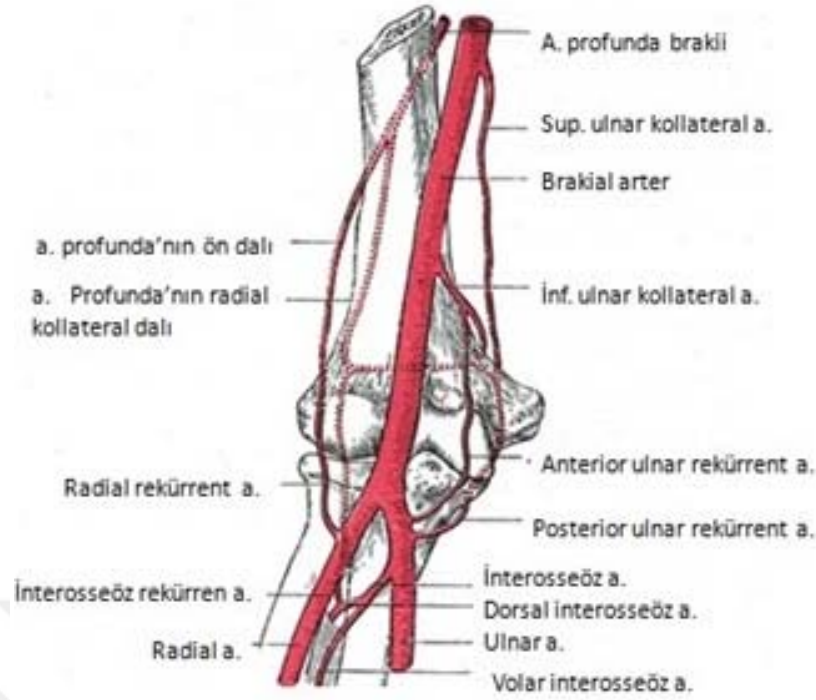
Dirseğin yaklaşık 5 cm yukarısında brakiyal arterden ayrılır. Brakialis kasının üzerinden mediale geçer ve medial intermüsküler septumu deler. Humerusun arkasında kemik ile triceps brachii kası arasında olekranon fossa üzerinde arteria profunda brachii ile ark oluşturur.

2.1.4.1.4. Radial Arter

Antekubital fossada brakial arterden ayrılır. Kolun ön kısmından aşağıya doğru seyreder. Ön kolda anterior ve posterior kompartmanlar arasında seyreder. Posterior kompartman arterin lateralinde kalır. Brakial arterden ayrıldıktan hemen sonra rekürrent radial arter dalını verir. Bu dal yukarı doğru seyrederek dirsek seviyesinde radial kollateral arter ile anastomoz yapar (Şekil 2.9).

2.1.4.1.5. Ulnar Arter

Brakial arterin iki terminal dalından büyük olanıdır. Kubital fossada dirsek kıvrımının biraz aşağı kısmından başlar oblik seyrederek ön kolun ulnar kısmından aşağıya iner. Psiform kemiğin radial tarafından transvers karpal ligamanı geçer ve kemiğin hemen bitiminde iki dala ayrılır. Bu iki dal derin ve yüzeysel palmar ark yapısına katılır.



Şekil 2.9. Dirsek çevresi arterleri

2.1.5. Dirsek Çevresi Sinirler

2.1.5.1. Nervus Musculocutaneous (C5, C6, C7)

Muskulokütanöz sinir, brakial pleksusun (C5, C6 ve C7) lateral kordonunun terminal dalıdır. Pektoralis minör kasının alt sınırında ortaya çıkar. Aksiller fossadan çıktıktan sonra korakobrakialis kasının humerusa yapışma yerine yakın kası delerek içinden geçer. Ve bu kasa motor dalını verir. Fleksör kompartmandan ilerleyerek brakialis kasının önünden biceps brakii kasının arkasından seyir gösterir. Biceps braki ve brachialis kaslarına ve dirsek eklemine dal verir. Biceps braki'nin lateralindeki fasyayı delerek biceps tendonu ve brachioradialis kasının lateraline geçerek devam eder. Bundan sonra n. antebrachii lateralis adını alır ve önkol lateralinin duyusunu taşır.

2.1.5.2. Nervus Medianus (C5, C6, C7, C8, Th1)

Brakial pleksusun medial ve lateral kordlarından meydana gelir ve C6, C7, C8, Th1 köklerinden dallar alır. Bazen C5 servikal kökünden de dal alabilir. Motor ve duyu taşıyan bir sinirdir. Aksilladan çıktıktan sonra brakial arterin hemen lateralinden aşağıya iner. Kolun ortasında arteri çaprazlayarak mediale geçer. Kubital çukurdan geçerek ön kola gelir. Ön kolda fleksör digitorum profundus ile fleksör digitorum superficialis

kasları arasından geçerek iki ana dal verir: anterior interosseous sinir ve palmar kutanöz sinir. Median sinir ön kolun fleksör ve pronator kas gruplarını uyarır.

2.1.5.3. Nervus Ulnaris (C8, Th1)

Motor ve duyu fonksiyonları olan bir sinirdir. Brakial pleksusun medial kordundan oluşur. Brakial pleksustan ortaya çıktıktan sonra ulnar sinir, aksiller arter (lateral) ile aksiller ven (medial) arasındaki bir düzlemde aşağı iner. Brakiyal arterin medialinde olacak şekilde kolun medial tarafından ilerler. Kolun ortasında medial fasial septumu delerek kol arka kompartmanına geçer. Dirseğin arkasında kubital tünelden ilerler. Burada dirsek eklemine besleyen bir dal verir. Fleksör karpi ulnaris iki başı arasından geçerek kasın altından ilerler ve ön kolun ulnar tarafından aşağıya devam eder.

Üç ana dalı mevcuttur:

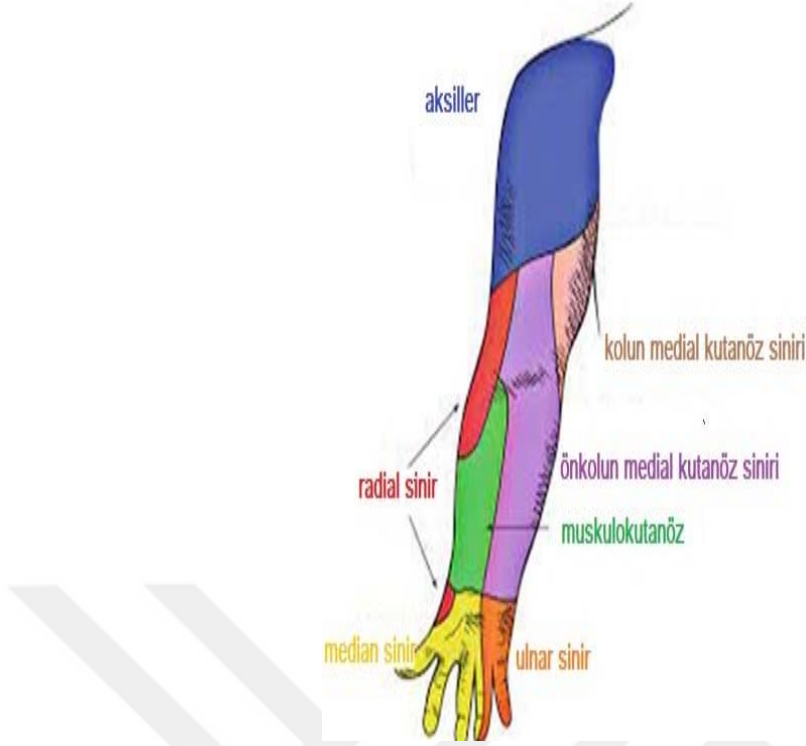
Motor dal: Fleksör karpi ulnaris ile fleksör digitorum profundus'un medial yarısını innerve eder.

Palmar kutanöz dal: Elin palmar yüzünün medial tarafının duyusunu alır.

Dorsal kutanöz dal: Dördüncü parmağın ulnar yarısı ile beşinci parmağın dorsal yüzeyi ile ilişki elin arka alanının duyusunu alır.

2.1.5.4. Nervus Radialis (C5, C6, C7, C8, TH1)

Brakial pleksusun arka kordunun terminal dalıdır. Aksiller bölgede aksiller arterin arkasında bulunur. Aksilladan çıktıktan sonra triceps brachii'nin lateral ve uzun başlarına birer dal verir. Radial sinir daha sonra kolun aşağısına inerek humerus yüzeyinde radial oluk olarak bilinen sığ bir çukurda hareket eder. Aşağıya inerken, radial sinir humerusun lateralinde triceps brachii'nin medial başına bir dal verir. Koldaki seyrinin çoğunda, brakial arterin derin dalı eşlik eder. Lateral epikondilin önünden geçerek iki ana dala ayrılır; derin ve yüzeysel dal.



Şekil 2.10. Üst ekstremité volar taraf duyusal sinirlerin duyu alanları.



Şekil 2.11. Üst ekstremité dorsal taraf duyusal sinirlerin duyu alanları.

2.1.6. Dirsek Çevresi Kaslar

2.1.6.1. Dirsek Fleksörleri

Dirseğe fleksiyon yaptıran 3 adet kas vardır.

M. biceps brachii, m. brachialis, m. brachioradialis.

Musculus brachioradialis radial sinir, biceps brachii ve brachialis ise muskulokutanöz sinir tarafından uyarılır.

2.1.6.2. Dirsek Ekstansörleri

Dirsek eklemine ekstansiyon yaptıran tek kas m. triceps brachii olup radial sinir tarafından uyarılır.

2.1.6.3. Fleksör- Pronator Grubu Kaslar

Bu kaslar medial epikondilden başlar ön kol ve elde değişik bölgelerde sonlanır. Musculus flexor carpi ulnaris n. ulnaris tarafından, diğer kaslar n. medianustan uyarılır.

Bu kaslar; **m. pronator teres, m. palmaris longus, m. flexor digitorum superficialis, m. flexor carpi radialis, m. flexor carpi ulnaris.**

2.1.6.4. Ekstansör Supinatör Grup

Bu kasların tamamı radial sinir tarafından innerve edilir

Bu kaslar; **m. extensor carpi radialis longus, m. Brachioradialis, m. extensor digitorum communis, m. Brachioradialis, m. extensor carpi ulnaris, m. supinator**



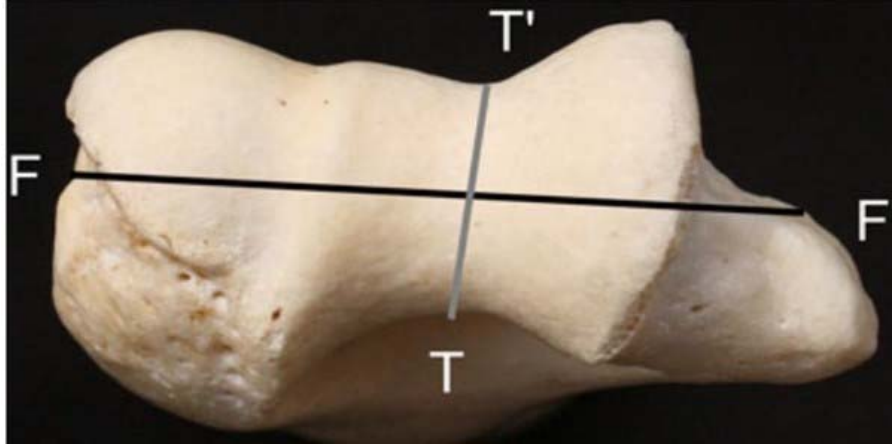
Şekil 2.12. Dirsek çevresi kasların önden görünümü.

2.2. Dirsek Biyomekaniği

Dirsek eklemi trochoginglymoid tipi eklem olduğundan iki hareket serbestliğine izin verir; fleksiyon-ekstansiyon ve pronasyon-supinasyon. Dirsek böylelikle omuz tarafından sağlanan hareket küresini tamamlayarak elin uzayda (spatial hareket) çok çeşitli yerlerde konumlandırılmasına olanak tanır. Bundan dolayı dirsek sertliği ve instabilitesi hastanın fonksiyonların tehdit edebilecek önemli işlev kaybına yol açabilir. Ulnotroclear eklem; ön kolun kaldıraç olarak hareket ettiği bir dayanak noktası sağlar. Bu durumda dirsek ekleminde oluşan basınç vücut ağırlığının üç katını geçebilir.

Dirseğin fleksiyon-ekstansiyon hareketi, “eğimli menteşe” olarak tanımlanmıştır çünkü dönme eksenini, ön kolun ekstansiyon pozisyonundan fleksiyona geçtiğinde $3-4^{\circ}$ ve 2,5 mm'ye kadar hareket etmektedir. Bunun nedeni troklear oluktaki eğiklik ve buna karşılık gelen sigmoid çentiktir (25). Fleksiyon-ekstansiyon eksenini humeral epikondillerden geçen aksa göre 3-8 derece iç rotasyonda ve humerus uzun aksına göre 4-8 derece valgustadır (Şekil 2.13). Fleksiyon- ekstansiyon ekseninin valgus eğikliği humerus shaftı ile ulna shaftı arasında bir açı oluşturur. Bu açıya dirseğin taşıma açısı adı verilir. Kadınlarda 15-20 erkeklerde 10-15 derecedir (20, 25). Fleksiyon-ekstansiyon ekseninde iç rotasyon ve valgus bileşimi, elde taşınan cisimlerin dirsek ekstansiyonda

ve omuz adduksiyonda iken bacağa çarpmamasını ve fleksiyon ile elin doğal olarak ağza doğru gelmesini sağlar.



Şekil 2.13. Dirseğin fleksiyon eksenini (F-F') lateral epikondil ile medial epikondilin anteroinferior noktası arasında uzanır. Troklear oluk (T – T') bu eksen eğik olarak geçer.

Proksimal ulnada sigmoid çentik yandan bakıldığında bir daire segmentinden çok eliptiktir. Bu nedenle sigmoid çentik, trokleaya tam olarak uymaz. Kıkırdaksız bir alanla ayrılmış olekranon proses ve coronoid processdeki eklem yüzeyleri ile eklemleşir (Şekil 2.14) (26). Kırıkları genellikle bu kıkırdaksız bölgeden geliştiğinden dolayı olekranon kırıkları sonrası dirsek artrozu nadir görülür.



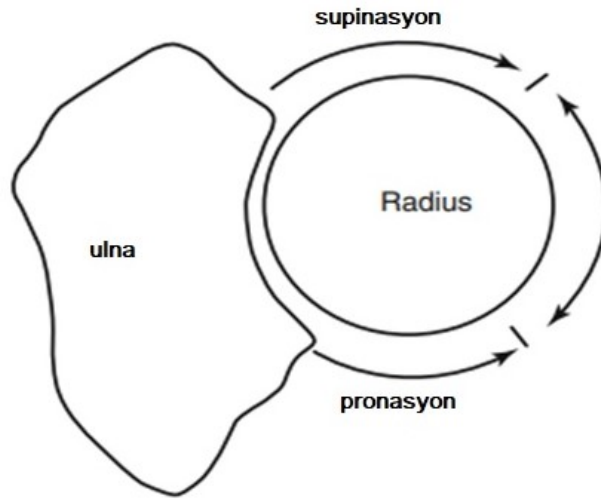
Şekil 2.14. Ulna'nın troklear oluğu iki eklem yüzü vardır. Biri coronoid prosesde diğeri olekranon processte, kıkırdaksız bir alan ile birbirlerinden ayrılmıştır.

Büyük sigmoid çentiğın ağızı ulna şaftına dik olmayıp yaklaşık 30° posteriora eğimlidir (Şekil 2.15 b). Humerus şaftına göre 30° öne eğimi olan capitulum ve troklea ile karşılaşır (Şekil 2.15 a). Bu düzenleme olmazsa tam ekstansiyon mümkün olmazdı ve aslında ilgili eğim olmaksızın distal humerus veya proksimal ulna kırıklarını yeniden yapılandırmadaki başarısızlık, dirsek ekstansiyon kaybıyla sonuçlanır. Ayrıca büyük sigmoid çentik ulna aksı ile yaklaşık olarak 4° valgusta olup kısmen taşıma açısı hesaplamasına katılır (Şekil 2.15 c).



Şekil 2.15. (a) Distal humerus humerus şaftına göre yaklaşık 30° öne eğimlidir. (b) Sigmoid çentiğın ağızı ulna şaftına göre yaklaşık 30° arkaya bakar. (c) Büyük sigmoid noçun 4° valgus açısı vardır.

Dirsek eklem yüzeyleri vücuttaki herhangi bir eklemden çok daha uyumlu olup dirsek stabilitesine önemli ölçüde katkıda bulunur. Ve vücudun en stabil eklemidir. Proksimal ulnanın 180° eklem kıkırdağı ile kaplı troklear çentiği fleksiyon-ekstansiyon esnasında yaklaşık 320° eklem kıkırdağı ile kaplı humerus trokleası ile eklemleşir. Dirseğin pronasyon-supinasyon hareketi proksimal radioulnar eklemden radial başın dışbükeyliğinden geçen uzunlamasına bir eksen boyunca gerçekleşir. Ön kolun dönme hareketleri geleneksel olarak stabil bir ulna etrafında dönme olarak kavramsallaştırılmış olsa da bu dönme eksenini ulna uzun eksenine göre eğiktir (20, 25) (Şekil 2.16). Böylece ön kol rotasyonu ile birlikte bir miktar aksiyel ulnar rotasyon meydana gelir. Kadavra çalışmalarında, bağlar, kapsül ve eklem yüzleri sağlam dahi olsa ön kol rotasyonu ile birlikte yaklaşık 6° kadar ulnar rotasyonda olmaktadır (27).



Şekil 2.16. Radius başının ulnan'ın küçük sigmoid çentikle eklemleşmesi ve radius başının rotasyon hareketleri.

Normal dirsek eklem hareketi 0 derece ekstansiyon 140°-150° fleksiyon 75° pronasyon ve 85° supinasyon aralığında gerçekleşmektedir. Dirsek eklemi en fazla kapasiteye 80° fleksiyonda ulaşır ve en fazla 25-30 ml hacme sahip olur (28). Bu durum eklem genellikle neden bu pozisyonda sertleştiğini gösterir (29). Genel olarak günlük aktiviteler için 30° ekstansiyon ve 130° fleksiyon arasındaki hareket aralığı ile 50° pronasyon ve supinasyon yeterli olmaktadır (30). Ekstansiyon kaybı sıklıkla iyi tolere edilir. Hasta kolunu tam açamadığı durumlarda nesnelere yaklaşabilir. Fleksiyon kaybı ise beslenme ve baş temizliğini engellediği için daha zayıf tolere edilir. Tarihsel olarak supinasyon kaybının pronasyon kaybına göre daha zayıf tolere edildiği öne sürülmüştür çünkü pronasyon kaybı omuz abduksiyonu ile telafi edilebilir (31). Sardelli vd. yaptığı çalışma ile bilgisayar faresi ve klavye kullanılması gibi işlerde daha önce belirtilen hareket aralığından daha fazla hareket aralığı gerektiğini öne sürmüşlerdir (32).

2.3. Kırık İnsidansı ve Etyolojisi

Distal humerus kırıkları nadir görülen fakat ciddi kırıklardır. Bu kırıklar çoğunlukla birbirinden ayrılmış eklemi ilgilendiren ve cerrahi gerektiren kırıklardır. Tüm erişkin kırıkların yaklaşık %7 si dirsek bölgesi kırıklarıdır. Bunlarında yaklaşık %30'u distal humerus kırıklarıdır (33). Bu kırıklar iki modlu bir yaş dağılımına sahiptir (34). İlk piki 12-19 yaş arası genellikle erkeklerde, ikinci piki ise 80'li yaşlar civarında ve genellikle kadınlarda olmaktadır. Genç yetişkinlerde, genel olarak motorlu taşıt çarpışmaları, yüksekten düşme, spor, endüstriyel kazalar ve ateşli silahlar gibi yüksek

enerjili yaralanmalardan kaynaklanır. Öbür tarafta yaşlıların %60'ından fazlasında aynı seviyede düşme gibi düşük enerjili yaralanmalar sonucu kırık oluşmaktadır (35).

Robinson vd. yaptıkları çalışmada; distal humerus kırıklarının toplumdaki yıllık insidansını 5.7/100000 olarak aynı zamanda kadın ve erkek oranını eşit olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada en yaygın yaralanma mekanizmasının aynı seviyeden düşme olduğunu ve %40 oran ile eklem dışı kırığın en fazla görüldüğünü saptamışlar. Eklem içi kırık ve iki kolunu ilgilendiren kırık şekli ise %37 ile ikinci sıradadır (36). Distal humerus kırıkları sıklığı giderek artmaktadır. Palvanen vd. yaptığı çalışmada distal humerus kırıklarında 1970'ten 1995'e kadar iki kat artış raporlamış ve 2030 yılında üç kat artış olacağını ön görmüşler (34). Distal humerus kısmi eklem kırıklarının yıllık sıklığı belirgin kadın cinsiyet üstünlüğü ile 100,000 nüfus başına 1,5 olarak bildirilmiştir (29). Distal humerus kırıklarının çoğu iki yoldan biriyle ortaya çıkar; düşük enerji veya yüksek enerji yaralanma (36). Genel olarak dirsekte kırık geçiren hastaların %70'i düşme esnasında ön kolunu katlayamadığından açık el üzerine düşerler (35). Genç erişkinlerde yüksek enerjili yaralanma çoğu dirsek kırıklarının nedenidir. Bu mekanizmalar aynı zamanda açık kırıklar, yumuşak doku yaralanmaları, vakaların %16'sında diğer kırıklar ve çoklu yaralanma gibi eşlik eden yaralanmalarla daha yüksek olasılıkla ilişkilidir (37).

Kapitellum ve trokleanın kırıkları tipik olarak koronal kesme kuvvetlerinden kaynaklanır. Kapitellum dönme merkezi humerus shaftına göre daha önde olduğundan kayma kuvvetlerine daha duyarlıdır. Kapitellum kırıkları tüm dirsek kırıklarının yaklaşık %1 'ini ve tüm distal humerus kırıklarının %6 'sını oluşturduğu tahmin edilmektedir ve troklea kırıklarına daha az denk gelmektedir (38, 39). En yaygın mekanizma ayakta iken açık el üzerine düşmedir. Kadınlarda, 19 yaş altı ve 80 yaş üstü piklerle çift modlu bir dağılım vardır. 60 yaşın üzerindeki kadınlarda bu yaralanmanın artan prevalansının, kadınlarda dirsek taşıma açısının artması ve osteoporoz nedeniyle olduğuna inanılmaktadır (40, 41). Erkeklerde, 19 yaşın altında en yüksek insidansa sahip tek modlu bir dağılım vardır ve yaralanma mekanizması tipik olarak yüksek enerjilidir. Bağ yaralanmaları, radius başı kırığı diğer ilişkili yaralanmalar, vakaların %20 'sine eşlik etmektedir (36, 42, 43).

2.4. Klinik Değerlendirme

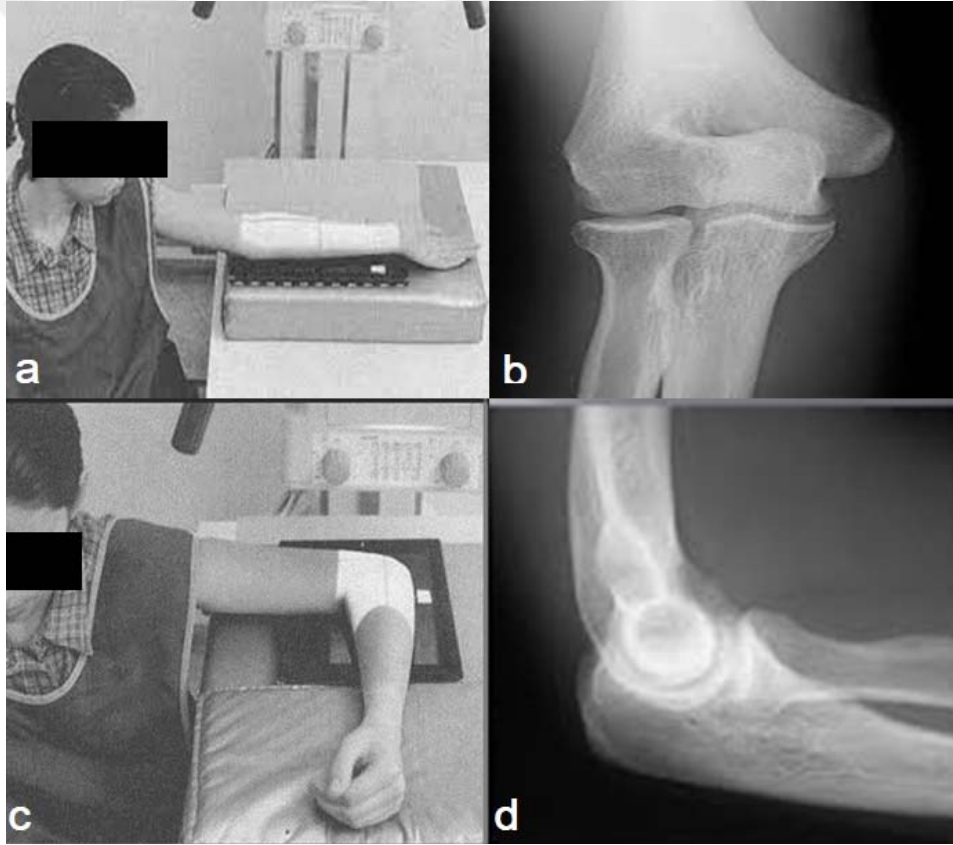
Hasta değerlendirilirken düzgün bir öykü alınmalıdır. Alınan öykü yaralanma mekanizmasını, yaralanma enerjisini, olay zamanını, olay esnasında müdahale olup olmadığını içermelidir. Yüksek enerjili yaralanmaları olan hastalarda, sistemik yaralanmaların ve eşlik eden kırıkların belirlenmesinde dikkatli olmak gerekir. Çoklu yaralanmadan kaynaklanan ağrı, hastanın sarhoşluk durumu ve uyuşturucu kullanımı gibi diğer eşzamanlı sorunlar tüm yaralanmaların tanımlanmasını zorlaştırabilir. Hastalar ve aileleri, gizli yaralanmaların gecikmiş tespiti olasılığı konusunda önceden bilgilendirilmelidir. Distal humerus kırıklarının çoğunluğunu oluşturan yaşlı hastalar, tanı konmamış kardiyak aritmiler, serebrovasküler hastalıklar, çoklu ilaç kullanımı veya alkol bağımlılığı gibi durumlar açısından değerlendirilmelidir. Tedavi önerilerini ve perioperatif riski etkileyebilecek komorbiditeleri ve tedavi ile düzeltilebilecek hastalıkları belirlemeye özel önem verilmelidir.

Tüm vakalarda, özellikle yüksek enerjili yaralanmalarda sistemik yaralanmaları ve ilişkili kırıkları belirlemek için kapsamlı bir fizik muayene yapılmalıdır. Yaralı uzuv; sıyrıklar, morarma, şişme, açık yaralar açısından çevresel olarak incelenmelidir. Açık distal humerus kırıkları yaygındır ve standart bir açık kırık protokolü ile tedavi edilmelidir (44- 46) . Nörolojik muayene tam olarak yapılmalı ve belgelendirilmelidir. Gofton vd. distal humerus kırığı olan hastaların %26 'sında başvuru anında tamamlanmamış ulnar nöropati olduğunu bildirmişlerdir (8). Distal humerus kırıklarında damar yaralanmaları nadir görülse de distal nabızlar, cilt turgoru, kapiller yeniden dolum ve cilt rengi incelenerek değerlendirilmelidir. Nabız azalması veya diğer pozitif bulgular, brakiyal arter yaralanmalarını saptamada arteriyografi kadar spesifik ve hassas olduğu gösterilen brakiyal-brakiyal doppler basınç indeksi ile daha ayrıntılı olarak incelenmelidir (47- 48). Yaralanma sonrası aşırı ağrısı olan hastalar önkol kompartman sendromu açısından incelenmelidir. Klinik veya kompartman basınç ölçüsü ile kompartman sendromu tanısı konulan hastalara vakit kaybedilmeden acil fasiyotomi yapılmalıdır.

2.5. Radyolojik Değerlendirme

Genellikle dirseğin standart ön-arka ve yan grafileri (Şekil 2.17) tanı, sınıflandırma ve cerrahi şablonlama için yeterlidir. Bununla birlikte, alçı veya splint ile elde edilen ilk radyografiler, kırık şeklini saklayabilir ve tekrarlanmalıdır. Kırığın

kısalıldığı, döndüğü, açıldığı bazı durumlarda görüntü kalitesini artırmak için uygun ağrı kesiciler veya sedasyon ile traksiyon altında röntgen çekilebilir. Üç boyutlu rekonstrüksiyonlu bilgisayarlı tomografi (3D BT) kırık patenlerinin tanımlanmasını ve görselleştirilmesini önemli ölçüde geliştirir (49). Tüm durumlar için BT gerekli olmasa da belirli durumlar için önerilir. Olekranon osteotomisi yerine paratrisipital yaklaşım gibi ARİF için daha az invaziv bir yaklaşımın düşünüldüğü hastalarda, BT taraması, karar vermeye ve ameliyat sırasında kırık parçalarının yerlerini belirlemeye yardımcı olabilir. Yüksek derecede parçalanmış kırıkları olan yaşlı hastalarda, doğrudan artroplastiye geçmek yerine internal fiksasyon girişiminde bulunulması gerekip gerekmeyeceğine karar vermede BT taraması yararlı olabilir. Distal humerus kırıkları için hemiarthroplasti düşünüldüğünde, bir BT taraması eklem parçalanmasını ve kondiler kırıkların özelliklerini gösterebilir.

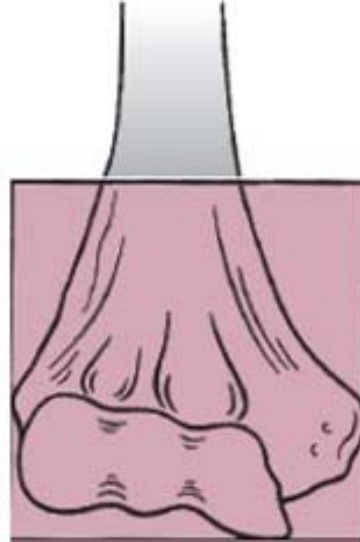


Şekil 2.17. Standart dirsek AP/ateral grafiyerinin çekim tekniği ve radyolojik görüntüsü. (A) AP çekim pozisyonu, (B) AP grafi görüntüsü, (C) lateral grafi çekim pozisyonu (D) lateral grafi görüntüsü.

2.6. Sınıflandırma

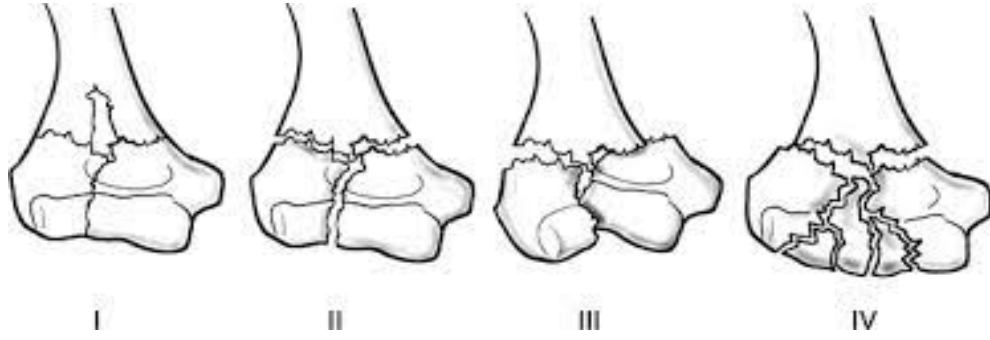
Distal humerus kırıklarında; bu bölgenin tedavisinin güç olması ve karmaşık anatomisinden dolayı birkaç sınıflandırma çeşidi tanımlanmıştır.

Erken sınıflandırma şemaları kırığın daha çok anatomik yerleşimine dayanıyordu. Muller 1990 yılında humerus alt uç kırığının anatomik sınırlarını ön arka röntgen filminde kenarları medial ve lateral epikondiller üzerine oturan bir karenin alanı olarak tanımladı (50) (**Şekil 2.18**). AO grubu, daha sonra 1956'da Ortopedik Travma Derneği (OTA) tarafından benimsenen distal humerus kırıklarının ilk kapsamlı sınıflandırmasını tasarladı (51). 2007'de, AO Sınıflandırma Denetleme Komitesi ve OTA Sınıflandırma Veritabanı ve Sonuçlar Komitesi, sınıflamayı mevcut şekline güncelledi (52). Distal humerus kırıklarının Mehne ve Matta sınıflandırması da popülerdir. Jüpiter'in humerus alt uç kırıklarındaki sınıflaması, AO kondil kavramına benzer bir interkalar ekleme segmentini destekleyen iki farklı sütundan oluştuğu modeline dayanmaktadır (53, 54).



Şekil 2.18. Muller'in distal humerus olarak tanımladığı karesel alan.

2.6.1. Riseborough ve Radin Sınıflandırması



Şekil 2.19. Riseborough ve Radin sınıflandırması.

Tip 1: Kırık parçaları arasında ayrışma yok.

Tip 2: Troklea ve kapitellum parçalarının ayrıldığı ancak frontal düzlemde dönmenin olmadığı T şeklindeki interkondiler kırıklar.

Tip 3: Parçaların ayrıldığı ve önemli dönmenin olduğu T şeklinde interkondiller kırık.

Tip 4: Eklem yüzeyinde ciddi hasarın olduğu kondillerin tamamen ayrıldığı T şeklinde kırıklar.

2.6.2. Mehne ve Matta Sınıflandırması

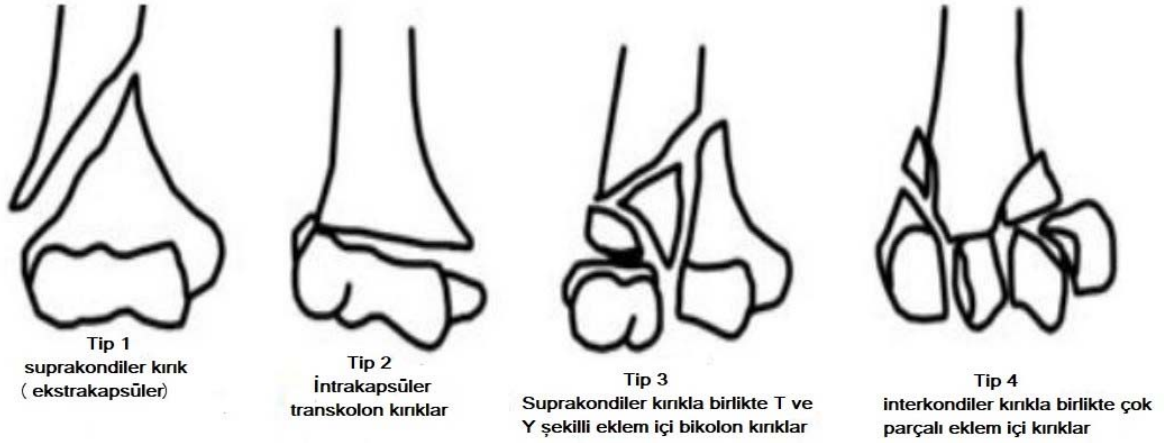
Mehne ve Matta'nın sınıflandırması, iki sütunlu kırıkların spesifik özelliklerini tanımlar ve daha iyi preoperatif planlamaya izin verir (55). Altı tipe ayrılır: yüksek T tipi, alçak T tipi, Y tipi, H tipi, medial lambda ve lateral lambda kırık tipi.



Şekil 2.20. Mehne ve Matta sınıflandırması.

2.6.3. Müller Sınıflandırması

Humerus alt ucunu 4 kısıma ayıran basit bir kırık sınıflandırmasıdır. Tip 1 ve 2 eklem dışı kırık, tip 3 ve 4 ise eklem içi kırıklardır.



Şekil 2.21. Müller sınıflandırması.

2.6.4. AO Sınıflandırması

AO sınıflandırması alfanumerik bir sınıflandırmadır. Distal humerus'a 13 rakamını verir ve bunları eklem tutulumunun yeri ve derecesine göre sınıflandırır (Şekil 2.22). Sistem daha sonra kırıkları kırılma çizgisi yönelimi, yer değiştirme yönü ve parçalanma derecesine göre alt gruplara sınıflandırır.

2.6.4.1. Tip A Kırıklar

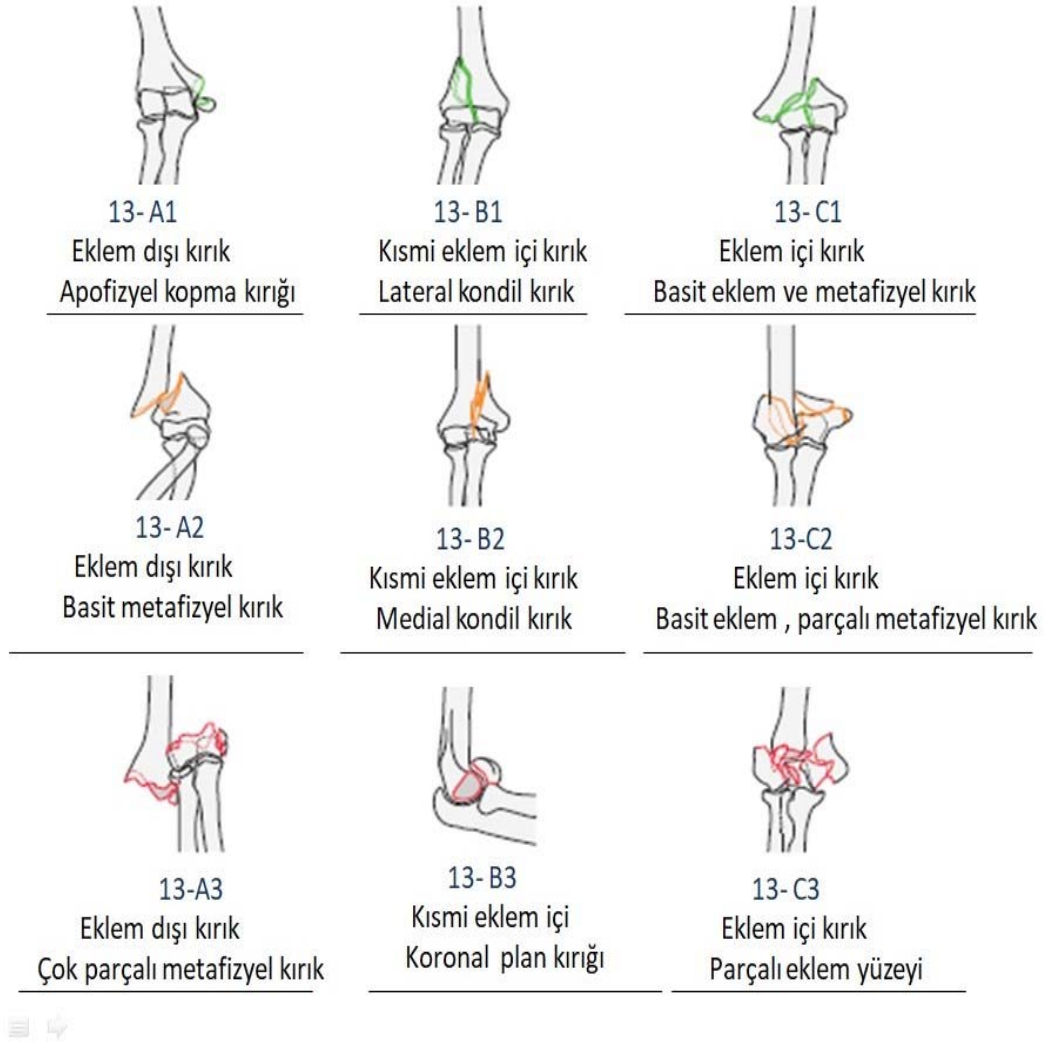
Eklem dışı kırıklardır. Epikondiller veya distal humerus metafiz bölgesinde olabilir.

2.6.4.2. Tip B Kırıklar

Kısmi eklem içi kırıklardır. Kırık hattı humerus shaftı ile eklem arasında devamlılık gösterir. Tek kondil kırıklarını içerir. Kapitellum ve trokleayı içeren eklem yüzünün sagittal plan veya makaslama kırıklarını da içerir. Bu kırıklar ayrıca, trokleanın lateral kısmının humerus shaftına bağlı kalıp kalmadığına dayanan Milch sistemi tarafından da sınıflandırılabilir (56) (Şekil 2.23).

2.6.4.3. Tip C Kırıklar

Eklem ile humerus shaft bağlantısının tamamen kesildiği eklem içi interkondiller kırıklardır. C1 basit interkondiller, C2 metafiz parçalı basit eklem içi ve C3 eklem yüzünün ve metafizin parçalandığı alt gruplarıdır.

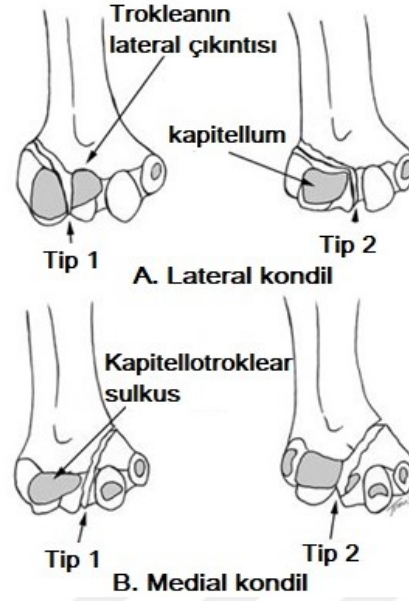


Şekil 2.22. AO Distal humerus kırık sınıflaması.

2.6.5. Milch Sınıflandırması

Milch tip 1 de humerus'un medial veya lateral kolunu kırılabilir ancak trokleanın lateral çıkıntısı humerus shaftına yapışık kalır.

Milch tip 2 trokleanın lateral çıkıntısı kolon kırığının bir parçasıdır.



Şekil 2.23. Milch sınıflandırması.

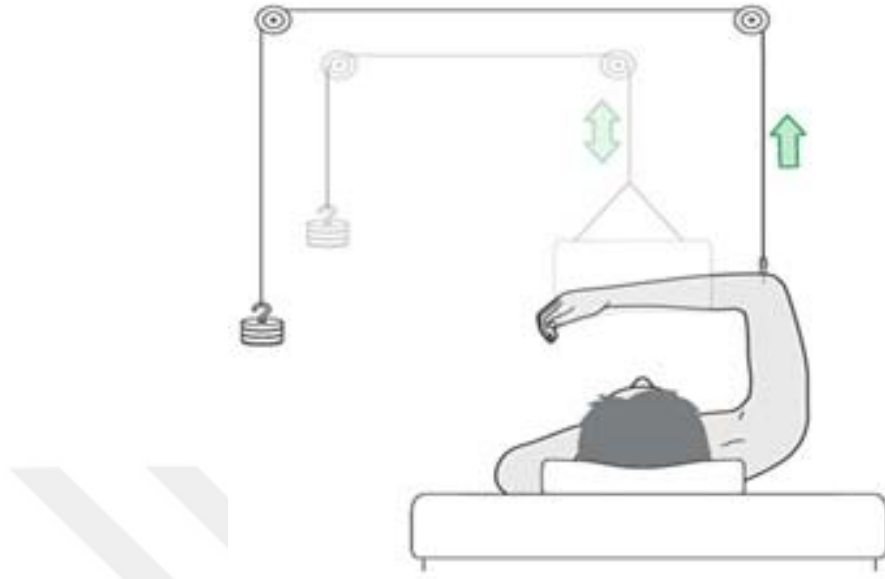
2.7. Tedavi

2.7.1. Konservatif Tedavi

Distal humerus kırıklarında konservatif tedavi hastayı ameliyat etmeden yapılan tedavi yöntemi nadir olarak kullanılır. Genel manada klinik durumu ameliyatı kaldıramayacak ek hastalıklara sahip hastalarda kullanılan bir tedavi şeklidir. Kırık parçaları arasında ayrışma olmayan hastalar da ameliyatsız tedavi edilebilir. Bu hastalar ilk 3-4 hafta kırık parçalar arasında ayrılma veya yer değiştirmeyi tespit etmek için haftalık olarak röntgen görüntüleri ile takip edilmelidir. Diğer bir durum, dirsek protezinin en makul seçenek olduğu onarılamaz distal humerus kırıkları olan yaşlı hastalardır. Ameliyatsız tedavi yöntemleri; dirsek üstü alçılama, olekranondan traksiyon geçilmesi ve kemik torbası şeklinde bırakmaktır.

Traksiyon yöntemi; olekranondan pin geçilerek makaralar sistemi aracılığı ile ağırlık asılarak çekme yöntemidir (Şekil 2.24). Traksiyon alçılamaya izin verecek yeterli miktarda erken kallus görülene kadar 3-4 hafta süre ile uygulanır. Bu yöntemin en önemli sıkıntıları uzun süreli yatak istirahati ile ilişkili olan istenmeyen durumlardır. Bu hastalarda yatak yaraları, derin ven trombozu ve pulmoner emboli gelişmektedir. Tekniğin daha çok tarihsel önemi vardır. Kemik torbası şeklinde kırığın tedavi yöntemi ilk olarak 1937 yılında Eastwood tarafından tanımlanmıştır (4). Kapalı redüksiyon sonrası dirsek 90-120 derece arasında hareketsiz bırakılır. İki hafta sonra omuz ve

dirsek hareketleri başlanır. Hasta ağrıya dayanabildiği kadar dirseğini açıp kapatmaya çalışır.



Şekil 2.24. Transolekranon traksiyon yöntemi.

2.7.2. Cerrahi Tedavi

Distal humerus kırıkları genellikle parçalı, osteopenik, yumuşak doku yaralanmasının eşlik edebildiği stabil olmayan kırıklardır. Ameliyat edilmediği takdirde fonksiyonel sonuçları kötü olma ihtimali yüksektir. Güncel literatür, bu hastaların ameliyat edildiğinde fonksiyonel sonuçların daha iyi komplikasyon oranlarının ise daha düşük olduğunu desteklemektedir.

Bu kırıklarda en iyi cerrahi tedavi yöntemi ARİF yöntemidir. Distal humerus kırıklarının cerrahi fiksasyonu, ameliyat öncesi planlama, özel implantlar, aletler ve cerrahi uzmanlık gerektirir. Yumuşak doku defekti olmayan, genel durumu ameliyata uygun olan hastalar için en iyi cerrahi zamanlama ilk 48 ila 72 saattir. Erken cerrahi HO ve dirsek sertliği riskini azaltabilir (57). Stabil olmayan çoklu yaralanması olan hastalar, ek tıbbi hastalıkları olan hastaların ameliyat öncesi durumları düzeltilmelidir. Aşırı şişlik, cerrahi alanda bül, sıyrık, morarma gibi yumuşak doku yaralanması olan hastalarda ameliyatın ertelenmesi uygun olabilir. Yoğun bakım ihtiyacı olan hastalarda statik eksternal fiksasyon; ağrı kontrolü, transferler, hijyen ve yara bakımı için ekstremitayı stabilize etmede faydalı olabilir. Literatürde bu hastalar için beklenebilecek süre net olarak tanımlanmamış olup, hastaların cerrahisi 2 ila 3 hafta için de

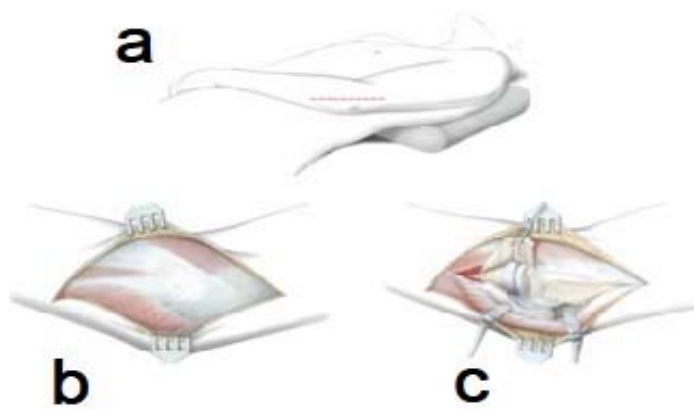
yapılmalıdır. Daha fazla gecikme kırıkta kısmi iyileşme ve kallus, artan kanama kırık parçalarının redüksiyonun zorluğu nedeniyle ARİF'i zorlaştırır. Cerrahi tedavide amaç kırık parçalarının yerine anatomik olarak yerleştirilmesi, eklem yüzünün devamlılığının tam olarak sağlanması, sıkı tespit ve erken harekete izin vermek olmalıdır.

2.8. Cerrahi Yaklaşım

Cerrahi öncesi hastaya antibiyotik profilaksisi yapılmalıdır. Tahmini genel süreye ve hastanın durumuna göre genel veya rejyonel anestezi tercih edilebilir. Kırıkların onarımının zor olması ve turnike kullanılmasından dolayı daha çok genel anestezi tercih edilir (58). Dirsek eklemine ulaşmak için farklı yaklaşımlar tarif edilmiştir. Posterior, medial, lateral, anterior ve medial lateral kombine yaklaşımlar mevcuttur.

2.8.1. Lateral Yaklaşım

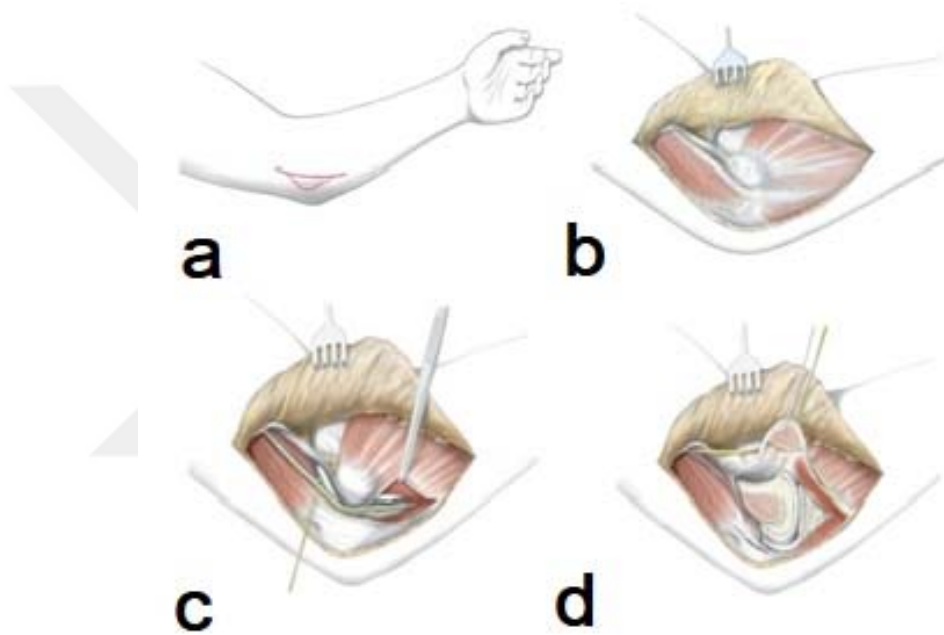
Hasta ameliyat masasına sırt üstü yatırılır. Omuz altına bir yastık konulur. Kol serbest hareket edebilecek şekilde örtülür ve bir kol masasının üzerine konulabilir veya hasta vücuduna dayanabilir. Cilt kesisi lateral epikondilin üç parmak yukarısından başlar. Düz olarak radius başının arkasından üç parmak aşağısına kadar devam edilir. Anconeus ve ekstensör karpi ulnaris kasları arasındaki fasya geçilir ve lateral epikondil arkasından yukarı doğru çıkılır. Anconeus ve ekstensör karpi ulnaris kasları ayrılınca eklem kapsülü görünür. Eklem kapsülüne iki tutucu sütür yerleştirilir ve kapsül daha sonra boylamasına kesilir.



Şekil 2.25. Lateral yaklaşım. (a) hastanın pozisyonu ve cilt kesisi, (b) cilt fleblerinin kaldırılması (c) radiokapitellar eklem açılması.

2.8.2. Medial Yaklaşım

Hasta supin pozisyonunda kol serbest hareket edebilecek şekilde örtülür. Kol el masasının üzerine konulur. Cerrah hastanın aksiler tarafında oturur. Yaklaşık 10 cm lik merkezi medial epikondil üzerinde olan kavisli cilt kesisine başlanır. Medial intermusküler septum arkasında ulnar sinir bulunarak korumaya alınır. Dirsek fleksiyona alınarak fleksör karpi ulnarisin humerus ve ulnar orijinleri arasındaki yelken şekilli aponevroz uzunlamasına bir yönde bölünür. Bu esnada ulnar sinirin yaralanmamasına dikkat edilmelidir. Medial artrotomi ön kol fleksör kaslarının medial epikondilden ayrılmasıyla veya medial epikondil osteotomisi ile yapılabilir.

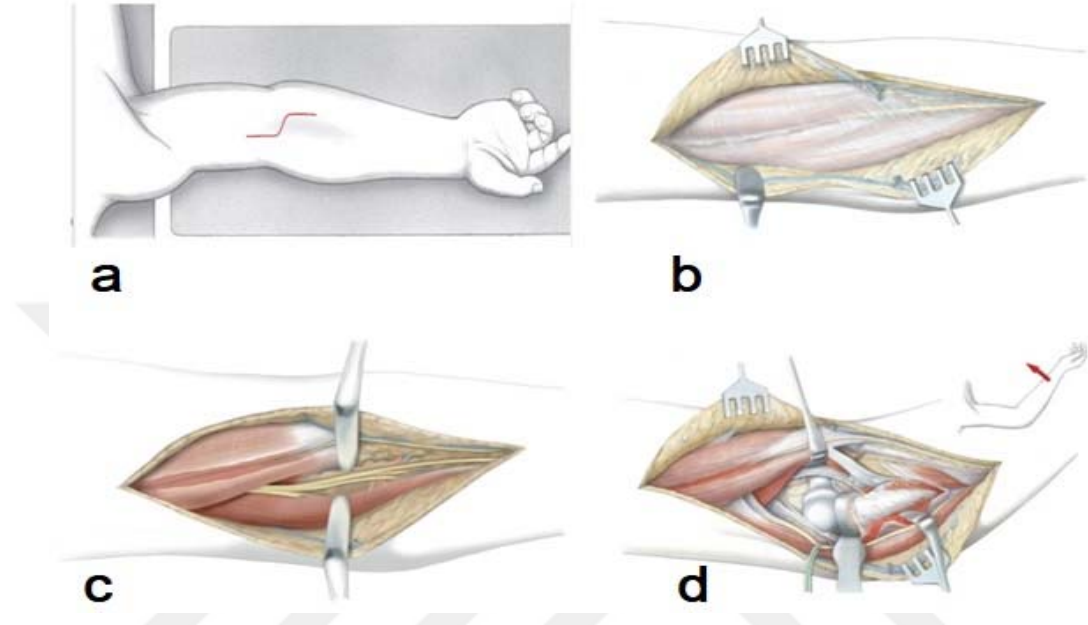


Şekil 2.26. Medial yaklaşım. (a) cilt kesisi, (b) cilt fleblerinin oluşturulması, (c) ulnar sinirin bulunup korumaya alınması, (d) medial epikondil osteotomisi ve eklemin açılması.

2.8.3. Anterior Yaklaşım

Hasta sırt üstü ameliyat masasına yatırılır. Kol serbest hareket edebilecek şekilde örtülür. Dirsek tam açık olarak kol masasına alınır. Brakialis ve brakioradialis kasları arasındaki oluktan S şeklinde cilt kesisine başlanır. Dirsek kıvrımı üzerinden aşağıya ilerlenir. Ön kolun lateral kutanöz siniri cilt altında bulunarak korumaya alınır. Transvers seyreden venler ya bağlanır ya da koagüle edilir. Fasya, brakialis ve brakioradialis kasları arasında uzunlamasına kesilir. Her iki kasın geri çekilmesi radial

siniri görünür hale getirir. Cerrahi alanın medialinde radial rekürrent arter ve dalları bulunarak bağlanır. Ön kolun maksimum supinasyonunda önce biceps tendonunun radial tüberositeye yapıştığı yerde bisipitoradial bursa kesilir. Supinatör kası olabildiğince ulnar taraftan kesildikten sonra anuler bağ ve eklem kapsülü uzunlamasına kesilerek eklemme ulaşılır.



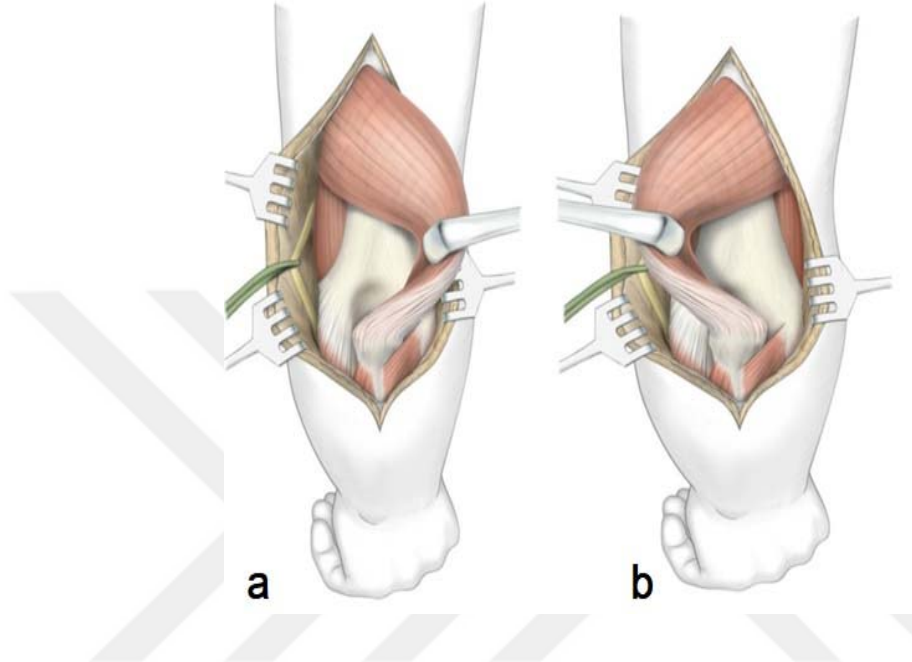
Şekil 2.27. Anterior yaklaşım. (a) cilt kesisi, (b) cilt fleblerinin oluşturulması, (c) median sinirin ortaya çıkarılması, (d) eklem kapsülünün açılması.

2.8.4. Posterior Yaklaşım

Hasta ameliyat masasına yüz üstü, sırtı üstü veya yan yatırılabilir. Kol serbestçe hareket edebilecek şekilde örtülür. Dirseğin arka tarafından olekranon ucunun yaklaşık 10 cm yukarisından cilt kesisine başlanır. Olekranon üzerinden kolun dış tarafına hafif kavis verilerek aşağıya doğru 10 cm kesi uzatılır. Cilt altı dokular geçildikten sonra ulnar sinir triceps kasının kenarından çıktığı yerde bulunur ve açığa çıkarılır. Ulnar sinirin nasıl açığa çıkarılacağı ve korunacağı tartışma konusudur. Siniri açığa çıkarmak ve belki bir sinir bandı ile korumak çok mantıklı olsa da cerrahi esnada devam eden ulnar sinir gerilmesi nörit riski oluşturur (59, 60). Aynı şekilde, sinirin proksimal olarak medial intermusküler septuma kadar ve distal olarak fleksör karpi ulnaris kasının iki başına kadar gevşetip korumaya almak ameliyat sonrası sinir disfonksiyonunu gerçekten önleyip önlemeyeceği de şüphelidir (61). Ulnar sinir açığa çıkarıldıktan sonra distal humerusa ulaşmak için bir dizi seçenek mevcuttur.

2.8.4.1. Paratricipital Posterior Yaklaşım

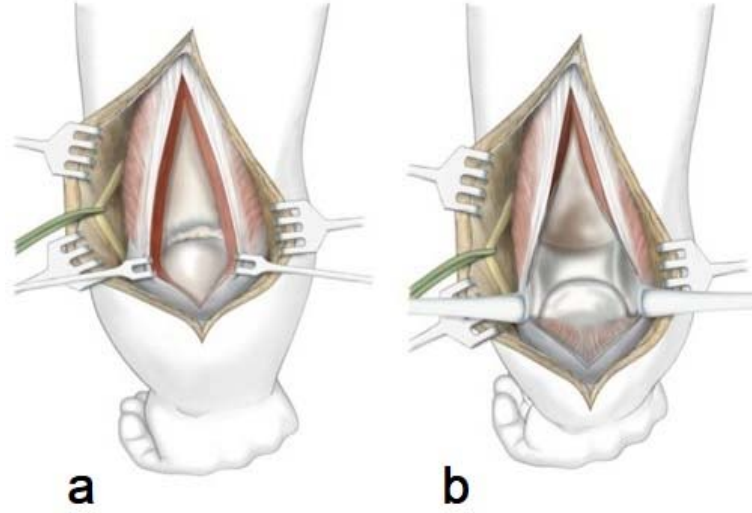
Triceps kasının medial ve lateral intermusküler septum ve humerustan ayrılmasını içerir. Bu yaklaşım suprakondiller kırık eklem içi basit kırıklar ve artroplastide düşünülen parçalı kırıklarda uygulanabilir. Paratricipital yaklaşım eklemi içeren karmaşık kırıklar için çok uygun bir yöntem değildir.



Şekil 2.28. Paratricipital yaklaşım (a) humerus medial kısmı, (b) humerus lateral kısmı.

2.8.4.2. Triceps-Splitting Yaklaşım (Campbell İnsizyon)

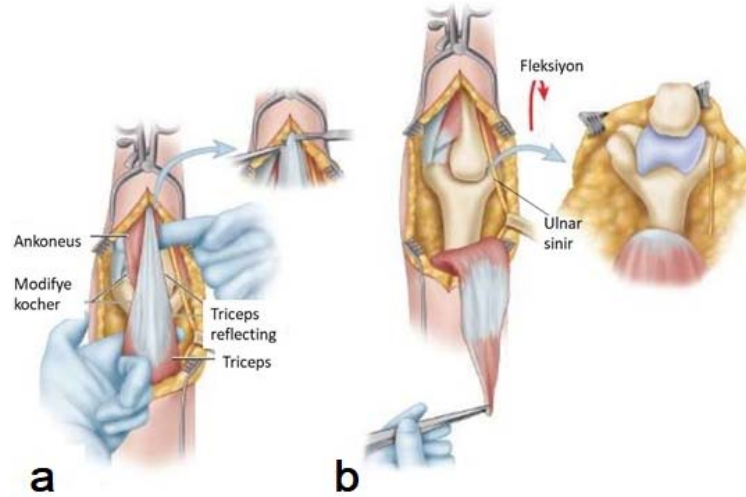
Humerusun distal üçte birlik kısmından ulnanın proksimal dörtte birlik kısmına kadar triceps kasını ayırmayı içerir. Bu yaklaşım, humerus kırıklarında parçaların triceps aponevrozuna girdiği açık kırıklarda avantajlı olabilir. Triceps kasının yetersiz onarımı dirsek ekstansiyonunu olumsuz etkileyeceğinden ameliyat sonrası iyileşmeyi engeller. Triceps kası proksimal ulnaya kemikten geçen dikişler ile tamir edilmelidir. Onarım düzgün yapıldığında McKee ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada olekranon osteotomisine kıyasla dirsek ekstansiyon gücünde bir fark bulunmamıştır (62).



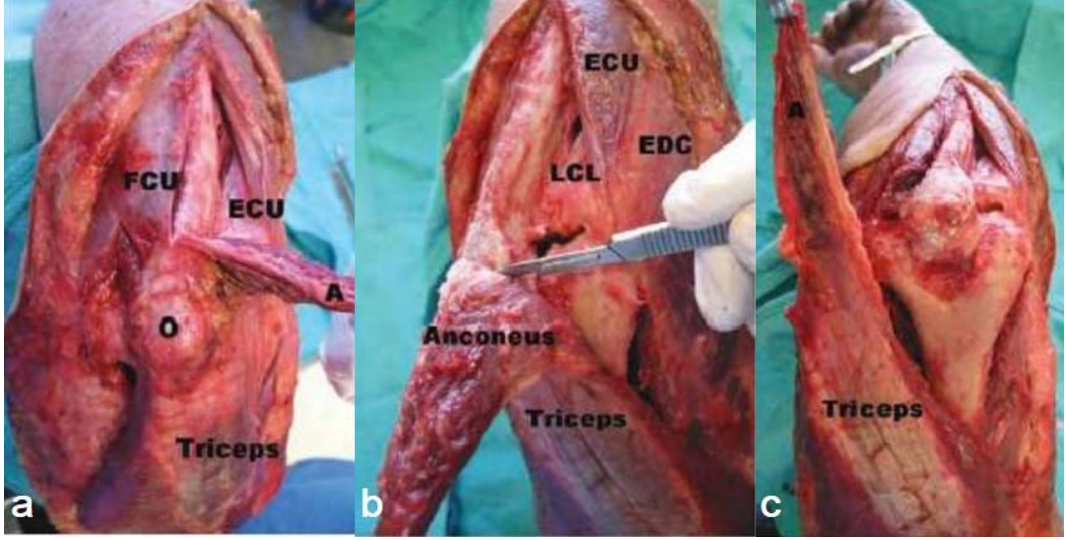
Şekil 2.29. Triceps splitting yaklaşım. (a) triceps'in ayırmaya başlanması, (b) triceps'in olekranon üzerinden sıyrılması.

2.8.4.3. Triceps- Reflecting Anconeus Pedicle (TRAP) (O'Driscoll)

Bu yaklaşım anconeus kasının nörovasküler desteğini korur ve distal humerusa geniş bir şekilde ulaşmayı sağlar (63). Diseksiyona distalden başlanır ve ankoneus ulnadan kaldırılarak proksimale doğru ilerlenir. Medial tarafta diseksiyon lateral ile birleştirilir ve triceps tendonu ulna yapışma yerinden keskin olarak kaldırılır. Flep, eklemi ve humerusun alt ucunu açığa çıkarmak için proksimale hareket ettirilir.



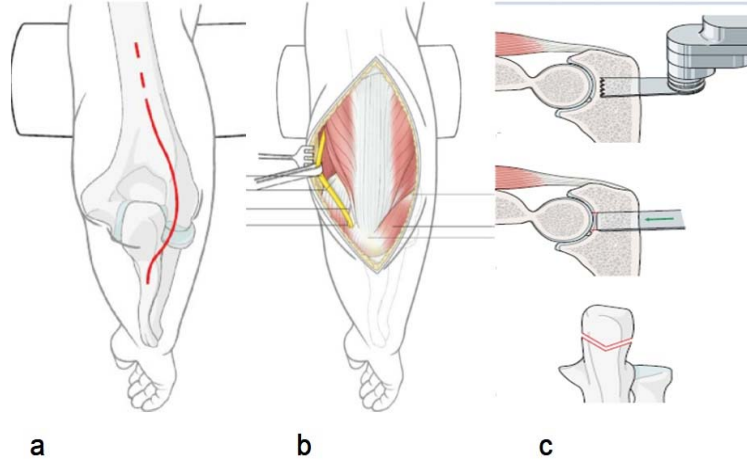
Şekil 2.30. TRAP insizyonu. (a) modifiye Kocher insizyonu medial triceps reflectig insizyonuna eklenir. (b) distal humerus görünümü olekranon osteotomisi yapılması ile benzerdir.



Şekil 2.31. İntraoperatif TRAP tekniğini gösteren fotoğraf. (a) anconeus pedikülünün oluşturulması, (b) triceps tendonun ankoneus ile birlikte olekranondan sıyrılması, (c) humerusun açığa çıkarılması ve flebin son hali.

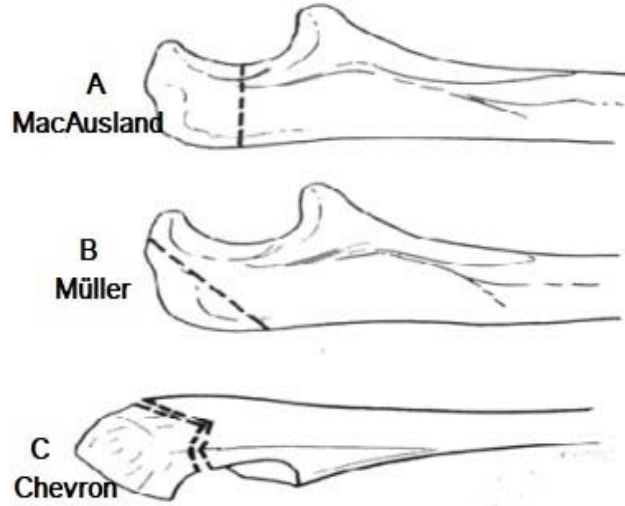
2.8.4.4. Transolekranon Yaklaşım

Transolekranon yaklaşım çok iyi bir görüş sağlar (64, 65). Ancak bu teknikte tespit yetersizliği, kaynamama, tellerin geri gelmesi gibi istenmeyen durumlar mevcuttur. Ayrıca yaşlı hastalarda artroplastinin bir seçenek olarak düşünüldüğü hastalarda başka teknikler kullanmak gerekir (66, 67). Standart posterior yaklaşım ile cilt kesisi yapıldıktan sonra ulnar sinir bulunarak korumaya alınır. Ardından olekranon tipinin 2 cm distalinde osteotomi yapılır. Osteotomiye testere ile başlanır. Olekranonun $\frac{3}{4}$ 'ü testere ile kesildikten sonra geri kalanı eklem içi kırık oluşturmamak için bir keski yardımıyla kırılır. Farklı osteotomiler tariflenmiştir. Müller'in eklem dışı eğri osteomisi, MacAusland'ın düz eklem içi osteotomisi ve Chevron'un tepesi distalde V şeklinde osteotomileri mevcuttur. Daha geniş yüzeyinin olması tespit sırasında daha stabil kemik teması sağladığından çoğunlukla Chevron osteotomisi tercih edilmektedir (68, 69).



Şekil 2.32. Transolekranon yaklaşımı. (a) cilt kesisi, (b) ulnar sinirin bulunup korunması, (c) olekranon osteotomi basamakları.

Wilkinson ve Stanley yaptıkları kadavra çalışmasında, triceps splitting, triceps reflektör ve trans-olekranon yaklaşımlarının ekleme ulaşma oranlarını kıyaslamıştır. Bu çalışmada eklem yüzeyine ulaşma oranları sırasıyla %35, %46, %57 olarak raporlanmıştır (70).



Şekil 2.33. Olekranon osteotomi tipleri.

	Olecranon osteotomy	Paratricipital	Triceps splitting	TRAP	Bryan-Morrey
A2 A3			 Posterior yaklaşım	 Paratricipital ile olmuyorsa	
C1		 Yaşlı hasta İlk tercih TDP ise	 Basit vakalar posterior yaklaşım	 Basit vakalar	 Basit vakalar
C2 C3		 Yaşlı hasta İlk tercih TDP ise		 Yaşlı hasta ARİF başarısızlığına karşın TDP ihtimali varsa	 Yaşlı hasta ARİF başarısızlığına karşın TDP ihtimali varsa

 Önerilen
 Olası, fakat genellikle önerilmiyor
 Endikasyonu yok

Şekil 2.34. Distal humerus kırıklarında kullanılabilecek cerrahi yaklaşım önerileri.

2.9. Cerrahi Teknik

Erişkin dirsek yaralanmaları sonradan gelişen eklem sertliği ile ünlü olduğundan, ameliyat ile tedavinin amacı, hafif işleri yapacak kadar ekstremitenin aktif egzersizlerine ve fonksiyonel kullanımına izin verecek kadar stabil bir tespittir. Değişik cerrahi teknikler olsa da AO grubunun tariflediği redüksiyon tekniği daha kolay ve pratiktir. Bu teknikte önce trokleanın normal uzunluğu ve genişliği sağlanarak Kirschner (K) telleri ile geçici tespit yapılır. Eklem kıkırdağı tamamen onarılır. Kondiller tek parça haline getirildikten sonra K telleri ile diafize geçici olarak tutturulur. Ardından uygun plaklar yerleştirilerek vidalanır ve teller çekilir (Şekil 2.35).

Redüksiyon basamakları:

a) Troklea ve kapitelum redüksiyonu yapıp K telleri ile geçici olarak tespit edilir.

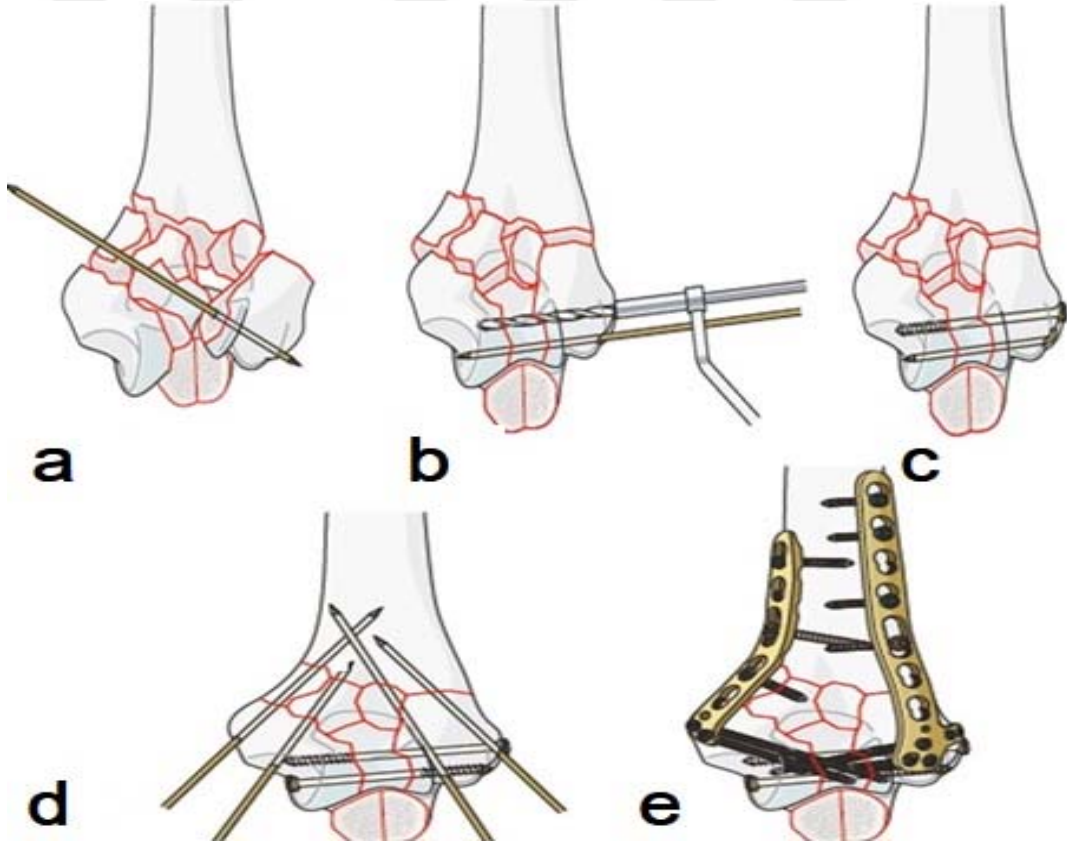
b) K teli üzerinde 3,5 mmlik kanule vida için dril yapılabilir. Ya da K teline paralel vida gönderilir.

c) Vidalama sonrası tek parça haline gelen eklem yüzü ve kondiller K telleri ile humerus şaftına geçici olarak tespit edilir.

d) Eklem bloğunu humerus ile birleştirmek için, önce posteriolateral yüzeye bir anatomik kilitli kompresyon plağı yerleştirilir. Plağı distal yerleşimi, ekstansiyonu engellemeyecek ve radius başı ile temas etmeyecek şekilde olmalıdır. Plak ile capitulum kırıkdağı arasındaki mesafe 3 mm'den az olmamalıdır bununla birlikte mesafenin fazla olması da önerilmemektedir. Plağın çok proksimalde yerleşimi kapitellar parçada kaynamamaya neden olabilmektedir (Şekil 2.36 c).

e) Medial tarafa da anatomik plak yerleştirilir ve tespitin sıkılığı artırılır.

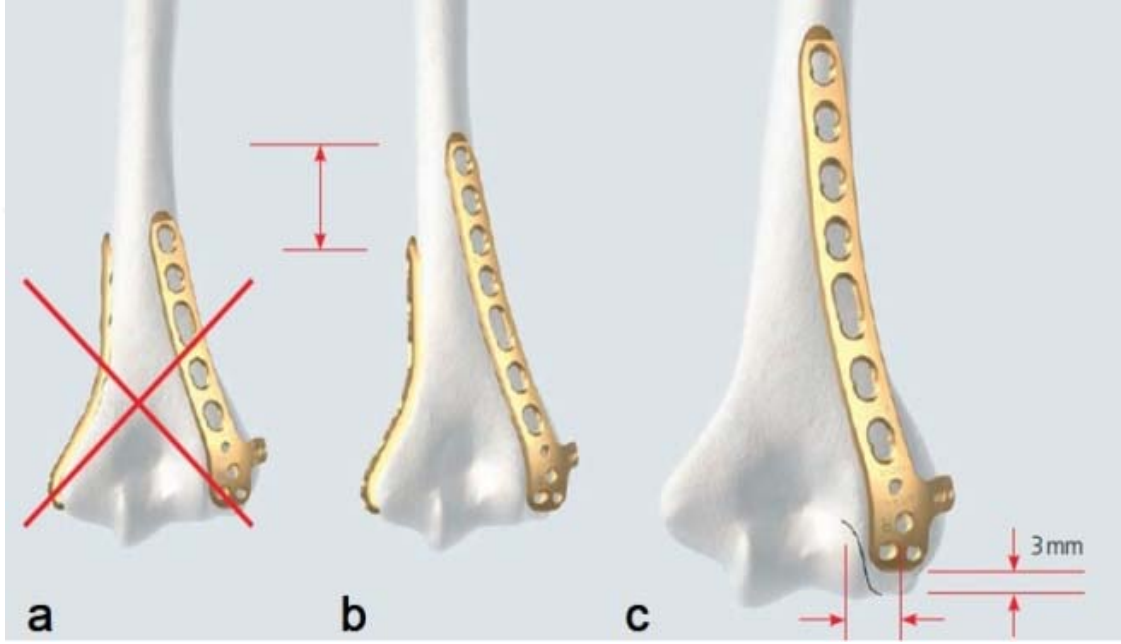
f) Vidalama esnasında eklem yüzünün delinmemesine ve vidaların olekranon fossasında olmamasına özen gösterilmelidir.



Şekil 2.35. İnternal tespit basamakları. (a) kondillerin geçici tespiti, (b) kondillerin vidalamadan önce drilllenmesi, (c) kondillerin vida ile tespiti, (d) kondillerin humerus şaftına geçici tespiti, (e) plaklar ile nihai tespit.

Eklem yüzünün rekonstruksiyonunda, eğer kemik kaybı yok ve kemik kalitesi iyi ise kondillerin tespiti çekirtme vidası ile yapılır. Eklem yüzünde eksiklik veya kemik

kaybı bulunan hastalarda oluşan boşluk greft ile doldurulmalıdır. Osteoporotik kemik yapısına sahip hastalarda veya eklem yüzündeki defekt nedeni ile greftlenen hastalarda eklemden bozulma ve basamaklanma oluşacağından dolayı çekirtilme vidasından ziyade normal vida kullanılmalıdır (69, 71). Troklea ve eklem yüzünün tespitinde kullanılan serbest vidaların başları ulnar sinir ile temas etmemesi için lateralden mediale doğru gönderilmelidir. Plaklardan gönderilen vidalar ile eklem yüzünde ki parçalar tespit edilemez ise; başsız vida veya K telleri ile bu parçalar tespit edilmelidir.



Şekil 2.36. (a) diafizde strese yol açacağından aynı seviyede biten plaklar kullanılmamalı, (b) iki plak uzunluğu birbirinden farklı olmalı, (c) plak ile kırık arasındaki mesafe 3 mm'den az olmamalı.

Distal humerus kırıklarında plaklar genel olarak birbirlerine dik olarak (posteriolateral ve medial) yerleştirilir. Fossa düzeyindeki kırıklar veya eklem parçaları olduğu kırıklarda ise paralel (medial ve lateral) yerleştirilen plakların da bir çok avantajı bulunmaktadır. Dik yerleştirilen plaklar genellikle en güçlü tespit şekli olarak belirtilmekle birlikte (72, 73); en güçlü tespit şekli olarak paralel plak konfigürasyonunu destekleyen yayınlarda mevcuttur (74). Kırık hattının proksimalinde her bir plaktan en az 3 vida ile tespit yapılmalıdır. Distal fragmana ise olabildiğince çok vida gönderilmelidir. Kullanılacak plağın uzunluğu ve çeşidi net olarak belirtilmemiştir. Fakat yoğun diafiz stresini önlemek için medial ve posteriolateral plakların farklı uzunlukta olması önemlidir. Büyük oranda 3,5 mm'lik dinamik kompresyon plakları

veya rekonstruksiyon plakları kullanılmaktadır (75). Stabilitiyi artırmak için distaldeki parçalara daha çok sayıda vida gönderilebilen 2,7 mm'lik plakların kullanılması O'Driscoll tarafından önerilmiştir (76, 77).

Açık kırıkların çoğu, debridman ve yaranın yıkanmasından sonra aynı seansta tespit edilebilir. Küçük delinme şeklindeki yaralar kendiliğinden iyileşmeye bırakılır (78). Kirli yaralanmalarda, geniş doku defektinin olduğu açık kırıklarda, bağ yaralanmasının olduğu stabil olmayan kırıklı çıkıklarda genel durumu uzun sürecek ameliyatı kaldırmayacak hastalarda eksternal fiksator kullanılabilir (78). Yaşlı osteoporotik hastalar, eklem yüzleri onarılamayacak kadar kötü olan hastalar ve fonksiyonel beklentisi kötü olan hastalarda artroplasti seçeneği göz önünde bulundurulmalıdır (79).

2.10. Postoperatif Rehabilitasyon

Ameliyattan birkaç gün sonra atel pozisyonundan bağımsız olarak dirsek hareketlerine başlamakta fayda vardır. Kemik kalitesinin kötü olduğu, tespitin yetersiz olduğu veya ikisinin beraber olduğu durumlarda implant yetersizliği gelişmemesi için 4 hafta dirseği hareketsiz tutmak gerekir. Bu durumda oluşacak sertlik ile uğraşmak daha kolaydır (80). Aktif, hastanın destek almadan kendisinin yaptığı germe egzersizleri önerilir; pasif manipülasyondan kaçınılmalıdır. Dirençli egzersizler, genellikle ameliyattan en az 6 hafta sonra, kırığın kaynaması açıkça ilerleyene kadar başlatılmaz. Dinamik ve statik dirsek atelleri, dirsek hareketlerini yeniden kazanmaya yardımcı olmak için kullanışlıdır. Dirsek hareketinde düzelme en az 1 yıl sürebilir.

2.11. Komplikasyonlar

2.11.1. Heterotopik Ossifikasyon

Yaklaşık %0-49 oranında görülür (81- 83). Kafa travması, gecikmiş cerrahi, kötü cerrahi teknik, dirseğin ekstansiyona zorlanması nedeniyle olabilir. Fonksiyonel bozukluğa neden olmuyorsa müdahale gerektirmez.

2.11.2. Dirsek Sertliği

Dirsek kırıkları sonrası en sık görülen komplikasyondur. Cerrahide geçikme, uzun immobilizasyon süresi, yetersiz rehabilitasyon, eklem yüzeyinin düzgün oluşturulamaması, kullanılan implantların eklem içinde veya fossa da olması başlıca

nedenlerindendir. Kapsül kontraktürü nedeniyle oluşan sertlik 1 yıldan daha uzun sürebilir.

2.11.3. Sinir Problemleri

Ulnar sinir hasarı genellikle geri dönüşlüdür. Ulnar sinirin duyu alanında karıncalanma ve elin intrinsik kaslarının hafif zayıflığı sıktır, fakat nadiren devam eder. Ulnar sinir cerrahi esnada yaralanabilir, aşırı traksiyondan etkilenebilir. Lateral tarafa konulan uzun plak nedeniyle plak proksimalinde radial sinir risk altındadır.

2.11.4. Enfeksiyon

Nispeten nadir görülür. Yüzeysel enfeksiyonlar antibiyotik ile tedavi edilebilir. Derin enfeksiyonlar seri debridman ve organizmaya spesifik antibiyotik ile tedavi edilir. İmplantta gevşeme yok ise çıkarılmayabilir. Kaynama sağlandıktan sonra devam eden enfeksiyonlarda implant çıkarılır.

2.11.5. Kaynamama

Genellikle suprakondiller kırıklarda görülür. Risk faktörleri arasında yetersiz tespit, ameliyat sonrasında erken dönemde agresif rehabilitasyon, metafizer parçalanma ve kemik kaybı yer alır. Cerrahi tedavide; dirsek çevresi yapışıklıkları ayırmak, otogreft kullanmak, ulnar nöroliz, stabil tespit çoğu hastada iyileşme ve yeterli fonksiyon sağlar (84).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Hastalar ve Değerlendirilme

İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalında Ocak 2009 ve Mayıs 2020 tarihleri arasında dirsek kırığı nedeniyle ameliyat edilen hastalar, hastane bilgi yönetim sistemi üzerinden retrospektif olarak tarandı. AO/ASIF tip C kırık nedeniyle ameliyat edilen ve en az 9 aylık takipleri olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar telefon ile son kontrollerine çağırıldı. AO/ASIF tip A ve tip B kırıkları nedeniyle ameliyat edilen hastalar ve 18 yaşından küçük hastalar çalışma dışı bırakıldı. Sistem üzerinde bulunan 52 AO tip C kırıklı hastadan multiple travma nedeni ile postop 1. ayda ölen 2 hasta ve telefon ile ulaşılamayan 3 hasta çalışmaya alınmadı.

Hastalar; yaş, cinsiyet, yaralanma mekanizması, kırığın olduğu taraf, ameliyat öncesi ve sonrası dolaşım, nöromotor durum, açık kırık varlığı ve Gustilo-Anderson sınıflamasına göre sınıflandırılması, ek kırıklarının varlığı, kırığın AO/ASIF sınıflandırmasına göre tipi yönünden değerlendirildi. Ayrıca hastaların; toraks, batin, kafa travmaları gibi ek yaralanma varlığı, dirseğe yönelik ameliyat öncesi BT çekilip çekilmediği, ameliyat öncesi osteoartrit varlığı, eşlik eden ek hastalık varlığı, başvuru ile cerrahi arasında geçen süre, anestezi şekli, ameliyat pozisyonu, cerrahi insizyon, plakların yerleşimi, plak çeşidi, ek cerrahi, greft kullanımı, post-operatif tespit şekli ve süresi açısından dosyaları incelendi.

Hastaların acil serviste, yaralanan ekstremiteleri çıplak olacak şekilde detaylı fizik muayeneleri yapıldı. Var olan patolojiler not edildi. Bütün hastalar açık kırık, dermabrazyon varlığı, dolaşım takibi, nöromotor muayene ve diğer sistemik patolojiler açısından detaylı olarak incelendi. Tüm hastaların dirsek AP/Lateral röntgenleri çekildi.

Açık kırıklar 5000 cc serum fizyolojik ile yıkandı. Geniş yumuşak doku defektleri acil serviste primer kapatıldı. Tetanoz profilaksisi uygulandı. Sefazolin sodyum, gentamisin sülfat, metronidazol antibiyotik profilaksisi başlandı. Gustilo-Anderson tip C açık kırıkları olan hastalar ameliyathane şartlarında kırıkları geçici olarak tespit edildi. Kontamine yara 5000 cc serum fizyolojik ile yıkandı. Uygun yumuşak doku debridmanları yapıldı. Arter yaralanması olan hastalar kalp damar cerrahisi eşliğinde onarıldı. Yumuşak doku defektleri gergin olmayacak şekilde

kapatıldı. Serviste profilaktik antibiyoterapisi düzenlendi. Yara durumu ikinci ameliyata uygun olduktan sonra nihai tespitleri yapıldı.

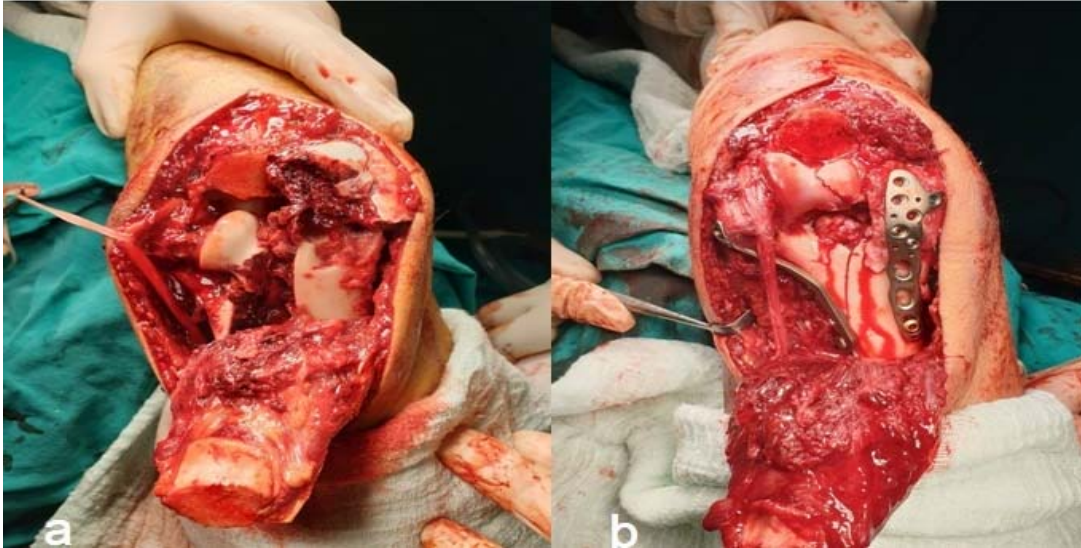
Bütün hastalara direk grafi sonrası dirsek üstü atel uygulandı. Ek yaralanması olan hastaların ilgili bölümlerle konsültasyonları tamamlandı. Ortopedi servisinde takibi uygun olan hastalar servise yatırıldı. Elevasyon, soğuk uygulama ve yakın dolaşım takibi yapıldı. Alt ekstremitte travması olanlar ve tromboza yatkınlığı olanlara günde 1 defa olmak üzere düşük moleküllü heparin profilaksisi başlandı. Serviste hastaların ameliyat öncesi hazırlıklarına başlandı. Hemogram, rutin biyokimya, koagülasyon parametreleri ve elisa testlerine bakıldı. PA akciğer grafisi ve EKG çekildi. Anestezi konsültasyonları yapıldı. Ek hastalığı olan hastalarda anestezi bölümünün isteği doğrultusunda konsültasyonları tamamladı.

3.2. Cerrahi

Ameliyat günü cerrahiden yarım saat önce hastalara 1gr sefazolin sodyum profilaksisi uygulandı. Hastalara genel durumları göz önüne alınarak genel anestezi veya rejyonel anestezi yapıldı. Cerrahin tercihine bağlı olarak hastalar; prone, supin veya lateral pozisyonlarda ameliyat masasına yatırıldı. Anestezi işlemi bittikten sonra pnömatik turnike yerleştirildi. Tüm hastaların ameliyat edilecek dirseği ameliyattan hemen önce traş edildi. Steril bir şekilde kırık ekstremitte klorheksidin ile yıkandı. Daha sonra povidin-iyot ile boyandı. Kol rahat hareket edecek şekilde örtüldü. Cilt kesisinden hemen önce kol elevasyona alındı ve elastik bandaj ile venöz kan boşaltıldı, sistemik kan basıncından 100 mmHg fazla olacak şekilde pnömatik turnike şişirildi. Cerrahi insizyon genel bilgiler kısmında anlatılan insizyonlardan biri cerrahin tercihi olarak kullanıldı. Genel olarak posterior insizyon kullanıldı.

Olekranon proksimalinden yaklaşık 10 cm'lik insizyon ile cilt kesisine başlandı. Olekranon üzerinde hafif laterale yönelinerek distale doğru 10 cm'lik insizyon ile cilt ciltaltı geçildi. Ulnar sinir proksimalde bulundu ve fleksör carpi ulnaris kasınınin iki başı arasına girdiği yere kadar serbestleştirildi. Trans-olekranon yaklaşım tercih edilen vakalarda önce olekranon tipinden intramedüller paralel iki adet K teli gönderildi. Ardından olekranon tipinden yaklaşık 2 cm distalden osteotomi hattı belirlendi. Osteotominin ilk $\frac{3}{4}$ 'lük kısmı testere ile kesildi. Eklem içi kırık oluşturmamak için geri kalan kısım osteotom yardımı ile kesildi. Kollateral bağlara hasara vermeden kapsül kesildi. Olekranon triceps kası ile birlikte proksimale alındıktan sonra kırık hattına

ulaşıldı. Kırık hattı serum fizyolojik ile yıkandı. Hematom temizlenerek kırık fragmanları ortaya konuldu. İlk önce trokleanın uzunluğu ve yüksekliği sağlanacak şekilde K telleri ile troklea ve kapitellum geçici tespit edildi. Tellere paralel olacak şekilde bir adet 3,5 mm'lik vida ile kapitellum ve trokleanın tespiti yapıldı. Daha sonra kondiller K telleri ile diafize tespit edildi. Önce lateral-posteriolateral plak yerleştirilerek 3,5 mm'lik vidalar ile tespit yapıldı. Posterolateral yerleştirilen plak ile kırık başlama sınırı arası mesafenin 3mm'den daha az olmamasına dikkat edildi. Plak distal deliğinden geçici bir K teli yerleştirildikten sonra proksimal delikten bir vida yerleştirilerek kırık hattından kompresyon sağlandı. K teli geri çekilerek yerine bir vida yerleştirildi. Plak üzerinden kırık hattının proksimaline en az 3 vida yerleştirildi. Daha sonra distaline yeterli sayıda vida yerleştirildi. Ardından medial plak yerleştirilerek tespit edildi (**Şekil 3.1**). İki plağın proksimalde yerleşimlerinin başlangıcının aynı seviyede olmamasına, birbirinden farklı olmasına dikkat edildi. Skopi görüntüleri çekilerek redüksiyonun uygunluğu, vidaların eklem ve fossalarda olmadığı kontrol edildi. Daha sonra olekranon osteotomi hattı redükte edilerek önceden açılan deliklerden K telleri geçirilerek tespit edildi. Serklaj teli ile gergi bandı yöntemi uygulandı. Turnike boşaltıldıktan sonra kanama kontrolü sağlandı. Daha sonra ulnar sinir anatomik yerine yerleştirildi. Serum fizyolojik ile bol yıkama yapıldı. Gerekli vakalarda hemovak dren konuldu. Cilt altı ve cilt usulüne uygun olarak kapatıldı. Steril pansuman sonrası uzun kol atel yapıldı.



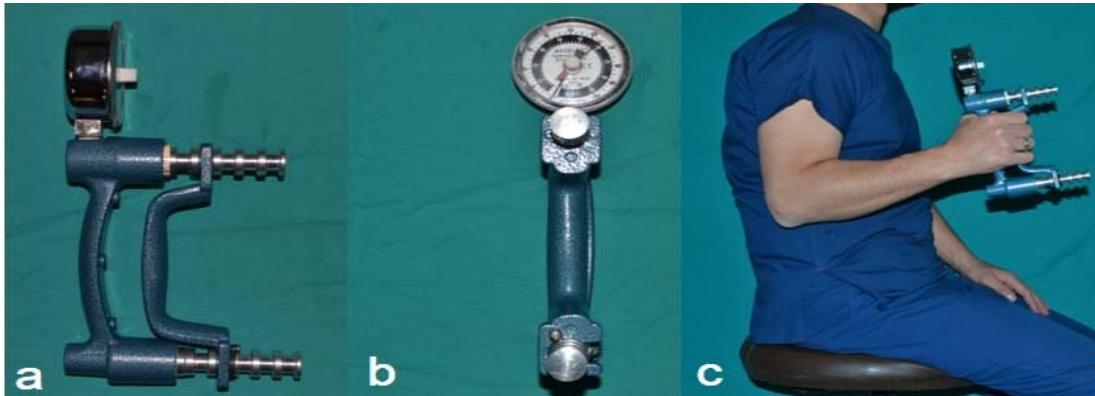
Şekil 3.1. İntra operatif humerus alt uç kırığı. (a) yıkama yapıldıktan sonra ve (b) tespit sonrası fotoğraf.

3.3. Ameliyat Sonrası Süreç

Hastalara serviste postoperatif elevasyon, soğuk uygulama yapıldı. İlk 24 saatte 3 defa olmak üzere 1 gr sefazolin sodyum antibiyoterapisine başlandı. Hastalara post-operatif analjezik tedavisi yapıldı. Sıkı dolaşım ve kompartman takibi yapıldı. Postoperatif 1. gün hastaların röntgenleri çekildi. Postoperatif 2. gün drenleri çekildi. Genel durumu uygun olan hastalar postoperatif 3. gün taburcu edildi. Hastalar 2. hafta poliklinik kontrolüne çağırıldı. Dikişleri alındı. Hastalara pandüler omuz hareketleri başlandı. Hastaların genel olarak 3-6 hafta arasında atelleri sonlandırıldı. Atelleri sonlandırıldıktan sonra hastalara hareket başlandı. Atel çıkarıldıktan sonra ortalama 1 hafta sonra fizik tedavi ve rehabilitasyon kliniklerine yönlendirildi. Bütün hastalarda 2. 4. ve 6. haftalarda röntgen görüntüleri çekildi. Kaynama görüldükten sonra 3.ay, 6.ay ve 12.ayda poliklinikte muayeneleri yapıldı. Hastalara 8. aydan itibaren ağır iş yapmalarına izin verildi.

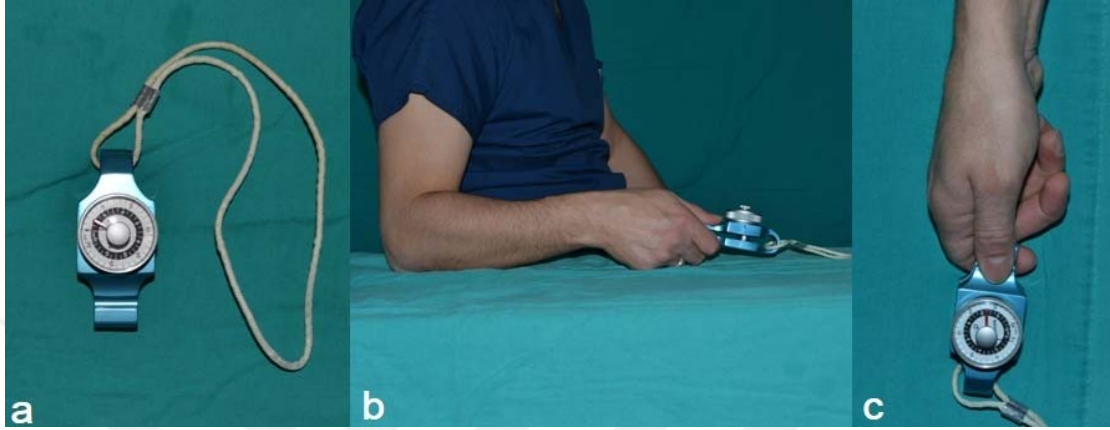
3.4. Hastaların Son Kontrolleri

Hastaların son yapılan poliklinik kontrolünde eklem hareket açıklıkları kıyaslamalı olarak gonyometri ile ölçüldü. Fizik muayeneleri yapılarak kıyaslamalı olarak duyu ve motor muayeneleri yapıldı. Her iki ekstremité kas güçleri değerlendirildi. Hastaların el kavrama gücü “Jamar el hidrolik dinamometre” ile ölçüldü (Şekil 3.2). El kavrama gücü hasta sandalyeye oturtularak ölçüldü. Dirsekler gövdeye yakın ve 90° fleksiyon pozisyonunda el bileği nötral pozisyonunda tutuldu. Hastadan dinamometreyi kavrayarak yapabileceği, en kuvvetli şekilde sıkması istendi. Test sonucu birer dakika ara ile yapılan 3 ölçümün ortalaması hesaplanarak alındı.



Şekil 3.2. Jamar hidrolik el dinamometre. (a) yandan görüntü, (b) üstten görüntü, (c) ölçüm sırasında hasta pozisyonu.

Hastaların sıkma gücü pinçmetre ile ölçüldü. Ölçüm Amerikan El Terapistleri Derneği (AHTA) tarafından önerilen standart pozisyon olan; hasta oturur şekilde, omuz gövdeye yakın ve nötral pozisyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda ön kol destekli ve el bileği nötral olacak şekilde yapıldı. Test sonucu prosedüre uygun olarak birer dakika ara ile yapılan 3 ölçümün ortalaması hesaplanarak alındı (85, 86).



Şekil 3.3. (a) pinçmetre, (b) hasta pozisyonu, (c) pinçmetrede ki değerin okunması.

3.5. Radyolojik Değerlendirme

Hastaların son grafilerinde osteoartrit ve heterotopik ossifikasyon varlığı değerlendirildi. Osteoartrit Broberg ve Morrey radyolojik sınıflandırmasına göre yapıldı (**Tablo 3.1**). Heterotopik ossifikasyon ise Hasting ve Graham heterotopik ossifikasyon sınıflandırmasına göre değerlendirildi (**Tablo 3.2**).

Tablo 3.1. Broberg ve Morrey sınıflandırması

Grade	Radyolojik bulgular
Grade 0	Normal dirsek
Grade 1	Eklem aralığı hafif daralmış- minimal osteofit
Grade 2	Eklem aralığı orta derecede daralmış-orta derecede osteofit
Grade 3	Eklem ciddi dejenerasyonu

Tablo 3.2. Hasting ve Graham heterotropik ossifikasyon sınıflandırması.

Radyolojik ve fonksiyonel bulgular	Evre
Fonksiyonel kısıtlılık olmaksızın ektopik kemik	1
Fleksiyon/Ekstansiyon da kısıtlılık	2A
Pronasyon/Supinasyonda kısıtlılık	2B
Fleksiyon/Ekstansiyon ve Pronasyon/Supinasyonda kısıtlılık	2C
Kemik ankilozu fleksiyon/ekstansiyonu tamamen kısıtlar	3A
Kemik ankilozu pronasyon/supinasyon tamamen kısıtlar	3B
Kemik ankilozu fleksiyon/ekstansiyonu ve pronasyon/supinasyon tamamen kısıtlar	3C

3.6. Fonksiyonel Sonuçların Değerlendirilmesi

Fonksiyonel sonuçları disability of arm shoulder and hand (DASH) ve Mayo elbow performans score (MAYO) kullanılarak değerlendirildi. Duyu muayenesi otonom duyu sahalarında sağlam taraf ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirildi ve ameliyatlđ dirsek ile ilgili şikayetleri sorgulandı. Hastanın günlük yaşam kalitesini değerlendirmek için 11 sorudan oluşan daraltılmış hızlı DASH anketi kullanıldı (**Tablo 3.4**). Hızlı DASH hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılır. Eğer birden fazla cevaplanmamış soru var ise hızlı DASH skoru hesaplanmamalıdır.

$$\text{hızlı DASH puanı} = \left(\left(\frac{\text{işaretlenen maddelerin toplam puanı}}{\text{işaretli madde sayısı}} \right) - 1 \right) \times 25$$

MAYO skorunda ise hastalar; ağrı, hareket, stabilite ve fonksiyon açısından değerlendirildi. (**Tablo 3.3**) Hastalar aldıkları puanlara göre sınıflandırıldı. 90-100 çok iyi, 75-89 iyi, 60-74 orta, 60 dan daha düşük puan alanlar ise kötü sonuç olarak değerlendirildi.

Tablo 3.3. Mayo dirsek performans skrlama anketi.

PUAN	
Ağrı (45 puan)	
Yok	45
Hafif	30
Orta	15
Şiddetli	0
Hareket açıklığı (20 puan)	
>100° fleksiyon	20
50°- 100° fleksiyon	15
<50° fleksiyon	5
Stabilite (10 puan)	
Stabil	10
Hafif stabil (<10° varus- valgus laksitesi)	5
Tam instabil (≥10 varus-valgus laksitesi)	0
Günlük fonksiyon (25 puan)	
Saç tarayabilme	5
Yemek yiyebilme	5
Hijyen aktivitelerini yapabilme	5
Üstünü giyebilme	5
Ayakkabı giyebilme	5
Toplam puan	100

Tablo 3.4. Hızlı DASH anketi [] içerisindeki rakamlar soruya göre aldığı puanı gösterir.

	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta derecede zorluk	Aşırı zorluk	Hiç yapamama
1. <i>Sıkı kapatılmış veya yeni bir kavanozun kapağını açmak</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
2. <i>Ağır ev işi yapmak (duvar silmek, yer silmek, tamirat yapmak vb)</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
3. <i>Alışveriş çantası veya evrak çantası taşımak</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
4. <i>Sırtınızı yıkamak</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
5. <i>Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
6. <i>Kol, omuz veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye yönelik etkinlikler (tenis oynamak, pinpon topu oynamak)</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
7. <i>Son hafta süresince kol, omuz veya el probleminiz aile, arkadaşlar, komşu veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinize ne ölçüde engel oldu?</i>	Engel yok	Az engel	Orta derecede engel	Bir hayli	Aşırı
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
8. <i>Son hafta süresince kol, omuz veya el sorunuz nedeniyle işinizde ya da diğer günlük etkinliklerde kısıtlandınız mı?</i>	Kısıtlam a yok	Hafif düzeyde	Orta düzeyde	Çok kısıtlı	Hiç yapamama
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
9. <i>Geçen hafta içerisinde olan el, omuz ya da kol ağrınızın yoğunluğunu işaretleyiniz.</i>	Yok	Hafif	Orta	Bir hayli	Aşırı
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
10. <i>Geçen hafta içerisinde olan el, omuz ya da kolunuzdaki karıncalanma (iğnelenme) yoğunluğunu işaretleyiniz.</i>	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
11. <i>Geçen hafta içerisinde olan el, omuz ya da kol ağrınız nedeniyle uyumakta ne kadar zorlandınız?</i>	Zorluk yok	Hafif derecede zorluk	Orta derecede zorluk	Aşırı zorluk	Hiç yapamama
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]

3.7. İstatistiksel Analiz

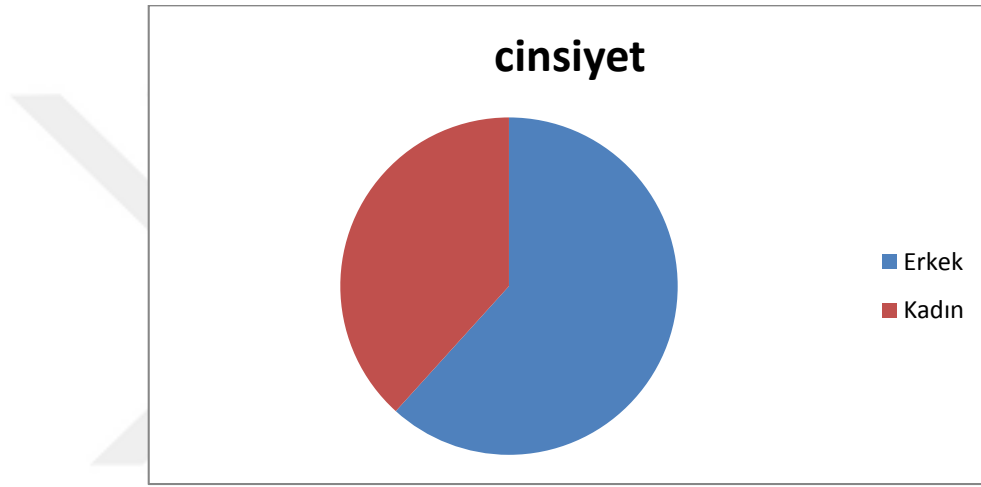
Çalışmamızın istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS for Windows Version 25.0 yazılımı kullanıldı. Değişkenlere ilişkin nicel verilerin tanımlanmasından aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (min – max) tanımlayıcı değerleri kullanıldı. Nitel verilerin tanımlanması sayı ve yüzde (%) ile yapıldı. Nicel verilerin normallik testi Shapiro Wilk testi ile test edildi. Grupların karşılaştırılmasında unpaired t testi, Kruskal Wallis varyans analizi, Mann – Whitney U testi, Pearson Ki Kare Analizi ve Monte Carlo düzeltmeli Ki Kare analizi kullanıldı. 0,05 den küçük P değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

4.1. Genel Bulgular

İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda Ocak 2009 Mayıs 2020 tarihleri arasında humerus alt uç eklemi ilgilendiren kırık nedeniyle ameliyat edilen 47 olgunun 29'u (%61,7) erkek, 18'i (%38,3) kadın, ameliyat esnasında en küçüğü 18 yaşında, en büyüğü 92 yaşında olmak üzere ortalama yaşı $43,7 \pm 16,9$ idi.



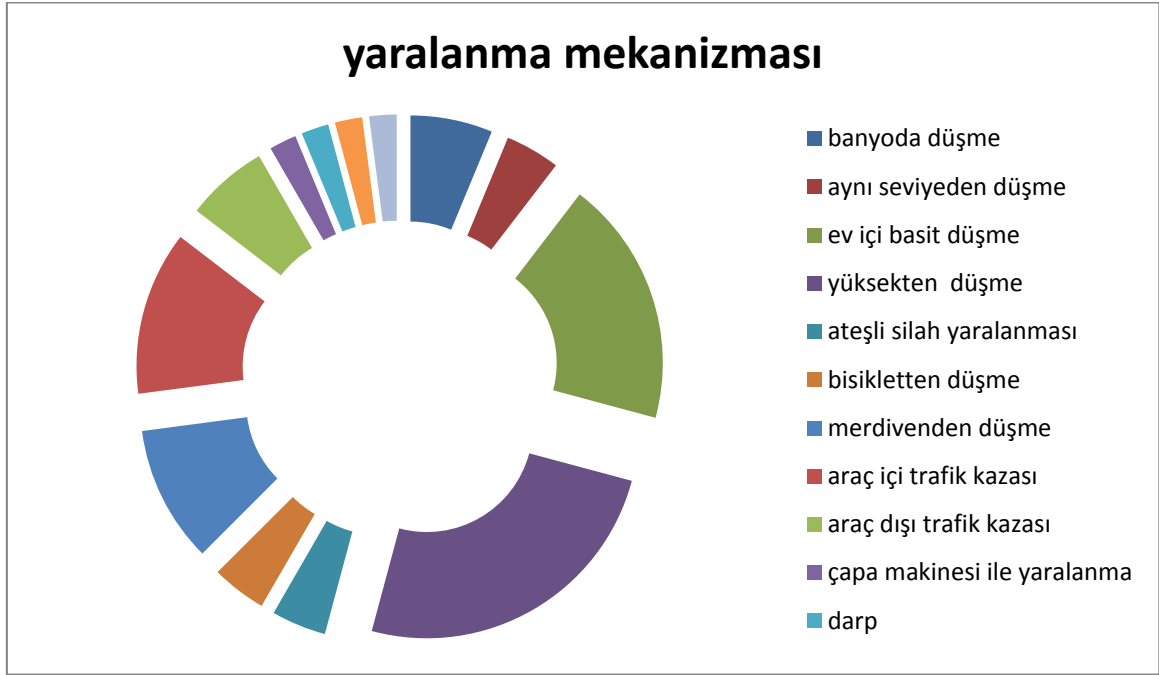
Şekil 4.1. Hastaların cinsiyete göre dağılımı.

Ameliyat edilen hastaların 44 tanesinin (%93,6) sağ eli, 3 tanesinin (%6,4) sol eli dominant idi. Eklem içi distal humerus kırığının ise 20'si (%42,6) sağ dirsek, 27'si (%57,4) sol dirsekte meydana gelmişti. Hastaların 23'ü (%48,9) sigara kullanırken, 24'ü (%51,1) sigara kullanmıyordu.

Tablo 4.1. Kırık dirsek ve dominant el dağılımı.

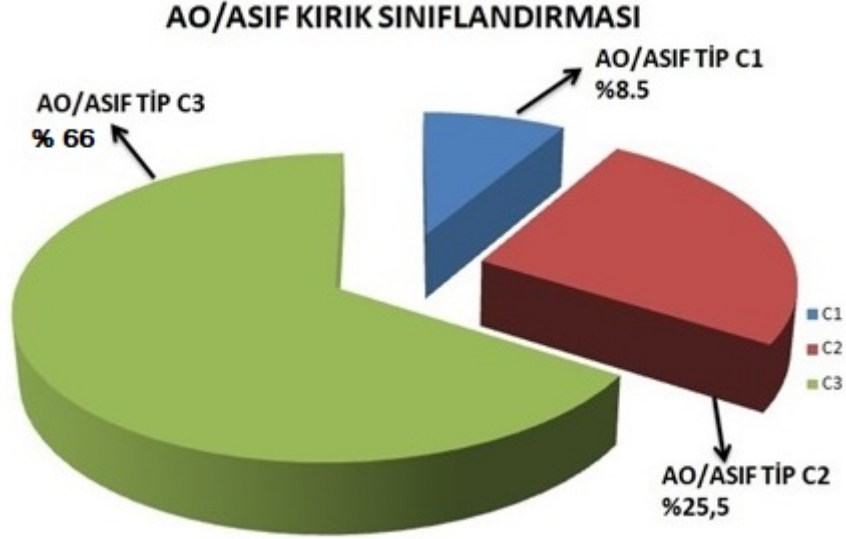
	Sağ dominant	Sol dominant	Toplam
Sağ dirsek kırık	19	1	20
Sol dirsek kırık	25	2	27
Toplam	44	3	47

Hastaların yaralanma mekanizması 2'si (%4,3) banyoda düşme, 3'ü (%6,4) aynı seviyeden düşme, 9'u (%19,1) ev içi düşme, 12'si (%25,5) yüksekten düşme, 2'si (%4,3) ateşli silah yaralanması (ASY), 2'si (%4,3) bisikletten düşme, 5'i (%10,6) merdivenden düşme, 6'sı (%12,8) araç içi trafik kazası (AİTK), 3'ü (%6,4) araç dışı trafik kazası (ADTK), 1'i (%2,1) çapa makinesi ile yaralanma, 1'i (%2,1) darp, 1'i (%2,1) futbol oynarken düşme şeklindeydi.



Şekil 4.2. Yaralanma mekanizmasına göre hastaların dağılımı.

Değerlendirilen 47 olgunun 13 tanesi (%27,7) düşük enerjili travma, 34 tanesi (%72,3) yüksek enerjili travma sonucu meydana gelmişti. AO/ASIF sınıflandırmasına göre 4'ü (%8,5) C1 tipi, 12'si (%25,5) C2 tipi, 31'i (%66) C3 tipi olarak sınıflandırıldı. Kırk yedi dirsek kırığının 15'i (%31,9) açık kırık idi. Açık kırıkların Gustillo-Anderson sınıflandırmasına göre 6'sı (%12,8) tip 1, 5'i (%10,6) tip 2, 4'ü (%8,5) tip 3 olarak sınıflandırıldı.



Şekil 4.3. Kırıkların AO/ASIF sınıflandırmasına göre dağılımı.

Hastaların 2'sinde (%4,3) ilk değerlendirme esnasında nabız alınamadı. Bir hastada çapa yaralanması sonrası açık kırık ve brakial arterde segmenter kesi mevcuttu. Hasta acil cerrahiye alınarak kırık eksternal fiksator ile tespit edildikten sonra kalp damar cerrahisi tarafından arter kesisi safen ven grefti ile onarıldı. Diğer hastada yapılan arteriyal doppler ultrasonografi sonucuna göre arterde devamlılık olduğu raporlandıktan sonra redüksiyon sonrası nabız alınmaya başlandı.

Direk grafi değerlendirmesinden sonra gerek görülen hastalarda 3D BT görüntüsü alındı. Vakaların 34'ünde (%72,3) 3D BT çekilerek kırık detaylı olarak değerlendirildi. Kırıklar yönelimlerine göre incelendiğinde 21 tanesi (%44,7) fleksiyon, 24 tanesi (%51,1) ekstansiyon tipi olup 2 tanesi de (%4,3) ASY nedeniyle olduğundan fleksiyon ve ekstansiyon tipi olarak sınıflandırılmadı. On sekiz (%38,3) hastamızda distal humerus kırığına eşlik eden ek kırık mevcuttu. Ek kırıkların bu 18 hastaya dağılımı aşağıdadır.

- 1- İpsilateral radius ve ulna shaft kırığı, kontralateral iskion ve femur kırığı
- 2- İpsilateral radius ve ulna shaft kırığı
- 3- İpsilateral proksimal radius ve ulna kırığı
- 4- Kontralateral femur intertrokanterik kırık
- 5- İpsilateral distal radius kırığı
- 6- İpsilateral radius ve ulna shaft kırığı

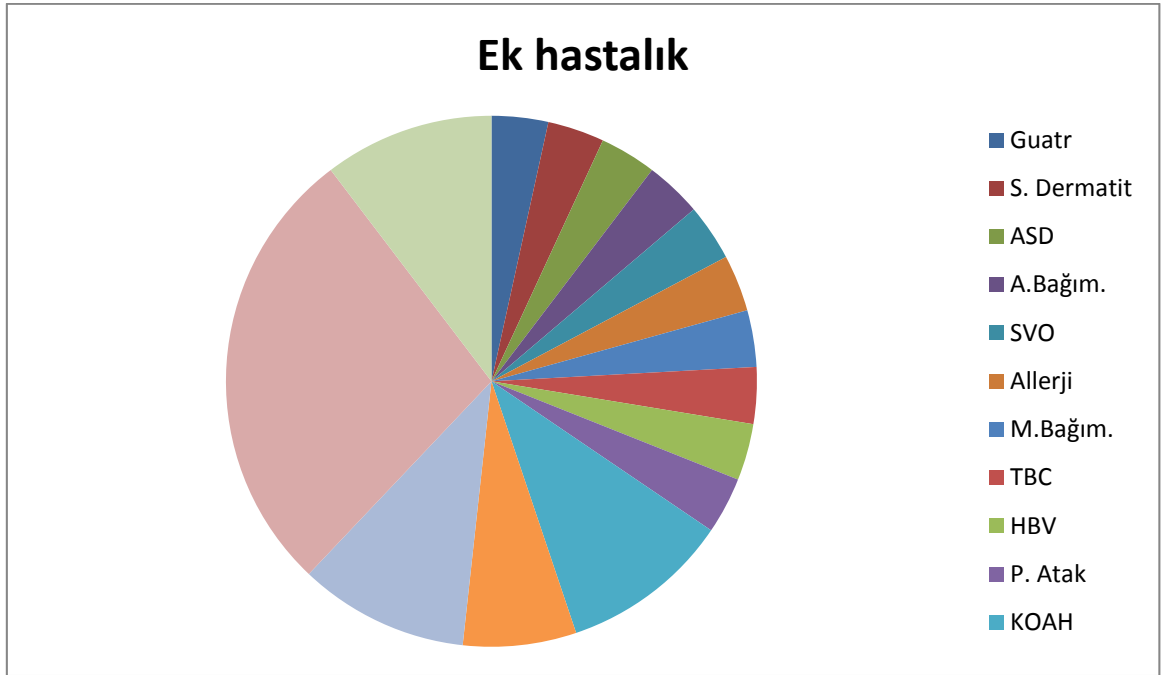
- 7- İpsilateral humerus shaft kırığı
- 8- Kontralateral lisfrank yaralanması, bimalleolar ayak bilek kırığı, sternum kırığı, bilateral asetabulum kırığı ve ipsilateral kalkaneus kırığı
- 9- İpsilateral sakroiliak eklem kırıklı çıkık
- 10- İpsilateral proksimal humerus ve bimalleolar ayak bilek kırığı
- 11- İpsilateral klavikula kırığı
- 12- İpsilateral distal radius kırığı
- 13- İpsilateral olekranon avulsiyon kırığı
- 14- İpsilateral klavikula kırığı
- 15- İpsilateral distal radius ve ulna kırığı
- 16- Kot kırıkları
- 17- İpsilateral distal femur, patella ve tibia plato kırığı, ipsilateral olekranon kırığı
- 18- İpsilateral femur shaft, ipsilateral tibia plato kırığı

Hastalarımızın 8'inde (%17) hareket sistemi dışında ek travmaları mevcuttu. Bunların 3'ünde (%37,5) kafa travması, 1'inde (%12,5) kolon perforasyonu ve orbita kırığı, 1'inde (%12,5) toraks yaralanması, 3'ünde (%37,5) maksillofasial travma olması nedeniyle ilgili bölümlere konsülte edilerek tedavileri düzenlendi.

Hastaların başvuru anında yapılan muayenesinde 2'sinde (%4,3) radial paralizi, 1'inde (%2,1) ulnar duyu alanında hipoestezi tespit edildi. Hastaların 1'inde ise (%2,1) genel durumunun kötü olması nedeniyle sinir muayenesi yapılamadı. Preoperatif radial sinir paralizisi olan 2 (%4,3) hastadan kapalı kırığa sahip ve preoperatif dönemde radial sinir paralizisi olan hastanın paralizi şikayeti postoperatif 8. ayda tamamen düzeldi fakat takipler esnasında ulnar sinir duyu alanında hipoestezi mevcuttu. ASY sonrası humerus alt uç kırığı gelişen ve radial sinir hasarı olan diğer hastaya ise 4. ayda radial sinir eksplorasyonu yapılarak nöroma eksizyonu yapıldı. Sinir defekti sural sinir grefti ile onarıldı. Takiplerinde radial sinir fonksiyonları geri dönmeyen bu hastaya 18. ayda tendon transferi yapıldı. Hastanın el bilek ve parmak ekstansiyonu geri kazanıldı.

Değerlendirmeye alınan 47 hastanın 21'inde (%44,7) ek hastalık mevcuttu. Ek hastalığın hastalara göre dağılımı; 1'inde (%4,8) guatr, 1'inde (%4,8) seboreik dermatit,

1'inde (%4,8) atrial septal defekt (ASD), 1'inde (%4,8) kronik alkolizm, 1'inde (%4,8) serebrovasküler olay (SVO) öyküsü ve hipertansiyon (HT), 1'inde (%4,8) allerji, 1'inde (%4,8) madde bağımlılığı, 1'inde (%4,8) geçirilmiş tüberküloz öyküsü, 1'inde (%4,8) HBV pozitifliği, 1'inde (%4,8) panik atak ve astım, 1'inde (%4,8) astım, 2'sinde (%9,5) diabetes mellitus (DM), 4 hastada (%19) HT, 1'inde (%4,8) koroner arter hastalığı (KAH), 1'inde (%4,8) kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), 1'inde (%4,8) KOAH, KAH ve HT, 1'inde (%4,8) KOAH, KAH, HT ve DM, 1'inde (%4,8) KOAH ve HT şeklindeydi.



Şekil 4.4. Ek hastalıkların hastalara göre dağılımı.

Ameliyat öncesi radyolojik görüntülerde 2 hastada (%4,3) Broberg ve Morrey sınıflandırmasına göre grade 1 osteoartrit bulguları mevcut idi.

Hastaların başvuru anı ile ameliyata alınması arasında geçen süre ortalama $6,1 \pm 5,3$ gündür (0-23). Hastaların 4 tanesi (%8,5) ilk 24 saatte ameliyata alındı. 24-48 saat aralığında 6 hasta (%12,8), 48-72 saat arasında 7 hasta (%14,9) ameliyata alındı. 19 hastada ise (%40,4) 72 saat ile bir hafta arasında bekleme süresi var idi. Yedi hasta (%14,9) 1 hafta ile 2 hafta arasında ameliyata alınabildi. 4 hasta (%8,5) ise 2 haftadan daha uzun süre bekledikten sonra cerrahiye alındı. İlk haftadan sonra ameliyata alınma sürelerinin uzun olmasının nedeni olgularda ek hastalık ve travma olması sebebiyle

ameliyat öncesi hazırlıklarının uzun sürmesi ve bu hastaların genel durumunun cerrahiye elverişli olmamasından kaynaklanmakta idi.



Şekil 4.5. Hastaların ameliyat öncesi bekleme sürelerinin dağılımı.

İki haftadan daha uzun süre bekleyen hastalardan 1'i dirsek kırığı sonrası başvurduğu acil serviste myokard enfarktüsü geçirmesi nedeniyle genel durumunun düzelmesi için beklenildi. Madde bağımlısı olan bir hasta kliniğe yatırıldıktan sonra yoksunluk sendromuna girmesi ve saldırganlaşmasından dolayı psikiyatri servisine yatırıldı. Psikiyatri bölümünün önerisi ile psikolojik durumu stabil hale geldikten sonra opere edildi. İki hasta, çoklu yaralanmalarının olması ve yoğun bakımda entübe şekilde takip edilmelerinden dolayı genel durumları düzeldikten sonra ameliyata alındı.

Hastaların genel durumu, cerrahi süre, iliak kemikten otogreft alınıp alınmaması, anesteziistin tecrübesi ve cerrahın tercihi göz önünde bulundurularak anestezi tipi olarak 44 hastada (%93,6) genel anestezi, 1 hastada (%2,1) aksiller anestezi, 2 hastada ise (%4,3) infraklavikular rejyonel anestezi tercih edildi.

Hastalar cerrahın tercihine göre 36'sı (%76,6) supin, 9'u (%19,1) prone ve 2'si (%4,3) lateral dekubit pozisyonunda operasyon masasına alındı. Kırk dört hastada (%93,6) turnike manşonu kola takıldı ve insizyondan önce sistolik kan basıncından 100 mmHg fazla şişirilerek aktif hale getirildi. Eksternal fiksator uygulanan hastalarda turnike kullanılmadı. Turnikenin ortalama aktif kalma süresi; en az 60 dakika en fazla 120

dakika olmak üzere $102,8 \pm 18,7$ dakikadır. Cerrahi süre ise ortalama $172,1 \pm 50,7$ dakikadır (90-330). Cerrahi yaklaşım olarak 43 hastada (%91,5) posterior insizyon, 1 hastada (%2,1) lateral insizyon, 2 hastada (%4,3) hem medial hem lateral insizyon kullanıldı. Üç hastanın (%6,4) ise eksternal fiksator ile tespiti sağlandı. Eksternal fiksator uygulanan 3 hastanın 2'si daha sonra tekrar opere edilerek bu hastalara ARİF ve plak ile osteosentez yapıldı. Diğer hastanın ise eksternal fiksator ile takibine devam edildi. Hastaların 38'sine (%80,8) olekranon osteotomisi, 9'una (%19,2) ise osteotomi yapılmadan distal humerus kırıklarının tespiti gerçekleştirildi. Olekranon osteotomisi yapılan 38 hastanın 27'sinde (%71,1) Chevron osteotomisi, 11'inde (%28,9) düz eklem içi osteotomi yapıldı.

Posterior insizyon tercih edilen fakat osteotomi yapılmayan 6 hastanın 1'inde (%16,6) triceps sparing, 2'sinde (%33,3) tricipissplitting yaklaşımı, 2'sinde (%33,3) paratricipital yaklaşım kullanıldı. Bir hastada (%16,6) ise olekranon kırık olduğundan yeni osteotomi yapılmadan distal humerus kırık hattına ulaşıldı.

Kırık tespiti çeşitli yöntemler ile yapıldı. Hastaların 1'inde (%2,1) K telleri ile fiksasyon sağlandı. Üç hastada (%6,4) eksternal fiksator ile ilk tespitleri yapıldı. Eksternal fiksator yapılan 3 hastadan 1'i 8 gün sonra, diğeri de 16 gün sonra fiksator çıkarılarak plak vida ile nihai tespite geçildi. Hastaların 30'unda (%63,8) plaklar dik konumda, 7'sinde (%14,9) paralel konumda yerleştirilerek fiksasyon sağlandı. İki hastada (%4,3) 3 adet plak ile dik ve paralel konum birlikte kullanıldı. Hastaların 2'sinde (%4,3) ise Y plağı kullanıldı. Kalıcı tespit olarak fiksator 1 (%2,1) hastada, 2 (%4,3) hastada lateral tek plak, 2 (%4,3) hastada ise medial plak ve lateralde vida ile kırık fiksasyonu sağlandı. Plak ile ARİF yapılan hastaların 40'ında (%85,1) precountered anatomik plak, 2'sinde (%4,3) rekonstrüksiyon plağı, 2'sinde (%4,3) dinamik kompresyon plağı (DCP), 1 (%2,1) hasta da ise precountered anatomik plak ile birlikte rekonstrüksiyon plağı kullanıldı. Hastaların 1'inde (%2,1) açık redüksiyon K telleri ile kemik tespiti, 1'inde (%2,1) eksternal fiksator ile birlikte K telleri kullanılarak kırık tespiti sağlandı.

Çalışmaya dahil edilen hastaların kırık fiksasyonu esnasında 7'sinde (%14,9) greft kullanılmıştır. Hastaların 1'inde (%2,1) allogreft, 3'ünde (%6,3) otogreft, 3'ünde (%6,3) sentetik greft kullanıldı.

Osteotomi hattı ve travma esnasında kırık gelişmesi nedeniyle olekranon tespiti yapılan hastaların sayısı 39 idi. Hastaların 30'unda (%63,9) hastada gergi bandı yöntemi ile, 7'sinde (%14,9) plak vida ile, 1'inde (%2,1) yivli vida ile ve eksternal fiksator ile takip edilen 1 (%2,1) hastanın kırık olekranonunun tespiti transosseöz sütür ile yapıldı.

Ulnar sinirin anteriora transpozisyonunu hastalarda rutin uygulanmadı. Ulnar sinir, kırık fiksasyonu sonrası anatomik sahasına yerleştirildi. Sinir kendi alanına yerleştirildikten sonra fleksiyon ve ekstansiyon ile gerginliğine ve tünelden çıkıp çıkmadığına bakıldı. Ulnar sinirin gergin olduğu 1 (%2,1) hastada anterior submuskuler transpozisyon yapıldı. Cerrahi insizyonu kapama esnasında uygun görülen hastaların 28'inde (%59,6) hemovak dren kullanıldı ve postoperatif 2. günde çekildi.

ARİF yapılan tüm hastalara postopeeratif uzun kol ateli uygulandı. Yapılan tespitin rijiditesi ve hasta uyumuna göre atel, ortalama $5,1 \pm 1,2$ hafta (2-8) sonra çıkarıldı. Hastalarımıza, atel çıkarıldıktan sonra hareket başlandı. Hareket başlama süresi ortalama $5,9 \pm 2,3$ (2-16) haftadır. Hastalar atel sonlandırıldıktan bir hafta sonra fizik tedavi kliniğine yönlendirilmekle birlikte; hastalarımızın 43'ü (%91,5) herhangi bir fizik tedavi merkezinde tedavi alırken, 4'ü (%8,5) hiçbir kurumda tedavi almamıştır. Hastaların postoperatif FTR kliniğinde rehabilitasyona başlama zamanı ortalama $7,2 \pm 2,3$ (3-16) haftadır.

Kaynama zamanı hastaların takiplerinde çekilen grafilerde en az 3 kortekste kırık hattının tam birleştiği hafta olarak kabul edilip, ortalama $8,9 \pm 3,4$ (5-20) hafta olarak bulunmuştur.

4.2. Komplikasyonlar

Hastalarımızın 22'sinde (%46,8) takipleri esnasında komplikasyon görülmüştür. C1 kırık tipi olan 4 (%8,5) hastanın 1'inde, C2 kırık tipi olan 12 (%25,5) hastanın 4'ünde, C3 kırık tipi olan 31 (%66) hastanın 17'sinde komplikasyon görülmüştür.

İki hasta (%4,3) soğuk havalarda opere edilen dirseğinde aşırı ağrıdan yakınmakta idi. Bir (%2,1) hastada implant iritasyonuna bağlı rahatsızlık görüldü. Ameliyatlı dirseğinde implant varlığı hisseden ve rahatsız olan hasta cerrahi istemediğinden herhangi bir müdahalede bulunulmadı. İki (%4,3) hastada kapitellumda avasküler nekroz gelişti. Kapitellumda AVN saptanan hastalara şikayetleri olmadığından müdahalede bulunulmadı. Hastaların 3'ünde (%6,4) derin enfeksiyon

görüldü. Enfeksiyon gelişen bu 3 hastanın implantları çıkarıldı. Etkene yönelik antibiyotik tedavisi düzenlendi. Enfeksiyon düzeldikten sonra bu 3 hastanın birinde kırık hattında fleksiyon, bir hasta ise ekstansiyon deformitesi oluşması nedeni ile malunion tespit edildi. Fleksiyon deformitesi gelişen hastaya dirsek artrodezi önerildi, ancak hastanın cerrahiye olumsuz bakmasından dolayı herhangi bir müdahalede bulunulmadı. Diğer hastanın (ekstansiyon deformitesi gelişen) dirsek fonksiyonları bu durumdan etkilenmediğinden dolayı cerrahi müdahale düşünülmedi. Derin enfeksiyon sonrası ostemyelit gelişen üçüncü hastaya ise tedavi amacı ile yapılan kemik rezeksiyonu sonrası enfeksiyonu düzeldikten sonra artrodez uygulandı. K telleri ile internal tespiti yapılan bir hastamızda da fleksiyon pozisyonunda malunion mevcuttu. Hastanın yeterli hareket açıklığı olduğundan bu hastaya da cerrahi müdahale düşünülmedi. Toplamda hastaların 3'ünde (%6,4) malunion görüldü. Bir hastada (%2,1) kaynamama görüldü. Avasküler nekroz ve dirsek sertliği gelişen yaşlı hastamızda total dirsek artroplastisi uygulandı. Yedi (%14,9) hastada dirsek sertliği gelişti. Dirsek sertliği gelişen hastalar cerrahiye alındı. Cerrahide heterotopik ossifikasyon eksizyonu, kapsül gevşetme ve anestezi altında eklem mobilizasyonu ile hareket kazanılmaya çalışıldı.

Hastaların yapılan son poliklinik muayenelerinde toplam 16 (%34) hastada sinir ile ilgili komplikasyon mevcut idi. Postoperatif erken dönemde yapılan nöromotor muayenede 9 (%19,1) hastada hipoestezi mevcuttu. 7 (%14,9) hastada ulnar sinirin duyu alanında, 2 hastada (%4,3) median sinir duyu alanında hipoestezi mevcuttu. Bu hastalara erken dönemde herhangi bir cerrahi müdahalede bulunulmadı. Median sinir duyu alanında şikayeti olan iki hastanın birinde şikayetleri takiplerde geriledi. Diğer hastada ise hipoestezi azalmasına rağmen tamamen kaybolmadı ve geç dönemde hastada ek olarak ulnar sinir duyu alanında hipoestezi gelişti. Postoperatif erken dönemde ulnar duyu alanında uyuşukluk şikayeti olan 8 (%17) hastanın 1'inde (%2,1) şikayetlerinin artması üzerine ulnar nöroliz, plakların çıkarılması ve sinirin anterior transpozisyonu sonrası şikayetleri tamamen düzeldi. Üç (%6,4) hastada herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan takipleri esnasında şikayetleri geriledi. Dört (%8,5) hastanın ise şikayetleri geriledi fakat tam olarak düzelme olmadı. Preoperatif ve postoperatif erken dönemde herhangi bir sinir komplikasyonu olmayan fakat takiplerinde geç dönemde sinir komplikasyonu gelişen 8 (%17) hastamız vardı. Bu hastaların 4'ünde yalnızca ulnar sinir duyu alanında, 1'inde (%2,1) radial sinir duyu

alanında, 1'inde (%2,1) ulnar ve median sinir duyu alanlarında, 1'inde (%2,1) radial ve median sinir duyu alanlarında ve 1'inde radial, ulnar ve median sinir duyu alanlarında hipoestezi mevcuttu. Takiplerinde sadece ulnar sinir duyu alanında hipoestezi gelişen 4 hastanın 1'inde (% 2,3) plakları çıkarıldı. Ulnar nöroliz ve sinirin anterior transpozisyonu sonrası hastanın şikayetleri düzeldi. Diğer 3 (%6,4) hastaya ise herhangi bir müdahalede bulunulmadı. Radial, median ve ulnar sinir duyu alanlarında hipoestezisi olan 1 (%2,3) hastada implant çıkarma esnasında iatrojenik radial sinir kesisi gelişti. Primer sinir onarımı yapıldı fakat hastanın takiplerinde parestezi şikayeti geçmedi.

Hastaların takipleri esnasında 35'ine (%74,5) ek cerrahi girişim uygulandı. Bu ek cerrahi girişimler takiplerde gelişen komplikasyon veya implant çıkarmaya yönelik yapıldı. Bir (%2,1) hastada cilt altında vida başının hissedilmesi nedeniyle vida çıkarıldı. Ondört %29,8) hasta olekranondan gergi bandı, 20'sinde (42,6) plak vida çıkarımı nedeniyle cerrahi uygulandı. Dört (%8,5) hastaya ulnar nöroliz yapıldı 2'sine (%4,3) ise ulnar nöroliz ile birlikte anterior sinir transpozisyon uygulandı. Gergi bandı revizyonu için 2'si (%4,3), enfeksiyon nedeniyle 3'ü (%6,4), heterotopik ossifikasyon eksizyonu için 3'ü (%6,4), tekrardan ameliyata alındı. Bir (%2,1) hasta olekranon osteotomisinin kaynamaması, 7'si (%14,9) sert dirsek, 1'i (%2,1) rotasyon flebi çevirme, 1' i artrodez ve 1'i sinir onarımı nedeniyle tekrardan ameliyat edildi.

4.3. Olekranon Tespitine Bağlı Komplikasyonlar

Çalışmamızda 10 (%21,3) hastada olekranon tespitine bağlı komplikasyon görüldü. Bu hastalardaki komplikasyonlar, 3 hastada (%6,4) tel uçlarının cilt iritasyonuna, 2'sinde (%4,3) implantların ekstansiyonu engellemesine, 2'sinde (%4,3) ise tel uçlarının cilt iritasyonu sonucu ciltten dışarı çıkmasına bağlı olarak gelişmiş idi. Bir hastada (%2,1) osteotomi hattında kaynama gecikmesi ve bir hastada ise (%2,1) osteotomi tespitinde kullanılan K tellerinin kırılması, birinde (%2,1) ise osteotomi hattında kaynamama görüldü.

Olekranon osteotomisi kaynamayan hastanın gergi bandı çıkarıldı. Kırık uçları yenilenerek araya sentetik greft uygulandı. Olekranon plağı ile fiksasyonu sağlanarak kaynama elde edildi. Kaynama gecikmesi olan hastaya ise ağrısı olmaması nedeniyle ek müdahalede bulunulmadı. Sekizinci ayda tam kaynama elde edildi. Tel iritasyonu olan 3 hastanın ikisinin telleri olekranon osteotomisi kaynadıktan sonra çıkarıldı. Diğer

hastada ise kaynama tam olmadığından gergi bandı revizyonu uygulandı. Ekstansiyonu kısıtlı olan iki hastanın birinde gergi bandı diğerinde ise plak vida çıkarılarak ekstansiyon kaybı yeniden kazanıldı. Tel uçlarının, cilt iritasyonu sonucu ciltten dışarı çıktığı bir hasta lokal anestezi ile sütürize edildi. Bir hastaya, defektin büyük olması nedeniyle rotasyon flebi uygulandı. K telleri kırılan hastanın posteriordan insizyon ile teller geri çekildi. Telin kırık ucu ise anterior insizyon ile çıkarıldı.

4.4. Hastaların Fonksiyonel Sonuçları

Hastaların yapılan son kontrollerinde sağlam dirsek ile kıyaslandığında, kırık dirsekte ortalama ekstansiyon kaybı $17,2 \pm 15,5$ (0-90) derece, fleksiyon kaybı ise ortalama $16,06 \pm 13,2$ (0-60) derece olarak ölçüldü. Hastaların kırık tarafta dirsek fleksiyon açısının ortalama değeri 120 (75-135) derece, sağlam dirsek fleksiyon açısının ortalama değeri ise 135 (120-150) derece olarak ölçüldü. Sağlam dirseklerin ortalama fleksiyon açısı ile kırık dirseklerin ortalama fleksiyon açıları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulundu ($p=0,0$).

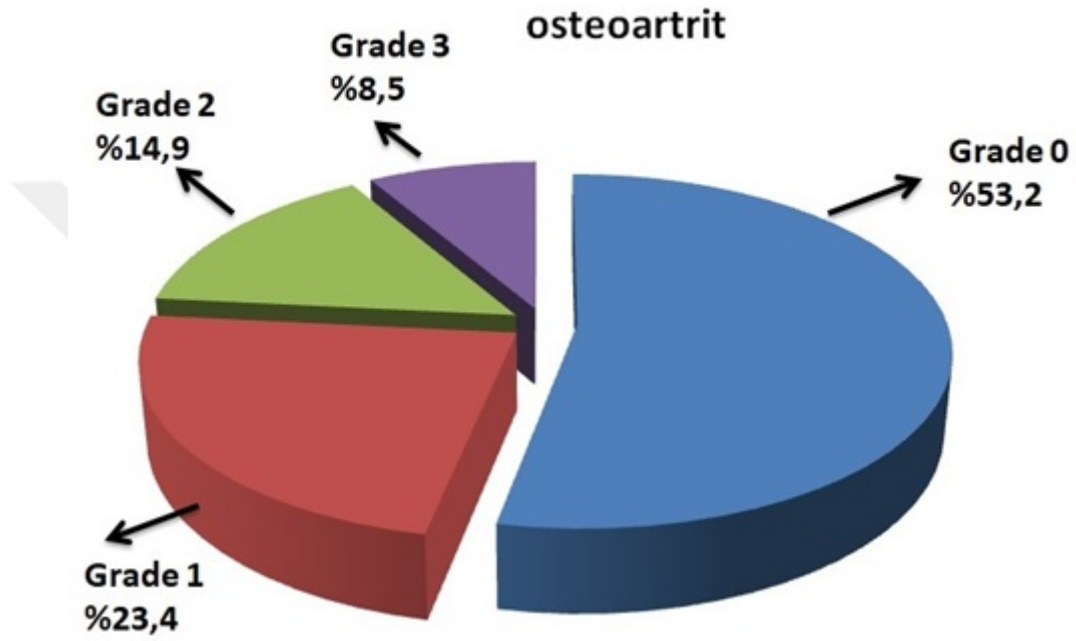
Tablo 4.2. Hastaların dirsek fleksiyon açılarının istatistiksel değeri.

Grup	Ortalama	Standart sapma	Orta değer	En az	En fazla	Toplam
Sağlam dirsek fleksiyon açısı	133,9	6,4	135	120,00	150,00	47
Kırık dirsek fleksiyon açısı	117,9	14,9	120	75,00	135,00	47

Hastaların kırık dirsekte supinasyon kaybı ortalama $6,4 \pm 10,3$ (0-45), ortalama pronasyon kaybı ise $3,2 \pm 7$ (0-30) derece olarak ölçüldü. Dominant taraf olup olmadığına bakılmaksızın kırık ekstremitde elin kavrama gücü ortalama $60,1 \pm 26,6$ (10-110) kg olarak ölçüldü. Sağlam taraf kavrama gücü ise ortalama $73,4 \pm 27,2$ (15-125) kg olarak ölçüldü. Elin sıkma gücü ise kırık tarafta $12,4 \pm 5,5$ (4-25) kg, sağlam tarafta ise $14,2 \pm 5,4$ (4-25) kg olarak ölçüldü. Kırık nedeni ile opere edilen dirsekler ile karşı taraf sağlam dirseklerin sıkma gücü karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamasına karşın ($p=0,118$), kavrama güçleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmuştur ($p=0,018$).

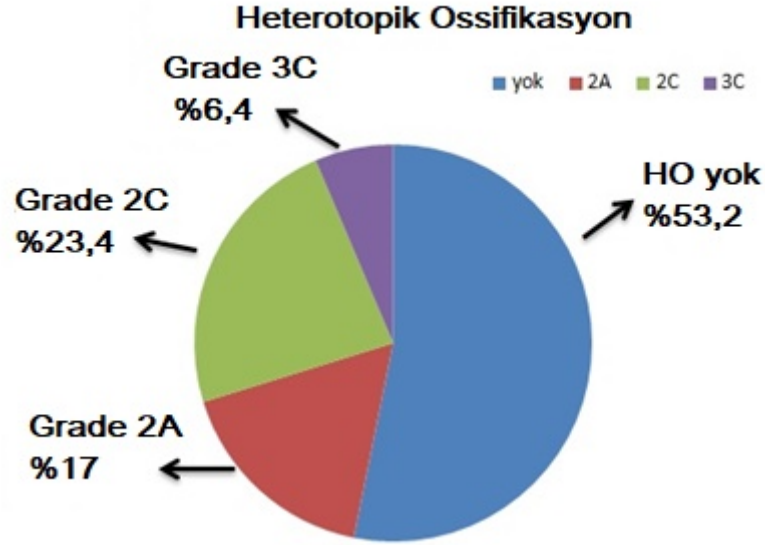
4.5. Radyolojik Değerlendirme

Son kontrolde çekilen AP/L röntgen görüntülerinde dirsek eklem artrozu ve heterotropik ossifikasyon varlığı değerlendirildi. Olgular osteoartrit açısından Broberg ve Morrey sınıflandırmasına göre gruplandırıldı. Buna göre 25 hastada (53,2%) osteoartritik değişiklik saptanmadı. Geri kalan 22 (%46,8) hastanın 11'inde (%23,4) hafif düzeyde, 7'sinde (%14,9) orta düzeyde, 4'ünde (%8,5) ciddi düzeyde eklem aralığında daralma ve dejenerasyon mevcuttu.



Şekil 4.6. Son grafide dirsek artrozunun Broberg ve Morrey sınıflandırmasına göre dağılımı.

Heterotropik ossifikasyon Hasting ve Graham sınıflandırması baz alınarak değerlendirildiğinde, vakaların 25'inde (%53,2) herhangi bir heteretopik ossifikasyon bulgusuna rastlanılmadı. Yirmi iki (%36,8) hastada heterotopik ossifikasyon bulguları mevcuttu, bunlardan 8'i (%17) grade 2A, 11'i (%23,4) grade 2C ve 3'ü (%6,4) grade 3C olarak sınıflandırıldı.



Şekil 4.7. Heterotopik ossifikasyonun hastalara göre dağılımı.

Ortalama hızlı DASH puanı $15,1 \pm 16,2$ (0-68,2) olarak belirlendi. Ortalama MAYO puanı $88,4 \pm 12,9$ (45-100) olarak hesaplandı. MAYO değeri hastalara göre dağıtıldığında; 27 (%57,4) hasta çok iyi, 16'sı (%34) iyi, 1'i (%2,1) orta, 3'ü (%6,4) kötü sonuç olarak değerlendirildi.

Tablo 4.3. MAYO sonucunun hastalara göre dağılımı.

	Sayı	Yüzde	Geçerli yüzde	Toplam yüzde
Çok iyi	27	57,4	57,4	57,4
İyi	16	34,0	34,0	91,5
Orta	1	2,1	2,1	93,6
Kötü	3	6,4	6,4	100,0
Toplam	47	100,0	100,0	

4.6. İstatistiksel Değerlendirmeler

Tüm hastalar kırık tipine göre sınıflandırıldığında; C1 kırıklarının %50'sinde, C2 kırıklarının %41,7'sinde, C3 kırıklarının %48,4'ünde heterotopik ossifikasyon geliştiği görüldü. Hastaların kırık tipleri ile takiplerinde heterotopik ossifikasyon gelişme oranları karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak kırık tiplerinin heterotopik ossifikasyon gelişimi üzerinde bir etkisi olmadığı görüldü ($p=0,90$). Cerrahi süresi 150 dakika ve altı olan 21 hastanın 10'unda (%47,6) heterotopik ossifikasyon saptanırken, 11'inde (%52,4) heterotopik ossifikasyon saptanmadı. Cerrahi süre 150 dakikadan daha uzun olan 26

hastanın 12'sinde (%46,2) heterotopik ossifikasyon var iken, 14'ünde (%53,8) heterotopik ossifikasyon saptanmadı. İstatistiksel olarak cerrahi süreninin uzamasının heterotopik ossifikasyon oluşumu üzerine bir etkisi yoktu ($p=0,920$). Çalışmamızda kafa travması olan 3 hastanın 1'inde (%33,3) grade 2A, 1'inde (%33,3) grade 2C heterotopik ossifikasyon varken, 1'inde (%33,3) heterotopik ossifikasyona rastlanılmadı. Kafa travması ile heterotopik ossifikasyon açısından istatistiksel fark anlamlı bulunmadı ($p=0,646$). Heterotopik ossifikasyon bulunan hastalar ile olmayan hastalar karşılaştırıldığında hızlı DASH, MAYO değeri, kavrama gücü, sıkma gücü açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Eklem hareket açıklığı ile kırık tipleri kıyaslandığında; C1 kırık tipinde eklem hareket açıklığının ortalama değeri $107,5^{\circ}$ (80° - 130°), C2 tipi kırıklarda 110° (70° - 130°), C3 tipi kırıklarda 105° (0 - 130°) olarak bulundu. Eklem hareket açıklığı ile kırık tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p=0,608$).

Hastalar pre opertif bekleme sürelerine göre iki gruba ayrıldı. Birinci grupta 5 gün ve daha az sürede ameliyat için bekleme süresine sahip, ikinci grupta ise 5 günden daha fazla bekleme süresine sahip hastalar yer almakta idi. Birinci grupta 24 hasta, ikinci grupta 23 hasta bulunmakta olup fonksiyonel sonuçları değerlendirildiğinde birinci grupta hastaların 11'i (%50) çok iyi, 10'u (%41,7) iyi, 1'i (%4,2) orta, 1'i (%4,2) kötü sonuç olarak bulundu. İkinci grubun fonksiyonel sonuçlarına bakıldığında; hastaların 15'i (%65,2) çok iyi, 6'sı (%26,1) iyi, 2'si (%8,7) kötü sonuç olarak değerlendirildi. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,447$).

Klinik sonuçlar hastaların açık veya kapalı kırığa sahip olmalarına göre karşılaştırıldığında; açık kırığı bulunan 15 hastanın 6'sı (%40) çok iyi, 7'si (%46,7) iyi, 2'si (%13,3) kötü sonuç, kapalı kırığı olan 32 hastanın 21'i (%65,6) çok iyi, 9'u (%28,1) iyi, 1' (%3,1) orta ve 1'i (%3,1) kötü sonuç olarak değerlendirildi. Distal humerus C1,C2, C3 kırıkların açık veya kapalı olmasının fonksiyonel sonuçlar üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında istatistiksel fark anlamlı bulunmamıştır ($p=0,197$). Açık kırıkların ortalama MAYO puanı $84,3 \pm 14,1$ iken kapalı kırıkların ortalama MAYO puanı $90,3 \pm 12,1$ bulunmuştur. Hastaların kapalı yada açık kırığa sahip olmasının, MAYO sonucu, sıkma gücü, kavrama gücü üzerine bir etkisi bulunmamaktadır (**Tablo 4.4**).

Yaralanma sırasındaki enerjiye göre düşük enerjili yaralanma geçiren 13 hastanın ortalama MAYO puanı $89,6 \pm 15,8$, hızlı DASH puanı ortalaması $14,0 \pm 18,5$, yüksek enerjili yaralanma geçiren 34 hastanın ortalama MAYO puanı $87,9 \pm 11,8$ ve hızlı DASH puanı ortalaması $15,6 \pm 15,5$ olarak hesaplandı. İki grup arasında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır.

Ameliyat öncesi 3D BT görüntüsü olan ve olmayan hastaların fonksiyonel sonuçları karşılaştırıldığında, ortalama MAYO puanı 3D BT görüntüsü olanlarda $87,2 \pm 14,0$ hızlı DASH puanı $14,9 \pm 11,5$ iken 3D BT çekilmeyenlerde bu puanlar sırasıyla $91,5 \pm 9,2$ ve $14,9 \pm 11,5$ olarak bulundu. Preoperatif üç boyutlu BT çekiminin fonksiyonel sonuçlar üzerine etkisi değerlendirildiğinde istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı (MAYO $p=0,265$, DASH $p=0,361$).

Tablo 4.4. Açık kırık/kapalı kırık durumunun Mayo, kavrama gücü, sıkma gücü ile kıyaslanması.

	MAYO	Kavrama gücü	sıkma gücü
Açık kırık	$84,3 \pm 14,1$	$61,6 \pm 22,4$	$13,7 \pm 6,0$
Kapalı kırık	$90,3 \pm 12,1$	$59,3 \pm 28,7$	$11,9 \pm 5,2$
P değeri	0,394	0,180	0,655

Hareket sistemi dışında ek yaralanması bulunan 8 hastanın ortalama MAYO puanı $93,1 \pm 7,5$ ve ortalama hızlı DASH puanı $14,6 \pm 14,7$ olarak hesaplandı. Ek yaralanması olmayan 39 hastanın ortalama MAYO puanı $87,4 \pm 13,6$ ve ortalama hızlı DASH puanı $15 \pm 16,6$ olarak hesaplandı. Ek yaralanması olan hastaların sonuçları daha iyi görülsede istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı (MAYO $p=0,879$, DASH $p=0,380$).

Cinsiyete göre yapılan değerlendirmede erkek hastaların ortalama hızlı DASH puanı $14,4 \pm 16,4$ ve ortalama MAYO puanı $88,8 \pm 14,4$ iken kadın hastaların ortalama hızlı DASH puanı $16,3 \pm 16,2$ ve ortalama MAYO puanı $88,1 \pm 12,2$ olarak hesaplandı. Cinsiyetin hastaların fonksiyonel sonuçları üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı (MAYO $p=0,842$, DASH $p=0,696$).

Kronik hastalığı olan hastalar ile olmayan hastaların fonksiyonel sonuçları karşılaştırıldı. Ek hastalığı olan 21 hastanın MAYO puanı ortalama $86,6 \pm 13,8$ ve hızlı DASH puanı ortalama $18,3 \pm 17,1$ olarak hesaplandı. Herhangi bir hastalığı olmayan

hastaların MAYO puanı ortalama $89,8 \pm 12,2$ ve hızlı DASH puanı ortalama $12,6 \pm 15,3$ olarak hesaplandı. Ek hastalık varlığının fonksiyonel sonuçları üzerine etkisi değerlendirildiğinde istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı.

Ameliyat olduğu esnadaki mevcut yaşına göre hastalar 40 yaş altı ve 40 yaş üstü olarak iki gruba ayrıldı. Kırk yaş altı 19 (%40,5), kırk yaş üstü 28 (%59,5) hasta bulunmaktaydı. Kırk yaş altı hastaların hızlı DASH puanı ortalama $19,8 \pm 8,9$ ve MAYO puanı ortalama $91,8 \pm 10,9$ kırk yaş üstü hastalarda bu değerler sırasıyla $17,9 \pm 19,3$ ve $86,0 \pm 13,8$ olarak hesaplandı. Hastaların hızlı DASH ve MAYO puanları kırk yaş altı ve kırk yaş üstü iki grup kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmadı (DASH $p=0,166$ ve MAYO $p=0,135$). Yaş grupları takiplerinde komplikasyon gelişme oranı açısından karşılaştırıldığında ise 40 yaş altındaki 19 hastanın 8'inde (%42,1) komplikasyon görülürken, 11 (%57,9) hastada hiç komplikasyon tespit edilmedi. Kırk yaş üstü 28 hastanın 14'ünde (%50) komplikasyon görülürken 14'ünde (%50) komplikasyon görülmedi. Yaş grupları komplikasyon gelişimi açısından ikili kıyaslandığında iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,408$). Yine kırık tipleri (C1, C2, C3) kendi aralarında komplikasyon gelişme oranları açısından kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p=0,349$). Olekranonda osteotomi yada kırık tespiti amacı ile implantı bulunan 39 hastanın 24'ünde (%61,5) bu implantlar çıkarıldı. Olekranon implantı bulunan C1 tipi 3 hastanın 2'sinin (%66,7), C2 tipi 8 hastanın 7'sinin (%87,5) ve C3 tipi 28 hastanın 15'inin (%53,6) implantları çıkarıldı. Kırık tipleri ile olekranon implant çıkarma oranları kıyaslandığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı ($p=0,256$).

Distal humerus kırıklarını tespit amacı ile konulmuş plağı çıkarılan 16 (%34,0) hastamız mevcuttu. AO/ASIF grubuna göre C1 tipi 4 hastadan 1'i (%25), C2 tipi 12 hastadan 5'i (%41,7), C3 tipi 31 hastadan 10'u (%32,3) plak/plakları çıkarılması amacı ile opere edildi. Kırık tipleri ve plak çıkarma oranları kıyaslandığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı ($p=0,256$). Plak çıkarılan hastalar ile çıkarılmayanların ameliyat süreleri kıyaslandı. Plak çıkarılan 16 hastanın 4'ünün (%25) operasyon süresi 150 dakika ve altında idi. Ameliyat süresi 150 dakikanın üzerinde olan 31 hastanın 17'sinde (%54,8) plak çıkarıldı. Ameliyat süresinin uzun veya kısa olması ile plak çıkarma oranlarını karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmadı ($p=0,68$). Plak çıkarılan hastaların hızlı DASH puanı ortalama $20,1 \pm 22,0$ MAYO puanı ortalama $84,6 \pm 16,3$ olarak hesaplandı. Plak çıkarılmayanların hızlı DASH puanı ortalaması $12,6 \pm$

11,8 ve ortalama MAYO puanı $90,3 \pm 10,5$ olarak hesaplandı. Klinik olarak plağı çıkarılmayan hastaların fonksiyonel sonucu daha iyi olsa da aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Plak çıkarılan hastaların kavrama gücü ortalaması $62,3 \pm 28,3$ kg sıkma gücü $13 \pm 6,8$ kg olarak hesaplandı. Plak çıkarılmayan hastaların kavrama gücü ortalaması $58,9 \pm 26,1$ sıkma gücü $12,1 \pm 4,8$ kg olarak hesaplandı. İstatistiksel olarak hızlı DASH, MAYO, kavrama gücü ve sıkma gücü plakları çıkarılan ve çıkarılmayan hastalarda kıyaslama yapıldığında fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (**Tablo 4.6**). Plak çıkarılan 16 hastanın 8'inde (%50) heterotopik ossifikasyon mevcut iken, plak çıkarılmayan 31 hastanın 14'ünde (%45,2) heterotopik ossifikasyon mevcuttu. Heterotropik ossifikasyon ile plak çıkarılması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,768$).

Hastaların kırık dirsek ile sağlam dirsekteki pronasyon ve supinasyon açıları ölçüldü. Kırık tiplerine göre değerlendirildiğinde C1 de ortalama supinasyon kaybı $1,2 \pm 2,5$ derece ortalama pronasyon kaybı $2,5 \pm 5,0$ derece, C2 kırık tipinde ortalama supinasyon kaybı $5,4 \pm 10,1$ ve pronasyon kaybı $5,4 \pm 8,3$ derece, C3 kırık tipinde ise ortalama supinasyon kaybı $7,5 \pm 10,9$ derece, ortalama pronasyon kaybı ise $2,5 \pm 6,6$ derece olarak bulundu. Kırık tipleri kendi aralarında supinasyon ve pronasyon kayıp miktarı yönünden kıyaslandığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır ($p=0,580$ ve $p=0,427$).

Hastaların fonksiyonel sonuçlarının takip sürelerinden etkilenip etkilenmediği değerlendirmek amacı ile hastalar takip sürelerine göre iki gruba ayrıldı. Takip süresi 72 ay ve daha az olanlar 1. grup ve takip süresi 73 ay ve üzeri olanlar 2. grup olarak ayrıldı. Birinci grupta 26 hasta ikinci grupta 21 hasta bulunmaktaydı. İki grup hızlı DASH değeri, MAYO, kavrama gücü ve sıkma gücü yönünden karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark anlamlı bulunmamıştır. Takip süresi 72 ay ve altında olan 26 hastanın 12'sinde (%46,2), takip süresi 72 ay üzeri olan 21 hastanın 10'unda (%47,6) takipleri esnasında komplikasyon gelişti. Komplikasyon gelişim oranı ile takip süresi arasında istatistiksel olarak ilişki saptanmadı ($p=0,920$).

Ameliyat sonrası 6 hafta ve daha kısa sürede rehabilitasyona başlanan hastalar ile 6 haftadan uzun sürede rehabilitasyona başlanan hastaların hızlı DASH, MAYO, kavrama gücü ve sıkma gücü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Tablo 4.5. FTR başlama süreleri ile sonuçların karşılaştırılması.

	FTR başlama	Sayı	Ortalama	Std. Sapma	P değeri
DASH	<6 hafta	20	13,2	15,3	0,522
	>6 hafta	23	16,5	17,9	
MAYO	<6 hafta	20	88,5	13,6	0,963
	>6 hafta	23	88,6	13,4	
KIRIK DİRSEK KAVRAMA GÜCÜ	<6 hafta	20	62,9	20,7	0,817
	>6 hafta	23	60,9	31,8	
KIRIK DİRSEK ÇİMDİKLEME GÜCÜ	<6 hafta	20	12,2	4,5	0,442
	>6 hafta	23	13,5	6,2	

Hastaların dominant eli ile kırık dirsekleri karşılaştırıldı. Dominant elini kullanan ve aynı tarafta dirsek kırığı olan 21 hasta mevcuttu. Dominant olmayan tarafı kırık olan 27 hasta mevcuttu. İki grup fonksiyonel sonuç yönünden kıyaslandı. Hızlı DASH, MAYO, eklem hareket açıklığı, kavrama gücü, sıkma gücü, pronasyon ve supinasyon kaybı yönünden kıyaslandığında istatistiksel olarak iki grup arasında fark anlamlı bulunmadı. Çalışmaya dahil edilen hastalardan 18'in de distal humerus kırığı dışında, diğer kemiklerde de kırıkları mevcuttu. Ek kırığı olan olgular ile olmayanlar fonksiyonel sonuçlarına göre kıyaslandığında, ek kırık varlığının fonksiyonel sonuçlar üzerine bir etkisinin olmadığı saptandı. Plak yerleşimi ve tespit şekline göre (90-90 plaklama, 180-180 plaklama ve diğer tespit şekilleri) fonksiyonel sonuçlar karşılaştırıldığında plak yerleşimi ve tespit şeklinin fonksiyonel sonuç üzerinde bir etkisi bulunmadı. Yine plak yerleşim şekli ile ulnar sinir komplikasyonu arasında anlamlı istatistiksel fark bulunmadı ($p=0,460$).

Tablo 4.6. Plak çıkarılan ve çıkarılmayan hastaların fonksiyonel sonuçlarının karşılaştırılması.

	Plak çıkarma	Sayı	Ortalama	P değeri
DASH	Var	16	20,194	0,131
	Yok	31	12,619	
MAYO	Var	16	84,688	0,160
	Yok	31	90,323	
KIRIK DİRSEK KAVRAMA GÜCÜ	Var	16	62,313	0,688
	Yok	31	58,968	
KIRIK DİRSEK ÇİMDİKLEME GÜCÜ	Var	16	13,063	0,615
	Yok	31	12,194	

Hastaların 35'ine (%74,5) sonradan ek cerrahi ihtiyacı doğmuştur. Kırk yaş altı olan 19 hastanın 17'sine (%89,5), 40 yaş üstü 28 hastanın 18'ine (%64,3) ek cerrahi yapılmıştır. Yaşın ek cerrahi girişim oranını artırıp artırmadığı değerlendirildiğinde, istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,52$). Kırık tipi ve ek cerrahi kıyaslamasında; C1 kırık tipinde %50, C2 tipinde %83,3 ve C3 tipinde %74,2 oranında ek cerrahi girişime gereksinim duyulmuştur. Kırık tipi ile ek cerrahi girişim gereksinimi arasında sayısal olarak fark olsada istatistiksel fark anlamlı bulunmamıştır ($p=0,515$). Yaralanma enerjisine göre; düşük enerjili yaralanma sonucu ameliyat edilen 13 hastanın 9'unda (%69,2), yüksek enerjili yaralanma nedeniyle kırık gelişen 34 hastanın 26'ında (%76,5) ek cerrahi yapıldı. Yaralanma enerjisi ile ek cerrahi arasında ilişki bulunmamaktaydı ($p=0,713$). Yine yaş, kırık tipi, yaralanma enerjisi, ameliyat öncesi bekleme süresi, rehabilitasyona başlama süresi, takip süresinin komplikasyon gelişimi üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi yoktu.

Cerrahi süresi 150 dakikanın altında olan 21 hastanın 6'sının (%28,6), cerrahi süre 150 dakikadan daha fazla olan 26 hastanın 16'sının (%61,5) takiplerinde komplikasyon görüldü. Cerrahi süre arttıkça takiplerdeki komplikasyon oranındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,039$). Olekranon osteotomisi yapılan hastaların 23'ünde (%61,6) grafilerinde osteoartrit gelişimi gözlenmezken, 8'inde (%21,6) grade 1, 4'ünde (10,8) grade 2 ve 3'ünde (%8,1) grade 3 osteoartrit gözlemlendi. Yapılan istatistik analizinde osteotominin osteoartrit gelişimi üzerinde bir etkisinin olmadığı saptandı ($p=0,309$). Osteotomi tipi ve fonksiyonel sonuç karşılaştırılması yapılarak farklılık olup olmadığına bakıldı. Cheron osteotomisi yapılan hastaların MAYO puanı ortalaması $88,6 \pm 14,5$ iken düz osteotomi yapılan hastaların MAYO

puanı ortalaması $91,3 \pm 13,0$ olarak hesaplandı. Chevron osteotomisinde ortalama hızlı DASH puanı $16,3 \pm 19,9$ iken düz osteotomili hastalarda bu değer ortalama $8,2 \pm 8,3$ olarak hesaplandı. İki osteotomi tipi arasında fonksiyonel sonuç açısından sayısal olarak fark olduğu görünse de istatistiksel fark anlamlı bulunmamıştır (MAYO $p=0,597$, DASH $p=0,202$).

Çalışmamızda AO/ASIF kırık sınıflandırmasına göre C3 kırık tipinin fonksiyonel sonucunun C1 ve C2 tipine göre sayısal sonucu kötü görünse de istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (**Tablo 4.7**).

Tablo 4.7. Kırık tiplerinin fonksiyonel sonuçlar ile kıyaslanması.

		Hızlı DASH	MAYO
C1	Ortalama	8,7	90,0
	Sayı	4	4
	Std. Sapma	9,6	8,1
C2	Ortalama	12,6	91,6
	Sayı	12	12
	Std. Sapma	14,3	12,4
C3	Ortalama	17,029	86,9
	Sayı	31	31
	Std. Sapma	17,5	13,6
P değeri		0,512	0,495

Son kontrollerinde osteoartrit bulgusu olmayan 25 (%53,2) hastanın ortalama hızlı DASH puanı $8,7 \pm 11,4$ ve ortalama MAYO puanı $95,2 \pm 7,2$ olarak hesaplandı. Grade 1 osteoartrit saptanan 11 (%23,4) hastanın ortalama hızlı DASH puanı $13,6 \pm 8,8$ ve ortalama MAYO puanı $85,9 \pm 12,2$ iken grade 2 osteoartrit olan 7 (%14,9) hastanın ortalama hızlı DASH puanı $19,8 \pm 10,1$ ve ortalama MAYO puanı ise $82,1 \pm 3,9$ olarak hesaplandı. Grade 3 osteoartrit olan 4 (%8,5) hastanın ortalama DASH ve MAYO değerleri sırasıyla $51,4 \pm 19,1$ ve $63,7 \pm 17,5$ olarak hesaplandı. Osteoartrit düzeyi arttıkça hastaların fonksiyonel sonucu kötüleşmektedir (DASH $p=0,001$, MAYO $p=0,000$). Hastaların incelenen son radyografilerinde kırık tiplerine göre osteoartrit gelişimi değerlendirildiğinde C1 kırık tipinin %25'inde, C2 kırık tipinin %33,3'ünde, C3 kırık tipinin %54,8'inde osteoartritik değişiklik gözlemlendi. C1 tipi kırık olan 4 (%8,5) hastanın 3'ünde (%6,4) osteoartritik değişiklik gözlenmez iken 1'inde (%2,1) eklemde hafif derecede daralma mevcuttu. C2 tipi kırık olan 12 (%25,5) hastanın 8'inde (%17)

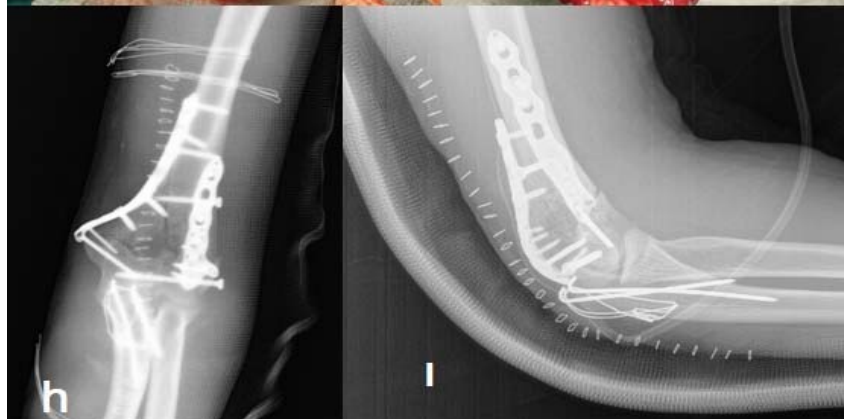
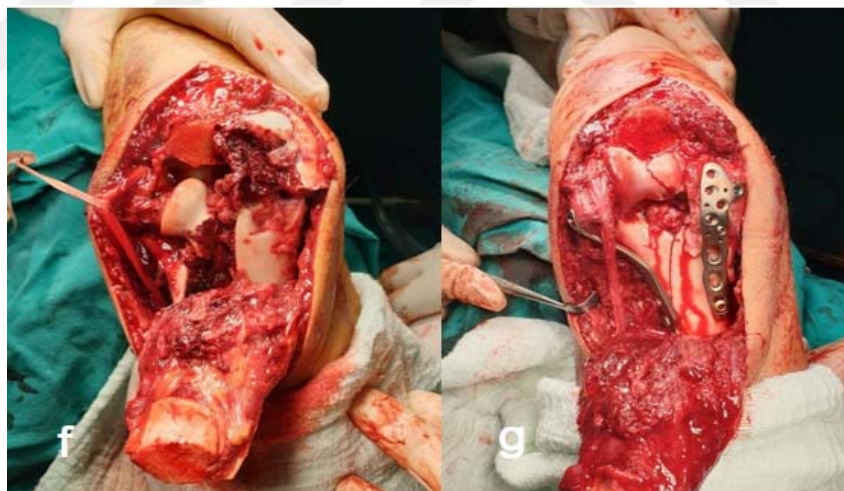
osteoartritik değişiklik gözlenmezken 3 (%6,4) hastada eklemde hafif derecede daralma, 1 (%2,1) hastada ise eklemde orta derecede daralma mevcuttu. C3 tipi kırık olan 31 (%66) hastanın 14'ünde (%29,8) osteoartritik değişiklik gözlenmezken 7 (%14,9) hastada eklemde hafif derecede daralma, 6 (%12,8) hastada eklemde orta derecede daralma, 4 (%8,5) hastada eklemde ileri derecede daralma gözlemlendi.

4.7. Olgu Örnekleri

4.7.1. Olgu 1

Otuz iki yaşında erkek hasta. Halı sahada düşme sonrası sol humerus alt uç ekstansiyon tipi, AO/ASIF tip C3 kırık nedeniyle başvurusundan 6 gün sonra opere edildi. Posterior insizyon sonrası düz eklem içi olekranon osteotomisi yapılarak precountered anatomik 90-90 plaklama ile osteosentezi sağlandı. Olekranon osteotomisi gergi bandı yöntemiyle tespit edildi. Hastaya uzun kol atel uygulandı. Hemovak dren post-operatif 2. günde çıkarıldı. Postoperatif dönemde ulnar hipoestezi mevcuttu. İki haftalık aralıklarla poliklinik kontrolüne çağırıldı. Altınca hafta da atel sonlandırılarak aktif yardımcı egzersize başlandı. Bir hafta sonra fizik tedavi kliniğinde tedaviye alındı. Takiplerinde ulnar hipoestezi geriledi.

Hasta postoperatif 19. ayda olekranon tespitinde kullanılan K tellerinden birinin kırılması nedeniyle ameliyat edildi. Bütün implantları çıkarıldı. Telin kırık ucu anterior insizyonla çıkarıldı. Hastanın 21 aylık takibinin ardından sol dirsek eklem hareket açıklığı 0-140 derece olarak ölçüldü. Kıyaslamalı her iki ön kol rotasyonunda fark yoktu. Hızlı DASH puanı 2,3 puan ve MAYO puanı 100 olarak hesaplandı. Kavrama gücü 62 kg, sıkma gücü 14 kg ölçüldü. Hastanın fonksiyonel sonucu MAYO değerine göre çok iyi olarak değerlendirildi.

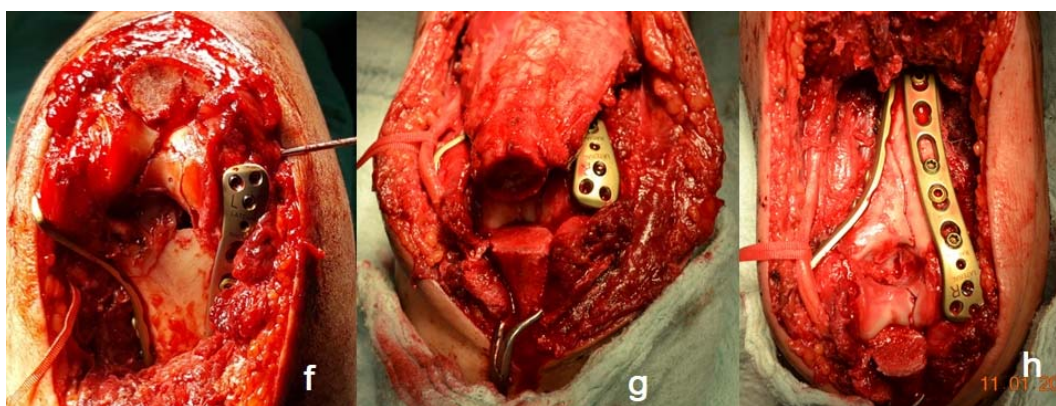
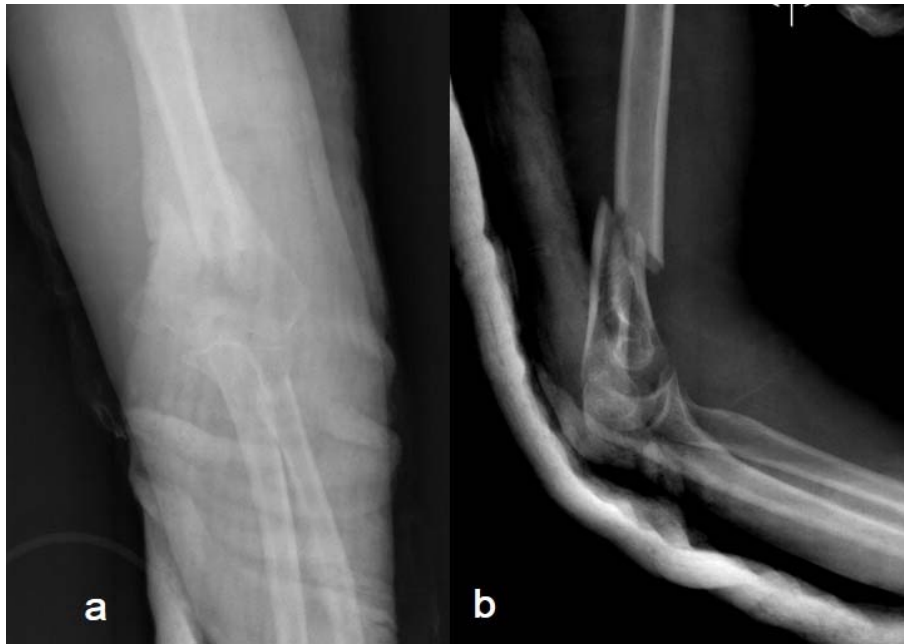


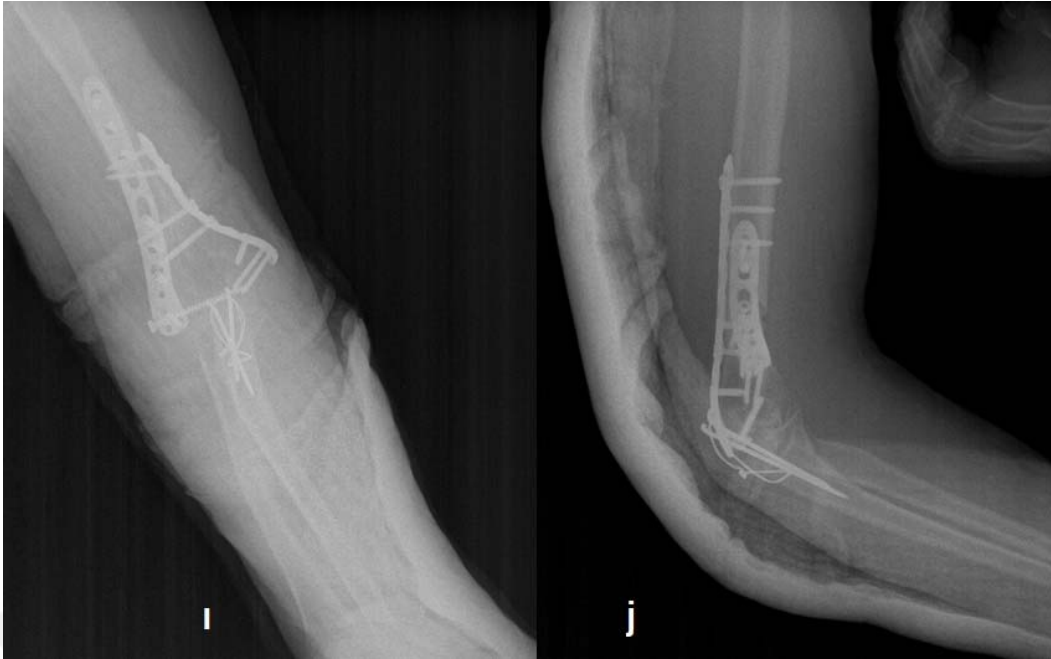


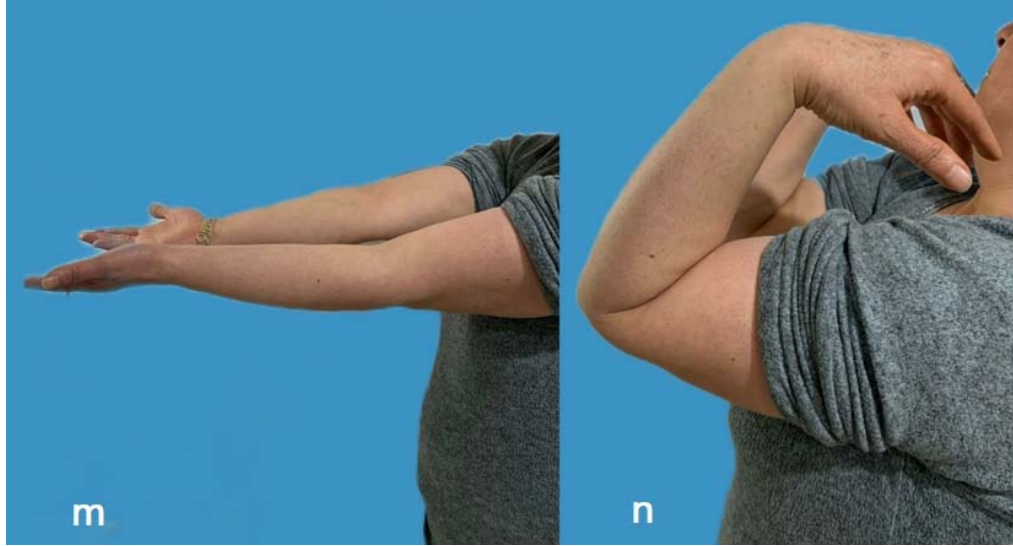
Şekil 4.8. Olgu 1'in görüntüleri. (a) preop. AP grafi, (b) preop. lateral grafi, (c/d/e) preop. 3D BT görüntüleri, (f/g) intraop fotoğraf, (h) postop. AP grafi, (i) postop lateral grafi, (j) postop 21. ay kırık K telinin AP grafisi, (k) kırık K telinin lateral grafisi, (l) tüm implantlar çıkarıldıktan sonra AP, (m) lateral grafi, (n/o) fonksiyonel sonuç.

4.7.2. Olgu 2

Altmış iki yaşında kadın hasta. Banyoda düşme sonrası sağ humerus alt uç ekstansiyon tipi AO/ASIF tip C3 kırık nedeniyle başvurudan 2 gün sonra genel anestezi altında lateral dekübit pozisyonunda ameliyat edildi. Posterior insizyon sonrası düz eklem içi olekranon osteotomisi yapılarak kırık redüksiyonunu takiben precountered anatomik 90-90 plaklama yapıldı. Osteotomi hattı zuggurtung yöntemiyle tespit edildi. Uzun kol atel uygulandı. Postoperatif 2. gün yara bakımı yapılarak hasta taburcu edildi. İki hafta aralıklarla poliklinik kontrolüne çağırıldı. Ameliyat sonrası 5. haftada atel sonlandırılarak aktif yardımcı egzersiz başlandı. Altıncı haftada fizyoterapiye başlandı. Hastanın 110 aylık takipleri sonrasında eklem hareket açıklığı 0-130 derece idi ve önkol rotasyonunda kısıtlılık yoktu. Hızlı DASH puanı 2,3 MAYO 95 puan olarak hesaplandı. Kavrama gücü 55 kg, sıkma gücü 11 kg olarak ölçüldü. Olgu çok iyi sonuç olarak değerlendirildi.





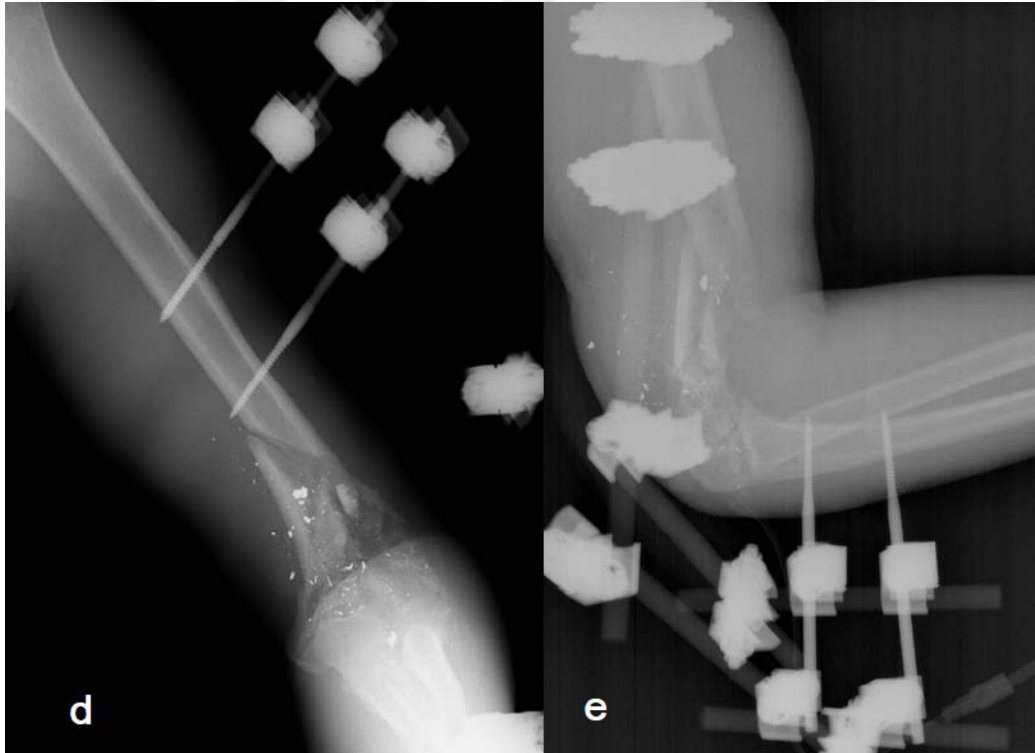
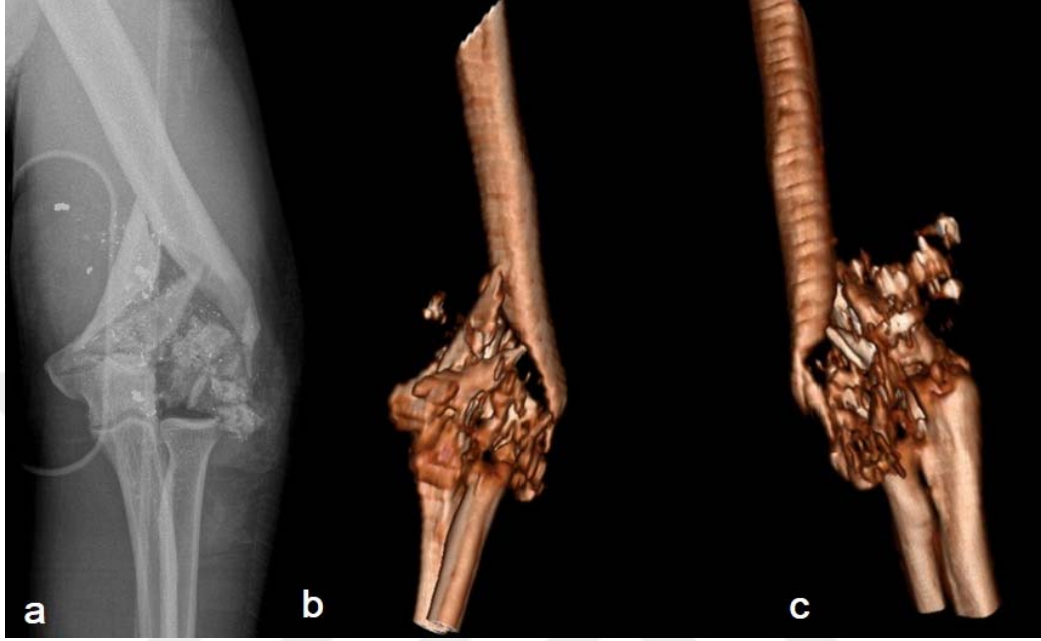


Şekil 4.9. Olgu 2'nin görüntüleri. (a) preop AP grafi, (b) preop lateral grafi, (c/d/e) preop BT görüntüleri, (f/g/h) intraop redüksiyon ve internal tespit fotoğrafları, (ı) postop AP grafi, (j) postop lateral grafi, (k) takibin 72. ayında AP, (l) lateral grafi, (m/n) hastanın son kontrolünde eklem hareket açıklığı.

4.7.3. Olgu 3

Yirmi sekiz yaşında erkek hasta, ASY sonrası sol humerus alt uç AO/ASIF C3 tipi, Gustilo-Anderson tip 3A açık kırık nedeniyle aynı gün ameliyata alındı. Serum fizyolojik ile bol yıkama ve debridman sonrası, humerus ve ulnadan monoplanar axial eksternal fixatör kurularak dirsek ekleminin geçici tespiti sağlandı. Hemovak dren yerleştirilerek antibiyoterapisi düzenlendi. Yara yeri enfeksiyonu olmayan hastanın postop 16. günde eksternal fiksator sonlandırılarak nihai tespit amacı ile opere edildi. Genel anestezi altında posterior insizyon Chevron tipi olekranon osteotomisi yapılarak, precountered anatomik paralel plaklama ile kırık tespiti yapıldı. Humerus lateral kolon ve kapitellum defektleri allogreft ile desteklendi. Olekranon osteotomisi gergi bandı yöntemiyle tespit edildi. Uzun kol atel uygulandı. Postoperatif 2. günde yara problemi olmayan hasta taburcu edildi. İki haftalık aralıklarla poliklinik kontrolüne çağrıldı. Uzun kol atel 6. haftada sonlandırılarak aktif yardımcı egzersiz başlandı. Hastaya 7. haftada fizik tedavi kliniğinde rehabilitasyona başlandı. Osteotomi hattında geçikmiş kaynaması mevcuttu. Şikayeti olmayan hasta takip edildi. Osteotomi hattı cerrahi müdahaleye gerek kalmadan kaynadı. Hastanın 67 aylık takibi sonrasında poliklinikte yapılan muayenesinde; dirsek eklem açısı 0-30-110 derece olarak ölçüldü. Ön kol pronasyon ve supinasyonunda kısıtlılık yoktu. Hızlı DASH 12,5 ve MAYO 80 puan

olarak hesaplandı. Sol el kavrama gücü 110 kg, sıkma gücü ise 21 kg olarak ölçüldü. Son grafilerinde Broberg ve Morrey grade 2 osteoartrit, Hasting ve Graham evre 2A heterotropik ossifikasyon saptandı. Hastanın fonksiyonel sonucu MAYO değerine göre iyi olarak belirlendi.





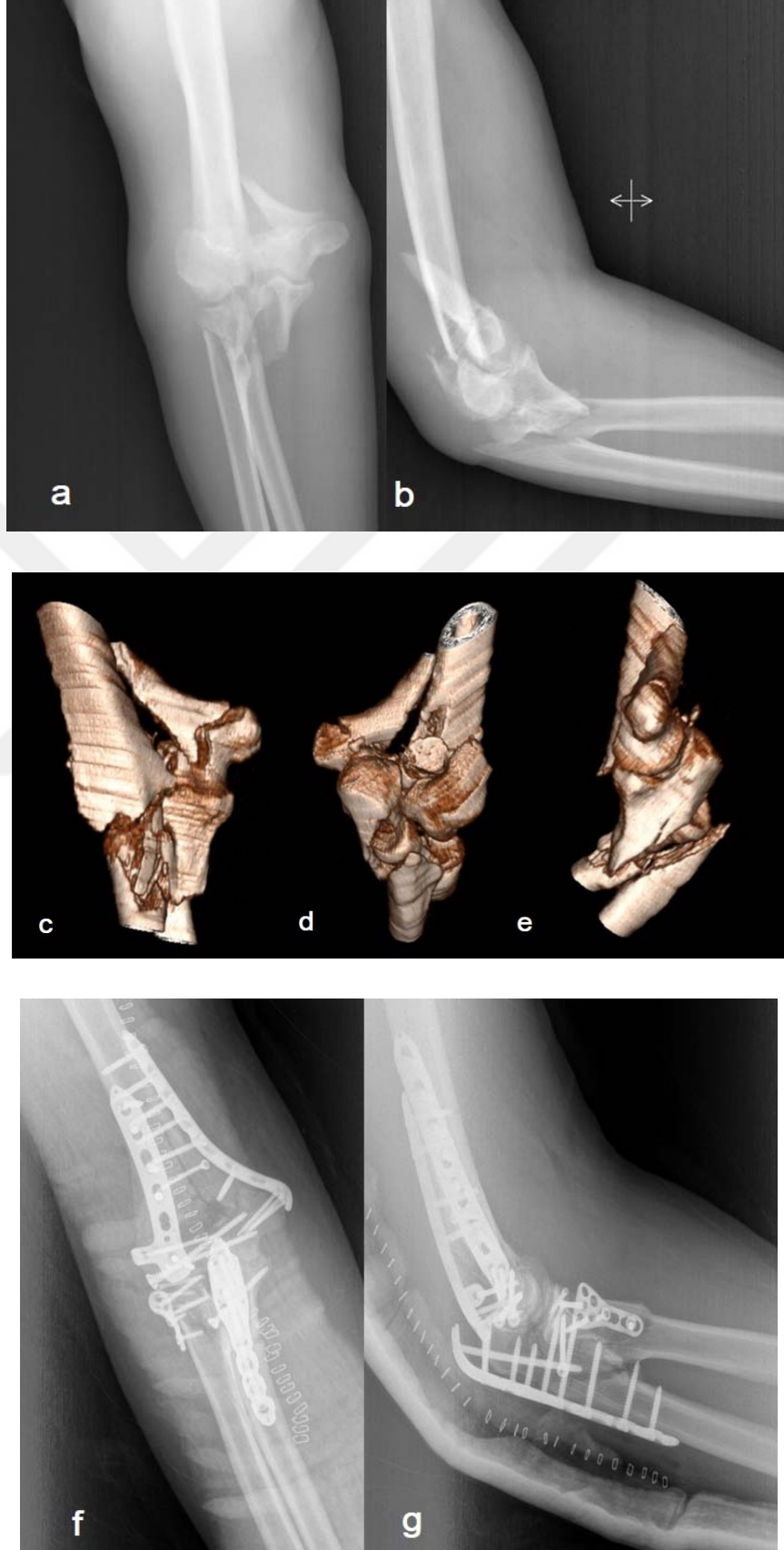


Şekil 4.10. Olgu 3'ün görüntüleri. (a) preop AP grafi, (b/c) preop BT görüntüleri, (d) ilk müdahale sonrası ekstansör fiksator ile tespit AP grafi, (e) lateral grafi, (f) placlama sonrası AP grafi, (g) lateral grafi, (h) takibinin 67. ayında AP grafi, (i) lateral grafi, (j/k) fonksiyonel sonuç.

4.7.4. Olgu 4

Kırk beş yaşında erkek hasta. Yüksekten düşme sonrası sağ dirsek çevresi kırık nedeniyle acil serviste değerlendirildi. Humerus alt uç AO/ASIF C3 tipi kırık, Judet tip 4 radius boyun kırığı ve Mayo tip 3 olekranon kırığı nedeniyle başvurudan sonra 3. gün ameliyata alındı. Genel anestezi altında supin pozisyonda posterior insizyon sonrası transolekranon yaklaşım ile 90-90 placlama ile tespiti sağlandı. Radius başı ve olekranon kırıkları plak vida ile tespit edildi. Hemovak dren yerleştirilerek uzun kol atel uygulandı. Ameliyat sonrası nöromotor muayene olağandı. Postoperatif 2. günde hemovak dren çıkarıldı ve 3. günde hasta taburcu edildi. İki hafta aralıklarla hasta poliklinik kontrolüne çağırıldı. Hastanın 6. haftada ateli sonlandırılarak aktif yardımcı egzersiz başladı. Sekizinci haftada fizik tedavi kliniğinde rehabilitasyona alındı. Takiplerinde hareket kısıtlılığı olması nedeniyle 14. ayda mevcut implantları çıkarıldı. Takibinin 67. ayında yapılan muayenesinde; dirsek eklem hareketleri 0-25-110 olarak ölçüldü. Hastanın pronasyonu normal, supinasyon 70 derece kısıtlıydı. Sağ el kavrama gücü 30 kg, sıkma gücü 8 kg olarak ölçüldü. Ekstansör kas gücü yetersiz ve radial hipoestezi şikayeti olan hastaya çekilen elektromyografide radial nöropati saptanması üzerine hasta el cerrahisi polikliniğe yönlendirildi. Çekilen graflerinde Broberg ve Morrey grade 3 osteoartrit, Hasting ve Graham evre 3C heterotropik ossifikasyon

saptandı. Hızlı DASH skoru 50 puan, MAYO 70 puan olarak ölçüldü. Fonksiyonel durumu orta sonuç olarak değerlendirildi.



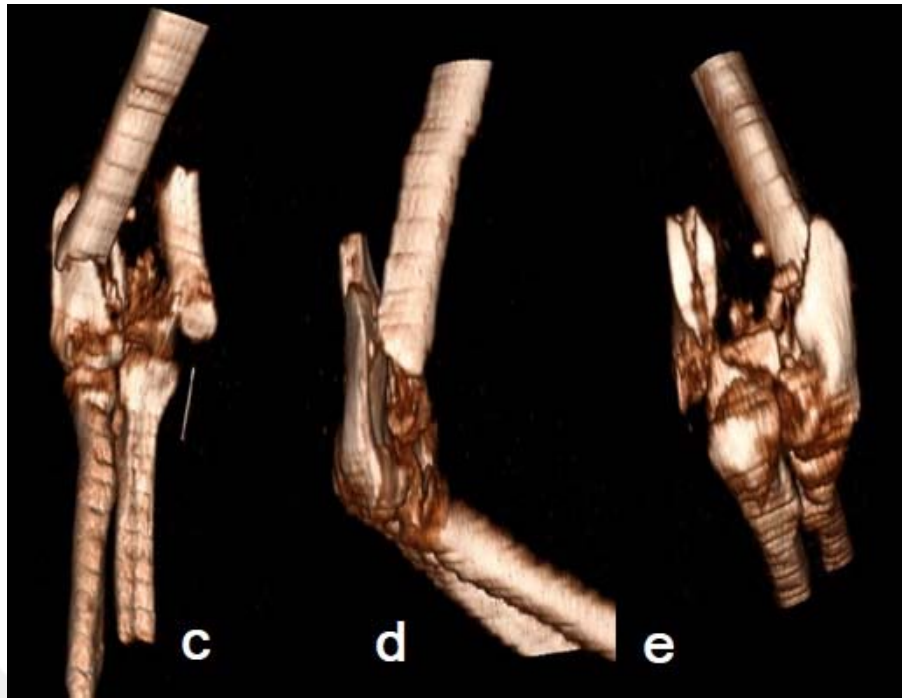


Şekil 4.11. Olgu 4'ün görüntüleri. (a) preop dirsek AP grafisi, (b) preop dirsek lateral grafî, (c,d,e) preop 3D BT görüntüleri, (f) postop AP grafî, (g) postop lateral grafî, (h) takibin 12. ayında AP grafî, (i) takibin 12. ayında lateral grafî, (j) takibin 67. ayında AP grafî, (k) takibin 67. ayında lateral grafî, (l/m) fonksiyonel sonuç.

4.7.5. Olgu 5

Kırk dört yaşında erkek hasta yüksekten düşme sonrası sağ humerus alt ucu AO/ASIF C3 ve Gustilo-Anderson tip 2 açık kırık nedeniyle acil serviste ilk müdahalesi yapıldı. Açık yarası serum fizyolojik ile yıkandıktan sonra yara kapatılarak kapalı kırık haline getirildi. Antibiyotik tedavisini takiben başvurunun 8. günü ameliyata alındı. Genel anestezi altında supin pozisyonda posterior insizyon sonrası transolekranon yaklaşım ile precountered anatomik plaklarla 90-90 plaklama yapıldı. Olekranon osteotomisi plak vida ile tespit edildi. Uzun kol atel uygulanarak operasyon bitirildi. Postoperatif 3. gün taburcu edilen hasta 2 hafta aralıklarla poliklinik kontrolüne çağrıldı. İkinci haftada yara enfeksiyon gelişmesi üzerine debridman yapıldı. Dördüncü haftada atel sonlandırılarak aktif yardımcı egzersiz başlandı. Hastanın 6. haftada fizik tedavi kliniğinde rehabilitasyonuna başlandı. Takiplerinde enfeksiyonun tekrarlaması nedeniyle 6. ayda ameliyata alınarak tekrar debridman yapıldı plak ve vidaları çıkarıldı. İatrojenik radial sinir hasarı gelişmesi nedeniyle radial siniri mikrocerrahi yöntemle onarıldı. Hasta takibinin 78. ayında poliklinik muayenesinde; sağ dirseğinin 30° fleksiyonda ankiloz olduğu distal humerusda ekstansiyon deformitesi geliştiği saptandı. Pronasyon olağan, supinasyon 20° kısıtlıydı. Radial, ulnar ve median sinir duyu alanında hipoestezisi mevcuttu. Hastada pençe el deformitesi vardı. Çekilen röntgenogram da Broberg ve Morrey grade 3 osteoartrit, Hasting ve Graham evre 3C heterotropik ossifikasyon saptandı. Hızlı DASH skoru 62,5 puan ve MAYO 55 puan olarak hesaplandı. Fonksiyonel kötü sonuç olarak değerlendirildi.







Şekil 4.12. Olgu 5'in görüntüleri. (a) preop AP grafi, (b) preop lateral grafi, (c/d/e) preop 3D BT görüntüleri, (f) postop AP grafi, (g) postop lateral grafi, (h) enfeksiyon nedeniyle implantlar çıkarıldıktan sonra AP, (i) lateral grafi, (j) takibin 78. ayındaki AP, (k) lateral grafi, (l/m) fonksiyonel sonuç.

5. TARTIŞMA

Erişkin kırıklarının yaklaşık %7'sini dirsek kırıkları oluştururken (87), dirsek bölgesi kırıklarının da 3'te 1'ini humerus alt uç kırıkları oluşturmaktadır (88). Günlük aktivitelerin yerine getirilmesi için dirsek hareketlerinin vazgeçilmez bir önemi vardır. Üst extremitede kol ve ön kol arasında bağlantı sağlayan dirsek eklemi, elin ağza yaklaştırılması ve ön kolun dönme hareketlerinde önemli role sahiptir. Bu bölge kırıklarının tedavisinde amaçlanan ağrısız, stabil, işlevsel bir eklem elde etmektir.

Nadir görülen distal humerus kırıkları iki modlu dağılım gösterir; genç erkeklerde yüksek enerjili travma ve ileri yaş kadınlarda düşük enerjili travma ile meydana gelmektedir (89). Yaşlı nüfusun artması ve gelişmekte olan dünyanın gün geçtikçe daha da motorizasyonunun artması nedenleriyle distal radius, kalça ve vertebra ile beraber distal humerus kırıkları insidansının da artması beklenilmektedir (90, 91). Cho, retrospektif değerlendirdiği 41 AO/ASIF C tipi kırığın 27'sinin (%65,8) yüksek enerjili travma sonucu oluştuğunu bildirmiştir (92). Çalışmamızda 47 hastanın 13'ünde düşük enerjili yaralanma nedeniyle kırık meydana gelmişti. Hastalarımızın sadece 1'inde (%2,1) genç yaşta olmasına rağmen basit düşme sonrası dirsek kırığı gelişmişti. Kliniğimiz bölgesel bir üst merkez olduğundan, ek patolojisi olan travma hastalarının çoğunu kabul etmektedir. Bu nedenle yüksek enerjili travmalı hasta sayımızın fazla olduğunu düşünmekteyiz (%72,3). Bu yüksek enerjili yaralanma oranının fazla olması beraberinde ek yaralanma oranını da artırdığından dolayı ek patolojiler açısından daha dikkatli davranmak gerekmektedir. Hastalar ilk başvuru anında detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir. Flinkkila, çalışmasında 47 hastanın 5'inde (%10,6) hastada ek kırık saptamıştır (93). Değerlendirmeye aldığımız hastaların 18'inde (%38,3) ek kırık mevcuttu. Hastaların 8'inde de hareket sistemi dışında ek yaralanmalar mevcuttu. Bu ek yaralanmalar kafa travması, maksillo-fasiyal travma, toraks ve batin yaralanması şeklindeydi. Bu kırıklara açık kırık eşlik etme oranı yüksek olduğundan dolayı (%0- %38) 94- 96), yaralı ekstremitte, açık kırık göstergesi olan yaralar için çevresel olarak incelenmelidir (97). Bizim çalışmamızda hastalarımızın 15'inde (%31,9) açık kırık mevcuttu. Gustilo-Anderson sınıflandırmasına göre 6'sı tip 1, 5'i tip 2, 4'ü tip 3 açık kırıktı. Tip 3 açık kırık olan hastaların 2'si tip 3A, 1'i tip 3B ve 1'i tip 3C idi ve bu son hasta arter yaralanmasının onarımı için acil olarak opere edildi.

İyi kalitede çekilmiş standart bir dirsek ön- arka ve yan grafileri; tanı, kırık karakterini tanıma ve ameliyat öncesi planlama için gerekli ilk radyolojik tetkiktir. BT, özellikle üç boyutlu rekonstrüksiyonlarla birlikte, eklem parçalanmasının olduğu durumlarda çok faydalı olabilir ve kırık paterni hakkında ayrıntılı bilgi sağlar. Cho, eklem kırığının tipini ve yerini, serbest eklem parçalarının varlığını ve marjinal impaksiyon kırığın olup olmadığını ameliyat öncesi 3D BT taramaları ile değerlendirmiştir (92). Çalışmamızda hastaların %72,3'üne direk grafiden sonra 3D BT görüntüleme yapılarak kırık paterni detaylı incelendi. Yaptığımız istatistiksel değerlendirmede 3D BT'nin çekilip çekilmemesinin fonksiyonel sonucu etkilemediği görülmüştür. Ancak preoperatif ameliyat planlamasına katkısı ve direk grafilerdeki çekim hatalarını içermemesi ve bu hatalı grafilere çoğu zaman tekrarı gerekmesi, multi-travmalı hastalarda bu durumun oluşturduğu zorluklar göz önüne 3D BT nin katkısının yatsınamaz olduğu kanaatindeyiz. Ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte 3D BT günümüzde cerrahlara yardımcı olacak farklı seçenekler sunmaktadır. Bu nedenle ortopedik cerrahi alanında bilgisayar destekli teknolojiyi kullanmak giderek yaygınlaşmaktadır (98- 103). Preoperatif kırık yönetimi, kırık parçalarının yerleşimi ve yönelimini anlamak, osteosentez planı belirlemek için 3D görüntüleme ve modellemeler için çeşitli girişimler mevcuttur (100- 102). Yoshii, humerus alt uç kırıklarında osteosentez sırasında anatomik bir redüksiyon elde etmek, uygun plak seçimi ve yerleşimi için preoperatif 3D görüntüleme sistemi geliştirmiştir (104). Bu sistem, cerrahın ameliyattan önce sanal alanda kırığın üç boyutlu şeklini görselleştirmesine, redüksiyonu simüle etmesine, implantları yerleştirmesine ve uygun implant seçimlerini kontrol etmesine olanak tanır. Ayrıca geliştirilen bu sistemde kullanılacak vidaların boyu, fragmanlara gönderilebilecek vida sayısının ameliyattan önce belirlenebileceği bildirmiştir. Aynı çalışmada kırık fragmanlarının daha iyi anlaşılması için 2 mm'den küçük kesit aralıkları ile BT çekilmesinin daha uygun olduğunu bulmuşlardır.

Tümü temel olarak distal humerus medial ve lateral kollunlarını tutan sagittal ve koronal planda kırık paternlerinin varlığına dayanan çok sayıda sınıflandırma mevcuttur. Riseborough ve Radin'in kondiller parçaların durumuna göre yaptığı sınıflandırma bunların en basit olanıdır (105). Lecestre, suprakondiller, eklem dışı kondiler, eklem içi interkondiller ve parçalı kırıkları tanımlayan bir sistem tanımlamıştır (106). Jupiter, operasyon esnasında yaptığı gözlemlerine dayanarak distal humerus kırıklarını; yüksek T, alçak T, Y, H, medial ve lateral lambda tipi olarak sınıflandırdı

(53). Dubberley sınıflandırması, kapitellum ve trokleayı içeren kırık tiplerini birbirinden ayırır ve tedavi tekniklerini içerir (107). Bütün bu sınıflamalara rağmen en yaygın AO/ASIF kırık sınıflandırması kullanılmaktadır (108). Hastalarımızın tedavi ve takibini AO/ASIF sınıflandırmasına göre yaptık. Olgu grubumuzun tamamı C tipi kırık sınıfındaydı. C1 tipi 4, C2 tipi 12 ve C3 tipi 31 hastamız vardı. C3 tipi hasta sayımızın fazla olmasının nedeni; çoklu ve yüksek enerjili travmaların çoğunun kurumumuzda tedavilerinin yapılmasından dolayı olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde kırık tipi komplike hale geldikçe fonksiyonel sonuçların da kötüleştiği ortaya konulmuştur (68, 109- 111). Çalışmamızda kırık tipi kötüleştikçe MAYO puanı düşerken, hızlı DASH puanı artmaktaydı. Klinik olarak kırık tipi kötüleştikçe fonksiyonel sonuç kötü olarak düşünülse de istatistiksel olarak bunu olgularımızda ispatlayamadık.

Günümüzde artık bu kırıkların tedavisinde cerrahi altın standart olarak kabul edilsede konservatif tedavi distal humerus kırıklarında küçük de olsa bir rol oynamaktadır (112). Cerrahi dışı tedavi sadece yer değiştirmemiş kırık vakalarında, ameliyat için uygun olmadığı değerlendirilen hastalarda veya eklem sertliği ve heterotopik kemikleşmeyi önlemek için artroplastiden önce yaşlılarda geçici bir tedavi olarak önerilebilecek bir tedavi şekli gibi görünmektedir (113). Çalışmamızda, cerrahi için genel tıbbi durumu elverişli olan deplase tüm kırıklara cerrahi tedavi uyguladık. İleri yaşta, genel anestezi verilemeyen hastalar rejyonel anestezi uygulamaları ile cerrahi olarak tedavi edildi. İyi bir işlevsel sonuç elde etmek amacıyla herhangi bir eklem içi kırığa cerrahi yaklaşımı seçerken, dikkate alınması gereken anahtar faktörler, doğru eklem içi redüksiyon ve fiksasyon, ana nörovasküler yapıların korunması ve yumuşak dokulara verilen hasarın en aza indirilmesidir. Son 10 yılda distal humerus için çeşitli cerrahi yaklaşımlar tanımlanmıştır. Her kırığa uygun bir cerrahi yaklaşım gerekir ve eklem içi kırıklarda eklem ortaya konulması gerekmektedir (114). Bu tür kırıkların yönetimi için tariflenen her yaklaşımın savunucuları kendi avantajlarından bahsetmektedir. Bununla birlikte, etkinlik, güvenlik ve fonksiyonel sonuçlar açısından hangi yaklaşımın daha üstün olduğu konusunda bir fikir birliği yoktur (115). Olekranon osteotomisi, triceps splitting, triceps sparing, TRAP yaklaşımları distal humerus kırıklarında en sık kullanılan posterior yaklaşımlardandır (116). Mevcut yaklaşımlar içerisinde Yadav, yaptığı çalışmada en yüksek MAYO puanını (94,4) paratricipital yaklaşım ile elde ederken (117) Elmadağ, yaptığı çalışmada en düşük MAYO puanını

(76) Campbel (Triceps-splitting) yaklaşımı ile elde etmiştir (118). Yine yukarıdaki iki yazarın yapmış olduğu çalışmada Bryan – Morrey (Triceps sparing) yaklaşımı ile olekranon osteotomisinin MAYO puanı açısından karşılaştırması sonucu iki yaklaşım arasında bir fark bulunamamıştır. Chou yaptığı çalışmada eklem hareket açıklığını ortalama 127° ile en fazla TRAP (O'Driscoll) yaklaşımı ile elde ederken (119), en düşük değer Elmadağ'ın yaptığı çalışmada Campbell (Triceps –splitting) yaklaşımında saptanmıştır (118). Bizim çalışmamızda 38 hastada transolekranon yaklaşım, 1 (%2,3) hastada Bryan – Morrey, 2 (%4,3) hastada Campbel, 2 (%4,3) hastada paratricipital yaklaşım kullanıldı. Transolekranon yaklaşımı dışındaki diğer yaklaşımlarda yeterli hasta sayımız olmadığından yaklaşımların fonksiyonel sonuçları arasında bir karşılaştırma yapamadık.

Sharma, metaanaliz çalışmasında humerus alt ucu kırıklarının ARİF'u için bir çok yeni yaklaşım ve modifikasyonların olmasına rağmen, hangi yaklaşım tipinin daha iyi olduğu ve cerraha rehberlik edebileceği konusunda yeterli bilimsel kanıt bulamadığını belirtmiştir (120). Yine aynı çalışmada yazar hangi yaklaşım tipinin daha iyi olduğu ile ilgili randomize veya nonrandomize kontrollü çalışma da bulamadığını belirtmiştir. Çalışmamızda çoğunlukla O'Driscoll'un tarif ettiği posterior yaklaşım kullanılmıştır ve onun ortaya koymuş olduğu “dirsek eklemine giden ön kapı arkadadır” savı distal humerus kırıklarının cerrahi tedavisinde anahtar rol oynamaya devam etmektedir (121). Hastalarımızın %91,5'inde posterior cerrahi yaklaşım tekniğini kullandık. Posterior yaklaşım; kadavra çalışmalarında eklem yüzeyinin %57'sine ulaşmaya izin veren (70) ve geniş bir görüş imkanı sağlayan bir yöntem olduğundan, yumuşak doku durumuda uygun olan hastalarda posterior yaklaşımla olekranon osteotomisi yöntemi çoğunlukla tercih edilmiştir. Yaygın olarak kullanılan olekranon osteotomisinin (118, 122- 124) avantajı daha fazla oranda eklem görüşü sağlamasının yanında triceps kasına da hasar vermemesidir (118). Bununla birlikte osteomi ile ilgili %50'ye varan komplikasyon oranları vurgulanmıştır (125). Olekranon osteotomisi %1-10 arasında kaynamama oranına (126, 127) ve %0-11.1 arasında gecikmiş kaynama oranına sahiptir (120). Çalışmamızda posterior insizyon kullanılan 43 hastanın 38'ine (%88,3) olekranon osteotomisi uyguladık. Osteotomi uygulanan hastaların 11'ine (%28,9) düz eklem içi osteotomi, 27'sine (%71,1) Chevron osteotomi tekniği uyguladık. Çalışmamızda osteotomi hattı, distal humerus kırığının tespitini takiben bir plak, intramedüller vida veya gergi bandı yöntemi ile tespit edilmiştir. Osteotomi hattı

tespiti 30 (%63,9) hastada gergi bandı ile, 1 (%4,3) hastada intramedüller vida ile, 7 (%14,9) hastada plak vida ile gerçekleştirildi. Olekranon tespitine bağlı olarak %21,3 oranında komplikasyon tespit ettik. Hastalarımızın sadece 1'inde (%2,1) olekranon osteotomisinde kaynamama saptandı. Hastanın gergin bandı sonlandırılarak greft augmentasyonu ile plak uygulaması sonucu kaynama elde edildi. Bir hastamızda (%2,1) ise gecikmiş kaynama mevcuttu. Komplikasyonlar açısından literatür ile uyumlu bulgular elde ettik. Literatürde osteotomi tespit materyalinin ağrı ve cilt iritasyonu gibi verdiği rahatsızlıklar kaynaklı çıkarılması %20-70 gibi yüksek bir orana sahiptir (109, 110, 128). Bizim çalışmamızda olekranon tespit implantlarının çıkarılma oranı %46,8 olarak saptandı. Olekranon osteotomisinde ki kaynama sorunları literatürde transvers osteotimide daha fazla bulunmuştur (129). Sane, transvers osteotomi yaptıkları 14 hastanın 9'unda (%64) malunion tespit etmiştir (130). Transvers osteotimide komplikasyon oranının bu kadar yüksek olmasının nedeni Chevron osteotomisine göre anatomik redüksiyonun zor ve temas alanının daha az olmasından kaynaklanmaktadır (131). Bizim çalışmamızda düz osteotomi yapılan 11 (% 23,4) hastanın tamamında kaynama gerçekleşti. Düz osteotimide kaynamama oranımız (%0) ile literatüre göre daha düşük idi (129, 130). Kaynama problemi olan 2 (% 4,3) hastaya ise Chevron osteotomisi uygulanmıştı. Düz osteotomi yapılan hastalarda ortalama MAYO puanı $91,3 \pm 13$ iken bu değer Chevron osteotomisi yapılan hastalarda $86,6 \pm 14,5$ ve düz osteotomi yapılan hastalarda ortalama hızlı DASH puanı $8,2 \pm 8,3$ iken bu değer Chevron osteotomisi yapılan hastalarda $16,3 \pm 19,9$ olarak hesaplandı. Sayısal olarak düz osteotomi yapılan hastaların verileri daha iyiydi. Yine çalışmamızda Chevron ve düz osteotomi yapılan hastaları kıyasladığımızda osteoartrit gelişimi, kaynama oranları, DASH puanı, MAYO, HO oluşumu ve komplikasyonlar yönünden istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunamadı.

ARİF humerus alt uç kırıkları için tercih edilen temel tedavi şekli haline gelmiştir (132- 134). Anatomik rekonstrüksiyon elde etmek, yeterli iyileşmeyi sağlamak, erken harekete izin vermek ve geç kıkırdak hasarını önlemek için sıkı tespit önemlidir (135). Humerus alt ucu kırıklarının tespiti için farklı plak çeşitleri mevcuttur. Rekonstrüksiyon plakları, 3,5 DCP plaklar, önceden şekillendirilmiş (Pre-contoured) dirsek plakları ve kilitli plaklar kullanılabilmektedir. 3,5 mm LC-DCP plaklar yeterli sertliği sağlamakla birlikte eğilmeye karşı koyma kabiliyetleri sınırlıdır. Bu nedenle lateral kolonun posterioru için kullanılmaları daha uygundur. 3,5 mm rekonstrüksiyon

plaklarının ise eğilmeleri daha kolaydır ve şekil verilerek medial epikondilin çevresine uydurulabilir. Bu plaklar ayrıca J şeklinde şekil verilerek lateral kolonda kullanılabilir. Önceden şekillendirilmiş (Pre-contoured) anatomik dirsek plaklarının ise uygulaması daha kolaydır, ameliyat süresini kısaltır ve eklem parçalarına daha çok sayıda vidanın yerleştirilmesine izin verir (136). Biyomekanik çalışmalar distal humerus eklem içi kırıklarında yeterli stabilite ve sertliği elde etmek için çift plaklamanın tek plaktan daha üstün olduğunu göstermektedir (137- 140). Helfet ve Hotchkiss, distal humerus kırıklarının tespiti için çift plak kullanımının tek plak veya plak olmadan çapraz olarak atılan iki vidadan biyomekanik olarak üstün olduğu sonucuna varmıştır (141). Eklem içi humerus alt uç kırıklarının çift plak kullanılarak stabil fiksasyonunun sağlanması gerekliliği konusunda fikir birliği olmasına rağmen, optimal plak konfigürasyonu halen tartışmalıdır. Çoğu cerrah tarafından kullanılan standart tespit, iki plak birbirine dik olacak şekilde çift plaklamadır (113, 135, 141). Bununla birlikte, 1994 yılında açıklanan kadavra çalışmaları paralel veya dik yerleştirilmiş plakaların sertliğinin eşit olduğunu açıklamaktadır (142). Kemik kaybı olan ve olmayan kırık paternleri arasında yapılan biyomekanik araştırmalar, fragmanlar arasında boşluk olması halinde paralel yerleştirilen iki plak, dik açılı plak ve iki plağında dorsalde olması durumu karşılaştırıldığında paralel plaklama ile daha sıkı tespit elde edildiğini göstermiştir. Diğer taraftan kemik fragmanları arasında boşluk olmadığı durumlarda sıkı tespit açısından 3 plaklama çeşidinin birbirine üstünlüklerinin olmadığı gösterilmiştir (143). Shin tarafından yapılan klinik araştırmada, 90-90 plaklama ile artmış kaynamama üzerinde durulsa da, sonuçta paralel plaklama grubuyla yapılan karşılaştırmada aralarında bir fark bulunmamıştır (144). Lee, iki grup arasında klinik sonuç ve kaynama süresi ile ilgili istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını vurgulamıştır (135).

Jacobson, lateral kolonda 3,5 mm'lik DCP plak kullandığı 90-90 plaklama ile rekonstruksiyon plağı kullandığı paralel plaklama yöntemini karşılaştırdığı çalışmasında; dik plaklama yapısının, paralel plaklamaya göre sagittal düzlem yüklemesinde önemli ölçüde daha yüksek sertliğe sahip olduğunu tespit etmiştir (138). Aynı çalışmayı hem dik hem de paralel yerleştirilen rekonstruksiyon plakları kullanarak yaptığında ise, iki yapı arasında hiçbir fark bulamamıştır. Bazı yazarlar tespit rijiditesi açısından 90-90 ve paralel plaklama arasında fark olmadığını bildirmişlerdir (145, 146). Kollias, antero-posterior, medio-lateral ve torsiyonel yüklemelerde paralel plaklamanın daha yüksek rijiditesi olduğunu raporlamışlardır (147). Self, paralel plakların ortogonal

plaklara kıyasla aksiyel yüklenmede önemli ölçüde daha yüksek sertliğe sahip olduğunu bildirmiştir (148). Stoffel, paralel yapının hem aksiyel kompresyonda hem de dış rotasyonda önemli ölçüde daha sert olduğunu bildirmişlerdir (149). Metafizler defektli eklem içi humerus alt uç kırıklarında 90-90 ve paralel plaklamanın karşılaştırıldığı bir kadavra çalışmasında; siklik varus yüklenmelerinde dik plaklamada posteriordaki vidaların tamamının gevşemesine rağmen paralel plaklamada vida gevşemesi gözlenmemiştir. Paralel plaklamanın aksiyel, sagittal ve varus yüklenmelerinde daha yüksek torka sahip olduğu bildirilmiştir (150). Postoperatif dirsek fonksiyonu, kaynama ve komplikasyon oranı için yapılan klinik kapsamlı çalışmalar da 90-90 ve paralel plaklamanın benzer sonuçlar gösterdiğini ortaya koymuştur (135). Bununla birlikte çalışmalar, daha distaldeki transvers ve parçalı kırıklarda, paralel plaklamanın, daha distale vida yerleştirmeye olanak sağladığından, dik plaklama ile tespiti göre daha stabil rekonstrüksiyona sahip olduğunu göstermektedir (135, 151). Bogataj, biyomekanik stabilizasyon için en önemli faktörün kemik teması olduğu ve eğer kemik teması yoksa paralel plaklamanın dik plaklamaya göre daha üstün olduğu sonucuna varmışlardır (152). Kilitli plakların gelişimi ile birlikte eklem içi distal humerus kırıklarında uygulama alanı bulmuş ve bu açısal stabil plaklar daha üstün fiksasyon imkanı sunabilir hale gelmişlerdir. Biyomekanik çalışmalar, kemik kalitesi zayıf olduğunda kilitli plakların kilitlenmeyen plaklara göre daha üstün olduğunu gösterirken, kemik kalitesi iyi olan durumlarda bir fark olmadığını göstermektedir (153, 154). Bununla birlikte, kilitli plak ile tespit edilen 65 hasta ile kilitsiz plakla tespit edilen 31 hastanın sonuçlarının benzer olduğunu bildirildiği retrospektif klinik çalışma da mevcuttur (155).

Seçilmiş vakalarda eklem içi distal humerus kırıklarının geçici veya kesin fiksasyonu eksternal fiksator ile yapılabilir. Açık kırıklar, köprü oluşturan bir eksternal fiksator ile geçici olarak stabilize edilebilir ve ardından ikinci aşamada plaklama ile nihai fiksasyonu yapılabilir (156). Osteoporotik yaşlı hastalarda kırığın kapalı redüksiyonu sonrası perkütan pinler yerleştirilerek köprü oluşturmada halka fiksatorler ile iyi sonuçlar elde edilebilir (157).

Çalışmamızdaki olgularımızın 30'unda 90-90 plaklama, 7'sinde 180-180 plaklama ile tespit sağlandı ve Y plak 2 hasta kullanıldı. Lateral tek plak 2 hastada, 2 hastada ise medial plak ve lateralde vida ile tespit elde edildi. İki hastamızda ise paralel plak ve posteriolateralde 3. plak kullanılarak stabil bir fiksasyon sağlandı. Açık kırık

nedeniyle 3 olgumuzda ilk aşamada eksternal fiksator uygulandı. Bu hastalardan 2'sine daha sonra açık redüksiyon plaklama ile nihai tedavi sağlanırken, 1 hasta eksternal fiksator ile takip edildi. Bir hastamızda ise K telleri ile tespit sağlandı. Dik plaklama yapılan hastaların 1'inde (%3,3) kaynamama görüldü. Diğer bütün vakalarda kaynama elde edildi. K telleri ile tespit yapılan hastada ise fleksiyonda pozisyonunda yanlış kaynama meydana geldi. Dik plaklama ile fiksasyon yapılan hastalarımızın ortalama MAYO puanı $89,3 \pm 12,7$, paralel plaklamada bu değer $84,4 \pm 16,8$ ve diğer tespit yöntemlerin de ise $89,3 \pm 9,0$ olarak hesaplandı. Sayısal olarak fark olsada istatistiksel olarak tespit yöntemleri arasında bir fark bulamadık. Dik plaklama yapılan hastaların %90'ında çok iyi veya iyi sonuç elde edilirken, bu oran paralel plaklamada %100 olarak tespit edildi. İki plaklama yöntemi arasında istatistiksel olarak bir fark bulamadık. Fakat paralel plaklama yapılan hasta sayımız az olduğundan daha sağlıklı bir veri elde etmek için sayıların birbirine yakın olduğu gruplarda karşılaştırma yapmak gerekir kanaatindeyiz. Y plak yapılan 2 hastamızda da çok iyi sonuç elde edildi. Üç plak kullanılan 2 hastamızın biri (%50) çok iyi sonuç diğeri ise kötü sonuç olarak değerlendirildi. Diğer tespit yöntemlerini kullandığımız 5 hastanın sonuçları çok iyi veya iyi olarak değerlendirildi. Çalışmamızda plak yerleşim şeklinin eklem hareket açıklığı, supinasyon ve pronasyon kaybı, kavrama ve sıkma gücü ve ortalama dirsek fleksiyonu üzerinde istatistiksel olarak bir etkisini saptayamadık. Ayrıca plak yerleşiminin ikincil cerrahi ve komplikasyonlar üzerinde de bir etkisi yoktu. Bu açıdan distal humerus kırıklarında kullanılan plakların yerleşiminden ziyade anatomik redüksiyon, cerrahi esnasında yumuşak dokuya saygı, sıkı tespit, uygun egzersiz ve hasta uyumunun daha önemli olduğunu düşünüyoruz. Distal humerus kırıklarının ARİF'ünü takiben %1-11 arasında kaynamama oranlarını bildiren yayınlar mevcuttur (110, 158- 160). Bizim çalışmamızda sadece 1 (%2,1) hasta da kaynamama görüldü. Bu hastaya total dirsek protezi uygulandı.

Kundel, retrospektif çalışmalarında, 99 kırıktan 13'ünde sinir hasarı geliştiğini saptamış ve görülme sıklığını, ulnar, radial ve median şeklinde sıralamıştır. (158). Ulnar sinir, distal humerus kırıklarının ARİF'u sırasında rutin olarak tespit edilir ve ardından in situ dekompresyon veya anterior transpozisyon yapılır. Humerus alt uç kırıkları tespitini takiben vakaların %16-38'inde ulnar sinir komplikasyonu görülmüştür (161-164). Holsworth ve Huang, çalışmalarında ulnar nöropati riskinin %0-51 oranında değiştiğini belirtmişlerdir (137, 165). Bu yüksek oran mevcut sinir fonksiyonu hakkında

bilgi edinmek için ameliyat öncesi dikkatli incelemenin ve sonrasında damarsal beslenmesinin bozulmasını ve sinir hasarını en aza indirmek için titiz sinir diseksiyonunun önemini vurgulamaktadır. Ameliyat öncesi ulnar sinir disfonksiyonu olması halinde anterior transpozisyon faydalı olabilir. Ruan ve arkadaşları C tipi kırığı nedeniyle ameliyat edilen 117 hastayı değerlendirdikleri çalışmada ameliyat öncesi ulnar sinir komplikasyonu olan 29 hastayı iki gruba ayırmışlar. Bir gruba anterior transpozisyon uygulamışlar diğer grupta ise sinirin situ dekompresyonu sonrası anatomik lokalizasyonunda bırakmışlardır. Bütün hastaları ortalama 29,5 ay takip etmişler ve transpozisyon yaptıkları 15 hastanın 12'sinde ulnar sinir fonksiyonlarında tam olarak, 3'ünde de kısmi geri dönüş saptamışlardır. Ulnar siniri anatomik yerinde bıraktıkları 14 hastanın 8'inde ulnar sinir fonksiyonu tam olarak dönerken 6'sında kısmi dönüş olmuştur. Bu sonuçlara bakarak sinirin transpozisyonunun, postoperatif sinir fonksiyonunun iyileşmesi açısından faydaları olabileceği sonucuna varmışlardır (166). Anterior transpozisyon ayrıca ulnar sinirin medial kolonun fiksasyonu için kullanılan medial plak ile doğrudan temasını önlemekle birlikte, bu işlemin ameliyat sonrası sinir disfonksiyonunu önleyip önlemediği açık değildir (97). Chen, yaptıkları çalışmada anterior transpozisyonunda ulnar nörit riskinin yaklaşık 4 kat daha fazla olduğunu saptamıştır (162). Bizde bu nedenle ulnar sinirin rutin olarak anteriora transpozisyonunu önermiyoruz fakat takiplerinde ileri düzeyde şikayeti olan hastalara ikinci bir cerrahi yapılarak anterior transpozisyon yapılmasının daha doğru olacağını düşünmekteyiz. Ancak ameliyat öncesi ulnar sinir semptomları olmayan hastaları değerlendiren çoğu çalışma, in situ gevşetme ile sinirin anterior transpozisyonu arasında ulnar nörit gelişimi açısından hiçbir fark bulamamışlardır (161, 163, 164). Günümüzde distal humerus kırıklarının ARİF sırasında ulnar siniri yönetmek için siniri yerinde bırakma veya transpoze etme arasında en iyi yöntemin ne olduğu tam olarak anlaşılamamıştır. Yaptığımız çalışmada ulnar sinirin anterior transpozisyonu rutin olarak uygulanmamakla birlikte operasyon esnasında 1(%2,1) hastada ulnar sinir dislokasyonu geliştiğinden anterior transpozisyon uygulanmıştır. Takipler esnasında 12 (%25,5) hastamızda literatür ile uyumlu olarak ulnar sinir komplikasyonu gördük. İki (%4,3) hastaya anterior transpozisyon uygulandıktan sonra şikayetleri kayboldu. Üç (%6,4) hastaya ise herhangi bir cerrahi müdahalede bulunulmadan şikayetleri kayboldu. Bizim çalışmamızda ayrıca 2 (%4,3) hastada median, 4 (%8,5) hastada ise radial sinir disfonksiyonu mevcuttu. Radial sinir hasarı olan hastaların birine intra operatif bakıldığında kesi olmaması nedeniyle herhangi bir müdahalede bulunulmadı ve

postoperatif 5. ayda sinir fonksiyonları geri döndü. ASY sonrası radial sinir devamlılığı olmayan diğer hastaya 3 ay sonra sural sinir grefti ile onarım yapıldı. Yeterli fonksiyon olmayınca 18. ayda tendon transferi uygulanarak el bilek ve parmak ekstansiyon işlevi kazanıldı. Bir hastamızda enfeksiyon nedeniyle plaklar ve vidalar çıkarılırken iatrojenik sinir hasarı gelişti. Sinir primer onarıldı fakat radyal sinir disfonksiyonu ile ilgili şikayetleri devam etmekteydi. Diğer preop sinir disfonksiyonu olmayan hastamızın ise distal humerus, proksimal radius ve olekranon’unda kırığı mevcut olup, takipleri esnasında radial nöropati gelişmiştir.

Distal humerus kırıklarının cerrahi tedavisi sonrası heterotopik ossifikasyon (HO) oranı değişken olmakla birlikte bu durum hastaların fonksiyonel sonuçlarını azaltabilen sorunlardan biridir (167). Kafa travması, poli-travma, revizyon cerrahisi, kemik grefti uygulanması, ciddi yumuşak doku hasarı, ameliyat öncesi uzamış bekleme süresi, açık kırık ve uzun postoperatif immobilizasyon HO için risk faktörlerindendir (51, 168- 175). Literatürde %0-49 oranında HO geliştiği bildirilmektedir (176- 178). Kural, 24 hastayı değerlendirdikleri AO/ASIF tip C kırıkları içeren çalışmalarında hiç HO gelişen hastalarının olmadığını bildirmişlerdir. Bu durumu, titiz cerrahi teknik ve cerrahi esnada yumuşak dokuya saygılı olmaya bağlamışlardır (179). Ektopik kemik oluşumuna neden olan patolojik süreç tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu heterotopik kemik oluşumunu hem meydana gelmeden önce hem de sonra tedavi etme kabiliyetimizi sınırlamaktadır. Şüphesiz, HO’a bağlı gelişen dirsek kontraktürünün ideal yönetimi önlemedir. Erken ve uygun aktif dirsek egzersizleri (180- 182), indometazin ve bifosfonatlar (183, 184) gibi medikal tedaviler veya radyasyon (185) tedavisi önerilmiştir. Fakat bu tedaviler dirsek çevresindeki heterotopik ossifikasyonun önlenmesi için potansiyel tedavi seçenekleri olarak kanıtlanmamıştır. Heterotopik ossifikasyon gelişip dirsek hareketini kısıtladıktan sonra, fizik tedavi, dinamik atelleme, radyasyon tedavisi veya ilaç tedavisi gibi konservatif önlemlerle kaybedilen hareketi geri kazanmak neredeyse imkansızdır (186). Kabul edilemeyecek düzeyde fleksiyon/ekstansiyon veya pronasyon/supinasyon kaybı ile gelen hastalarda dirsek çevresindeki heterotopik kemiğin cerrahi rezeksiyonu düşünülmelidir. Çalışmamızda hiçbir hastaya heterotopik ossifikasyon profilaksisi başlamadık. Hastalarımızın 22’sinde (%46,8) HO gelişti. Hastin ve Graham sınıflandırmasına göre 8’i tip 2A, 11’i tip 2C ve 3 hastada tip 3C sınıfında yer almaktaydı. HO nedeniyle dirsek hareketlerinde kısıtlılık olan 3 hastaya cerrahi tedavi olarak ektopik kemik eksizyonu yapıldı. Hastalarda, dirsek

hareket açıklığının eksizyon sonrası arttığını gözlemledik. Literatürde (168), kafa travması sonrası HO riskinin arttığı belirtilse de; çalışmamızda kafa travması olan 3 hastanın 1'inde HO gözlemledik ve bizim çalışmamızda istatistiksel olarak kafa travması ile HO arasında ilişki saptayamadık ($p=0,646$). Yine çalışmamızda cinsiyet, travma şiddeti, kırık tipi, kullanılan plak tipi ve çeşidi ve yerleşim şekli ve operasyon süresi, preoperatif bekleme süresi ve postoperatif hareketsiz kalınan sürenin HO oluşumu üzerine etkisini istatistiksel olarak saptayamadık.

Artroz eklem içi humerus alt uç kırıklarında önlenemeyen bir sonuçtur. Bilinen en uzun süreli, 30 hastanın 19 yıllık takiplerinin bulunduğu Dornberg ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hastaların uzun dönem takiplerinde %87 oranında iyi veya çok iyi sonuca sahip olduğu gösterilmiştir. Yazarlar hastaların %80'inde artroz gelişmesine rağmen bunun bir şikayete veya sakatlığa neden olmadığını bildirmişlerdir (187). Çalışmamızda 22 (%46,8) hastada osteoartrit gelişim bulguları mevcuttu. Broberg'e göre 11 hastada hafif düzeyde eklem aralığında daralma, 7 hastada orta düzeyde eklem aralığında daralma ve 4 hastada ise ciddi derece de eklem aralığında daralma mevcuttu. Osteoartrit gelişmeyen hastalarımızda ortalama MAYO puanı $95,2 \pm 7,2$ ve ortalama hızlı DASH puanı $8,7 \pm 11,4$ olarak hesaplandı. Bu değerler sırasıyla eklemde hafif daralması olanlarda $85,9 \pm 12,2$ ve $13,6 \pm 8,88$ eklemde orta düzeyde daralması olanlarda $82,1 \pm 3,9$ ve $19,8 \pm 10,1$ ve ciddi daralması olan hastalarda $63,7 \pm 17,5$ ve $51,4 \pm 19,1$ idi. Osteoartrit gelişimi fonksiyonel sonuçları sayısal ve istatistiksel olarak olumsuz etkilemekteydi (p değeri MAYO için 0,000 ve hızlı DASH için 0,001).

Distal humerus eklem içi kırıklarında fonksiyonel bir hareket aralığı elde etmek aktif bireylerde birincil amaçtır. Biyomekanik bir perspektiften fonksiyonel dirsek hareketlerinin fleksiyon/ekstansiyon düzleminde 30° - 130° , rotasyon düzleminde 55° pronasyon ve 55° supinasyon aralığında olması gerektiği bildirmiştir (188). Aksi takdirde işlevsel olmayan bir dirsek eklem hareket aralığı hastaların temizlik ve gündelik bakımlarında sıkıntıya yol açacaktır. Flinkkila, çalışmasında ortalama eklem hareket açıklığını kırık dirsekte 123° olarak saptarken (93) Cho, çalışmasında ortalama eklem hareket aralığını $127,5^\circ$ olarak saptamıştır (92). Hastalarımızın ortalama ekstansiyon kaybını $17,2$ derece olarak hesapladık. En az kayıp 0 derece iken en çok kayıp 90 derecedir. Sağlam tarafla kıyaslandığında ortalama fleksiyon kaybı 16 derecedir. Hastalarımızda en az 0 en çok 60 derece fleksiyon kaybı mevcuttu. En az 75 en çok 135 derece olmak üzere, ortalama eklem hareket açıklığı 120 derece olarak ölçüldü. Değer

aralığımız daha önce belirtilen biyomekanik çalışmalara ve klinik çalışmalara göre yeterli bir hareket aralığı olarak saptandı (92, 93, 188). Hastaların fonksiyonel sonuçlarını ölçen hızlı DASH anketinde 0 puan normal ağrısız dirsek işlevini gösterirken, 100 puan üst ekstremitenin tamamen işlevsel olmadığını gösterir (188). MAYO anketinde ise puan artıkcı memnuniyet ve işlevsellik artmaktadır (189). Biz çalışmamızda fonksiyonel sonuçları değerlendirirken hızlı DASH ve MAYO anketlerini kullandık. Hastalarımızın ortalama MAYO puanını $88,4 \pm 1,8$ ve ortalama hızlı DASH puanını $15,1 \pm 2,3$ olarak hesapladık. İstatistiksel olarak MAYO ve hızlı DASH puanları arasında negatif bir ilişki olduğunu saptadık ($p = -0,2$). MAYO puanı yüksek olan hastalarımızın hızlı DASH puanı düşük olarak tespit edildi.

İntraartiküler distal humerus kırıkları için optimal plaklama yapısının spesifik detayları açıklığa kavuşturulmamış olsa da, eklem yüzeyinin anatomik redüksiyonu, stabil ve iki kolonlu tespit ile erken hareket elde edildiğinde tatmin edici sonuçlar ortaya çıkmaktadır (97). Bu durum, daha önceki çalışmalarda olduğu gibi (94, 110, 190) daha yeni çalışmalarda da gösterilmiştir (45, 176, 191, 192). Helfet ve Schmeling, 1985'ten 1990'a kadar olan literatürün sonuçlarını derlemiş ve eklem içi distal humerus kırıklarının ortalama olarak %75'inde mükemmel ve iyi sonuçlar elde edildiğini bulmuşlardır (110). Athwal, 2002-2009 yılları arasında yayınlanan toplamda 501 hastayı içeren 17 vaka serisini derledi ve hastaların yaklaşık 4 yıllık takiplerinde ortalama %85'inde iyi ve mükümmel sonuç elde edildiğini bildirdi (193). Gofton, ortalama 45 ay takipleri olan, dik plaklama yapılan 43 hastayı retrospektif olarak değerlendirdiği çalışmasında ortalama eklem hareket açıklığını 122 derece olarak tespit etmiştir. Ayrıca çalışmalarında olguların %40'ında stabil tespit için 3. plağa ihtiyaç duymuşlardır (8). Çalışmamızda stabilizasyonu artırmak için 2 (%4,3) hastada 3. plağa gereksinim duyuldu. Üç plak kullanılan 2 hastanın 1'inde (%2,1) yapılan son değerlendirmede MAYO puanı 90, hızlı DASH puanı 18,2 ortalama eklem hareket açıklığı ise 90° olarak hesaplandı. Hastanın pronasyon ve supinasyon hareketlerinde ise kayıp yoktu ve çok iyi sonuç olarak değerlendirildi. Diğer hastaya ise derin enfeksiyon gelişmesi nedeniyle rezeksiyon sonrası artrodez uygulandı. Artrodez uygulanan hastanın ise MAYO puanı 45 hızlı DASH puanı 68,2 olarak hesaplandı ve kötü sonuç olarak değerlendirildi. Sanchez-Sotelo, 34 kompleks distal humerus kırığını (26 parçalı eklem içi, 14 açık kırık) paralel plaklama yöntemi ile tedavi ettikleri çalışmalarında hastaların %84'ünde iyi ve çok iyi sonuç elde etmişlerdir. Yazarlar ortalama iki yıllık takipleri

sonrasında ortalama eklem hareket açıklığını 99° ve ortalama MAYO değerini 85 puan olarak hesaplamışlardır (192). Son zamanlarda kilitli plakların da tatmin edici sonuçlarını veren geriye dönük çalışmalar mevcuttur (194-196). Doornberg, yaptıkları uzun dönemli çalışmada, bu kırıkların ortalama 19 yıllık takiplerinde iyi ve mükemmel sonuçlarını %87 oranında bildirmişlerdir. Ortalama hareket açıklığının 106° ve ortalama DASH puanının 7 olduğunu tespit etmişlerdir (187). Kural, dik plaklama yaptıkları çalışmada 24 hastanın ortalama 28 aylık takiplerinde ortalama DASH puanının 21,9 ve ortalama MAYO puanının 83,3 olduğunu, 24 hastanın 22'sinin iyi ve mükemmel sonuca sahip olduğunu bildirmişlerdir ¹⁷⁹(179). Flinkkila, paralel plaklama yöntemi ile ameliyat ettikleri 47 distal humerus kırığının ortalama 3,9 yıl takip sonuçlarını paylaştıkları çalışmalarında; yazarlar son klinik muayenesini değerlendirdikleri 27 hastanın 22'sinde iyi ve çok iyi sonuç olduğunu bildirdiler. Yine aynı yayında ortalama dirsek hareket açıklığının 123° olduğunu ve sağlam dirseğe göre anlamlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada ortalama kavrama gücü sağlam ve kırık dirsekte farklılık teşkil etmemekteydi. Aynı çalışma kırık tipi, hasta yaşı, olekranon osteotomisi, kırığın açık veya kapalı olmasının DASH ve MAYO değerini etkilemediğini bildirdi (93).

Çalışmamızda 47 dirseğin ortalama 73,2 aylık takiplerinde ortalama MAYO puanı $88,4 \pm 12,9$ ve hızlı DASH puanı ortalama $15,1 \pm 16,2$ olarak hesaplandı. Dirsek hareket açıklığı ortalama 120° ile sağlam dirsek ile karşılaştırıldığında (135° $p=,000$) anlamlı olarak azalmış idi. Çalışmamızda kavrama gücü kırık tarafta 60,1 kg olarak hesaplanırken sağlam tarafta 73,4 kg olarak hesaplandı. Yine sıkma gücü kırık tarafta 12 kg ve sağlam tarafta 14,2 kg olarak hesaplandı. Her iki eldeki kavrama gücü karşılaştırıldığında kırık tarafta belirgin olarak azalmıştı ($p=0,018$). Kırık tipi, yaş, kırığın açık ya da kapalı olması, preop bekleme süresi, cerrahi süre, plak yerleştirme şekli, olekranon osteotomisi, HO olup olmaması, postoperatif harekete başlama süresinin; hızlı DASH, MAYO, kavrama gücü, sıkma gücü ve eklem hareket açıklığı üzerinde bir etkisini tespit edemedik.

Çalışmamız esnasında genellikle plak ve vidalarla ilgili problemler, hipoestezi gibi nörolojik veya enfeksiyon gibi komplikasyonlar sebebiyle enstrümanlar çıkarıldığı için bu hastaların fonksiyonel sonuçlarının çıkarılmayanlara göre daha kötü olmasını bekliyorduk. Çünkü herhangi bir problemi olmayan hastaların mevcut enstrümanlarının çıkarılması ile ilgili talepleri olmamaktaydı. Plak çıkarılan hastaların hızlı DASH puanı

ortalama $20,1 \pm 22,0$ MAYO puanı ortalama $84,6 \pm 16,3$ olarak hesaplandı. Plak çıkarılmayanların hızlı DASH puanı ortalaması $12,6 \pm 11,8$ ve ortalama MAYO puanı $90,3 \pm 10,5$ olarak hesaplandı. Klinik olarak plağı çıkarılmayan hastaların fonksiyonel sonucu daha iyi gibi gözükse de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.



6. SONUÇ

Nadir görülen distal humerus eklem içi kırıklarında tedavide asıl amaç günlük yaşamı idame ettirebilecek ağrısız, stabil ve yeterli eklem hareket açıklığı elde etmek olmalıdır. Genel durumu ameliyata uygun olan bütün yer değiştirmiş kırıklara cerrahi yapılması en uygun tedavi seçeneğidir. Cerrahi tedavi sonucunu etkileyen en önemli faktörler iyi anatomik redüksiyon, yeterli ve sıkı bir tespittir. Kırıkların büyük kısmı yüksek enerjili travma sonucu meydana geldiğinden ilk değerlendirme detaylı olarak yapılmalı ve kapsamlı bir şekilde not edilmelidir. Açık kırıkların ilk müdahalesi hasta daha acil serviste iken yapılmalı ve tetanoz profilaksisi uygulanmalıdır.

Cerrahi plan ve kırık tipini belirlemek için standart grafiler çoğu zaman yeterli olmaktadır. Fakat eklemi ve kırık parçalarının birbiri ile olan ilişkisini tam olarak değerlendirmek ve iyi bir preoperatif planlama yapmak için 3D BT görüntülerinin alınmasının en azından cerraha kolaylık sağlayacağını düşünüyoruz. İleri yaş osteoporotik hastaların cerrahi tedavisinde total dirsek protezi her zaman akılda olsada ostesentezin birincil tedavi seçeneği olması gerektiğini düşünüyoruz. Ameliyat öncesi bekleme süresinin fonksiyonel sonuçlar üzerinde bir etkisi olmadığından hastayı ameliyat etmek için çok aceleci davranmamak ve iyi bir preoperatif planlama yapmak gerekmektedir. Yaş, kırık tipi, ek hastalık, ek kırık varlığı sonuçlara etki etmemektedir. Çalışmamızda HO oranı yüksek olduğundan indometazin profilaksisinin rutin uygulaması gerektiğini sonucunu çıkarabiliriz. Cerrahi yaklaşım olarak posterior insizyon ve olekranon osteotomisi en iyi eklem görüntüsüne sahip olup bu kırıklarda birincil tercih olmalıdır. Cerrahi esnasında ulnar sinirin aşırı gerilmesinden ve diseksiyonundan kaçınılmalıdır. Sinirin rutin olarak anteriora transpozisyonu komplikasyonları önlememektedir ve yapılmamalıdır.

Cerrahi süre arttıkça komplikasyon gelişme oranı arttığından, iyi bir preoperatif planlama ile bu kırıkların tedavisinde tecrübeli bir ekiple, olabilen en hızlı sürede ameliyat gerçekleştirmelidir.

KAYNAKLAR

1. Ege, R. Travmatoloji Kırıklar ve Eklem Yaralanmaları, 4.Baskı. Ankara, Kadioğlu Matbaası, 1989: 1528- 1702.
2. Jesse J, Neff BU, Allgover M. Intercondylar fractures of the humerus. *J Bone and Joint Surg Am.* 1985, 67- A(2): 226-39.
3. Lambotte A. *Chirurgie Operatoire des Fractures.* Paris: Masson et Cie; 1913.
4. Eastwood WJ. The T-shaped fracture of the lower end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1937, 19: 364-9.
5. Evans EM. Supracondylar-Y fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 1953, 35- (B3): 371-5.
6. Riseborough EJ, Radin EL. Intercondylar T fractures of the humerus in the adult. A comparison of operative and non-operative treatment in twenty-nine cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1969, 51(1): 130-41.
7. Brown RF, Morgan RG. Intercondylar T-shaped fractures of the humerus. Results in ten cases treated by early mobilisation. *J Bone Joint Surg Br.* 1971, 53(3): 425-8.
8. Gofton WT, Macdermid JC, Patterson SD, et al. Functional outcome of AO type C distal humeral fractures. *J Hand Surg Am.* 2003, 28(2): 294-308.
9. Kundel K, Braun W, Wieberneit J, et al. Intraarticular distal humerus fractures. Factors affecting functional outcome. *Clin Orthop Relat Res.* 1996, 332: 200-8.
10. McKee M, Jupiter J, Toh CL, et al. Reconstruction after malunion and nonunion of intra-articular fractures of the distal humerus. Methods and results in 13 adults. *J Bone Joint Surg Br.* 1994, 76(4): 614-62.
11. Arıncı K, Elhan A. Anatomi, 6. Baskı. Ankara, Güneş Kitapevi, 2006: 6-16.
12. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. Clinically Oriented Anatomy, 7th ed. Berlin, Springer Berlin Heidelberg, 2008: 672-677.
13. Thompson JC. Netter's Concise Atlas of Orthopaedic Anatomy. 1st ed. Saunders, Elsevier; 2001.

14. Morrey, B.F. Anatomy of The Elbow Joint, in The Elbow and Its Disorders. 4th ed. Elsevier Health Sciences, 2008: 11-38.
15. Morrey B, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 1991; 265: 187–95.
16. Dugas JR, Ostrander RV, Cain EL, Kingsley D, Andrews JR. Anatomy of the anterior bundle of the ulnar collateral ligament. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007, 16(5): 657–60.
17. Callaway GH, Field LD, Deng XH, Torzilli PA, O'Brien SJ, Altchek DW, et al. Biomechanical evaluation of the medial collateral ligament of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1997, 79: 1223–31.
18. Eygendaal D, Olsen BS, Jensen SL, Seki A, Sojbjerg JO. Kinematics of partial and total ruptures of the medial collateral ligament of the elbow. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999, 8(6): 612–6.
19. Morrey BF. Anatomy of the elbow joint. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. (eds). The Elbow and Its Disorders, 4th ed. Philadelphia, Saunders, 2009: 11–38.
20. An KN, Zobitz ME, Morrey BF. Biomechanics of the elbow. In: Morrey BF. (ed). The elbow and its disorders, 4th ed. Amsterdam, Elsevier, 2009: 39–63.
21. Morrey BF, An KN. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 1985; 201: 84–90.
22. McKee MD, Schemitsch EH, Sala MJ, O'Driscoll SW. The pathoanatomy of lateral ligamentous disruption in complex elbow instability. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003, 12(4): 391–6.
23. O'Driscoll SW, Bell D, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1991, 73(3): 440–6.
24. Moritomo H, Murase T, Arimitsu S, Oka K, Yoshikawa H, Sugamoto K. The in vivo isometric point of the lateral ligament of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 2007, 89: 2011–7.
25. Morrey BF, Chao EY. Passive motion of the elbow joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1976, 58: 501–8.

26. Stormont TJ, An KN, Morrey BF, Chao EY. Elbow joint contact study: comparison of techniques. *J Biomech.* 1985, 18: 329–36.
27. Olsen BS, Søjbjerg JO, Nielsen KK, Vaesel MT, Dalstra M, Sneppen O. Posterolateral elbow joint instability: the basic kinematics. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998, 7: 19–29.
28. O’Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Intraarticular pressure and capacity of the elbow. Arthroscopy. *J Arthroscopic and Related Surg.* 1990, 6: 100–3.
29. Morrey BF. Post-traumatic contracture of the elbow. Operative treatment, including distraction arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 1990, 72: 601–18.
30. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981, 63: 872–7.
31. Smith JM, Bell JE. Anatomy of the elbow. In: Tashjian ZR. (ed). The unstable elbow: An evidence-based approach to evaluation and management, 1st ed. Cham, Springer, 2017: 1-26.
32. Sardelli M, Tashjian RZ, MacWilliams BA. Functional elbow range of motion for contemporary tasks. *J Bone Joint Surg Am.* 2011, 93: 471–7.
33. Anglen J. Distal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005, 13(5): 291–7.
34. Palvanen M, Kannus P, Niemi S, et al. Secular trends in the osteoporotic fractures of the distal humerus in elderly women. *Eur J Epidemiol.* 1998, 14(2): 159–64.
35. Palvanen M, Kannus P, Parkkari J, et al. The injury mechanisms of osteoporotic upper extremity fractures among older adults: a controlled study of 287 consecutive patients and their 108 controls. *Osteoporos Int.* 2000, 11(10): 822–31.
36. Robinson CM. Fractures of the distal humerus. In: Bucholz RW HJ, Court-Brown C, Tornetta P, Koval KJ. (eds). Rockwood and Green’s Fractures in Adults. 6th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2005: 1051–1116.
37. Faber KJ, Cordy ME, Milne AD, et al. Advanced cement technique improves fixation in elbow arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1997, (334): 150–6.
38. Jupiter JB. Complex fractures of the distal part of the humerus and associated complications. *J Bone and Joint Surg Am.* 1994, 76-A(8): 1252-64.

39. Scapinelli R. Treatment of fractures of humeral capitulum using fibrin sealant. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1990, 109: 235-7.
40. Watts AC, Morris A, Robinson CM. Fractures of the distal humeral articular surface. *J Bone Joint Surg Br.* 2007, 89(4): 510-5
41. Grantham SA, Norris TR, Bush DC. Isolated fracture of the humeral capitellum. *Clin Orthop Relat Res.* 1981, (161): 262-9.
42. Dubberley JH, Faber KJ, Macdermid JC, et al. Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006, 88(1): 46-54.
43. Ring D, Gulotta L, Jupiter JB. Unstable nonunions of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2003, 85-A(6): 1040-6.
44. Min W, Ding BC, Teiwani NC. Comparative functional outcome of AO/OTA type C distal humerus fractures: open injuries do worse than closed fractures. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012, 72(2): 27-32.
45. McKee MD, Wilson TL, Winston L, et al. Functional outcome following surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures through a posterior approach. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 82-A(12): 1701-7.
46. Bartels RH, Grotenhuis JA. Anterior submuscular transposition of the ulnar nerve. For post-operative focal neuropathy at the elbow. *J Bone Joint Surg Br.* 2004, 86(7): 998-1001.
47. Meissner M, Paun M, Johansen K. Duplex scanning for arterial trauma. *Am J Surg.* 1991, 161(5): 552-5.
48. Roberts RM, String ST. Arterial injuries in extremity shotgun wounds: requisite factors for successful management. *Surgery.* 1984, 96(5): 902-8.
49. Brouwer KM, Lindenhovius AL, Dyer GS, et al. Diagnostic accuracy of 2- and 3-dimensional imaging and modeling of distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012, 21(6): 772-6.
50. Muller M. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones. 1st ed. Berlin: Springer- Verlag, 1990.

51. Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic trauma association committee for coding and classification. *J Orthop Trauma*. 1996,10(1): 1–154.
52. Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al. Fracture and dislocation classification compendium-Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007, 21(10 1): 1-133.
53. Jupiter JB, Mehne DK. Fractures of the distal humerus. *Orthopedics*. 1992, 15(7): 825–33.
54. Doornberg J, Lindenhovius A, Kloen P, et al. Two- and three-dimensional computed tomography for the classification and management of distal humeral fractures. Evaluation of reliability and diagnostic accuracy. *J Bone Joint Surg Am*. 2006, 88(8): 1795–801.
55. Mehne DK, Matta J. Bicolumn fractures of the adult humerus. Presented at: The 53rd Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, New Orleans, La, 1986.
56. Milch H. Fractures and fracture dislocations of the humeral condyles. *J Trauma*. 1964, (4): 592–607.
57. Ilahi OA, Strausser DW, Gabel GT. Post-traumatic heterotopic ossification about the elbow. *Orthopedics*. 1998, 21(3): 265–8.
58. Patterson SD, Baln GI, Mehta JA. (2000) Surgical approaches to the elbow. *Clin Orthop Relat Res*. 2000, 370: 19-33.
59. Krkovic M, Kordas M, Tonin. Subperiosteal elevation of the ulnar nerve during internal fixation for fractures of the distal humerus assessed by intra operative neurophysiological monitoring. *J Bone Joint Surg Br*. 2006, 88(2): 220-6.
60. WanJ KC, Shih HN, Hsu KY, et al. Intercondylar fractures of the distal humerus: Routine anterior subcutaneous transposition of the ulnar nerve in a posterior operative approach. *J Trauma*. 1994, 36(6):770-3.
61. Ristlc S, Strauc RJ, Rosenwasser MP. The assessment and treatment of nerve dysfunction after trauma around the elbow. *Clin Orthop Relat Res*. 2000, 370:138-52.

62. McKee MD, Kim J, Kebaish K, et al. Functional outcome after open supracondylar fractures of the humerus: The effect of the surgical approach. *J Bone Joint Surg Br.* 2000, 82(5): 646-51.
63. O'Driscoll SW. The triceps-reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for distal humeral fractures and nonunions. *Orthop Clin North Am.* 2000, 31(1): 91-101.
64. Gainor BJ, Moussa F, Schott T. Healing rate of transverse osteotomies of the olecranon used in reconstruction of distal humerus fractures. *J South Orthop Asso.* 1995, 4(4): 263-8.
65. Ring D, Gulotta L, Chin K. Olecranon osteotomy for exposure of fractures and nonunions of the distal humerus. *J Orthop Trauma.* 2004, 18(7): 446-9.
66. Morrey BF. Fractures of the distal humerus: role of elbow replacement. *Orthop Clin North Am.* 2000, 31(1): 145-54.
67. Morrey BF. Limited and extensile triceps reflecting and exposures of the elbow. Morrey BF (ed). *The Elbow: Master Techniques in Orthopaedic Surgery.* 2nd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 3-25.
68. Zagorski JB, Jennings JJ, Williams EB. Comminuted intraarticular fractures of the distal humeral condyles. *Clin. Orthop.* 1986, 202: 197-04.
69. Jupiter JB. Complex fractures of the distal part of the humerus and associated complications. *J Bone Joint Surg.* 1994, 76-A: 1252-64.
70. Wilkinson JM, Stanley D. Posterior surgical approaches to the elbow: a comparative anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001, 10(4): 380-38.
71. Ring D, Jupiter JB. Fractures of the distal humerus. *Orthop Clin North Am.* 2000, 31(1): 103-13.
72. Schemitsch EH, Tencer AF, Henley MB. Biomechanical evaluation of methods of internal fixation of the distal humerus. *J Orthop Trauma.* 1994, 8(6): 468-75.
73. Korner J, Lill H, Müller LP, et al. The LCP-concept in the operative treatment of distal humerus fractures-biological, biomechanical and surgical aspects. *Injury.* 2003; 34(2): 20-30.

74. Zalavras CG, Vercillo MT, Jun BJ, et al. Biomechanical evaluation of parallel versus orthogonal plate fixation of intra-articular distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011, 20(1): 12–20.
75. Holdsworth BJ. Humerus: distal. In: Rüedi TP, Murphy WM (eds). *AO Principles of Fracture Management*, Thieme, Stuttgart, 2000: 311-324.
76. O'Driscoll SW. Optimizing stability in distal humeral fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005, 14(1): 186-94.
77. Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW. Principle based internal fixation of distal humerus fractures. *Tech in Hand Upper Ext Surg.* 2001, 5(4): 179-87.
78. Skaggs DL, Hale JM, Buggay S, Kay RM. Use of a hybrid external fixator for a severely comminuted juxta-articular fracture of the distal humerus. *J Orthop Trauma.* 1998, 12(6): 439-42.
79. Frankle MA, Herscovici D, DiPasquale TG, Vasey MB, Sanders RW. A comparison of open reduction and internal fixation and primary total elbow arthroplasty in the treatment of intraarticular distal humerus fractures in women older than age 65. *J Orthop Trauma.* 2003, 17(7): 473-80.
80. Ring D. Humerus: distal. In: Moran CG, Theerachai A, Buckley RE (eds). *AO principles of fracture management*. 3rd ed. Davos, 2018: 623-636.
81. Aslam N, Willett K. Functional outcome following internal fixation of intraarticular fractures of the distal humerus (AO type C). *Acta Orthop Belg.* 2004, 70(2): 118-22.
82. Ek ET, Goldwasser M, Bonomo AL. Functional outcome of complex intercondylar fractures of the distal humerus treated through a triceps-sparing approach. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008, 17(3): 441-6.
83. Greiner S, Haas NP, Bail HJ. Outcome after open reduction and angular stable internal fixation for supra-intercondylar fractures of the distal humerus: preliminary results with the LCP distal humerus system. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008, 128(7): 723-9
84. Helfet DL, Kloen P, Anand N, et al. Open reduction and internal fixation of delayed unions and nonunions of fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2003, 85-A(1): 33–40.

85. Haidar SG, Kumar D, Bassi RS, Deshmukh SC. Average versus maximum grip strength: Which is more consistent? *J Hand Surg Br.* 2004, 29: 82-4.
86. Halpern CA, Fernandez JE. The effect of wrist and arm postures on peak pinch strength. *J Hum Ergol.* 1996, 25: 115-30.
87. Galano GJ, Ahmad CS, Levine WN. Current treatment strategies for bicolunar distal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010, 18(1): 20–30.
88. Zlotolow DA, Catalano LW, Barron OA, et al. Surgical exposures of the humerus. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006, 14: 754–65.
89. Robinson CM, Hill RMF, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM. Adult distal humeral metaphyseal fractures: epidemiology and results of treatment. *J Orthop Trauma.* 2003, 17(1): 38–47.
90. Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Kannus P. Osteoporotic fractures of the distal humerus in elderly women. *Ann Intern Med.* 2003, 139(3): 61.
91. Kannus P, Niemi S, Parkkari J, Palvanen M, Heinonen A, Sievänen H, et al. Why is the age-standardized incidence of low-trauma fractures rising in many elderly populations? *J Bone Miner Res.* 2002, 17(8): 1363–7.
92. Cho JW, Kim BS, Yeo DH, Kang SH, Lim EJ, Sakong S, W Cho WT, Oh JK. Clinical outcome of AO/OTA type C fracture of the distal humerus using the expanded paratricipital approach and cadaveric comparison of the exposure of the paratricipital and expanded paratricipital approaches to the distal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020, 29: 1554–63.
93. Flinkkila T, Toimela J, BM, Sirniö K.BM, Leppilahti J. Results of parallel plate fixation of comminuted intra-articular distal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014, 23: 701-7.
94. Jupiter JB, Neff U, Holzach P, Allgower M. Intercondylar fractures of the humerus. An operative approach. *J Bone Joint Surg.* 1985, 67: 226-39.
95. Pereles TR, Koval KJ, Gallagher M, et al. Open reduction and internal fixation of the distal humerus: functional outcome in the elderly. *J Trauma.* 1997, 43: 578-84.

96. Atalar AC, Demirhan M, Salduz A, Kılıçoğlu Ö, Seyah A. Functional results of the parallel-plate technique for complex distal humerus fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2009, 43(1): 21-7.
97. Zalavras CG, Paposoulis E. İntraarticular fractures of the distal humerus- a review of current practice. *Int Orthop.* 2018; 42: 2653–2662.
98. Joskowicz L, Hazan EJ. Computer aided orthopaedic surgery: incremental shift or paradigm change? *Med Image Anal.* 2016, 33: 84–90.
99. Chae MP, Rozen WM, McMenamin PG, Findlay MW, Spychal RT, Hunter-Smith DJ. Emerging applications of bedside 3D printing in plastic surgery. *Front Surg.* 2015,2: 25.
100. Zheng G, Nolte LP. Computer-assisted orthopedic surgery: current state and future perspective. *Front Surg.* 2015, 2: 66.
101. Ellis RE, Tso CY, Rudan JF, Harrison MM. A surgical planning and guidance system for high tibial osteotomy. *Comput Aided Surg.* 1999, 4: 264–74.
102. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomed Eng Online.* 2016, 15: 115.
103. Brown GA, Firoozbakhsh K, Gehlert RJ. Three-dimensional CT modeling versus traditional radiology techniques in treatment of acetabular fractures. *Iowa Orthop J.* 2001, 21: 20–4.
104. Yoshii Y, Teramura S, Oyama K, Ogawa T, Hara Y, Ishii T. Development of three - dimensional preoperative planning system for the osteosynthesis of distal humerus fractures. *Yoshii et al. BioMed Eng OnLine.* 2020, 19: 56-79.
105. Bryan R. Fractures about the elbow in adults. *Instr Course Lect.* 1981, 30: 200–23.
106. Lecestre P, Dupont J. B. Severe fractures of the lower end of the humerus in adults. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1978, 65(1): 11–23.
107. Dubberley JH, Faber KJ, Macdermid JC, Patterson SD, King GJW. Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006, 88(1): 46–54.

108. Muller M, Nazarian J, Koch P. Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification. *J Orthop Trauma*. 1996, 10.
109. Aitken GK, Rorabeck CH. Distal humeral fractures in the adult. *Clin Orthop*. 1986, (207): 1917.
110. Helfet DL, Schmeling GJ. Bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus in adults. *Clin Orthop* 1993, (292): 26-36.
111. Letsch R, Schmit-Neuerburg KP, Sturmer KM, Walz M. Intraarticular fractures of the distal humerus. Surgical treatment and results. *Clin Orthop*. 1989, (241): 238-44.
112. Wang Y, Zhuo Q, Tang P, Yang W. Cochrane database of systematic reviews, Chichester, Wiley. 1996, (1)
113. Hausman M, Panozzo A. Treatment of distal humerus fractures in the elderly. *Clin Orthop Relat Res*. 2004, 425: 55–63.
114. Steinitz A, Sailer J, Rikli D. Distal humerus fractures: review of current therapy concepts *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016; 9: 199–206
115. Ljungquist KL, Beran MC, Awan H. Effects of surgical approach on functional outcomes of open reduction and internal fixation of intra-articular distal humeral fractures: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012, 21: 126–35.
116. Gupta R, Khanchandani P. Intercondylar fractures of the distal humerus in adults: a critical analysis of 55 cases. *Injury*. 2002, 33(6): 511–5.
117. Yadav V, Sharma P, Gohiya A. Functional outcome of intraarticular distal humerus fracture fixation using triceps-sparing paratricipital approach. *Indian J Orthop*. 2016; 50: 595–01.
118. Elmadag M, Erdil M, Bilsel K, Acar MA, Tuncer N, Tuncay I. The olecranon osteotomy provides better outcome than the triceps-lifting approach for the treatment of distal humerus fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014; 24: 43–50.

119. Chou YC, Hsu YH, Yu YH, Wu CC. Triceps-reflecting anconeus pedicle approach with double precontoured locking plate fixation is efficient in the treatment of orthopaedic trauma association type c distal humerus fracture. *Injury*. 2016, 47: 2240–6.
120. Sharma S, Johnb R, Dhillona S. M, Kishorec K. Surgical approaches for open reduction and internal fixation of intra-articular distal humerus fractures in adults: A systematic review and meta-analysis. *Injury, Int. J. Care Injured*. 2018, 49: 1381-91.
121. O'Driscoll. Elbow arthritis: treatment options. *J Am Acad Orthop Surg*. 1993, 1: 106–16.
122. Yılmaz E, Bulut M. Outcomes of the distal intraarticular humeral fractures treated by olecranon osteotomy. *Dicle Tip Dergisi*. 2009, 36: 241-7.
123. Li SH, Li ZH, Cai ZD, Zhu YC, Shi YZ, Liou J, Tao K. Bilateral plate fixation for type C distal humerus fractures: experience at a single institution. *Int Orthop*. 2011, 35(3): 433–8.
124. Ulusal AE, Boz U, Serto Z, Ustaoglu RG. Approaches to distal humeral fractures in adults and comparison of treatment results. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2006, 40(1): 22-28.
125. Zhang C, Zhong B. Comparing approaches to expose type C fractures of the distal humerus for ORIF in elderly patients: six years clinical experience with both the triceps-sparing approach and olecranon osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014; 134(6): 803–11.
126. Inglis AE, Ranawat CS, Straub LR. Synovectomy and debridement of the elbow in rheumatoid arthritis. *J Bone Jt Surg*. 1971; 53: 652–62.
127. Cheung EV, Steinmann SP. Surgical approaches to the elbow. *J Am Acad Orthop Surg*. 2009; 17: 325–33.
128. Bryan RS, Morey BF. Fractures of the distal humerus in adults. In. B.F.Morey. *The Elbow and Its Disorders*, Philadelphia, W.B.Saunders. 2000: 293-340.
129. Eralp L, et al. Surgical treatment of distal intraarticular humeral fractures in adults. *Int orthop*. 2001; 25(1): 46-50.

130. Sane AD, et al. Olecranon osteotomy in the treatment of distal humeral fractures in adults: anatomical and functional evaluation of the elbow in 14 cases. *Chir Main*, 2009; 28(2): 93-8.
131. Wagener, M.L, et al. Clinical results of the re-fixation of a Chevron olecranon osteotomy using an intramedullary cancellous screw and suture gergi band. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2015; 10(1): 1-4.
132. Korner J, Diederichs G, Arzdorf M, Lill H, Josten C, Schneider E, et al. A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates. *J Orthop Traum*. 2004, 18(5): 286–93.
133. Kinzl L, Fleischmann W. The treatment of distal upper arm fractures. *Unfallchirurg*. 1991, 94(9): 455–60.
134. Pajarinen J, Björkenheim JM. Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus: results after a mean follow-up of 2 years in a series of 18 patients. *J Shoulder Elb Surg*. 2002, 11(1): 48–52.
135. Lee SK, Kim KJ, Park KH, Choy WS. A comparison between orthogonal and parallel plating methods for distal humerus fractures: a prospective randomized trial. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2013, 24(7): 1123–31.
136. Zalavras CG, McAllister ET, Singh A, Itamura JM. Operative treatment of intra-articular distal humerus fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2007, 36(2): 8–12.
137. Holdsworth BJ, Mossad MM. Fractures of the adult distal humerus. Elbow function after internal fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1990, 72(3): 362-5.
138. Jacobson SR, Glisson RR, Urbaniak JR. Comparison of distal humerus fracture fixation: a biomechanical study. *J South Orthop Assoc* 1997, 6(4): 241–9.
139. Self J, Viegas SF, Buford WL, Patterson RM. A comparison of double-plate fixation methods for complex distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2005, 4(1): 10–6.
140. Scolaro JA, Hsu JE, Svach DJ, Mehta S. Plate selection for fixation of extra-articular distal humerus fractures: A biomechanical comparison of three different implants. *Injury*. 2014, 45(12): 2040–4.

141. Helfet DL, Hotchkiss RN. Internal fixation of the distal humerus: a biomechanical comparison of methods. *J Orthop Trauma*. 1990, 4: 260–4.
142. Schemitsch EH, Tencer AF, Henley MB. Biomechanical evaluation of methods of internal fixation of the distal humerus. *J Orthop Trauma*. 1994, 8(6): 468–75.
143. Bogataj M, Kosel F, Norris R, Krkovic M, Brojan M. Biomechanical study of different plate configurations for distal humerus osteosynthesis. *Med Biol Eng Comput*. 2015, 53(5): 381–92.
144. Shin SJ, Sohn HS, Do NH. A clinical comparison of two different double plating methods for intrarticular distal humerus fractures. *J Shoulder Elb Surg*. 2010, 19(1): 2–9.
145. Got C, Shuck J, Biercevicz A, Paller D, Mulcahey M, Zimmermann M, Blaine T, Green A. Biomechanical comparison of parallel versus 90-90 plating of bicolumn distal humerus fractures with intra-articular comminution. *J Hand Surg Am*. 2012, 37(12): 2512–8.
146. Schwartz A, Oka R, Odell T, Mahar A. Biomechanical comparison of two different periarticular plating systems for stabilization of complex distal humerus fractures. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006, 21: 950–5.
147. Kollias CM, Darcy SP, Reed JG, Rosvold JM, Shrive NG, Hildebrand KA. Distal humerus internal fixation: a biomechanical comparison of 90° and parallel constructs. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2010, 39(9): 440–4.
148. Self J, Viegas SF, Buford WL Jr, Patterson RM. A comparison of double-plate fixation methods for complex distal humerus fractures. *J Shoulder Elb Surg*. 1995, 4: 10–6.
149. Stoffel K, Cunneen S, Morgan R, Nicholls R, Stachowiak G. Comparative stability of perpendicular versus parallel doublelocking plating systems in osteoporotic comminuted distal humerus fractures. *J Orthop Res*. 2008, 26: 778–84.
150. Zalavras CG, Vercillo MT, Jun BJ, Otardifard K, Itamura JM, Lee TQ. Biomechanical evaluation of parallel versus orthogonal plate fixation of intra-articular distal humerus fractures. *J Shoulder Elb Surg*. 2011, 20(1): 12–20.
151. Babhulkar S, Babhulkar S. Controversies in the management of intra-articular fractures of distal humerus in adults. *Indian J Orthop*. 2011, 45(3): 216–25.

152. Bogataj M, Kosel F, Norris R, Krkovic M, Brojan M. Biomechanical study of different plate configurations for distal humerus osteosynthesis. *Med Biol Eng Comput.* 2015, 53(5): 381-5.
153. Schuster I, Korner J, Arzdorf M, Schwieger K, Diederichs G, Linke B. Mechanical comparison in cadaver specimens of three different 90-degree double-plate osteosyntheses for simulated C2-type distal humerus fractures with varying bone densities. *J Orthop Trauma.* 2008, 22(2): 113-20.
154. Hungerer S, Wipf F, von Oldenburg G, Augat P, Penzkofer R. Complex distal humerus fractures-comparison of polyaxial locking and non-locking screw configurations-a preliminary biomechanical study. *J Orthop Trauma.* 2014, 28(3): 130-6.
155. Berkes M, Garrigues G, Solic J, Van Zeeland N, Shourbaji N, Brouwer K, Jupiter J, Ruch D, Obremskey WT. Locking and non-locking constructs achieve similar radiographic and clinical outcomes for internal fixation of intra-articular distal humerus fractures. *HSS J.* 2011, 7(3): 244-50.
156. Kloen P, Helfet DL, Lorich DG, Paul O, Brouwer KM, Ring D. Temporary joint-spanning external fixation before internal fixation of open intra-articular distal humeral fractures: a staged protocol. *J Shoulder Elb Surg.* 2012, 21(10): 1348-56.
157. Burg A, Berenstein M, Engel J, Luria T, Salai M, Dudkiewicz I, Velkes S. Fractures of the distal humerus in elderly patients treated with a ring fixator. *Int Orthop.* 2011, 35(1): 101-6.
158. Kundel K, Braun W, Wieberneit J, Ruter A. Intraarticular distal humerus fractures. Factors affecting functional outcome. *Clin Orthop.* 1996, (332): 200-8.
159. Bryan RS, Morey BF. Fractures of the distal humerus in adults. In: Morey BF (ed). *The Elbow and Its Disorders.* Philadelphia, W.B.Saunders, 2000: 293-340.
160. Ackerman G, Jesse BJ. Non-union of the distal end of the humerus. *J Bone and Joint Surg Am.* 1988, 70(1): 75-83.
161. Worden A, Ilyas AM. Ulnar neuropathy following distal humerus fracture fixation. *Orthop Clin North A.* 2012; 43(4): 509–14.

162. Chen RC, Harris DJ, Leduc S, Borrelli JJ Jr, Tornetta P 3rd, Ricci WM. Is ulnar nerve transposition beneficial during open reduction internal fixation of distal humerus fractures? *J Orthop Trauma*. 2010; 24(7): 391-4.
163. Wiggers JK, Brouwer KM, Helmerhorst GT, Ring D. Predictors of diagnosis of ulnar neuropathy after surgically treated distal humerus fractures. *J Hand Surg Am*. 2012; 37(6): 1168–72.
164. Vazquez O, Rutgers M, Ring DC, Walsh M, Egol KA. Fate of the ulnar nerve after operative fixation of distal humerus fractures. *J Orthop Trauma*. 2010; 24(7): 395-9.
165. Huang JI, Paczas M, Hoyer HA, et al. Functional outcome after open reduction internal fixation of intra-articular fractures of the distal humerus in the elderly. *J Orthop Trauma*. 2011, 25(5): 259–65.
166. Ruan HJ, Liu JJ, Fan CY, et al. Incidence, management and prognosis of early nerve dysfunction in type C fractures of distal humerus. *J Orthop Trauma*. 2009, 67(6): 1397–401.
167. Foruria AM, Lawrence TM, Augustin S, et al. Heterotopic ossification after surgery for distal humeral fractures. *Bone Jt J*. 2014, 96(12): 1681-7.
168. Bauer AS, Lawson BK, Bliss RL, et al. Risk factors for posttraumatic heterotopic ossification of the elbow: case-control study. *J Hand Surg Am*. 2012; 37(7): 1422-9.
169. Garland DE, O'Hollaren RM. Fractures and dislocations about the elbow in the head injured adult. *Clin Orthop Relat Res*. 1982, (168): 38–41.
170. Jupiter JB, O'Driscoll SW, Cohen MS. The assessment and management of the stiff elbow. *Instr Course Lect*. 2003, (52): 93–111.
171. McCarty LP, Ring D, Jupiter JB. Management of distal humerus fractures. *Am J Orthop (Bella Mead NJ)*. 2005, 34(9): 430-8.
172. Park MJ, Kim HG, Lee JY. Surgical treatment of post-traumatic stiffness of the elbow. *J Bone Joint Surg Br*. 2004, 86(8): 1158-62.
173. Ring D, Jupiter JB, Gulotta L. Articular fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*. 2003, 85(2): 232–8.
174. Ring D, Jupiter JB. Complex fractures of the distal humerus and their complications. *J Shoulder Elbow Surg*. 1999, 8(1): 85–97.

175. Sanders RA, Raney EM, Pipkin S. Operative treatment of bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus. *Orthopedics*. 1992, 15(2): 159-63.
176. Eralp L, Kocaoglu M, Sar C. Surgical treatment of distal intra articular humeral fractures in adults. *Int Orthop*. 2001, (25): 46-50.
177. Reising K, Hauschild O, Strohm PC, Suedkamp NP. Stabilisation of articular fractures of the distal humerus: early experience with a novel perpendicular plate system. *Injury*. 2009, (40): 611-7.
178. Dias DA. Heterotopic para articular ossification of the elbow with soft tissue contracture in burns. *Burns Incl Therm Inj*. 1982, (9): 128-34.
179. Kural C, Ercin E, Erkilinc M, Karaali E, G. Bilgili M, Altun S. Bicolumnar 90-90 plating of AO 13C type fractures. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turc*. 2017, 51(2): 128-32.
180. Crawford CM, G Varghese, MM Mani, JR Neff. Heterotopic ossification: are range of motion exercises contraindicated? *J Burn Care Rehabil*. 1986, 7(4): 323-7.
181. Peterson SL, MM Mani, CM Crawford, JR Neff, JM Hiebert. Postburn heterotopic ossification: insights for management decision making. *J Trauma*. 1989, 29(3): 365-9.
182. Evans EB. Heterotopic bone formation in thermal burns. *Clin Orthop Relat Res*. 1991, (263): 94-101.
183. Nollen AJ. Effects of ethylhydroxydiphosphonate (EHDP) on heterotopic ossification. *Acta Orthop Scand*. 1986, 57(4): 358-61.
184. Hurvitz EA, Mandac BR, Davidoff G, Johnson JH, Nelson VS. Risk factors for heterotopic ossification in children and adolescents with severe traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992, 73(5): 459- 462.
185. Stein DA, R Patel, KA Egol, FT Kaplan, NC Teiwani, KJ Koval. Prevention of heterotopic ossification at the elbow following trauma using radiation therapy. *Bull Hosp Jt Dis*. 2003, 61(3-4): 151 154.
186. Dodds DS, Hanel PD. Heterotopic ossification of elbow. I: American Society for Surgery of the Hand 425-438.

187. Doornberg JN, van Duijn PJ, Linzel D, Ring DC, Zurakowski D, Marti RK, Kloen P. Surgical treatment of intra-articular fractures of the distal part of the humerus. Functional outcome after twelve to thirty years. *J Bone Joint Surg Am.* 2007, 89: 1524-32.
188. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). Upper Extremity Collaborative Group. *Am J Indust Med.* 1996, 29: 602-8.
189. Morrey BF, An KN. Functional evaluation of the elbow. In: Morrey BF (ed). *The elbow and its disorders*. 4th ed. Philadelphia, WB Saunders, 2009: 80-91.
190. Henley MB, Bone LB, Parker B. Operative management of intra-articular fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma.* 1987, 1: 24-35.
191. Erpelding JM, Mailander A, High R, Mormino MA, Fehringer EV. Outcomes following distal humeral fracture fixation with an extensor mechanism-on approach. *J Bone Joint Surg Am.* 2012, 94(6): 548-53.
192. Sotelo JS, Torchia ME, O'Driscoll SW. Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2007, 89(5): 961-9.
193. Athwal GS. Distal humerus kırıkları. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM, Tornetta III P(eds). *Rockwood & Green's Fractures in Adults*, 7th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2009
194. Kaiser T, Brunner A, Hohendorff B, Ulmar B, Babst R. Treatment of supra- and intra-articular fractures of the distal humerus with the LCP distal Humerus plate: a 2-year follow-up. *J Shoulder Elb Surg.* 2011, 20(2): 206-12.
195. Ducrot G, Bonnomet F, Adam P, Ehlinger M. Treatment of distal humerus fractures with LCP DHP locking plates in patients older than 65 years. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013, 99(2): 145-54.
196. Greiner S, Haas NP, Bail HJ. Outcome after open reduction and angular stable internal fixation for supra-intercondylar fractures of the distal humerus: preliminary results with the LCP distal humerus system. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008, 128(7): 723-9.