



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

**ERİŞKİN DİSTAL HUMERUS KOMPLEKS KIRIKLARINDA  
İDEAL CERRAHİ TEDAVİ SEÇENEĞİ VAR MI?**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Ahmet Çağrı UYAR**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Mustafa UYSAL**

**HAZİRAN - 2018**

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

**ERİŞKİN DİSTAL HUMERUS KOMPLEKS KIRIKLARINDA  
İDEAL CERRAHİ TEDAVİ SEÇENEĞİ VAR MI?**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Ahmet Çağrı UYAR**

**DANIŞMAN**

**Prof. Dr. Mustafa UYSAL**

**HAZİRAN - 2018**

## TEZ ONAY FORMU

Uzmanlık tezinin adı: Erişkin distal humerus kompleks kırıklarında ideal cerrahi tedavi seçeneği var mı?

Jüri kararı: Tez savunmasını yapmış ve başarılı bulunmuştur. Uzmanlık sınavına girmesi uygundur.

Jüri Üyeleri:

BAŞKAN

Prof. Dr. Mustafa UYSAL

ÜYE

Prof.Dr.Mehmet ERDEM

ÜYE

Prof. Dr. Yavuz KOCABEY

## BEYAN

Bu çalışma T.C. Sakarya Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 04/12/2017 tarihinde onay olarak hazırlanmıştır. Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih:

27.06.2018

Adı-Soyadı

Ahmet Çağrı UYAR

İmza

## TEŞEKKÜR

Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji uzmanlık eğitim sürem içinde bilgi, fikir ve tecrübelerinden faydalandığım anabilim dalı başkanımız Prof.Dr. Mehmet ERDEM'e, değerli öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Mustafa UYSAL'a, Doç. Dr. Mehmet TÜRKER'e ve Doç. Dr. Mustafa Erkan İNANMAZ'a, Yrd. Doç. Dr. Alauddin KOCHAİ'ye ve Yrd. Doç. Dr. Levent BAYAM'a, kliniğimizin uzmanlarına sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmamız süresince fikirleriyle her zaman yardımcı olan ,değerli katkılarını esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Mustafa UYSAL'a sonsuz teşekkür ederim.

Tezimin istatistiksel analizlerinin yapılması aşamasında bilgi ve desteğini esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Ünal ERKORKMAZ'a teşekkür ederim.

Birlikte çalışırken sıklıkla tecrübelerinden faydalandığım, eğitim süresince desteklerini esirgemeyen kliniğimiz uzaman hekimlerine teşekkür ederim.

Geçirdiğim eğitim süresi boyunca herşeyi paylaştığımız , sevgili asistan kardeşlerime teşekkür ederim.

Birlikte uyum içinde çalıştığımız kliniğimiz hemşire sekreter ve personellerine teşekkürlerimi sunarım.

Üzerimde büyük emekleri olan , her zaman desteklerini hissettiğim ,sevgili annem , babam ve kardeşime teşekkür ederim.

Son olarak , bütün bu zorlu süreçte her zaman yanımda olan , fedakar eşim Dr. Elif Nur UYAR' a ve biricik kızım Doğa' ya sonsuz teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Dr. Ahmet Çağrı UYAR

SAKARYA 2018

## İÇİNDEKİLER

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| ONAY.....                        | i    |
| BEYAN.....                       | ii   |
| TEŞEKKÜR.....                    | iii  |
| İÇİNDEKİLER.....                 | iv   |
| KISALTMA VE SİMGELER.....        | v    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....             | vi   |
| RESİMLER DİZİNİ.....             | vii  |
| TABLOLAR DİZİNİ.....             | viii |
| GRAFİKLER DİZİNİ.....            | ix   |
| ÖZET.....                        | x    |
| SUMMARY.....                     | xii  |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ.....            | 1    |
| 2.GENEL BİLGİLER.....            | 4    |
| 2.1 ANATOMİ.....                 | 4    |
| 2.2 BİYOMEKANİK.....             | 16   |
| 2.3 YARALANMA MEKANİZMASI.....   | 18   |
| 2.4 KIRIKI YİLEŞMESİ.....        | 18   |
| 2.5 KLİNİK BULGULAR.....         | 22   |
| 2.6 RADYOLOJİK BULGULAR.....     | 23   |
| 2.7 SINIFLAMA.....               | 24   |
| 2.8 TEDAVİ.....                  | 26   |
| 2.9 CERRAHİ KOMPLİKASYONLAR..... | 41   |
| 3.GEREÇ VE YÖNTEM.....           | 47   |
| 3.1 AMELİYAT TEKNİĞİ.....        | 47   |

|   |    |
|---|----|
| 3.2 KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME..... | 56 |
| 3.3 İSTATİSTİKSEL YÖNTEM.....               | 58 |
| 4. BULGULAR.....                            | 61 |
| 5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....                    | 73 |
| OLGU ÖRNEKLERİ.....                         | 89 |
| KAYNAKLAR.....                              | 97 |

## KISALTMA VE SİMGELER

EGF: Epidermal büyüme faktörü

FGF: Fibroblast büyüme faktörü

PDGF: Trombositten üretilmiş büyüme faktörü

TGF- $\beta$ : Dönüştürücü büyüme faktörü-beta

BDGF: Kemikten türetilmiş büyüme faktörü

IL-1: İnterlökin-1

AO/ASIF: Association for Osteosynthesis/Association for the Study of Internal Fixation

DCP: Dinamik kompresyon plağı

LC-DC: Low contact dinamik kompresyon

LCP: Kilitli kompresyon plağı

DASH: Disability of shoulder arm and hand scale

MEPI: Mayo dirsek performans indeksi

ÇAG: Çeyreklikler arası genişlik

MIPO: minimal invaziv plak vida osteosentezi

## ŞEKİLLER

|   | Sayfa |
|---|-------|
| Şekil 1: Humerusun kemiksel anatomisi   | 5     |
| Şekil 2: Humerus kemikleşme merkezleri  | 6     |
| Şekil 3: Sol kol kasları (dış yandan görünüm)                                       | 9     |
| Şekil 4: Sol kol kasları(iç yandan görünüm)   | 10    |
| Şekil 5: Kol bölgesinden geçen sinirler   | 13    |
| Şekil 6: Kol bölgesinin arterleri   | 15    |
| Şekil 7: Kuvvetlere göre kırık şekilleri  | 17    |
| Şekil 8: Kırık iyileşmesi evreleri  | 19    |
| Şekil 9: AO/ASIF sınıflandırması  | 26    |
| Şekil 10: Askılı alçı   | 28    |
| Şekil 11: Abdüksiyonsplinti uygulaması  | 29    |
| Şekil 12: İskelet traksiyonu uygulaması   | 29    |
| Şekil 13: a:Velpau bandajı, b: U ateli, c: hanging cast, d: fonksiyonel breys       | 31    |
| Şekil 14: Humerusa anterolateral yaklaşım   | 34    |
| Şekil 15: Humerusa lateral yaklaşım   | 35    |
| Şekil 16: Humerusa posterior yaklaşım, A:cilt insizyonu, B:derin diseksiyon         | 36    |
| Şekil 17: Humerusa minimal invaziv yaklaşım   | 37    |
| Şekil 18: Langenbeck'in kemik vidaları ile yapılan eksternal fiksatorü              | 38    |
| Şekil 19: İlizarov'un tasarladığı sirküler eksternal fiksatorün humerusa uygulaması | 39    |
| Şekil 20: Bir çeşit hibrid eksternal fiksator                                       | 40    |
| Şekil 21: Radial sinir trasesi  | 42    |
| Şekil 22 : Humerusa lateral yaklaşım, yüzeysel diseksiyon                           | 48    |



|  |    |
|--|----|
| Şekil 23 : Humerusa lateral yaklaşım, a) derin diseksiyon, b) plak yerleşimi | 49 |
| Şekil 24 : Humerusa Minimal İnvaziv Yaklaşım                                 | 50 |
| Şekil 25: Humerusa posterior yaklaşım  | 52 |

## **RESİMLER**

|  |    |
|--|----|
| Resim 1 : Humerusa minimal invaziv yaklaşım, distal pencerede plak yerleşimi                                       | 51 |
| Resim 2: Humerusa posterior yaklaşım   | 52 |
| Resim 3: ulnar siniri korumak için yapılan insizyon ve ekartasyon  | 53 |
| Resim 4: Kirshner telinin transepikondiler akstan gönderilmesi   | 54 |
| Resim 5 : Halkanın humerusa dik olarak konumlandırılması ve şanz çivilerinin yerleşimi                             | 54 |
| Resim 6 : Floroskopide distalhalka ve şanz çivilerinin yerleşimi   | 55 |
| Resim 7: Proksimalde bulunan şanz çivilerinin gönderilmesi   | 55 |
| Resim 8: Dirsek eklem hareket açıklığının kontrol edilmesi   | 56 |
| Resim 9: El dinamometresi ile dirsek fleksiyon kuvveti, dirsek ekstansiyon kuvveti, omuz abdüksiyon kuvveti ölçümü | 57 |

## TABLolar

|   |    |
|---|----|
| Tablo 1: QuickDASH formu  | 59 |
| Tablo 2: Mayo disrek performans skorlama sistemi  | 60 |
| Tablo 3. Gruplara göre operasyon süresi yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları            | 64 |
| Tablo 4. Gruplara göre kanama miktarı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları              | 65 |
| Tablo 5. Gruplara göre floroskopi kullanım süresi yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları. | 65 |
| Tablo 6. Gruplara göre yatış süresi yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.               | 66 |
| Tablo 7. Gruplara göre kaynama zamanı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları              | 67 |
| Tablo 8. Grupların dirsek eklem hareket açıklığı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.  | 67 |
| Tablo 9. Gruplara göre ön-arka açılanma yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları            | 68 |
| Tablo 10. Gruplara göre lateral açı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları                | 69 |
| Tablo 11. Gruplara göre fleksiyon kuvveti kaybı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları    | 69 |
| Tablo 12. Gruplara göre ekstansiyon gücü kaybı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları     | 70 |
| Tablo 13. Gruplara göre omuz abdüksiyon gücü kaybı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları | 70 |
| Tablo 14. Gruplara göre MEPI yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları                       | 71 |

Tablo 15. Gruplara göre DASH yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları 71

Tablo 16. Gruplara göre komplikasyon yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları 72

## **GRAFİKLER**

Grafik 1: Hastaların cinsiyet ortalama yaş ve etkilenen taraf dağılımı grafiği 61

Grafik 2 : Cinsiyet ve yaralanma mekanizması dağılım grafiği 62

Grafik 3 : Kırık olgularının AO sınıfı dağılım grafiği 62

Grafik 4 : Kırık olgularının gruplara göre yaygınlık dağılımı 63

Grafik 5 : Uygulanan cerrahi yaklaşım dağılımı 63

Grafik 6: Kırık oluşma mekanizması ve radial sinir arazi dağılım grafiği 72

## ÖZET

**GİRİŞ VE AMAÇ:** Humerus distal bölge kompleks kırıkları ile ilgili birçok çalışma bulunmasına rağmen; uygulanacak cerrahi tedavi yöntemi için endikasyon sınırları belli değildir. Amacımız, distal humerus kompleks kırıklarında uygulanmış farklı cerrahi teknikler karşılaştırılarak ideal cerrahi tedavi seçeneğinin belirlenmesinde yol gösterici olmaktır.

**GEREÇ VE YÖNTEMLER:** Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Kliniği'ne 2015-2017 yılları arasında distal humerus diafiz kırığı tanısı alarak cerrahi tedavi planlanan hastalardan açık redüksiyon ile plak-vida osteosentezi, minimal invaziv teknikle plaklama ve eksternal fiksator ile tespit yapılan 29 humerus kırığı çalışmaya dahil edildi. Hastalar yaş, cinsiyet, kırığın oluş mekanizması, kırığın şekli ve AO sınıfı, uygulanan cerrahi yöntem, ek yaralanmalar, ameliyata alınma zamanı, ameliyat süresi, kanama miktarı, kullanılan floroskopi miktarı, hastanede kalış süreleri, preoperatif ve postoperatif radyolojik açılma değerler, kırık kaynama zamanı, komplikasyonlar, postoperatif klinik muayene bulguları retrospektif olarak incelenerek belirtilen cerrahi yöntemler arası farklılıklar araştırıldı.

**BULGULAR:** çalışmamızda 29 olgunun 12'si(%41) kadın, 17'si(%59) erkek, ortalama yaşları 35,3(16-89)'tür. Kırık oluşma mekanizması 13(%45) olguda trafik kazası, 13(%45) olguda basit düşme, 2(%7) olguda yüksekten düşme, 1(%3) olguda ateşli silah yaralanmasıydı. En sık AO/ASIF 1-2-B1 sınıfı görüldü. 11 olguda posterior yaklaşım, 7 olguda lateral yaklaşım, 6 olguda hibrid eksternal fiksator, 5 olguda anterior minimal invaziv yaklaşım(MIPO) uygulandı. Ameliyata alınma süresi ortalama 3,6 gündür. Cerrahi süreleri; MIPO'da 66.0(30.0-110.0)dk, lateral yaklaşımda 80.0(65.0-150.0)dk, posterior yaklaşımda 82.3(60.0-180.0)dk, hibrid eksternal fiksator yaklaşımda 79.0(65.0-124.0)dk ölçüldü. Cerrahi süreler bakımından anlamlı fark tespit edilmedi( $p=0.392$ ). Ortalama kanama miktarı; MIPO grubunda 62.0(50.0-80.0)ml, lateral yaklaşımda 174.3(150.0-200.0)ml, posterior yaklaşımda 190.9(150.0-300.0)ml, hibrid eksternal fiksator grubunda 49.24(30.0-80.0)ml'dir. MIPO ve lateral yaklaşım ile posterior yaklaşım arasında anlamlı fark bulundu( $p<0.001$ ). Floroskopi kullanımı; MIPO'da 44.6(24.0-78.0)sn, lateral

yaklaşımında 29.7(6.0-70.0)sn, posterior yaklaşımında 13.5(0.0-36.0)sn, hibrid eksternal fiksator grubunda 70.0(60.0-78.0)sn'dir. Posterior yaklaşım ile hibrid eksternal fiksator grubu arasında farklılık olduğu görüldü(p<0.001). Yatış süresi yönünden farklılık bulunmadı. Kaynama zamanı MIPO grubunda 76.2(50.0-120.0)gün, lateral yaklaşımında 55.1(36.0-68.0)gün, posterior yaklaşımında 54.6(40.0-90.0)gün, hibrid eksternal fiksator grubunda 104.7(68.0-120.0)gündü. Hibrid eksternal fiksator grubunda kaynama süresi diğer gruplara göre anlamlı şekilde uzun bulundu(p<0.05). Ön-arka grafilerdeki açılanmalar MIPO ve Hibrid eksternal fiksator gruplarında daha fazlaydı. Lateral açılanma yönünden farklılık yoktu. Fleksiyon ve ekstansiyon kuvvet kaybı yönünden farklılık tespit edilmedi (p=0,097). Omuz abduksiyon kuvveti ölçümünde en fazla kayıp(%11,7) eksternal fiksator grubundaydı. Hastaların MEPI ortalaması 92,9(80-100), Ortalama QuichDASH skorları ise 4,5(0-13,6) idi. Fonksiyonel skorlar bakımından farklılık bulunmadı. Beş hastada ameliyat öncesi radial araz mevcuttu ve 6 ay içerisinde rezolüsyon gerçekleşti. İyatrojenik hasar gelişen hasta yoktu. Bir hastada kaynamama ve iki hastada implant yetmezliği gelişti.

**SONUÇ:** Uygulanan cerrahi yöntemlerin fonksiyonel sonuçları birbirine yakındır. İleriye dönük daha geniş vaka serileri ile yapılacak benzer çalışmaların humerus diafiz kırıklarında ideal tedaviyi belirlemeye yardımcı olacağı kanaatindeyiz. Kullanılacak cerrahi yöntemden çok mevcut kırığa uygun tedavinin seçilmesi ve ideal şekilde uygulanmasının ile daha iyi fonksiyonel sonuçlar elde etmede etkili olacağını düşünüyoruz. Hibrid eksternal fiksator ile tespit yönteminin plak yerleşimini zorlaştıracak kadar distal bölgede bulunan, özellikle çok parçalı humerus diafiz kırıklarında kullanımı diğer yöntemlerle benzer şekilde iyi fonksiyonel sonuçlar vermesi açısından uygun bir cerrahi seçenektir.

**Anahtar Kelimeler:** Humerus kırığı, Diafiz, Eksternal fiksasyon, Plak,

## SUMMARY

**BACKGROUND:** Even though many studies exist with regard to complex fractures of the distal humerus, indication limits for surgical treatment methods to be performed is not certain. Our purpose is to be guiding for determining the ideal surgical treatment option by comparing different surgical treatments that have been performed on complex fractures of the distal humerus.

**METHODS:** 29 humerus fractures were included into the study, which belonged to the patients who were diagnosed with fracture of the distal humerus diaphysis and had plate and screw osteosynthesis, plate insertion with minimally invasive technique and treatment with external fixator between the years 2015 - 2017 at Sakarya University Education and Research Hospital Orthopaedics and Traumatology Department. Age, sex, occurring mechanism of the fracture, fracture type and AO classification, surgical method used, additional injuries, duration of waiting for surgery, duration of the surgery, bleeding amount, fluoroscopy amount used, duration of the hospitalization, preoperative and postoperative radiological angular values, duration of fracture union, complications and postoperative clinical examination findings of the patients were analyzed retrospectively and differences between surgical methods mentioned were researched.

**RESULTS:** In our study, 12 (41%) of the 29 cases are women and 17 (59%) of the 29 cases are men and average age is 35.3 % (16 - 89). Occurring mechanism of the fracture is traffic accident in 13 (45%) cases, simple fall in 13 (45%) cases, falling down from height in 2 (7%) cases and firearm injuries in 1 (3%) case. AO / ASIF 1 - 2 - B1 classification was seen the most. Posterior approach in 11 cases, lateral approach in 7 cases, hybrid external fixator in 6 cases, anterior minimally invasive approach (MIPO) in 5 cases were applied. Duration of waiting for surgery is 3.6 days on average. Durations of the surgeries were measured as 66.0 (30.0-110.0) mins in MIPO, 80.0 (65.0-150.0) mins in lateral approach, 82.3 (60.0-180.0) mins in posterior approach and 79.0 (65.0-124.0) mins in hybrid external fixator approach. No significant difference was found with regard to surgery durations ( $p=0.392$ ). Average bleeding amount was 190.9 (150.0-300.0) ml in MIPO group, 174.3 (150.0-

200.0) ml in lateral approach, 190.9 (150.0-300.0) ml in posterior approach and 49.24 (30.0-80.0) ml in hybrid external fixator approach. A significant difference was found among MIPO, lateral approach and posterior approach ( $p < 0.001$ ). Fluoroscopy amount used was 44.6(24.0-78.0) sec in MIPO, 29.7(6.0-70.0) sec in lateral approach, 13.5(0.0-36.0) sec in posterior approach, 70.0(60.0-78.0) sec in hybrid external fixator approach. A difference was seen between posterior approach and hybrid external fixator group ( $p < 0.001$ ). No difference was found with regard to duration of the hospitalization. Duration of fracture union was 76.2(50.0-120.0) days in MIPO, 55.1(36.0-68.0) days in lateral approach, 54.6(40.0-90.0) days in posterior approach, 104.7(68.0-120.0) days in hybrid external fixator approach. Duration of fracture union was found significantly long comparing to the other groups ( $p < 0.05$ ). Angulations in anterior-posterior x-rays were more in MIPO and hybrid external fixator groups. No difference was found with regard to lateral angulation. No difference was found with regard to flexion and extension strength loss ( $p = 0.097$ ). External fixator group showed the most strength loss (11,7%) in shoulder abduction strength measurement. MEPI average of the patients was 92.9 (80-100) and average Quick DASH score of the patients was 4,5(0-13,6). No difference was found with regard to functional scores. 5 patients had radial nerve injury before surgery and resolution was seen in 6 months. No patient had iatrogenic damage. Nonunion in one patient and implant failure was seen in two patients.

**CONCLUSION:** Functional results of the surgeries performed were close. We think that similar studies that would be performed with more cases will be helpful in determining the ideal treatment in fractures of the distal humerus diaphysis. We also think that rather than surgical method to be performed, treatment selection accordant with the existing fracture and applying the treatment ideally would be effective in having more functional results. Applying hybrid external fixator treatment especially in multi-comminuted fractures of the distal humerus diaphysis that present in distal area is an appropriate surgical choice with regard to showing good functional results similar to other methods.

**Key words:** Humerus fracture, Diaphysis, External fixation, plate

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Vücudumuzda hareket arkı en geniş eklem olan omuz eklemi ile dirsek eklemi arasında uzanan humerus, insan hayatında fonksiyonel açıdan büyük bir öneme sahiptir. Birçok kasın yapışma yeri olan bu kemik gövde ile ön kol arasında bir bağlantı sağlayarak üst ekstremitte motor fonksiyonlarını sağlayan kolun iskeletini oluşturmaktadır.

Humerus kırıkları ve tedavisi ile ilgili bilgiler çok eski zamanlara dayanmaktadır. M.Ö.460 yıllarında Hippocrates tarafından humerus kırıklarında iyileşme sürecinde yapılan ağırlıkla traksiyondan bahsedilmiştir(1).

Tüm kırıklar içinde humerus kırıkları görülme oranı %7'dir. Humerus kırıklarını proksimal humerus kırıkları, humerus diafiz kırıkları, distal humerus (humerus alt uç) kırıkları olmak üzere üç ana bölümde incelemek mümkündür. Proksimal humerus kırıkları tüm kırıkların %5' ini oluşturur(2). Kadınlarda erkeklere göre üç kat fazla görülür(3). İleri yaş bayanlarda sık görülmektedir. Osteoporozlu kişilerin sayısındaki artışla birlikte proksimal humerus kırıklarının görülme sıklığı da artmaktadır. Bu kırıkların %80'i konservatif yöntemlerle başarılı bir şekilde tedavi edilebilir(4).

Humerus alt uç kırıkları tüm kırıkların %2'sini ve dirsek çevresi kırıkların %30'unu oluşturmaktadır. Erkeklerde 12-19 yaş aralığında sık görülürken, kadınlarda 80 yaş üzerinde daha sıktır(5). Bu kırıklar eklemi ilgilendirir ve yüksek enerjili travmalar sonucu oluşur. Her iki kolon kırıkları distal humerusun en çok görülen ve en zor tedavi edilen kırıklarıdır. Bu yaralanmada her iki kolon hem birbirinden, hem de proksimal humeral cisimden ayrılmaktadır.(6). Humerus alt uç kırıkları geçmişte daha çok konservatif tedavilerle takip edilmiş olma da; son yıllarda dirsek anatomisinin daha iyi anlaşılması ve tespit yöntemlerinin gelişmesi ile cerrahi tedavi literatürde artan sıklıkta önerilmektedir(7-8).

Humerus cisim kırıkları sık karşılaşılan ortopedik travmalardan ve tüm kırıkların %1-3'ünü oluşturmaktadır. Humerus cisim kırıklarının %30'u proksimal, %60'ı orta, %10'u distal üçte birlik kısımda oluşmaktadır. Kadınlarda ileri yaşlarda daha sık görülürken, erkeklerde daha çok genç yaşlarda oluşmaktadır. Genç yaşlarda spor yaralanmaları ve yüksek enerjili yaralanmalarda daha sık oluşurken, ileri yaşlarda düşmelere bağlı olarak oluşabilmektedir(9,10,11).



Humerus cisim kırıkları özellikle dirsek eklemine yakınlığı arttıkça fonksiyonel açıdan daha komplike hale gelebilmektedir. Bu bölgenin kırıkları sonrası oluşabilecek kalıcı deformiteler dirsek eklemi ve elde işlevsel kayıplara neden olabilir. Omuz ve dirsek eklemine geniş eklem hareket açıklığı bu tip fonksiyonel kayıpların kabul edilebilir olmasını sağlamaktadır(12).

Humerus cisim kırıkları konservatif yöntemlerle tedavi edilebilirken, açık kırık, redüksiyon sonrası uygun olmayan dizilim varlığı, damar-sinir hasarı olması, segmenter kırık varlığı gibi bazı durumlarda cerrahi tedavi gerekli olmaktadır(13). Sarmiento 1977'de humerus diafiz kırıklarında uygulanan konservatif yöntemlerin bir modifikasyonu olarak omuz ve dirsek eklemine hareket verebilen fonksiyonel breys tedavisinin takipleri sonrası sonuçlarını yayınlamıştır. 51 hastalık bir humerus kırığı serisinde 50 hastada 10 haftalık süreç sonunda kaynama elde edildiği bildirilerek, fonksiyonel breys yöntemi başarılı bir tedavi olarak tanımlanmıştır(12). Endüstriyel gelişmelerle birlikte plaklı osteosentez yöntemleriyle ilgili sonuçlar yayınlanmaya başlamıştır. Daha sonra alt ekstremitede kullanılan intramedüller çivileme yöntemlerindeki yüksek başarı oranları sonrası humerusta da aynı başarıya ulaşılabileceği düşüncesi hakim olmuş ve intramedüller çivileme yöntemleri humerusta kullanılmaya başlanmıştır(14). Bu yöntemde giriş yeri sorunları olması, redüksiyon sırasında radial sinir yaralanma ihtimali, aksiyel yüklenme olmadığından kaynama sorunları olması gibi farklı problemlerle karşılaşmıştır.

Eksternal fiksatorler humerus kırıklarında açık kırık, defektli yara gibi yumuşak doku problemleri, çok parçalı kırıklar, enfeksiyon gibi durumların varlığında kullanılmalıdır. Langenbeck 1851 yılında kırık fragmanlarına birer kalın konik vida yerleştirdiği ve bu vidaları vücut dışında bir çubuk ile birleştirdiği cihazını ilk olarak bir humerus psödoartrozu olgusunda denemiş ve başarılı sonuç almıştır(15). Günümüzde kullanılan unilateral eksternal fiksatorlere benzer bir sistem de Parkhill tarafından 1894'te ateşli silah yaralanması öyküsü hülunan bir humerus psödoartrozu olgusunda denmiştir. Ardından 14 olguluk bir seride tüm hastalarda kaynama gözlemlendiği bildirilmiştir(16).

Humerus cisim kırıklarında uygulanabilecek konservatif tedavi yöntemleri U ateli, askılı alçı, uzun kolalçısı, fonksiyonel breysler, velpeau bandajı, ve omuz gövde alçılarıdır(17). Cerrahi tedavi seçenekleri ise plak-vida osteosentezi, intramedüller çivileme, eksternal fiksatorler ile tespit olarak sayılabilir.

Son yıllarda insanların iş hayatına erken dönme isteği, iş gücü kaybının en aza indirilmesi ve tedavi maliyetlerinin düşürülmek istenmesi cerrahi tedavi seçeneğinin daha sık tercih edilmesine neden olmaktadır. Her geçen gün ilerleyen implant teknolojisi ve cerrahi teknikler bu durumu desteklemektedir.

Humerus distal bölge kompleks kırıkları ile ilgili mevcut literatürde birçok çalışma bulunmasına rağmen; uygulanacak cerrahi tedavi yöntemi ile ilgili kesin endikasyon sınırları belli değildir. Bu çalışmanın amacı, distal humerus kompleks kırıklarında uygulanmış farklı cerrahi tekniklerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarının karşılaştırılması yapılarak ideal cerrahi tedavi seçeneğinin belirlenmesinde yol gösterici olmaktır.



## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1 ANATOMİ

#### 2.1.1 KEMİK ANATOMİSİ

Humerusun diğer uzun kemiklerde olduğu gibi bir üst ucu 'ekstremitas proksimalis', bir alt ucu 'ekstremitas distalis' ve bir cismi bulunmaktadır. Üst uç skapula ile, alt ucu ise ön kol kemikleri ile eklem yapar. Proksimal ucun eklem yapan yüzeyi 'caput humeri' dir. Caput humeri daha aşağıda bulunan tuberculum majus ve minus adı verilen iki kabarıklıktan anatomik oluk 'collum anatomicum' ile ayrılır. Tuberculum majus, humerus proksimalinde en lateralde bulunan çıkıntıdır ve tuberculum minustan sulcus intertubercularis ile ayrılır. Bu oluktan M.biceps brachii'nin uzun başının tendonu geçer. Tuberculum majus ve minusun distalinde collum chirurgicum olarak bilinen humerusun en zayıf bölgesi bulunur. Humerus cismi bu bölgeden itibaren başlar. Caput humeri humerus cismi ile 130 derecelik bir açı ile yukarı ve içe bakacak şekilde konumlanmıştır (18,19,20).

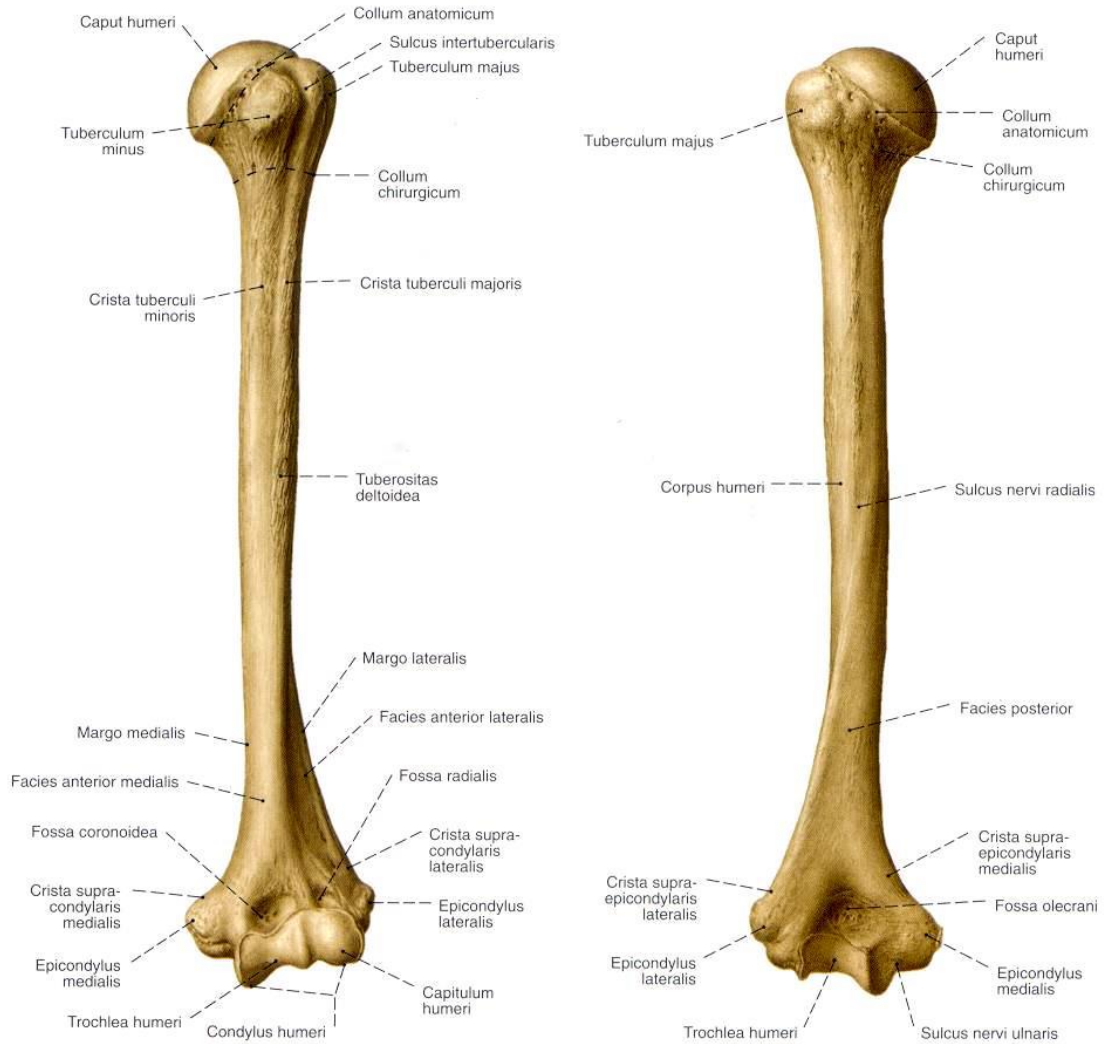
Humerus cismi proksimalde silindiriktir. Bu bölgede kemiğin dış tarafında 'tuberositas deltoidea' denilen pürtüklü bir alan bulunur. M.deltoideus buraya yapışır. Tuberositas deltoidea'nın altında yukarıdan aşağıya ve arkadan öne doğru uzanan bir oluk bulunur. 'Sulcus nervi radialis' denen bu oluktan 'nervus radialis' ve 'arteria profunda brachii' geçer.

Humerusun alt ucu geniş ve yassıdır. Burada iç ve dış tarafta birer çıkıntı vardır. İç tarafta bulunan çıkıntıya 'epikondilis medialis', dış tarafta bulunana ise 'epikondilis lateralis' denir. Medial epikondilin arka tarafında Nervus Ulnaris'in geçtiği 'Sulcus nervi ulnaris' olarak isimlendirilen oluk bulunur.(20)

Alt uçta üç adet çukur bulunur. Ön yüzde dış tarafta bulunan ‘fossa radialis’, iç taraftakine ‘fossa coronoidea’ denir. Arka yüzde ise ‘fossa olecrani’ denen bir çukur bulunur.

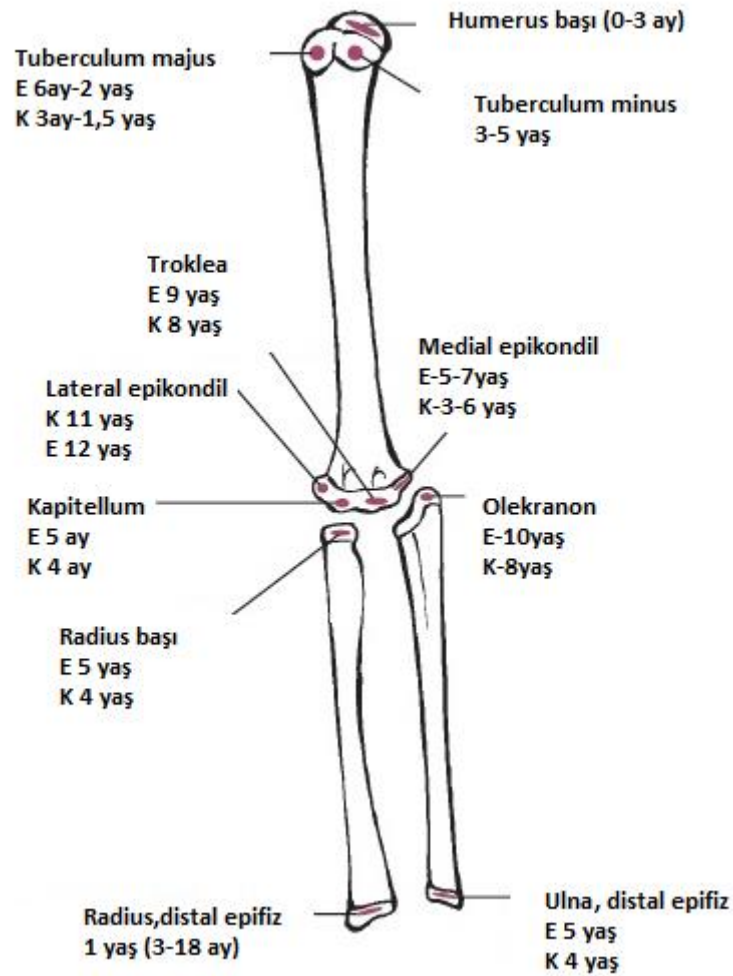
Alt uçta distal yüzeyde iki eklem yüzü bulunur. İç tarafta ‘Trochlea humeri’ adı verilen makara şeklinde olan ve ulna ile eklem yapan yüzey bulunur. Trochleanın dış tarafında yarımküre şekilli küçük bir çıkıntı bulunur. ‘Capitulum humeri’ denilen bu çıkıntı Radius başı ile eklem yapar.(21)

**Şekil 1 : Humerusun kemiksel anatomisi**



Humerus kemikleşme sürecinde proksimal epifizin humerus cismine bağlandığı kıkırdak tabakasının kemikleşmesi 20-24 yaşlarına kadar sürer ve humerus uzunlamasına büyümesinde en önemli oluşumdur. Herhangi bir nedenle bu kısımda hasar olursa humerus büyümesi geri kalır ve kısalık oluşur. Distal uçta bulunan epifiz ve diafiz arasındaki kıkırdak tabaka ise 14-16 yaşlar arasında kemikleşir.

**Şekil 2 :** Humerus kemikleşme merkezleri



### 2.1.2 HUMERUSA YAPIŞAN KASLAR

**M. Latissimus Dorsi:** Sırtta bulunan en geniş kastır. 7.-12. torakal ve bütün lumbal vertebraların spinal çıkıntılarında ‘crista sacralis media’nın üst, ‘crista iliaca’nın arka kısmından ve 9.-12. kotalardan geniş ve yassı bir kirişle başlar. Sırtın alt yarısını ve scapulanın alt 1/3 kısmını örter fakat skapulaya yapışmaz. M. Teres majör hizasında kas lifleri kırıleşir ve 2-3 cm genişliğinde sağlam bir kirişle ‘crista tuberculi minoris’e yapışır. ‘M. latissimus dorsi’nin dış kenarı kolu yukarı kaldırdığımızda deri altında kabarıklık yaparak açıkça görülür. Bu kas ‘m. pektoralis majör’ ile birlikte kolun **en kuvvetli adduktorudur**. Aynı zamanda kola bir miktar iç rotasyon da yaptırır. ‘Pleksus brachialis’dan innerve olur(20)

**M. Pektoralis majör:** Geniş ve oldukça kalın bir kas olup göğüs ön duvarının büyük bir kısmını örter. Liflerin başlangıç sahalarına göre, “**pars klavikularis**” , “**pars sternokostalis**”, “**pars abdominalis**” olarak 3 parçaya ayrılır. Pars Klavikularis” klavikulanın öne doğru konvekslik gösteren medial kısmından başlar dışa ve biraz aşağı doğru uzanarak kısmen “M. deltoideus”un altına sokulur. “Pars Sternokostalis”, manibrium sterni ve corpus sterninin ön yüzünden ve 2-6. kotaların kırkırdak parçalarından başlar. “Pars abdominalis” 2-3 ayrı parça halinde rektus kılıfının ön duvarından başlar dışa ve yukarı uzanır. Birbirini çaprazlayan bu kas lifleri humerusa yaklaştıkça biraraya toplanır. Kas kalınlaşır ve kısa yassı bir kiriş ile “crista tuberculi majorise” yapışarak sonlanır. Bu kas aksiller çukurun ön duvarını yapar. “**M. Latissimus dorsi**” ile birlikte kolun **en kuvvetli adduktorudur**. Kolu öne ve içe çeker. Ayrıca humerusa iç rotasyon yaptırır. Sinirini “nervi torasikus ventralis”den alır.(20)

### 2.1.3 OMUZ KASLARI

**M. Deltoideus:** Ön lifleri klavikulanın 1/3 dış kısmından başlarken orta kısmı akromion’dan ve arka kısmı ise spina skapula’dan başlar (Şekil 3). Birleşen lifler daralarak kolun proksimal kısmında lateral ve distale uzanarak humerusun dış yüzünde bulunan pürtüklü alan olan tuberositas deltoidea yapışır. Omuz kabarıklığını oluşturan kastır. 3 ayrı parçadan meydana gelen bu kasın(klavikuler, spinal, akromial) en kuvvetli bölümü akromiondan başlayan orta kısmıdır (pars akromialis). Pars akromialis humerusa abduksiyon yaptırır. Kolun 90 dereceye kadar abduksiyonunda rol alır. Musculus deltoideus n. axillaris tarafından innerve edilir.

**M. Supraspinatus:** Scapulanın arka kısmında spina scapulanın üst kısmında yer alan fossa supraspinatus'dan ve kendini örten fasciadan başlayan bu kas laterale ve distale doğru uzanır. Tendonu akromionun altından geçer ve omuz eklemine üstünde eklem kapsülüne dayanarak seyrederken tuberculum majus superioruna yapışır. Kolun abduksiyonunda zayıf etkili olan bu kas m.deltoideus'a yardım eder. Omuz stabilitesinde önemi büyük olan bu kas kol abduksiyonu sırasında ve ağır yük kaldırdığımız zaman humerus başının yerinde olmasını sağlamaktadır (m.deltoideus ve m.serratus ant.). N. Suprascapularis tarafından innerve edilir.

**M. İnfraspinatus:** Fossa infraspinatustan başlar. Kas lifleri laterale ve biraz proksimale uzanarak omuz eklemi yakınlarında eklem kapsülüne yapışık olarak humerus başını arkadan dolanarak tuberculum majus posterioruna yapışır. Humerusa eksternal rotasyon yaptırır. Kol normal dinlenme anında sarkıkken kasın üst kısmı adduksiyon, yukarı kalkırken abduksiyon'a yardımcı olur. İnervasyonu n.suprascapularisden alır.

**M. Teres Major:** Scapulanın dış kenarının alt kısmından başlar (Şekil 4). Musculus latissimus dorsi'nin üst kenarını takip ederek dışa ve yukarı doğru uzanır. Crista tuberculi minoris'te sonlanır. Kola adduksiyon, humerusa internal rotasyon yaptırır. Humerus sabit kaldığı zaman scapulayı dışa çeker. Eklem kapsülünün gerilmesini sağlar. Önemli bir görev olarak humerus başının cavitas glenoidalis'e yaklaşmasını sağlar. Omuz stabilitesinde önemli bir role sahiptir. İnervasyonu n. subscapularis tarafından yapılır.

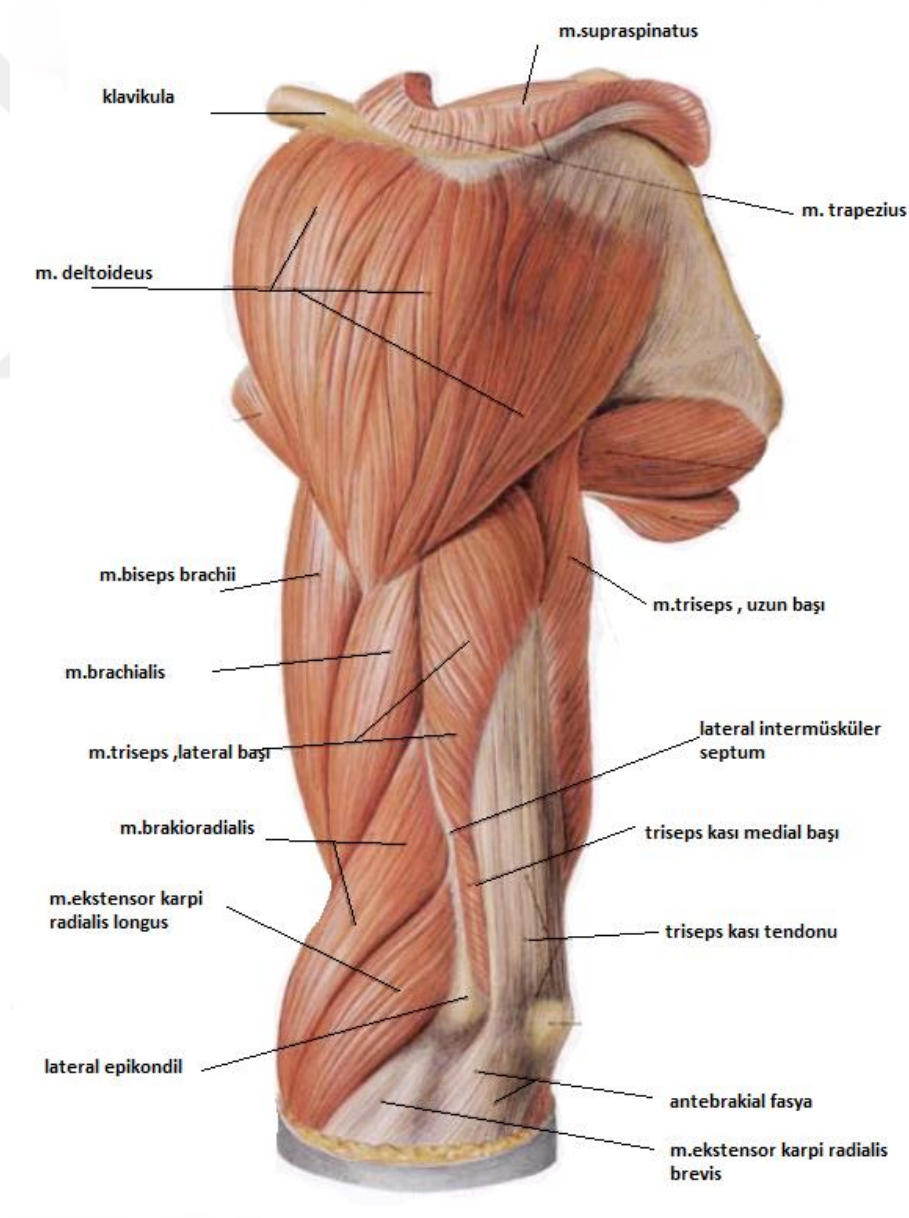
#### 2.1.4 KOL KASLARI

Kol ön kısmında m. biceps brachii, m. brachialis, m. Coracobrachialis yer alırken, arka kısımda sadece m. triceps brachii bulunur.

**M. Biceps Brachii:** Kol ön kısmında bulunur. Yaklaşık 5-7 cm genişliğinde ve 2-3 cm kalınlığında kol ön kısmında radiusun üst ucuna kadar uzanır. İki başlı olan bu kasın uzun başı ince uzun bir tendona sahiptir. Scapular glenoidin üst kısmındaki tuberculum supraglenoidale ve labrumdan başlar. Humerus başı üst kısmına dayanarak eklem içinde seyrederek. Tendonu daha sonra sulcus intertubercularisten aşağı doğru uzanır. Kasın kısa başı m. korakobrachialis ile beraber kısa bir tendon ile birlikte processus coracoideus'tan başlar. M. brachialis üzerinde aşağıya doğru

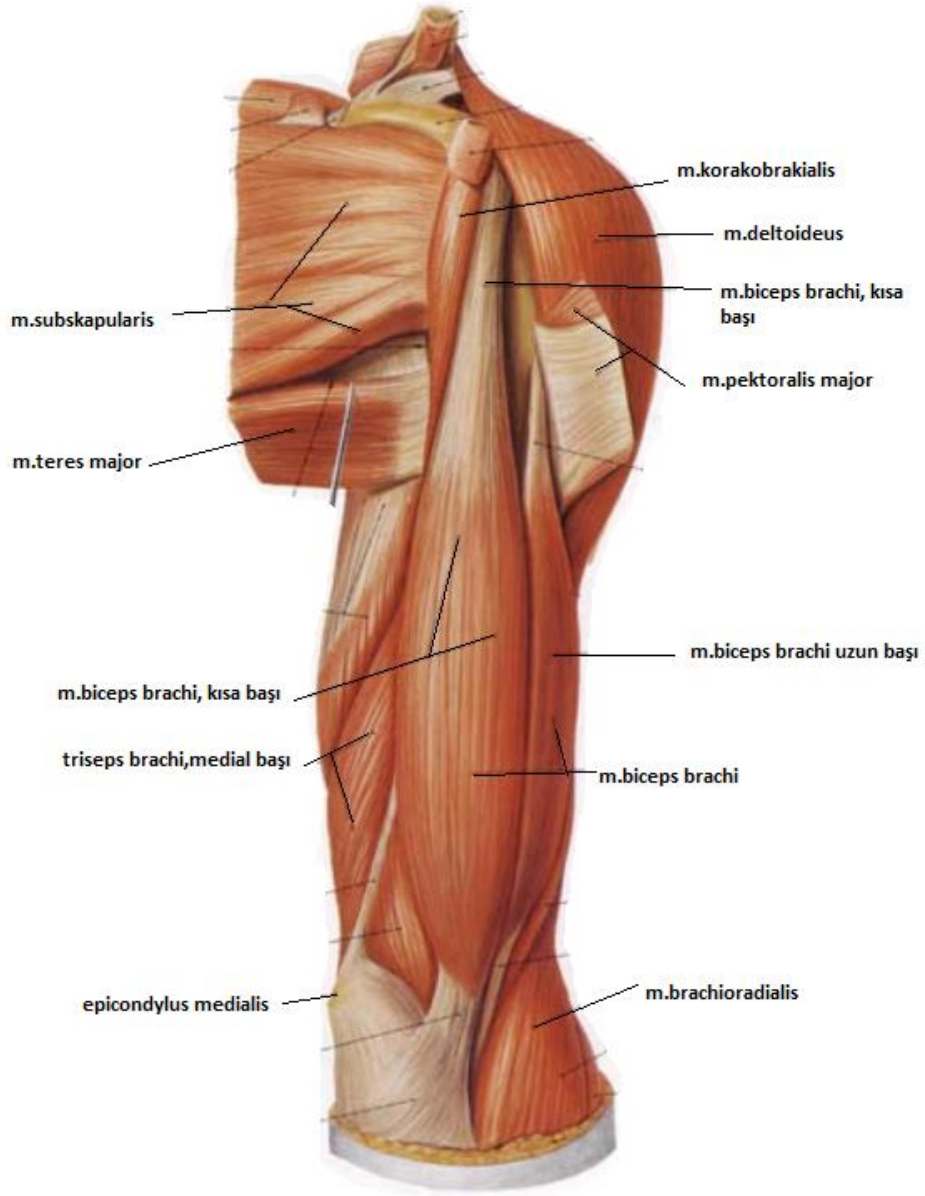
uzanır(Şekil 4). Bu iki kiriş dirsek ekleminin yaklaşık 8 cm proksimalinde birleşirler, dirsek ön kısmında ikiye ayrılır. Yuvarlak, kalın ve sağlam olanı tuberositas radii'ye yapışırken diğer ince ve geniş olan (lacertus fibrosus) distalde içe doğru ilerleyerek ve ön kolun fasyasına yapışır. M. Biceps brachii nin en önemli etkisi ön kola fleksiyon ve supinasyon yaptırır. M. biceps brachii ön kolun en güçlü supinatörüdür. Kasın iç ve dış kısmında oluklar bulunur(sulcus m. bicipitis lateralis et medialis). İç kısımdaki oluk daha derindir, önemli damar ve sinirler içerir. İnnervasyonu n. musculokutaneus tarafından sağlanır.

**Şekil 3:** Sol kol kasları (dış yandan görünüm)





**Şekil 4:** Sol kol kasları(iç yandan görünüm)



**M. coracobrachialis:** Coracoid çıkıntından başlayarak crista tuberculi minöris'in altında humerusa yapışır. Kolu bir miktar öne doğru kalkmasında görev alır. Siniri n. musculokutaneus tur. Bu sinir kası delerek aşağı doğru devam eder.

**M. brachialis:** M. deltoideus humerusa yapıştığı yerde humerusun ön yüzünden başlar ve biceps derininde aşağıya doğru uzanır. Tuberositas ulnaya yapışır. Ön kola fleksiyon yaptırır. N. musculokutaneus tarafından innerve edilir.

**M. Teres Minör:** Scapula dış kenarından başlayarak humerus başını arkadan dolaşarak tuberculum majusa yapışır. Kolun dış rotasyonunda görevlidir. Adduksiyonda da etkilidir. N. axillaris tarafından innervasyonu sağlanır.

**M. Subscapularis:** Scapulanın ön yüzünden başlar, tuberculum minusa yapışır. En önemli görevi kolun internal rotasyonudur.

**M. anconeus:** Tricepsin lateral başının altında, dış epikondilden olekranona ve ulnanın dış kenarına uzanan kısa ince bir kastır. Dirsek eklemi kapsülüne yapışır. Kasılınca kapsülü gerer ve ekstansiyonda kapsülün eklem boşluğuna sokulmasını önler.

### 2.1.5 ÖN KOL KASLARI

**Epicondylus Lateralis'den Başlayan Kaslar:** Dorsal grubu oluştururlar. Çoğu el ve parmaklarına ekstansiyon yaptıran kaslardır. M. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus, m. extensor carpi radialis brevis, m. extansor digitorum communis, m. extensor carpi ulnaris humerus'a yapışan kaslardır. Dorsal gruptaki bütün kasların siniri n. radialis'dir(22,23).

**Epicondylus Medialis'den Başlayan Kaslar:** Palmar grup kasların çoğu el ve parmaklara fleksiyon yaptırırlar. M. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. flexor carpi ulnaris, m. flexor digitorum superficialis epicondylus medialis'den başlayan palmar grup kaslardır. Sinirlerini; n. ulnaris ve n. medianus'tan alırlar(22,23).

### 2.1.6 KOL BÖLGESİNDEN GEÇEN SİNİRLER

**N. axillaris (C5, C6):** Plexus brachialis'in fasciculus posterior'un dan ayrılır. Öncelikle dışa ve aşağıya uzanarak a.circumflexa humeri posterior ile birlikte humerotrisipital aralıktan geçerek humerus boynunu dolanır ve humerus'un arkasına çıkar. Burada kemiğe yaslanmış durumdadır. Bu bölge kırıklarında kolayca zedelenebilir. M.deltoideus ve m.teres minor'a dallar verir (23,24,25).

**N. radialis (C5, C6, C7, C8 ve T1):** Plexus brachialis'in en kalın dalıdır. Fasciculus posterior'un devamıdır. Koltuk çukurunda öncelikle a.axillaris'in arkasında aşağı doğru uzanır. Sonra arkaya ve dışa doğru kıvrılarak a. profunda

brachii ile birlikte humerus'un arka yüzüne çıkar. Humerus'un arka yüzünde, sulcus nervi radialis denen olukta seyrederek. Humerus'u arkadan spiral olarak dolaştıktan sonra kolun ön yüzüne çıkar. Burada m.brachialis ile m. brachioradialis arasındaki oluktan aşağı doğru yoluna devam eder. Dirsek eklemine gelince radius başı hizasında ramus superficialis ve profunda olmak üzere iki uç dalına ayrılır (23,24,25).

**N. musculocutaneus (C5, C6, C7):** Fasciculus lateralis'ten çıkar. M.coracobrachialis'i delerek geçtikten sonra m. biceps brachii ve brachialis arasından aşağı uzanır. Bu kasların her ikisine de dallar verir. M. biceps brachii sonuç kirişi hizasında kaslar arasından çıkar ve vena cephalica ile beraber fascia altında ilerler. Cilt altına çıktıktan sonra n.cutaneus antebrachii lateralis olarak ön kolda ilerler (23,24,25).

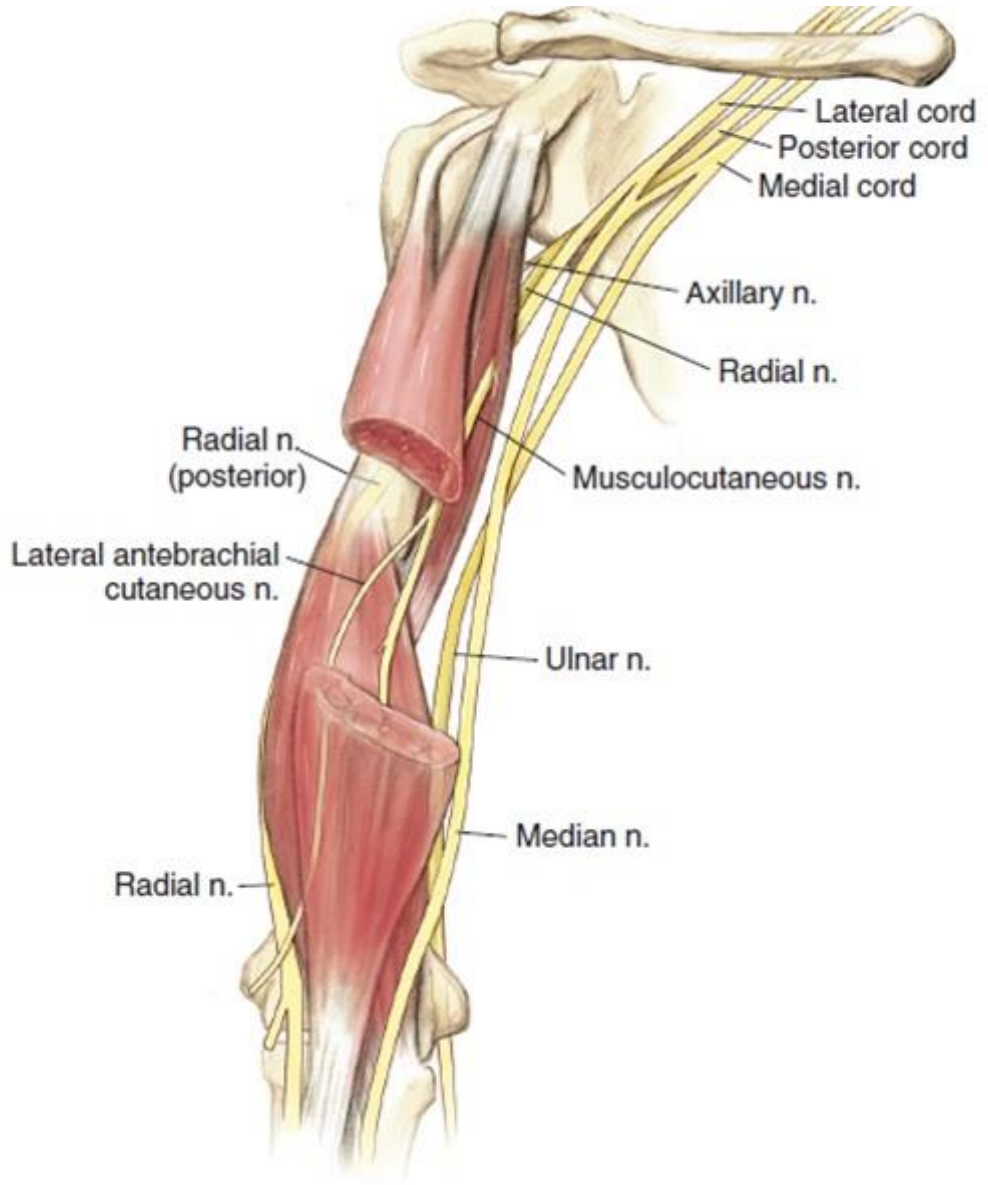
**N. medianus (C5, C6, C7, C8, T1):** Fasciculus lateralis'ten ayrılan bir dalın radix lateralis nervi mediani ile fasciculus medialis'ten gelen bir dal radix medialis nervi mediani'nin birleşmesinden meydana gelir. Bu birleşme çatalının arasında a.axillaris bulunur. Buradan itibaren n. medianus, a. axillaris'i takip ederek sulcus musculi bicipitis brachii medialis denen oluktan aşağı dirsek eklemine kadar uzanır (23,24,25).

**N. ulnaris (C7, C8, T1):** Fasciculus medialis'ten ayrılır. Kolun yukarı kısımlarında sulcus musculi bicipitis brachii medialis içinde seyrederek. Kolun yarısına geldiğinde arka tarafa geçer. Dirsek eklemi hizasında epicondylus medialis arkasındaki sulcus nervi ulnaris'ten geçer, öne kıvrılarak ön kolun palmar yüzüne çıkar. N. medianus ve ulnaris kolda hiç yan dal vermemektedir (23,24,25).

**N. cutaneus brachii medialis (C8, T1):** Fasciculus medialis'ten çıkar. Yalnız duysal lifler içerir. Fossa axillaris'de ve kolun ulnar tarafında deride dağılır. (23,24,25)

**N. cutaneus antebrachii lateralis (C8, T1):** Fasciculus medialis'ten çıkar. Vena basilica'nın fascia altına sokulduğu yarıktan geçerek deri altına çıkar. Sadece duysal lifleri vardır ve ön kola dağılır (23,24,25).

**Şekil 5:** Kol bölgesinden geçen sinirler



### **2.1.7 KOL BÖLGESİNİN ARTERLERİ(20)**

Kolun kanlanmasını sağlayan esas yapı Arteria brakialis tir. A. Subclavianın devamı olan Arteria aksillaris, m. subclaviusun altından m. pectoralis majorun dış kenarına devam eder. A. aksillaris 6 dala ayrılır.

**A.torakoakromialis:** M. Pektoralis majorun altında devam ederken M. deltoideus pectoralis major ve minorun son kısımlarına, acromion ve klavikulaya dallar verir.

**A. toracica lateralis:** M. Pektoralis minörün dış kenarından aşağı içe doğru uzanır. M. pektoralis major, minör ve memenin kanlanmasına katılır.

**A. subscapularis:** A. axillarisin en kalın dalıdır. Toraks duvarına ve scapular bölgeye dallar verir.

**A. circumfleksa humeri anterior:** M. corachobrachialisin altından geçerek humerus cerrahi boynu (collum chirurgicum) önünde seyreder. M. deltoideus ve omuz eklemi kanlanmasına katılır.

**A. circumfleksa humeri posterior:** Humerotricipital boşluktan geçerek m. deltoideusa dallar verir.

**A. brachialis:** A. Aksillaris'in devamı olarak m. pektoralis major'ün dış kenarından sonra "a. brachialis" olarak devam eder. Muskulus teres majörün alt kenarında aksillar arterin devamı olarak başlar. Fossa kubitalis'de radius boynu seviyesinde sonlanır, arteria radialis ve ulnaris olmak üzere 2 dala ayrılır. Arteria brakialis n. Medianus ile birlikte kolun alt kısmına kadar humerus medialinde seyrederken kolun distal kısmında öne doğru döner. Muskulus brachialisin önünde seyreder, A.brakialis kolaylıkla palpe edilebilir. Alt kısımda nervus medianus arteria brakialisin önünde seyreder. Arteria brakialis bütün kol kaslarına, dirsek eklemine ve humerusa bir çok küçük dal verir.

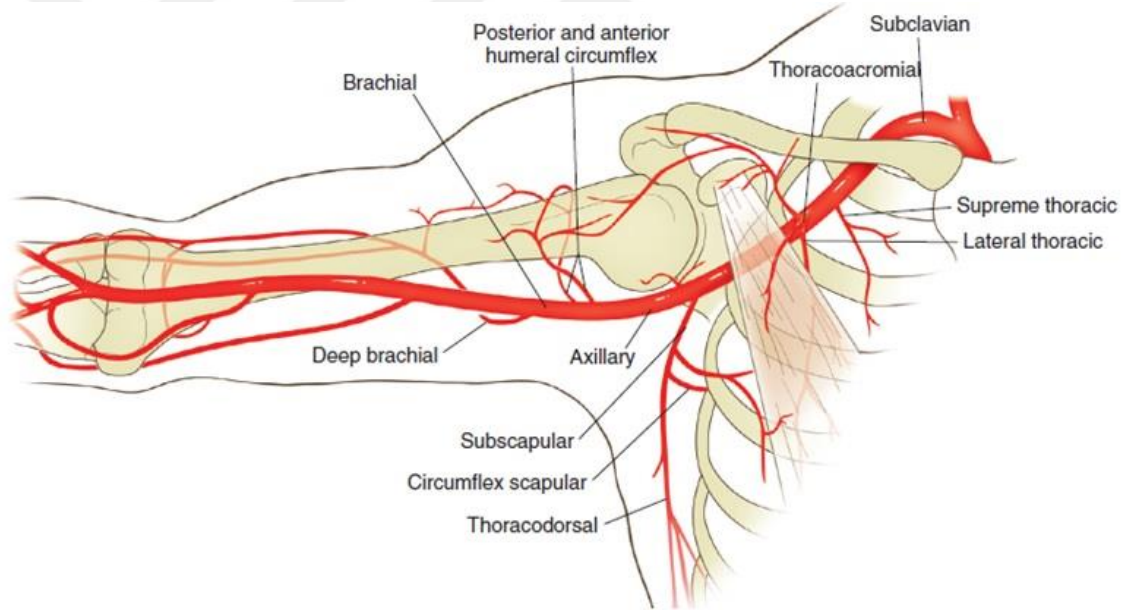
Arteria brachialis medial kısmından çıkan arteria profunda brachii ve arteria kollateralis ulnaris inferior ve superior dallarına ayrılır. En önemli dalı olan arteria profunda brachii a. Brachialisten ayrılan ilk daldır. N. radialisle birlikte sulcus nervi radialiste devam eder ve tricepse dallar verir. Dirsek eklemi posteiorunda birçok dal verir daha sonra ön kola devam eder. Arteria kollateralisler dirsek etrafında arter anastomozuna katılırlar. Dirsek çevresi anastomozu oluşturan yapılar arteria ulnaris, arteria radialis ve arteria interosseadan çıkan eklemine anterior ve posteriorunda bulunan arteria recurrentialardır. Bu damarlar arteria profunda brachinin ve arteria kollateralis ulnarislerin eklemeye verdiği dallarla anastomoz yaparlar.

**A. nutricia humeri:** Arteria profunda brachii den çıkan ve humerusun beslenmesinde önemli rol oynayan yapıdır. Kol orta seviyesinde humerusun anteriorundaki kanalis nutriciaa girerek buradan dirsek eklemine doğru seyreder.

71 humerusta Carroll tarafından yapılan çalışmada humerus beslenmesindeki önemli besleyici arterlerin %87 oranında humerusun medial ve distal yarısında bulunduğunu gösterilmiştir. Buna rağmen proksimal humerus kısmında bulunan besleyici foramenlerin küçük çapta ve az sayıda olduğu gösterilmiştir. Dominant koldaki humerus'ta daha büyük foramenlerin varlığı gösterilmiş. 71 humerus'un 48'inde ise tek bir foramen izlenmiş olup, Proksimal kısımdaki foramenler, daha çok lateralde ve daha küçük çaplardadır. (15) Farklı bir çalışmada da ise humerus'ların %42'sinde birden fazla foramen olduğu gösterilmiştir.(16)

Bu çalışmalar humerusun distal bölge kanlanması hakkında fikir vermekte ve humerus distalinde oluşabilecek kompleks kırıkların kaynama sorunları açısından riskli olduğunu düşündürmektedir.

**Şekil 6:** Kol bölgesinin arterleri



### 2.1.8 KOL BÖLGESİNİN VENLERİ

**V. Basilica brachii:** Dirseğin ön bölgesinden sulcus bicipitalis medialis uzunluğunca deri altında olarak bu bölgeye gelir ve kolun orta bölümünde kol aponevrozunu deldikten sonra daha yukarıda koltuk venlerinin başlangıç kısmına dökülür.

**V. Cephalica brachii:** Dirsek önünden sulcus bicipitalis lateralis uzunluğunca kolun ön bölgesine gelen bu ven, bu bölgede yukarıya doğru ilerleyerek omuz bölgesine gelir ve deltopektoral oluk içinde aponevrozu delerek koltuk venlerinin başlangıç kısmına dökülür.

**Derin Venler:** Arterlere yandaşlık ederler. Her arterin yanlarında ikişer tane olan bu venler önde “vv. brachialis” ve onun aracılığıyla “v. axillaris”e gider.

## 2.2 BİYOMEKANİK

Vücuda dik duruş ve hareket sağlayan iskelet sisteminin iç organların korunması, kaslara yapışma yüzeyi oluşturmak, kan yapımında görev almak gibi işlevleri vardır.

Kemik doku mekanik değişimlerden etkilenerek ihtiyaca göre konfigürasyonunu değiştirebilir. Yüklenme yönüne bağlı olarak kortikal kemiğin stres-gerilim özelliği değişebilir. Kortikal kemik aksiyel ekseninde daha güçlüdür. Aksiyel ve transvers ekseninde kompresif güçlere karşı mukavemeti tensil güçlere göre daha fazladır(28).

Elastisite, bir cismin kuvvet karşısında uzunluk ve şeklinin değişime uğraması ve kuvvet kalkınca eski şeklini geri alması özelliğidir. Kuvvet ilerleyici olarak arttırıldığında bir noktadan sonra cisim yetmezliğe girer ve kırılmaya uğrar. Ani yüklenmeye maruz kalan kemik yavaş yavaş yük alan kemiğe göre daha fazla enerji absorbe etmek zorundadır. Yüklenme ile absorbe edilen enerji kırılma ile boşalır. Ani ve yüksek enerjili yüklenmelerde ortaya çıkan kırıklarda daha fazla enerji açığa çıkar ve daha fazla doku hasarı ve daha fazla kırık fragmanı oluşmasına neden olur. Düşük enerjili tensil ve bükülme kuvvetleri ile tek kelebek fragmanlı kırıklar oluşabilir. Bükülme kuvveti olmadan sadece yüksek hızlı torsiyonel kuvvetlerle de spiral kırıklar oluşabilir. Segmenter kırıklar en sık dört nokta bükülme mekanizması ile oluşur(28).

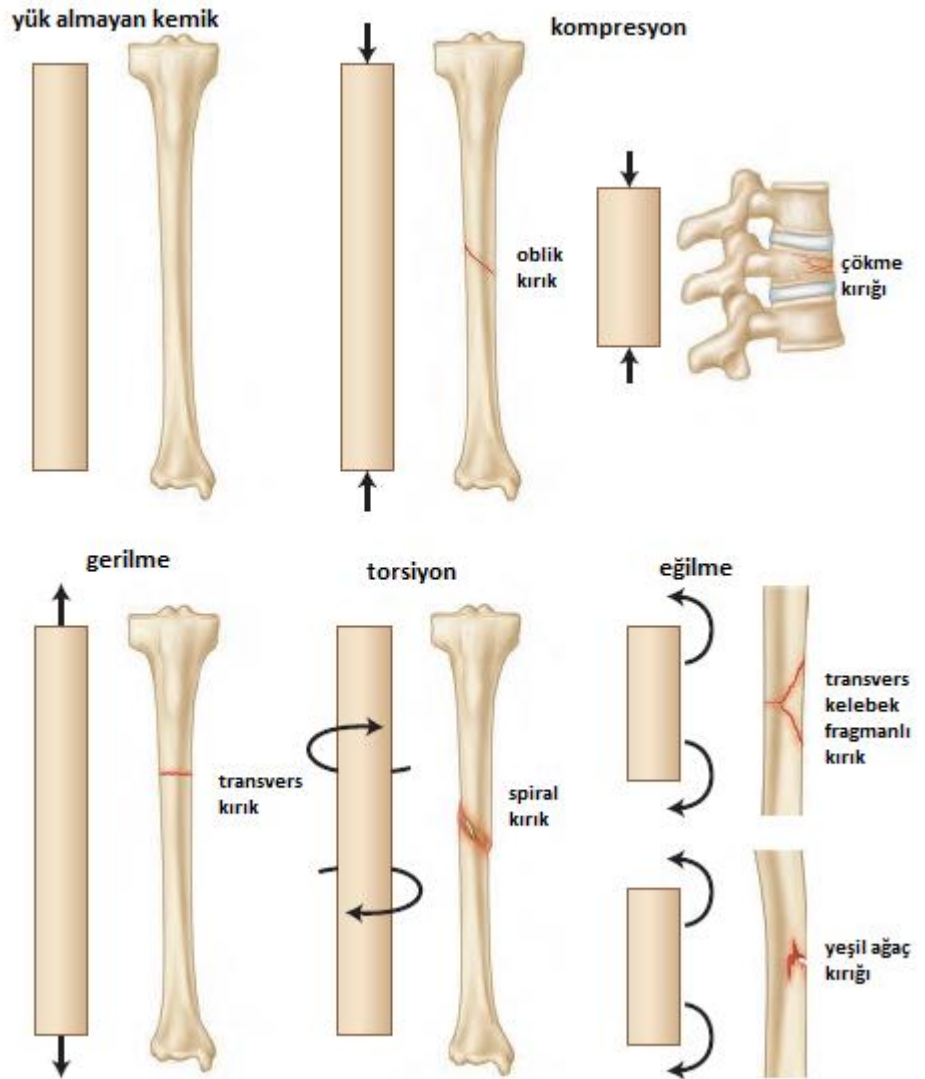
Bir cisme etki eden kuvvetler gerilme, kompresyon, eğilme, makaslama, torsiyon ve bunların kombinasyonu şeklinde olabilir

Kemikler aynı anda birden fazla yönde kombine yüklere maruz kalır. Kırık sırasında açığa çıkan enerji miktarına göre kırıklar düşük enerjili, yüksek enerjili ve çok yüksek enerjili olmak üzere sınıflandırılır. Tekrarlayan düşük enerjili yükler

kemiğin gücünü aşarak kırık oluşturabilir. Aşırı kullanım ve tekrarlayan düşük enerjili yüklerle bağlı olarak yorgunluk(stres) kırıkları oluşabilir. Kemik içinde mikrokırıklar görülebilir.

Wolf kanununa göre; artmış kompresif ve distraktif kuvvetler osteoblastları aktive eder. Mekanik adaptasyon kemiğin üstüne binen yüklerle göre organize edilir. Fonksiyonel kompresyon, kırık konsolidasyonunda kallus oluşumunu uyarırken, tensil ve makaslama kuvvetleri kemik rejenerasyonunu geciktirirler.

**Şekil 7: Kuvvetlere göre kırık şekilleri**





## 2.3 YARALANMA MEKANİZMASI

Humerus diafiz kırıkları direkt veya indirekt travma sonucu oluşabilir. En sık görülen kırık oluşma mekanizmaları, açık el üzerine düşme, motorlu taşıt kazaları ve direkt olarak kol bölgesine alınan travmalardır(32,33). Fırlatma sporları, cirit atma gibi spor dallarında da humerus diafiz kırığı olduğu rapor edilmiştir(33,34). Kuvvetli kas kontraksiyonuna bağlı olarak da kırık oluşabilir(30,31). Daha düşük enerjili yaralanmalarda oluşan humerus diafiz kırıklarında patolojik kırıklar, yaşlı grup hastalarda da osteoporotik kırıklar akla getirilmelidir.

Klenerman'ın deneysel çalışmasında, deneysel olarak kırıklar oluşturulmuş ve kompresyon kuvvetlerinin distal ve proksimal kırıklar oluştururken, bending kuvvetlerinin eklenmesiyle transvers kırıklar, torsiyonel kuvvetlerin eklenmesiyle spiral kırıklar, bending ve torsiyonel kuvvetlerin her ikisi birlikte eklenmesiyle de kelebek fragmanlı oblik kırıklar olduğu sonucuna varılmıştır(32,35)

## 2.4 KIRIK İYİLEŞMESİ

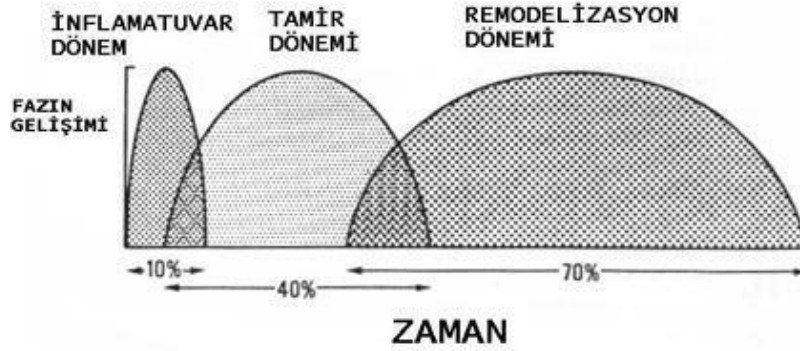
Kırık, kemiğin anatomik bütünlüğünün kısmen ya da tamamen bozulması olarak tarif edilir. Kemik kırıkları, kırık kemiğin çevresindeki damar, sinir, kas ve cilt dokularında da hasara yol açabilirler(36).

Birincil kırık iyileşmesi, sert iç sabitlenmeden (rijit internal fiksasyon) sonrası görülen zor bir olaydır. Belirli bir dış kallus oluşmadan sadece iç kallusla devam eder. İkincil kırık iyileşmesi, kırık kapalı yöntemle, ameliyatsız tedavi edilirse meydana gelir.

Cruess ve Dumont' a göre ikincil kırık iyileşmesinin 3 evresi vardır:

- I. Yangı (Enflamasyon) evresi
- II. Onarım(Reperasyon) evresi
- III. Yeniden şekillenme(Remodeling) evresi.(36)

**Şekil 8: Kırık iyileşmesi evreleri**



#### 2.4.1 YANGI (ENFLAMASYON) EVRESİ (1-4 gün)

Tüm doku travmalarında, dolayısıyla kırıklarda, ilk verilen yanıt “enflamasyon”dur. Kırık uçları komşuluğundaki periost ve çevre yumuşak dokular yırtılarak, damarlar yaralanır. Kırık uçlarını etrafındaki kan ve lenf damarlarının yaralanmasıyla bu uçlar arasındaki kemik iliğinde ve etrafında kan ve lenf sıvısı toplanır. Kırık uçları arasında, periost altında ve periost yırtılmışsa bunun etrafında hematoma oluşur. Hematom oluşumu kırık iyileşmesi için en önemli faktörlerden biridir. Hematom ortamındaki trombositler ve hücre büyüme faktörleri kırık onarımında yeri olan hücre göçünde, periyostal hücre çoğalmasında ve onarım dokusu matriksinin sentezinde aracılırlar. Kırık hematoma ortamında bulunan trombositler ve ortamdaki diğer hücreler büyüme faktörü ile birlikte diğer başka proteinleri [Epidermal büyüme faktörü (EGF), Fibroblast büyüme faktörü (FGF), Trombositten üretilmiş büyüme faktörü (PDGF), Dönüştürücü büyüme faktörü-beta (TGF- $\beta$ ), Kemikten türetilmiş büyüme faktörü (BDGF), İnterlökin-1 (IL-1)] salarlar(37). Bu faktör ve proteinler, kırık iyileşmesinde önemli olan hücre göçü, periosteal hücre çoğalması ve onarım dokusu matriksinin sentezi için gereklidirler(38). Yani kırık hematoma ortamında prostaglandinler, büyüme faktörleri [İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF), TGF- $\beta$ , Kemik morfojenik proteini (BMP)], sitokinler (IL-1, IL-6), kemik yapım ve yıkımı arasında kenetleyici faktörler bulunmaktadır (39).

Kırık oluşuktan hemen sonra vazokonstriksiyon izlenir. Bunu takiben arteriol ve venüllerin vazodilatasyonu görülür. Mast hücrelerinin kırık bölgesine histamin salgılaması, bu bölgede vazodilatasyona sebep olur. Ayrıca kılcal damar

permeabilitesi de artar. Vazodilatasyon ve beraberinde plazma eksudasyonu nedeniyle, kırık bölgesinde ilk 24 saat içinde ödem oluşur. Bu bölgeye polimorf nüveli lökositler, monosit ve lenfositler başta olmak üzere akut yangı hücreleri göç ederler.

Kırık bölgesindeki hematoma 48 saat içinde organize olup fibrinden bir yapı oluşturur. Fibrinojen eklenen lizin, fenilalanin, gamaglobulin ve albuminle fibrine dönüşür. Polimorf nüveli lökositler ve makrofajların damar dışına göç etmeleri ile fibrin matriksi oluşur. Ayrıca makrofaj, histiosit ve fibroblastların yaptığı kollajen de fibrin matriksi oluşumuna etkilidir. Fibrin ağından da kemik yapımı için gerekli olan hücre çoğalması başlar. Bu dönemde fibrin matriksi içindeki öncü hücreler, lokal biyolojik etkilerle değişik dokuları oluşturmak için farklılaşmaya hazırdır. Kırık bölgesinde ortamın pH'sı asitken, daha sonra yavaş yavaş nötrale döner ve sonra hafif alkali seviyede kalır. Büyük kırıklarda makrofaj monositler, bütün vücudu etkileyen bir sitokin olan IL-1 salgılar. IL-1 yaralanma bölgesinde lenfositlerin göçü ile kemik geri emilimini (rezorpsiyon) sağlar ve orta beyin aracılığıyla ateş meydana getirir. IL-1 ayrıca kaslardan Prostaglandin-E2 (PG-E2) oluşumunu artırır (38).

#### **2.4.2 ONARIM (REPERASYON) EVRESİ (2-40 gün):**

Onarım evresi kırık iyileşmesinde en önemli kısımdır. İlk basamağı hematoma organize olmasıdır. Onarım evresi, kırık oluşumundan sonraki saatlerde başlasa da yapısal olarak tipik hale gelmesi 7-12 gün sürer. İlk değişikliğe uğrayan hücreler, kılcal damarlarla hematoma içine giren fibroblastlardır. Üçüncü günde karşı kırık uçlarında, yoğun mezanşimal hücre mevcudiyeti vardır. Bu hücreler kırık parçaları arasında yumuşak bir granülasyon dokusu oluşturur. Bu hücrelerden farklılaşan fibroblastlardan kollajen, kondroblastlardan kollajen ve glikozaminoglikan, osteoblastlardan ise osteoid salgılanır. İlk 7- 12 günün sonrasında yumuşak kallus kitlesi, fibröz doku ve kırıkdaktan oluşmuştur ve kırıkdak sahasını çevreler (40,41). Tamir döneminde hematoma içine yayılan makrofajlar ve osteoklastlar ölü kemiğin ortadan kaldırılmasını ve osteoblastlar kemik oluşumunu sağlar. Kırık hematoma 48 saat içinde organize olur. Hematomun çevresindeki damarlardan hematoma içine fibroblast infiltrasyonu gelişerek, geç vaskülarize granülasyon dokusunu oluşturur. Bu döneme fibröz kallus dönemi denir. Bu dönem ilk yedi günlük süreyi içerir. Daha sonra, kırıkdak yapı ortama hâkim olur. Bu

döneme kırıkta kallus dönemi denir. Damar yenilenmesi, mevcut kan damarlarında tomurcuklanmayla olur ve kanla beslenme yeterli olursa, osteoblastlar kallus içinde normal kemik gelişimine elverişli matriksi sağlamış olurlar. Dolayısıyla sert kallus (kemik kallus) dokusu gelişimi için damarlanma, bunun sağlanabilmesi için de osteoidin mineralizasyonu şarttır (41).

Osteoidin mineralizasyonu, sert kallusun oluşumu ve yapısal stabilite için gereklidir. Bu süreç, osteoblastlar tarafından tropokollojen oluşturulmasıyla başlar. Onarımın bu döneminde kırık uçları arasında kemik miktarı artarak fuziform bir kallus (kemik kallus) kitlesi ile kırık aralığı örtülür(41).

Kırık kemik uçları, iç ve dış kallus gelişimiyle çok sağlam bir yapıya kavuşur. Yaralanmadan sonra kallus oluşması ve mineralizasyon süresi 4–16 hafta kadardır. Bu dönemde kırık uçları arasında sert bir köprü (sert kallus) oluşur ki bu mekanik zorlamalara oldukça dayanıklıdır. Kallus oluşumuyla beraber kaynamanın olduğu söylenebilir. Bununla beraber, kaynama henüz son noktasına ulaşmış değildir, onarım evresinin ortasında, kallusun gereksiz ve etkisiz kısımlarının geri emilimi ve trabeküler kemiğin stres çizgileri boyunca uzanması ile yeniden şekillenme evresi (remodeling) başlar.

### **2.4.3 YENİDEN ŞEKİLLENME (REMODELLİNG) EVRESİ:**

Bu evre güçlü ama düzensiz sert kallusun, daha düzenli lameller kemiğe dönüşümüdür. Onarım evresinin ortasında başlayıp, normalde insanlarda 4-16 hafta sürerken, yıllar boyunca da devam edebilir. Yeniden şekillenme evresinde 4 olay gerçekleşir: 1- Kalsifiye kırıkta, osteoid dokuyla değişerek trabeküler dokuyu oluşturur. 2- Lameller kemik bu dokunun yerini alır. 3- Kompakt kemik uçlarındaki kallus, lameller kemikten yapılmış ikincil osteonlara değişir. Lameller kemik, kas kuvveti ve mekanik streslere paralel olarak düzenlenmiş osteonlardan oluşur. 4- İlık kanalı dereceli olarak yeniden şekillenir. Kanal içindeki kallus, osteoklastlar tarafından geri emilir ve boşluklar yeniden düzenlenir. (41)

### **Kırık iyileşmesini etkileyen faktörler: (40)**

Yerel faktörler: Travmanın derece ve etkisi, kırık uçlarının birbirine göre konumu, kırık yerinin kanla beslenmesi, kırılan kemiğin türü, kırık çizgisinin

özelliği, cilt ve yumuşak doku yaralanması, yerel bir enfeksiyon, yerel patolojik koşullar, hatalı tedavi, elektrik akımı, denervasyon.

Genel faktörler: Yaş, genel durum, hormonlar, vitaminler, ilaçlar, hiperbarik oksijen, kırık bölgesi egzersiz ve stresleri, nikotin

**Kırık iyileşmesini olumsuz yönde etkileyen faktörler:** Yüksek enerjili travmalar ve geniş yumuşak doku hasarı bulunması, kırık uçların birbirinden ayrılması, araya yumuşak dokuların girmesi, besleyici damarların hasar görmesi, cerrahi redüksiyon yapılmışsa aşırı disseksiyon ve yumuşak doku hasarının varlığı, kırığın transvers, parçalı veya segmenter olması (spiral ve oblik kırıklar daha çabuk kaynar), açık kırık olması (hematomun boşalması, kontaminasyon ve enfeksiyon olasılığı ve aşırı yumuşak doku hasarı nedeniyle), redüksiyonun başarısızlığı, iyi ve yeterli süre tespit yapılmaması, kırık yerinde enfeksiyon olması, hastanın ileri yaşta olması, eklem içi kırık olması (sinovyal sıvının kırık iyileşmesini bozucu etkisi nedeniyle), kemikte önceden var olan patolojik bir durum olması, spongioza ihtiva etmeyen veya kortikal

kemik içeriği yüksek kırık olması, beslenme ve sağlıklı metabolizmayı etkileyen her türlü sistemik hastalık (diabet, maligniteler, sistemik enfeksiyonlar, anemiler vb), kemoterapi, radyoterapi, sigara bağımlılığı (nikotin) ve kortikosteroidler kırık iyileşmesini olumsuz etkiler (39).

**Kırık iyileşmesini olumlu yönde etkileyen faktörler:** Olumsuz etkileyen faktörlerin tam tersi durumların kırık iyileşmesini olumlu yönde etkilemesinin yanı sıra; elektrik akımları, manyetik alan, ultrason, hiperbarik oksijen uygulamaları, düşük kuvvette lazer uygulaması, anabolik steroidler, D vitamini, kalsitonin, PTH(parathormon), prostoglandinler, kemik morfojenik proteini (BMP), büyüme hormonu, büyüme faktörleri, kafa travması, ameliyatla uygulanan kemik grefti ve demineralize kemik matriksi ile gen tedavisi iyileşmeyi olumlu yönde etkileyen faktörlerdir (39).

## 2.5 KLİNİK BULGULAR

Humerus diafiz kırıklarında kolda ağrı şişlik ve deformite olur. Krepitasyon alınabilir. Hasta anamnezinde travma ayrıntılı olarak sorgulamalı. Non deplase kırıklarda kırık bulguları belirgin olmayabilir. Multitraumalı hastalarda anamnez

alınamayabilir. Düşük enerjili travmalarda da hastanın mevcut sağlık durumu sorgulanarak altta yatabilecek diğer patolojiler araştırılmalıdır.

Humerus diafiz kırıklarında kırığın yeri ve çevre kasların etkisi ile tipik deformite görülür(42,43). Kırık pektoralis major kasının yapışma yerinin proksimalinde ise, proksimalparça rotator cuff'ın etkisi ile abduksiyon ve dış rotasyona, distal fragman ise pektoralis majörün etkisi ile mediale deplase olur. Kırık pektoralis kasının yapışma yerinin hemen altında, fakat deltoid kasının yapışma yerinin proksimalinde ise, distal parça deltoidin etkisi ile laterale, proksimal parça ise pektoralis majör, latissimus dorsi ve teres majör etkisi ile mediale deplase olur.

Kırık deltoid yapışma yerinin distalinde ise, proksimal parça abduksiyon ve fleksiyon, distal parça ise proksimale yer değiştirir(44)

Humerus diafiz kırıkları yüksek enerjili travmalar sonucu olduğundan muayene sırasında birlikte olabilecek damar – sinir yaralanmaları açısından dikkatli olunmalıdır(28,30)

Dolaşım muayenesi ve nörolojik muayene yapılmalı gerekirse kompartman içi basınç ölçülmelidir.(44)

Humerus diafiz kırıklarında radial sinir yaralanma riski yaklaşık olarak % 20'dir. (45,46). Humerusun 1/3 distal oblik kırığı olan “Holstein-Lewis” kırığı radial sinir yaralanmalarına en sık neden olan humerus kırığıdır, ancak radial sinir yaralanması orta 1/3 diafiz kırıklarında da sıktır(44)Humerus shaft kırıklarında iyatrojenik radial sinir yaralanma sıklığı %2-5'tir(47,48).

## **2.6 RADYOLOJİK BULGULAR**

Humerus cisim kırıklarında kullanılan standart radyografiler anteroposterior ve lateral grafilerdir. Kırık beraberinde çıkık ihtimaline karşı omuz ve dirsek eklemi de görüntüleme alanına girmelidir. Acilde yapılan redüksiyon sonrası alçı içinde veya tespit cihazı ile tekrar görüntüleme istenmelidir.

Çoğunlukla standart radyografiler yeterli oluyorken eklem içi kırıklarda bilgisayarlı tomografi, damar yaralanmalarında ise anjiyografi planlanabilir (49).

Karşı taraf ekstremite için de görüntüleme yapılması özellikle kompleks kırıklarda ve çocuk kırıklarında tanı ve cerrahi öncesi planlamada faydalı olabilir(49).

## 2.7 SINIFLAMA

Humerus kırıkları, tedaviye yön veren değişik faktörler esas alınarak farklı şekillerde değerlendirilebilir.

### A. Kırık Lokalizasyonu

- I. Proksimal
- II. Orta
- III. Distal

### B. Dış Çevre İle İlişkisi

- I. Açık
- II. Kapalı

### C. Kırık Derecesi

- I. İnkomplet
- II. Komplet

### D. Kırık Hattının Yönü Ve Karakteri

- I. Transvers
- II. Oblik
- III. Spiral
- IV. Segmenter
- V. Parçalı

### E. Eşlik Eden Yaralanmalar

- I. Yumuşak doku yaralanmaları
- II. Eklem çevresi yaralanmalar
- III. Sinir yaralanmaları
- IV. Damar yaralanması

### F. Kemiğin İntrinsik Durumu

- I. Normal
- II. Patolojik

## AO / ASIF SINIFLANDIRMASI

### A1 Basit Kırık, Spiral

- .1 Proksimal bölge
- .2 Orta bölge
- .3 Distal bölge

### A2 Basit Kırık, Oblik (> veya = 30°)

- .1 Proksimal bölge
- .2 Orta bölge
- .3 Distal bölge

### A3 Basit Kırık, transvers (<30°)

- .1 Proksimal bölge
- .2 Orta bölge
- .3 Distal bölge

### B1 Kama Kırığı, Spiral Kama

- .1 Proksimal bölge
- .2 Orta bölge
- .3 Distal bölge

### B2 Kama Kırığı, Eğilmiş Kama

- .1 Proksimal bölge
- .2 Orta bölge
- .3 Distal bölge

### B3 Kama Kırığı, Parçalı Kama

- .1 Proksimal bölge
- .2 Orta bölge
- .3 Distal bölge

### C1 Kompleks Kırık, Spiral

- .1 İki parçalı ara kırıklar
- .2 Üç parçalı ara kırıklar
- .3 Üç veya daha fazla parçalı ara kırıklar

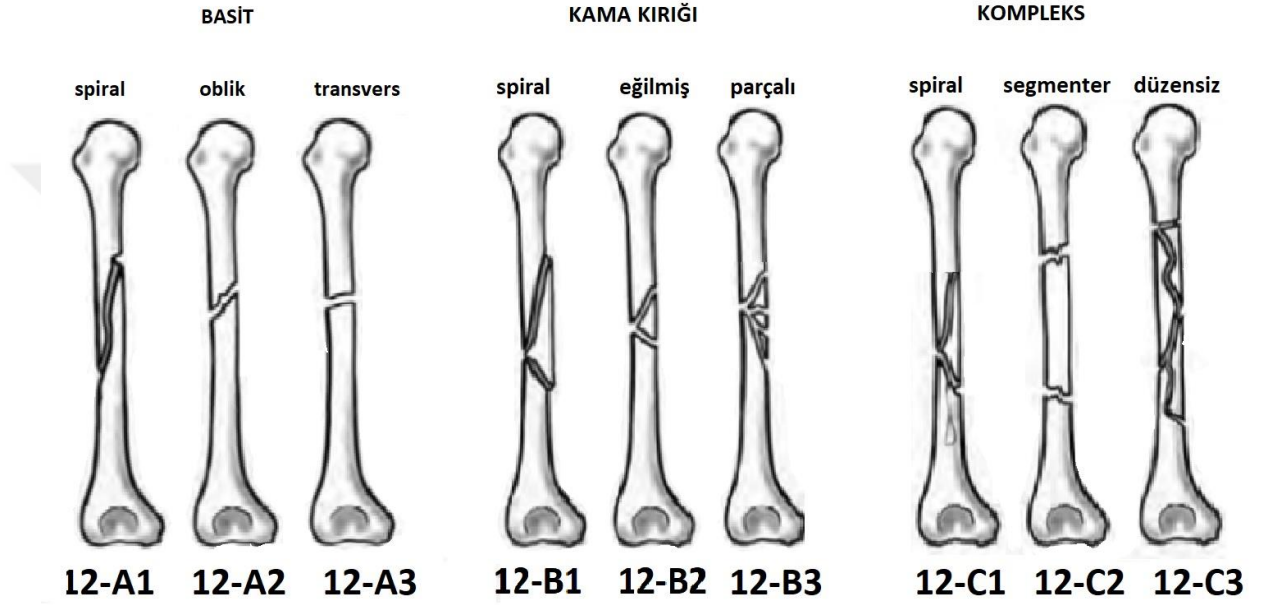
### C2 Kompleks Kırık, segmenter

- .1 tek parçalı segmenter ara kırık
- .2 tek ara segmenter ve ek kama kırıkları



- .3 iki parçalı segmenter kırıklar
- C3 Kompleks Kırık,düzensiz
- .1 iki yada üç orta parçalı kırıklar
- .2 Çok parçalı kırık (<4 cm)
- .3 Çok parçalı kırık (>veya = 4 cm)

**Şekil 9: AO/ASIF sınıflandırması**



## 2.8 TEDAVİ

Humerus cisim kırıkları konservatif olarak tedavi edilebildiği gibi yumuşak doku hasarı, multitravma, önemli dizilim bozuklukları, kaynamama, patolojik kırık gibi kompleks durumlarda cerrahi tedavi gerekir(43,44,45,50,51,52).

Her iki tedavinin de başarılı olduğunu bildiren yayınlar vardır(43,53,54).

Konservatif tedavi birçok vakada tercih edilmesine karşın bazı dezavantajları vardır. En önemli dezavantajları; tedavi süresinin uzun olması, tüm ekstremitte tespit edilerek fonksiyon dışı kalması ve eklemlerde hareket kısıtlılığı gelişmesidir. Cerrahi tedavinin de osteomyelit, kaynamama, psödoartroz implant

yetmezliği ve radial sinir yaralanması gibi önemli komplikasyonları bildirilmiştir. (35,34,43,44).

## **2.8.1 KONSERVATİF TEDAVİ**

Humerus cisim kırıklarının konservatif tedavisi bilinen en eski tedavi yöntemidir. Cerrahi tedavinin yaygın olmadığı dönemlerde ilk tercih olarak benimsenmiştir. Birçok araştırmacı tarafından farklı alçı ve splint teknikleri tariflenerek farklı sonuçlar bildirilmiştir (11,60,61,62,63,64).

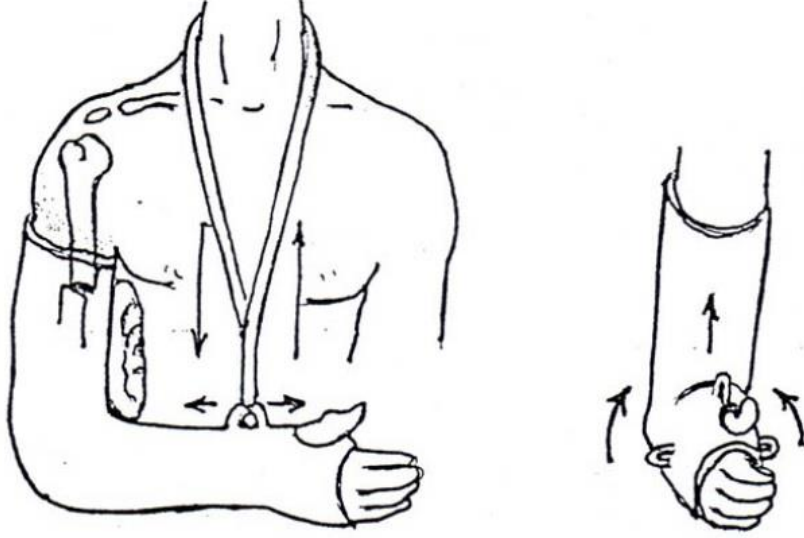
Cerrahi olmayan yöntemlerle tedavi, omuz ve dirsek ekleminin geniş hareket kabiliyeti nedeniyle sonuçta gelişebilecek açısal deformiteleri oldukça iyi tolere edebilmektedir. Fonksiyonel kısıtlılık oldukça az olmaktadır.

### **2.8.1.1 Askılı Alçı (Hanging Arm Cast)**

Caldwell tarafından 1933 yılında tanımlanmıştır. Bu teknikte amacı alçının ağırlığı ile yerçekimi kuvvetinden yararlanarak kırık redüksiyonunun sağlanmasıdır(52,66,62). Askılı alçı tedavisi en çok humerus orta diafiz oblik ve spiral kırıklarında tercih edilir. Tedavi etkinliği hastanın pozisyonundan etkilenebilir. Hasta sürekli dik veya yarı oturur pozisyonda durmalıdır. Alçı kırık hattının en az 2 cm proksimaline kadar uzanmalıdır(Şekil 10). Ön kol distaline 3 adet halka konularak kırık hattının açısına göre bu halkalarda asılabilir(63). Alçı distraksiyona engel olacak şekilde hafif yapılmalı, dirsek 90 derece fleksiyonda ve ön kol nötral rotasyonda olmalıdır(32,55,56).

Rehabilitasyona konusunda dikkatli olunmalıdır. Omuz ekleminde kalıcı hareket kısıtlılığı ve sertlik gelişebilir. Hasta ağrıyı tolere edebildiği anda herekete başlanmalıdır. İlk olarak pasif ardından aktif fleksiyon ve ekstansiyon egzersizlerine başlanmalıdır. %96 kaynama oranları olduğunu bildiren yayınlar vardır(32,66).

**Şekil 10: Askılı alçı**



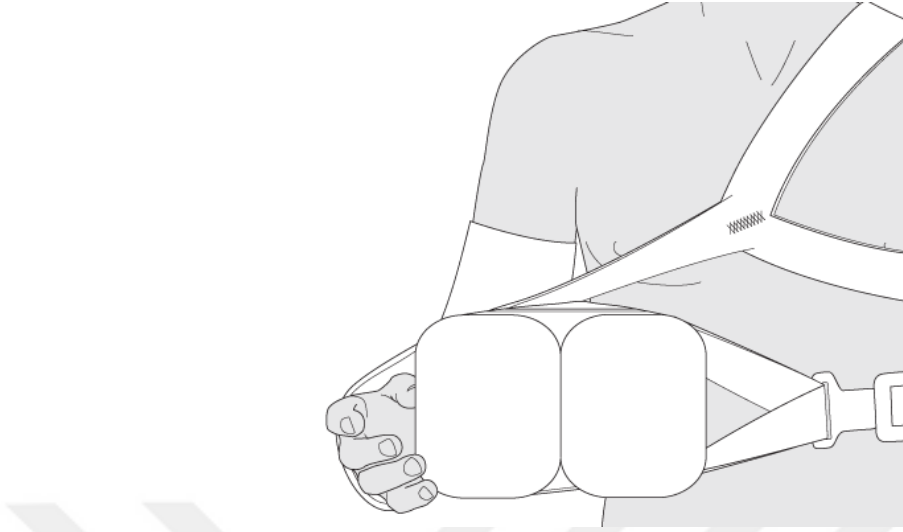
### **2.8.1.2 U Ateli (Coaptation Splint ) (32)**

Minimal kısıklıkla birlikte olan humerus diafizinin kırıklarında kullanılır(Şekil 13). Geçici tespit yöntemi olarak kullanılabilir. Hasta omuz, dirsek, el bileği ve el egzersizleri konusunda eğitilmelidir. Fonksiyonel breyze göre tedavi başarısı düşüktür. Bu yöntemin dezavantajı olarak, dirsekte ekstansiyon kısıtlılığı, aksiller bölgede iritasyon, omuzda hareket kısıtlılığı ve hastalar tarafından iyi tolere edilememesi sayılabilir.

### **2.8.1.3 Abdüksiyon Splinti**

Kullanımı için endikasyonlar açık değildir. Güncel bir yöntem olmayıp üst fragmanın abduksiyon ve eksternal rotasyonunun önemli olduğu kırıkların redüksiyonunda kullanılabilir. Dezavantajları arasında; uygulamanın zorluğu, deride iritasyon yapması, omuz ve dirsekte ciddi eklem hareket kısıtlılığı ve düşük hasta tolerabilitesi sayılabilir (32,44)(şekil 11).

**Şekil 11: Abdüksiyon splinti uygulaması**



#### **2.8.1.4 İskelet Traksiyonu**

Açık ve kapalı humerus kırıklarında endikedir. Geçmişteki endikasyonları (açık kırıklar, diğer yaralanmalarla birlikte olan ve uzun süre beklemeyi gerektiren durumlar) bugün için değişmiştir. Bugün için iskelet traksiyonunun yerine eksternal fiksatörler kullanılmaktadır(32,49).(şekil 12)

**Şekil 12: İskelet traksiyonu uygulaması**



### **2.8.1.5 Fonksiyonel Breys**

Fonksiyone breys tekniği ilk olarak Sarmiento ve arkadaşları tarafından 1977 yılında tarif edilmiştir(32,69). Konservatif tedavide en çok tercih edilen yöntem olan fonksiyonel breysleme kırık çevresi yumuşak dokulara traksiyon ve baskı yaparak redüksiyon sağlayan bir yöntemdir.(68,70) Bu haliyle kırık tespit edilir. Hafif plastik malzemedен yapılan ve üzerindeki bantlar sayesinde ekstremitayı redükte halde stabil olarak tutmayı amaçlayan bir sistemdir(Şekil 13). diğer konservatif yöntemlere kıyasla daha stabil bir ortezdir. Omuz ve dirsek eklemine hareket imkanı vermesi ile de diğer konservatif yöntemlere göre üstünlük sağlamaktadır.

Masif yumuşak doku ve kemik kaybının olduğu durumlarda, kooperasyon kurulamayan uyumsuz hastalarda, kırık fragmanlarının uygun redüksiyonunun sağlanamadığı durumlarda kullanılmamalıdır(32).

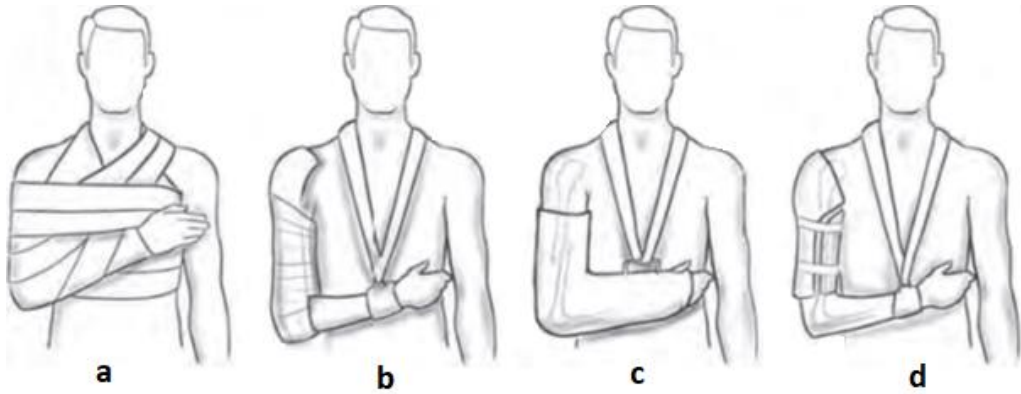
Breys her hastaya özel olarak imal edilmektedir. Radyolojik kontrolle gerekirse düzeltmeler yapılabilir(67). Breys uygulandıktan hemen sonra omuz ve dirsek hareketi başlanabilir. Primer olarak uygulandıysa nörovasküler takibi yapılmalıdır. Breys 8 haftadan daha uzun süre kullanılmamalıdır(32).

Breys kullanımındaki temel amaç erken omuz ve dirsek hareketi başlayarak kaslardaki aktivite artışı ile kırık iyileşmesini hızlandırmaktır(67)

### **2.8.1.6 Velpeau Bandajı**

Gilchrist tarafından tanımlanan bu bandaj omuz kuşağının immobilizasyonunu sağlar (32,72), (Şekil 13). Bu yöntem daha çok tedavinin diğer seçeneklerini tolere edemeyen çocuk veya yaşlı hastaların nondeplase veya minimal deplase kırıklarında kullanılır(32,43,71). Humerus diafiz kırıklarında standart bir tedavi şekli değildir.

**Şekil 13: a:Velpau bandajı, b: U ateli, c: hanging cast, d: fonksiyonel breys**



### 2.8.2 CERRAHİ TEDAVİ

Humerus cisim kırıklarında cerrahi tedavi ve konservatif tedavi sonuçları birbirine yakındır(42). Breck ve Hundley konservatif tedavi yöntemiyle %95, cerrahi tedavi yöntemiyle ise % 88 oranında kaynama olduğunu bildirmişlerdir. Kapalı yöntemlerle yapılan tedavilerin komplikasyon oranlarının daha düşük olduğu bildirilmiştir(73). Ancak bazı durumlarda cerrahi tedavi gerekmektedir. Bunlar;

- Açık kırıklar
- Damar-sinir hasarı ile birlikte olan yaralanmaları
- Yüzen dirsek (Floating elbow)
- Bilateral humerus kırığı
- Segmenter kırık
- Patolojik kırık
- Politravmatize hasta
- Manipülasyon sonrası radial sinir yaralanması
- Ekstremité diziliminin uygun olmaması
- Eklem içine uzanan kırık varlığı(21,54)
- Obes veya breys kullanımına uygun olmayan hasta
- >3 cm kısalık, >30° rotasyon, >20° açılanma

Açık humerus kırıklarında açık kırıklardaki genel prensipler geçerlidir. Acil cerrahi debridman ve irrigasyon gerektirir. Yumuşak doku ve kemik debridmanı sonrası kırık tespitinin enfeksiyon insidansını azalttığı bildirilmiştir(75)

Kırığa eşlik eden damar yaralanması varlığında, damar tamiri fragmanların hareketinden zarar göreceği için önce kırık cerrahi olarak tespit edilip ardından vasküler tamir yapılmalıdır(75,76).

Humerus ve önkol kırığının aynı taraf ekstremitede beraber bulunması durumu 'Yüzen dirsek' olarak adlandırılır. Bu durumda konservatif tedavi uygulanırsa malunion, psödoartroz ve eklem hareket kısıtlılığı riski yüksektir(77). Erken hareket başlanabilmesi için bu tip kırıklarda cerrahi tedavi tercih edilmelidir.

Bilateral humerus kırıklarında her iki kolu da alçı veya breys içinde kalması zor olması ve hastaya erken hareket verilememesi açısından cerrahi tedavi tercih edilmelidir(32).

Segmenter humerus kırıklarında yumuşak doku interpozisyonu ve dolaşım bozukluğu diğer kırıklara göre daha fazla görülür. Bu tür kırıklarda konservatif tedavi yapılması halinde nonunion daha sık görülür(32).

Politraumalı hastalar konservatif tedaviye uyum sağlayamayabilir. Bu hastalar hastanede ve evde uzun süre yatış halinde olduklarından konservatif tedavide uygulanan yarı oturur pozisyonun devamlılığını sağlayamayabilir.

Kırık manipülasyonları sırasında radial sinir arazi gelişirse eksplorasyon yapılmalı ve kırık tespit edilmelidir(32). Penetran yaralanmalarda nörolojik defekt varsa eksplorasyon gerekebilir(32)

Obez hastalarda kırığın konservatif yöntemlerle redükte tutulması zor olabilir ve cerrahi tedavi gerekebilir(32).

Eklem içine uzanan kırıklarda eklem redüksiyonu gerektiğinden cerrahi tedavi gerekir(78).

Patolojik humerus kırıklarında rijid Kilitli intramedüller civiler önerilen tedavi olması ile birlikte esnek civiler ve plak uygulayan cerrahlar da vardır( 79,80,81).

Cerrahi tedavide uygulanan yöntemlerin hangisinin seçileceği tartışmalı bir konu olup, endikasyon cerrahın tecrübesine göre belirlenmektedir. Farklı cerrahi yöntemlerin birbirine karşı avantaj ve dezavantajları vardır(86).

### 2.8.2.1 Plak-Vida Fiksasyonu

Humerus diafiz kırıklarında plak ile osteosentez diğer cerrahi tekniklerle karşılaştırıldığında standart tekniktir(73,81,83,84). Yüksek kaynama oranları, düşük komplikasyon ve hızlı fonksiyonel geri dönüş oranına sahiptir(85). Omuz ve dirseğe yönelik ek problem oluşturmaz. Multitравmalı hastalarda erken harekete izin veren daha güvenli bir tespit oluşturur(85).

Humerus kırıklarında 4,5 mm ve 6, 8 veya 10 delikli DCP(dinamik kompresyon plağı) de kullanılmıştır. Fakat sıklıkla LC-DCP(low contact dinamik kompresyon ) plakları kullanılmaktadır(30,49,85). Buradaki amaç mutlak stabilite sağlayarak primer kemik iyileşmesini sağlamaktır. Dinamik kompresyon plakları kemik yüzeyinde sıkı kortikal temas sağlamaktadırlar. Yük aktarımını kemik yüzeyi ve plak arasında oluşan sürtünme kuvvetinden yararlanarak sağlarlar. Burada ana problem kemik çevresinde hücrel biyolojinin bozulması ve kemik kanlanması azalmasıdır. Bu nedenle kırık iyileşmesindeki gecikmeler ve kaynamamalar implant kemik arasındaki sıkı temasa bağlanarak LC-DC plaklar geliştirilmiştir. LC-DC plakların sınırlı temas yüzeyinin biyomekanik olarak farklılık oluşturmadığı bildirilmiştir(87). Ayrıca LC-DC plakların altında kalan kemiklerde dolaşımın bozulmadığı gösterilmiştir(88). AO grubu tarafından geliştirilen LCP(kilitli kompresyon plağı) sisteminde ise sabit plak vida açısı olduğu için eğilme kuvvetleri ve aksiyel yönde uygulanan kuvvetler kemik vida arasında makaslama kuvvetlerine yol açmakta ve bu kuvvetler sayesinde kemik parçaları yeterli sabit pozisyonda tutulmaktadır. Vida tutunmasının büyük problem olduğu osteoporotik kırıklarda bu sistem oldukça başarılıdır(89).

Plak-vida osteosentezi için farklı cerrahi yaklaşımlar tanımlanmıştır. Yazı ve derlemelerde özellikle de klinik uygulamalarda da iki standart yaklaşım ön plana çıkmaktadır; posterior yaklaşım ve anterolateral yaklaşım(84).

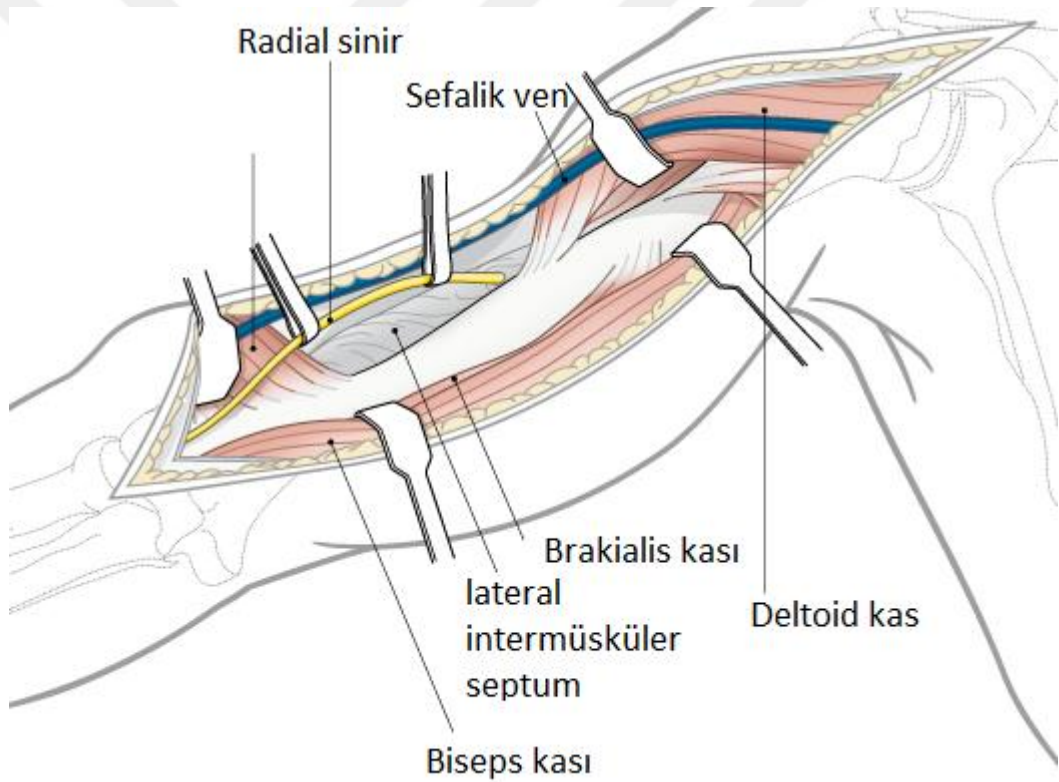
#### **Anterolateral Yaklaşım:**

Anterolateral yaklaşım daha çok humerus proksimal ve orta 1/3 diafiz kırıklarında tercih edilir. Hasta sırtüstü yatar yada yarı oturur pozisyonda hazırlanır. İnsizyon biceps kasının palpe edilebilir kenarının laterali boyunca yapılır(şekil 14). Bu insizyonun proksimalde uzayabileceğinohta korakoid çıkıntı, distalde ise lateral



suprakondiler bölgedir(84). Subkutan doku ve fasya kesildikten sonra sefalik ven korunarak insizyon derinleştirilir. Anetrolateral kemiği daha iyi ortaya koyabilmek için gerekirse deltoidin geniş insersiyosun bir kısmı posteriora doğru kaldırılabilir. Orta bilgedeki diseksiyon biceps ve triseps arasındadır ve alttaki brakialis kası ayrılarak kemiğe ulaşılabilir. Distalde diseksiyon lateralsuprakondiler bölgeye doğru uzanır. Bu seviyede radial sinir humerusun lateralinden dolanarak cerrahi alana girer. Radial sinir bulunarak korunmalıdır. Plak yerleştirildikten sonra plağın lateralinde radial sinir bası altında kalabilir. Yumuşak dokular kapatılmaya başlanmadan sinir kontrol edilmelidir. Bu yaklaşımın avantajı hazırlığının kolay olması, proksimale uzanan kırıklara müdahale edilebilmesi, radial sinirin ortaya konulabilmesidir(31).

**Şekil 14: Humerusa anterolateral yaklaşım**

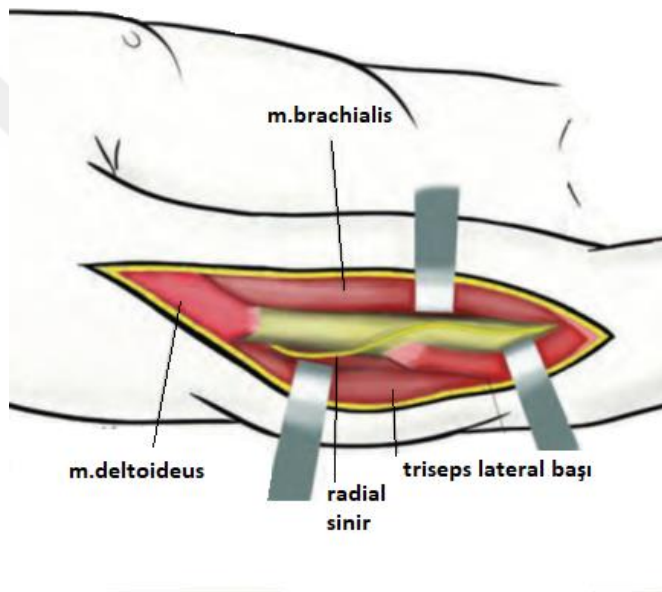


#### **Lateral Yaklaşım:**

Genişletilmiş lateral yaklaşım, Mills ve arkadaşları tarafından güncellenmiş, dirseğe yapılan lateral yaklaşımın proksimalde humerus cismine doğru genişlemiş şeklidir(90). Humerus 2/3 distal diafizini ve radial siniri çok iyi şekilde ortayakoyar. Daha proksimalde anterolateral yaklaşımla birleştirilebilir. Cilt kesisi deltoid

insersiyosundan lateral epikondile uzanır. Distalde Kocher insizyonu ile dirsek patolojilerine erişim sağlanabilir. Yüzeysel fasya geçildikten sonra trisepsposteriora devrilir. Radial sinir proksimalde humerusun lateralinden döndüğü yerde bulunur(şekil 15). Bu yaklaşımın distalde humerus medialine hakim olunamaması ve proksimalde deltoidinposterioruna erişilememesi gibi dezavantajları vardır. İdeal endikasyon distal bölge kırıklarında radial sinir eksplorasyonu ile birlikte plak-vida tespiti planlanmasıdır(Holstein-Lewis kırıkları gibi)(91).

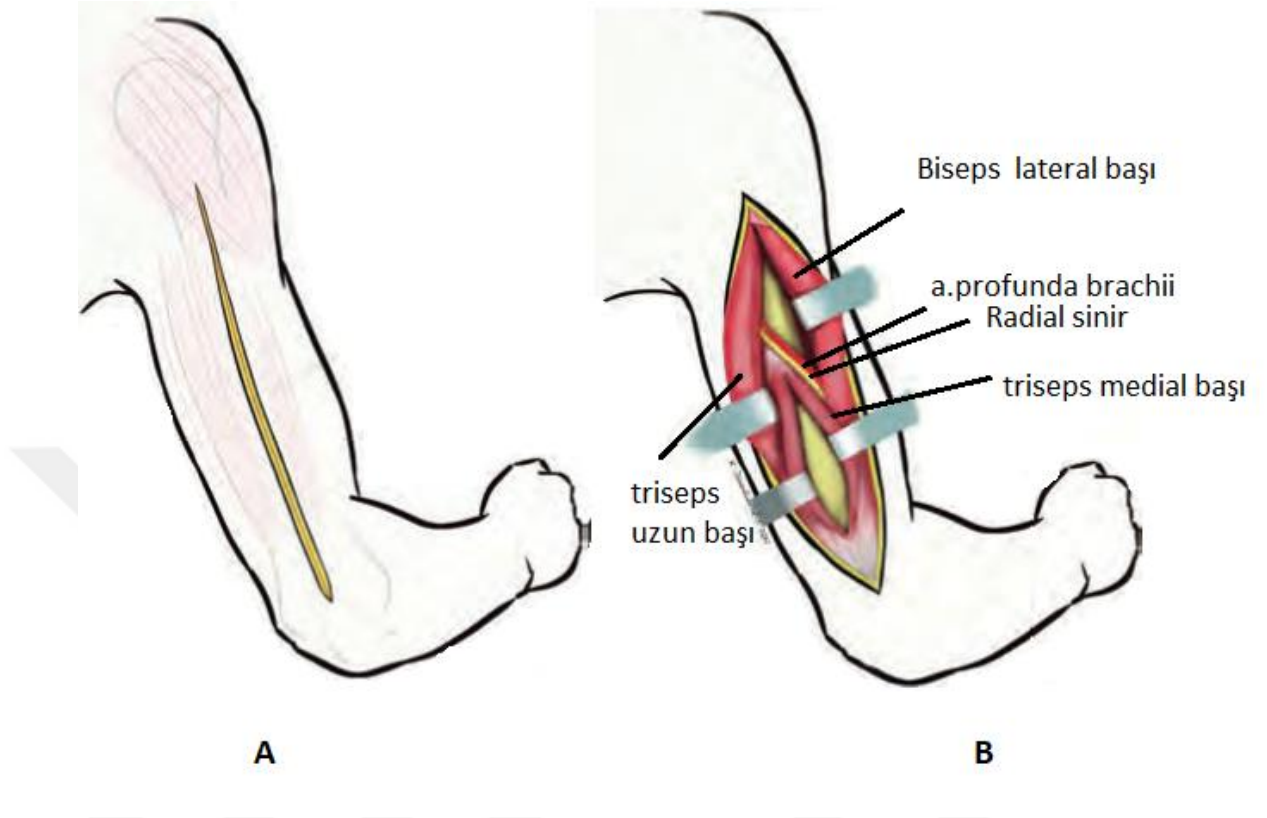
### Şekil 15: Humerusa lateral yaklaşım



### Posterior Yaklaşım:

Posterior yaklaşım özellikle eklem içine uzanan veya radial sinir eksplorasyonu gereken humerus kırıklarında sinirin anatomik seyri açısından idealdir. Hasta tipik olarak yüzükoyun veya etkilenen ekstremitte yukarıda kalacak şekilde yan yatırılır. Cerrahi insizyon kırık merkez alınarak yapılır. Proksimalde akromiyon posterolateraline distalde isolekranon a kadar uzatılabilir. Cilt ve ciltaltı geçildikten sonra triseps distalde keskince ikiye ayrılır(şekil 16). Radial sinir bulunup korunarak proksimale doğru ilerlenebilir. Bu yaklaşımın avantajı radial sinire ulaşılabilmesi, humerus medial ve lateral kenarına hakim olunabilmesi, posterior humerusun plak yerleşimi için düz bir yüzeye sahip olmasıdır. Dezavantajları ise yerleştirilen plağın üzerinde sinirin gerilmesi, multitravmalı hastaların yüzükoyun yatmasındaki zorluktur(84).

**Şekil 12: Humerusa posterior yaklaşım, A:cilt insizyonu, B:derin diseksiyon**

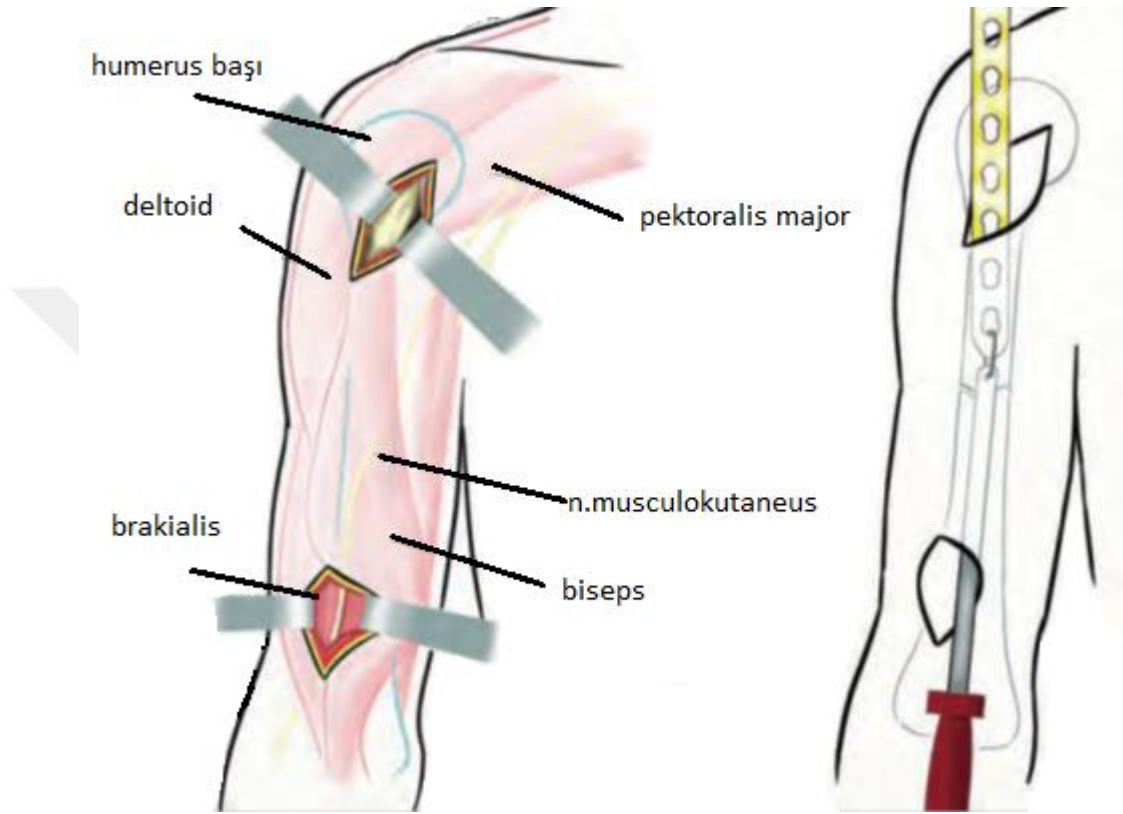


### **Anterior Minimal İnvaziv Yaklaşım:**

Diğer bir teknik olan minimal invaziv osteosentezde kullanılan anterior minimal yaklaşımda ise amaç göreceli stabilite oluşturmak, redüksiyon sağlandıktan sonra plağı kırık hattının proksimal ve distalinden açılan mini insizyonlar kullanarak kırık hattından geçirek tespit etmektir. Korakoid çıkıntının hemen distalinde deltopektoralolukta 5-7 cm lik kesi yapılır. Aynı uzunlukta diğer bir kesi kolun distalinde biceps braki kasının lateral sınırı boyunca yapılır(şekil 17). Proksimalde ve distalde künt diseksiyonla kemiğe ulaşılır. Ardından bu iki insizyon künt bir aletle kemik üzerinden birleştirilir. Bu teknikte sekonder kemik iyileşmesi gözlenir. Yumuşak dokuların minimal oranda etkilenmesi ve fragmanların dolaşımının bozulmaması hedeflenir. Bu teknikte kırık hattının 3 katı uzunluğunda bir plak seçilmesi ve vida doygunluğunun da %50'yi geçmemesi önerilir. Literatürde geleneksel plaklar ile kompresyon plakları arasında biyomekanik olarak anlamlı bir

fark bulunmadığını gösteren çalışmalar olduğu gibi minimal invaziv teknik ile yapılan cerrahilerde başarılı sonuçlar bildirilmiştir(92,93,94,95).

**Şekil 17: Humerusa minimal invaziv yaklaşım**

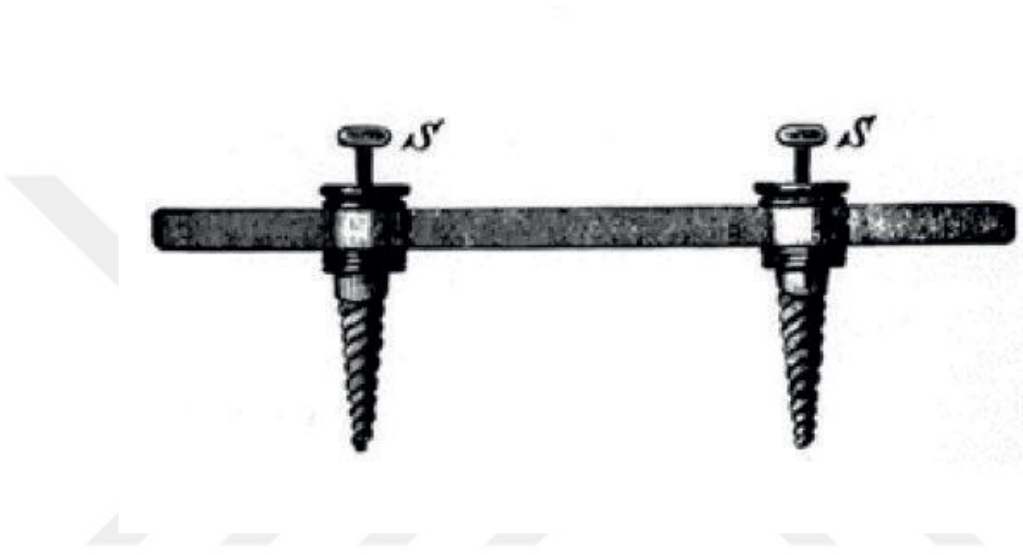


### **2.8.2.2 Eksternal Fiksasyon**

Kemik kırıklarında eksternal fiksatörlerin kullanılması alçılardan bile daha eskidir. 1840 yılında Jean-Francois Malgaigne'nin tibia kırıklarının tespiti için tarif ettiği cihaz ilk eksternal fiksator olarak bilinir(96). Bu cihaz tibiaya diklemesine yerleştirilen bir çivi ve bu çiviye vücuda sabitleyen deri kayışlardan oluşan bir çeşit eksternal fiksatördü. Daha sonra Malgaigne patella için bir klemp tasarladı. Şekli itibari ile metal pençe olarak isimlendirildi(96). 1992'de Almanya'da bugünkü şekline benzer ilk eksternal fiksatörlerin 1851'de Langenbeck tarafından kullanıldığı çok sayıda kaynak ile desteklenerek ortaya koyuldu(15). Langenbeck kırık fragmanlarına birer kalın konik vida yerleştiriyor ve bu vidaları vücut dışında bir

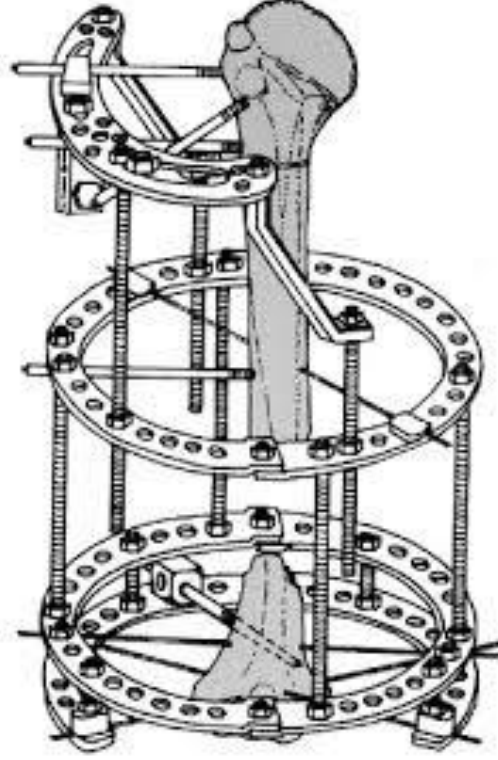
çubuk ile birleştireyordu. Cihazını ilk olarak humerus psödoartrozunda denemiş ve başarılı sonuç almıştı.

**Şekil 18: Langenbeck'in kemik vidaları ile yapılan eksternal fiksatörü**



Günümüzdeki unilateral fiksatörlere benzer bir tespit ise ilk defa Clayton Parkhill tarafından 1894'te geliştirildi. Parkhill çivileri bir arada tutan klemp şeklindeki cihazını ilk olarak 11 ay önce ateşli silah yaralanması öyküsü bulunan bir humerus psödoartrozu olgusunda denedi(97). 1951 yılında Gavriil Abramovich İlizarov sirküler eksternal fiksatörü üretti. Önce sirküler eksternal fiksatörü üreten İlizarov, fiksatörün kullanımı sırasında yapılan bir osteotomi sonrasında hastanın kompresyon yerine distraksiyon yapması ile distraksiyon osteogenezisi gerçeğini keşvetti. Bu gözlemini birçok deneysel çalışmada yineleyerek distraksiyon osteogenezisi prensiplerini oluşturdu. Profesör İlizarov 1981 yılında 22. İtalyan AO Toplantısına davet edildi. Batıdaki ilk konferansını burada sundu. Burada 'açık kırıklarda tedavi', posttravmatik osteomyelit tedavisi' ve 'kemik uzatma' olmak üzere üç önemli konu sundu. Daha sonra bu yöntemin ortopedinin her alanında uygulanabileceği anlaşıldı. İlizarov cihazı herhangi bir iskelet patolojisinin tedavisine yönelik adapte edilebildiğinden, birçok ortopedik patolojinin tedavisinde kullanılabilir(98).

**Şekil 19: İlizarov'un tasarladığı sirküler eksternal fiksatorün humerusa uygulanışı**



Humerus kırıklarında genellikle kullanılan fiksator tipi monolateral eksternal fiksatorlerdir. Sirküler eksternal fiksatorler veya monolateral ve sirküler eksternal fiksator kombinasyonu(hibrid fiksator) birlikte de kullanılabilir. Hibrid eksternal fiksatorler özellikle eklemeye yakın kırıklarda daha stabil tespit sağlamak amacıyla kullanılabilir. Şanz geçişleri lateralden mediale ve mini insizyonlar kullanılarak güvenle yapılabilir. Böylelikle proksimalde aksiller sinirin terminal dalları, distalde ise radial sinir korunabilir. Diğer bir teknikte ise distal şanzlar posteriordan anteriora gönderilerek radial sinir korunmuş olur(70). Eklemi geçerek distal şanzları ön kola tespit edilen fiksatorler eklemi ilgilendiren kırıklarda kullanılabilir. Bu tip fiksatorler de erken dönemde eklem hareketine isteğe bağlı olarak izin verebilir.

**Şekil 20: Bir çeşit hibrid eksternal fiksator**



Eksternal fiksatorler özellikle cilt defekti bulunan parçalı kırıklarda, kemik veya cilt defekti bulunan, açık kırıklarda tercih edilir. Sirküler eksternal fiksator kaynamama, açılanma, uzatma gereken kırıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Eksternal fiksatorler cerrahi sürenin kısa olması, kırık hattının açılmaması, erken hareket başlanabilmesi, özellikle açık kırıklarda yara bakımının kolay olması, tedavi sonrası takiplerde kapalı olarak sistem üzerinden redüksiyona izin vermesi, kaynama sonrası anestezi gereksinimi olmadan poliklinik şartlarında çıkarılabilmesi gibi avantajlarıyla mevcut tedavilere alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır(86). Bu teknikte çivi dibi enfeksiyonu ve radial sinir hasarı riski vardır. Aynacı ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada eksternal fiksator uygulamasından sonra çivi dibi enfeksiyon oranı %21, radial sinir yaralanma oranı ise %26 olarak bildirilmiştir. (82)

### **2.8.2.3 İntramedüller Çivileme**

Geniş çaplı, kilitli intramedüller çiviler tibia ve femurda elde edilen başarılı sonuçlar sonrası humerusta da uygulanmaya başlanmıştır(99,100,101,104,105,106). Daha

önce Ender ve Rushpin çivileri kullanılmış ve yüksek kaynama oranları bildirilmiş fakat bunlardaki yetersiz tespit nedeni ile yardımcı tespit yöntemleri gerekmiştir.

Yeni nesil çivilerle birlikte genişleyebilen vida ile oturan (Siedel çivisi) veya kilitleme vidası (Russel-taylor çivisi) gibi değişik kilitleme mekanizmaları geliştirildi. İyi sonuçlar olmasına rağmen alt ekstremitede kullanılan çivilerde elde edilen başarı elde edilememiştir. Giriş yeri problemleri, kırıkta iyatrojenik parçalanma, kaynama problemleri bildirilmiştir(106,107,108). Özellikle kanal darlığı nedeni ile oyma işlemi yapılırken radial sinir hasarı gelişebilir. Redüksiyon zorluğu durumundada redüksiyon sırasında fragmanlar arasında radial sinir olabileceği düşünülmelidir. Distal kilitlemede brakial arter, median sinir, radial sinir, muskulokütanözsinir yaralanma ihtimali vardır. İntramedüller çivileme yöntemi ile tespit göreceli tespit, sekonder kemik iyileşmesi ve kallus ile kaynama sağlar. Antegrad veya retrograd uygulanabilir.

## **2.9 CERRAHİ KOMPLİKASYONLAR**

### **2.9.1 DAMAR YARALANMASI**

Humerus kırıklarında vasküler yaralanmalar peksik değildir. Fakat geliştiği zaman acil tedavi gerektirir(109). Acil şartlarda vasküler onarımla birlikte engel yoksa kırık tespiti de yapılmalıdır. Kırık tespitinin önce yapılması damar onarımı açısından daha güvenlidir(110).

### **2.9.2 SİNİR YARALANMASI**

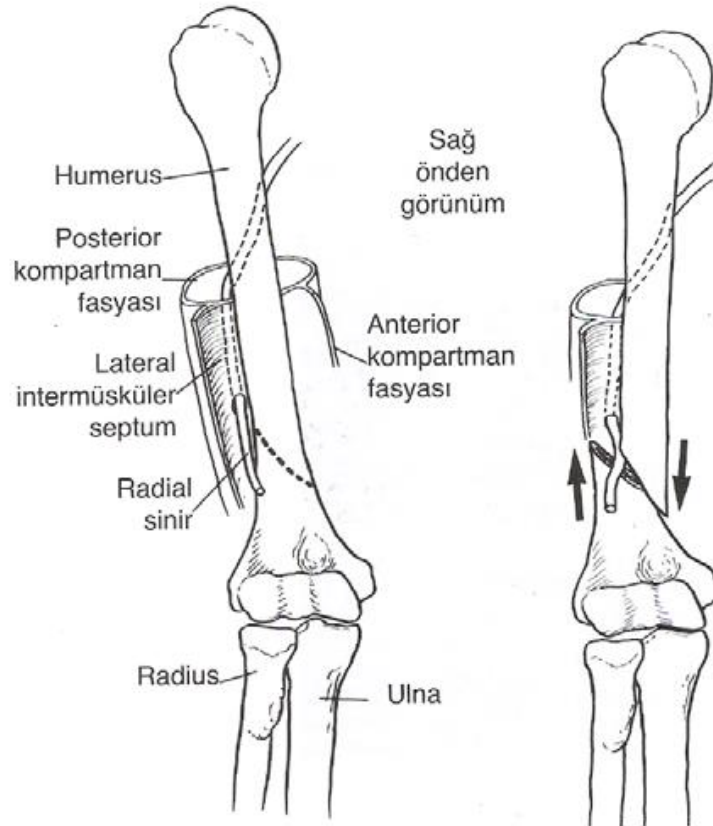
Uzun kemik kırıklarında en sık görülen sinir lezyonu humerus kırıklarına eşlik eden radial sinir felcidir. Radial sinir felci görülme sıklığı %6-15 olarak bildirilmiştir(111,112). Birçok defisit yaralanma anında gözlenirken % 20 oranında tedavinin devamı esnasında sonradan gelişir(113).

**Anatomi:** Radial sinir özellikle humerusun 1/3 orta ve distalinde kemiğe yakın seyri nedeniyle daha sık yaralanmaktadır. Triceps kasına daha proksimalde dallar verdiği için dolayı hastalar genellikle dirsek hareketinde kısıtlılık görülmez. Humerus çevresindeki seyir boyunca radial sinir kemiğe 1-1.5 cm yakınlıkta triceps



ve brakialis kasları arasında seyretmektedir. Sinir lateral epikondilin 10 cm proksimalinden geçerken spiral oluğun hemen üzerinden geçer ama spiral oluğa girmez. Spiral oluk brakialis kasının posterior liflerinin orijin aldığı yerdir. Bu anatomik bilginin önemi radial sinirin neden kırık hattı arasına girmediğini açıklar. Bazı yayınlarda radial sinir felcinin orta ve distal 1/3 kırıklarda eşit oranda görüldüğü gözlenirken bazı yayınlarda da orta ve distal kırıklarda ayrı ayrı daha sık görüldüğüne dikkat çekilmektedir. Radial sinir felçleri sıklıkla spiral kırıklarda gözlenir ancak transvers ve oblik kırıklarda da rastlanmaktadır. Pollack ve ark. yaptıkları literatür taramasında humerus diafiz kırıklarında radial sinir yaralanmalarının %60'ı 1/3 orta diafiz kırıklarında,%28'inin ise 1/3 distal kırıklarda görüldüğü tespit edilmiştir. Defisit; inkomplet veya komplet duysal ya da motor defisit şeklinde olup; % 50 – 68 hastada komplet motor defisit şeklinde gözlenir(114).

**Şekil 21: Radial sinir trasesi**



**Sinir Yaralanmalarının Sınıflandırılması:** Periferik sinir onarım başarısı ve süresi, sinir yaralanmasının derecesine bağlıdır. Seddon ile Sunderland tarafından geliştirilen sınıflandırma günümüzde yaygın olarak kabul edilmektedir. (111,115). Seddon sınıflandırması yaralanmaları şiddetine göre nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis olmak üzere üçe ayırmaktadır. En hafif şekli sinir devamlılığının korunduğu ancak geçici fonksiyon kaybının olduğu nöropraksidir. Akson ve myelik kılıfın tamamen kesilmesi ile aksonotmezis oluşmaktadır. Aksonotmeziste epinöryum ve perinöryum genelde korunmuştur. Yaralanmanın distal bölgesinde, akson ve miyelin dejenerasyonu sonucu tam bir denervasyon meydana gelmektedir. Nörotimes, sinirin tam kesilmesidir ve tam bir fonksiyonel kayıp vardır. Bu tip yaralanma skar oluşumu ile iyileşir. Cerrahi tedavi gerekmektedir. Sunderland sinir yaralanmalarını 5 gruba ayırmıştır. 1.derece nöropraksi yaralanmasına, 2.derece aksonotmezise eşdeğer olarak kabul edilir. 3. derece de aksonda kesilme ile meydana gelen endonöryumun kısmi hasarlandığı gruptur. Sunderland, Seddon'un nörotmezis yaralanmasını, 4. ve 5. derece yaralanmalar olarak sınıflandırmıştır. 4.derece yaralanmada, epinöryum haricinde sinirin bütün kısımları bozulmakta, 5.derece yaralanmada ise sinir tamamen kesintiye uğramaktadır. Her iki yaralanmada da iyileşme ancak cerrahi girişim ile mümkün olmaktadır(116,117,118).

Eski kaynaklarda radialsinir defisit olan tüm vakalarda eksplorasyon önerilse de zamanla radial sinir felci hakkındaki çalışmalar arttıkça rutin eksplorasyonun gereksiz olduğu anlaşılmıştır. Pollock ve ekibi 24 radial sinir felçli hastayı izleyerek 22 tanesinde tam düzelme gözlemlemiştir. 1 hastada açık kırık nedeniyle defisit düzelmemiş, 1 hastada ise kallus içinde daha sonradan sıkışma meydana gelmiştir(119). Geç eksplorasyon sonucunda sıkışan sinirin serbestleştirilmesi ile tam düzelme gözlenmiştir.

Açık kırıklardaki radial sinir felci konservatif tedavi edilen vakalardan farklılık arz etmektedir. Foster, yaptığı çalışmada 14 açık kırıklı ve radial sinir felçli olguda erken eksplorasyon ile % 65 oranında aynı seansta onarılabilir patolojiler saptamıştır(19). Sinir felcine neden olan patolojinin büyük oranda onarılabilir olması sebebiyle açık kırıklarda sinirin eksplorasyonu rutin olarak önerilmektedir. Tam kesilme olan olgularda ise primer onarım veya tendon transferleri uygulanmalıdır.

### **2.9.3 ENFEKSİYON**

Çoğunlukla açık kırıklar sonrası veya cerrahi sonrası kontaminasyon ile gelişen bir komplikasyondur. Erken veya geç dönem komplikasyonu olarak da karşılaşılabılır. Kaynamama ve osteomyelit gibi ciddi problemlere yol açabilir. Erken dönem enfeksiyonlarda geliş anında veya erken dönemde alınan kültürlerde üretilen mikroorganizmaya yönelik antibiyotik başlanmalıdır. Enfeksiyon varlığında enfekte veya nekrotik dokuların debridmanı yapılmalıdır. Avasküler kemik fragmanları eksize edilmelidir. Osteomyelit gelişen vakalarda intravenöz antibiyotik tedavisine başlanmalı ve altı hafta devam ettirilmelidir. Tedaviye yanıt alınamayan vakalarda implant revizyonları, kemik ve yumuşak doku eksizyonları ve eksternal fiksatörlerle tespit gerekebilir.

### **2.9.4 YANLIŞ KAYNAMA**

Humerus shaft kırıklarında 3 cm'den fazla kısalık, sagittal planda 20 derece, frontal planda 30 dereceden fazla açılma fonksiyonel problemler oluşturur. Bu gibi durumlar yanlış kaynama olarak değerlendirilir(32,65).

### **2.9.5 KAYNAMA GECİKMESİ VE KAYNAMAMA**

Humerus shaft kırıklarında 8-10 hafta arasında kaynama beklenmektedir. 3-4 ay sonrasında oluşan kaynama gecikmiş kaynama, 6-8 ayda kaynama görülmemesine de kaynamama denir. Humerus cisim kırıklarında %2-33 oranında kaynamama bildirilmiştir(120). Transvers kırıklarda, segmenter ve parçalı kırıklarda bu komplikasyonlar daha sıktır. Yetersiz redüksiyon ve stabilite, yumuşak doku hasarının fazla olması, yaşlılık, steroid kullanımı, tütün ve alkol kullanımı, obezite kaynamama veya kaynama gecikmesi için risk faktörüdür. Plak fiksasyonu ile % 6, esnek intramedüller çivilerle % 8, kilitli intramedüller çiviler ile ise % 33'e varan yüksek kaynamama oranları bildirilmektedir(41). Kaynamama tedavisinde genellikle tedavi ve tespit yöntemi değiştirilir. Fonksiyonel breys ve elektrik stimlasyonunun kaynamama tedavisinde kullanılması ile ilgili sonuçların iyi olmadığı bildirilmiştir(121). Kaynamama olgularında uygulanan cerrahi teknikler arasında plaklı osteosentez, farklı kanal içi çivileme teknikleri, eksternal fiksatör tedavileri, konvansiyonel kemik otogreftleri ve kemik flepleri yer alır. İnternal tespit ve

greftleme ile tedavi edilmiş vakalarla ilgili olarak birçok başarılı sonuçlar yayınlanmıştır (101,102,103).

### **2.9.6 KOMŞU EKLEMDE HAREKET KISITLILIĞI**

Uzun süreli immobilizasyon, multitravma ve aynı ekstremitede başka sorunların da beraberinde olması omuz ve dirsek eklem hareketlerinin ve fonksiyonlarının kısıtlılığına neden olabilir. Steward ve Hundley omuz ve dirsek hareketlerinin her planda 40 derceden fazla kısıtlanmasını fonksiyonel kısıtlılık olarak değerlendirmiştir(83). Erken mobilizasyon fonksiyonel kısıtlılığı önlemek için alınabilecek en iyi önlemdir .

### **2.9.7 REFRAKTÜR**

Kırık kaynamasının olumsuz etkilendiği durumlarda ve patolojik kırıklarda refraktür sık gözlenir. Plak-vida tespiti yapılan vakalarda plağın distal ve proksimalinde stres noktası oluşarak bu bölgeler kırık açısından riskli hale gelir. Kırık kaynaması tamamlanması sonrası plağın erken çıkarılması da refraktür açısından risk oluşturur. Ayrıca plak yerleşim bölgesinde dolaşım bozukluğu ve lokal osteoporoz meydana gelebilir. Refraktürden kaçınmak için dolaşımı bozmamak açısından düşük profilli plaklar kullanılabilir. Plak-vida tespitinde refraktörü engellemek için tespit iki yıla kadar sürdürülmelidir.

### **2.9.8 REFLEKS SEMPATİK DİSTROFİ SENDROMU**

Refleks sempatik distrofi sendromu (RSDS), etkilenen ekstremitede şiddetli ağrı, şişlik ve otonomik disfonksiyon ile karakterize bir semptomlar kompleksidir (125). Bu sendrom için günümüze kadar; Sudeck atrofisi, Sudeck osteodistrofisi, posttravmatik osteoporoz, omuz-el sendromu gibi çok değişik isimlendirmeler kullanılmıştır. Bu sendrom colles fraktürü olanlarda %0.2-11, periferik sinir yaralanmalı hastalarda da %3 oranında bildirilmektedir. Travma, özellikle de kırıklar ve periferik sinir yaralanmaları en sık görülen sebeplerdendir. Patofizyolojisi tam olarak aydınlatılamamıştır. Herketle artan ağrı semptomu vardır. Travma sonrası birkaç gün ve birkaç hafta arasında başlar. tedavi edilmediğinde eklemde ciddi

hareket kısıtlılığı, kemik mineral kaybı, deri ve yumuşak dokularda atrofik değişiklikler meydana gelir. RSDS'nin tedavisi oldukça zordur ve hastalığın gelişebileceği olgularda riski azaltmaya yönelik önlemlerin alınması tedavinin ilk basamağını oluşturur (124). Tedavinin amacının giderilerek fonksiyonun geri kazanılmasıdır.

### **2.9.9 HETEROTOPIK OSSİFİKASYON**

Normalde ossifiye olmaması gereken bir dokuda yeni kemik oluşumu ile karakterize olan heterotopik ossifikasyonun patofizyolojisi halen tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte; lokal, metabolik, vasküler, genetik ve biyokimyasal faktörler ile sistemik faktörler arasındaki etkileşime bağlı olarak indüklenen mezenkimal hücrelerin metaplazik bir cevabından kaynaklanabileceği bildirilmektedir. Genel olarak travma heterotopik ossifikasyon insidansını artırır. Histolojik incelemelerde gerçek osteoblastik aktivite ve kemik formasyonunun olduğu gösterilmiştir(125,126).

İlkel bağ dokusunun metaplazisi, interstisyel hemoraji, kas nekrozu, kemik tozu varlığı, implant ve kemik arasındaki hareket, yumuşak dokulara travma, periostal lezyonlar ve enfeksiyon gibi bir çok neden sorumlu tutulmaktadır. Operasyon sırasında periostu fazla hasara uğrayan hastalarda daha siktir(127).

Heterotopik ossifikasyonun tedavi seçenekleri arasında etkilenen eklem eklem hareket açıklığının korunması, ilaç tedavisi (etidronat, steroid olmayan antienflamatuvar ilaçlar), radyoterapi ve ileri fonksiyon kısıtlılığı gelişmiş eklemlerde cerrahi eksizyon yer almaktadır. Heterotopik ossifikasyonda tedaviden çok profilaksi daha önemlidir. Bu hastalarda erken mobilizasyon çok önemlidir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Sağlık Bakanlığı Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Kliniği'ne 2015-2017 yılları arasında distal humerus diafiz kırığı tanısı alarak cerrahi tedavi planlanan hastalardan açık redüksiyon ile plak-vida osteosentezi, minimal invaziv teknikle plaklama ve eksternal fiksator ile tespit yapılan 11'i(%39) kadın, 17'si(%61) erkek 28 hastanın 29 humerus kırığı çalışmaya dahil edildi. Bu olguların ortalama yaşı 35,3(16-89) idi.

Omuz ve dirsek eklemine uzanan kırığı olan hastalar, humerus proksimal diafizini ilgilendiren kırığı olan hastalar, konservatif tedavi edilen hastalar, ve klinik takibine gelmeyen, tıbbi dökümantasyonu yetersiz olan hastalar çalışmadışı bırakıldı.

Hastalar yaş, cinsiyet, kırığın oluş mekanizması, kırığın şekli ve AO sınıfı, uygulanan cerrahi yöntem, ek yaralanmalar, ameliyata alınma zamanı, ameliyat süresi, kanama miktarı, kullanılan floroskopi miktarı, hastanede kalış süreleri, preoperatif ve postoperatif radyolojik açısal değerler, kırık kaynama zamanı, komplikasyonlar, postoperatif klinik muayene bulguları hastane kayıtlarından incelenerek belirtilen cerrahi yöntemler arası farklılıklar araştırıldı. Açısal değerler ölçülürken humerus anatomik aksi ön-arka grafide trochlea distal eklem çizgisi ile humerus diafizinin orta noktasından geçen hattın latrealde 81 derecelik açılanması ve yan grafide kapitellum aksı ile anteriora doğru 30 derecelik açılanması dikkate alındı.

Cerrahi teknikler ameliyat süresi, ameliyat sırasındaki kanama miktarı, kullanılan floroskopi miktarı bakımından karşılaştırıldı. Ameliyat süresi cilt insizyonu başlaması ve insizyonun kapatılması arasında geçen süre kaydedilerek hesaplandı. Cerrahi sırasında meydana gelen kanama miktarı aspirasyon haznesindeki miktar ve kullanılan steril tamponların kanlanması göz önünde bulundurularak hesaplandı. Ameliyatlar sırasında Philips Medical Systems Veenpluis 4-6, 5684 PC Best model floroskopi cihazı kullanıldı. Floroskopi kullanım miktarı cihazın kaydettiği toplam süre dikkate alınarak saniye cinsinden hesaplandı.

#### 3.1 AMELİYAT TEKNİĞİ

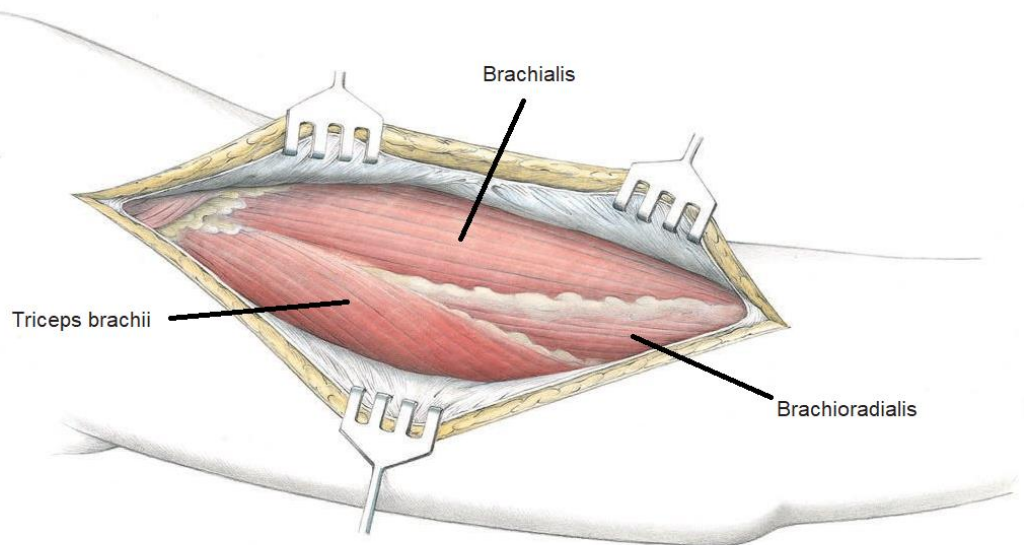
29 humerus diafiz kırığı olgusuna dört farklı cerrahi yöntem uygulanmıştır. Bunlar lateral yaklaşım kullanılarak plak-vida osteosentezi, anterior minimal invaziv

yaklaşım kullanılarak plak-vida osteosentezi, posterior yaklaşım kullanılarak plak-vida osteosentezi ve eksternal fiksator ile tespittir.

### 3.1.1 Humerus'a Lateral Yaklaşım

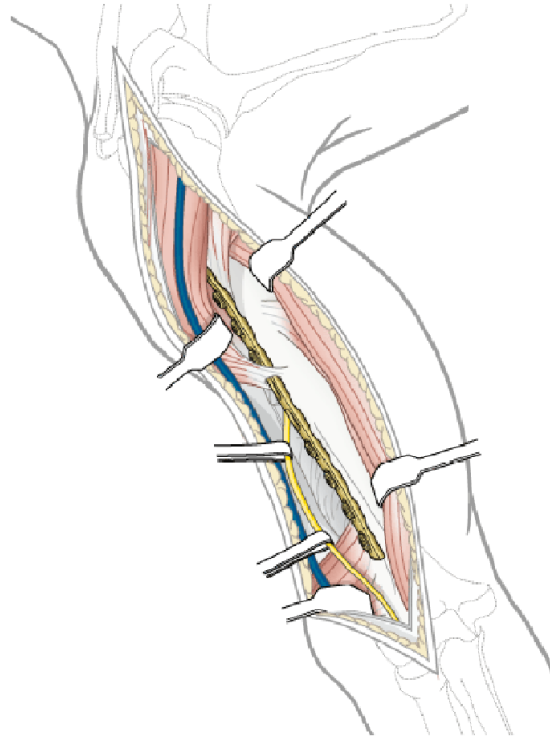
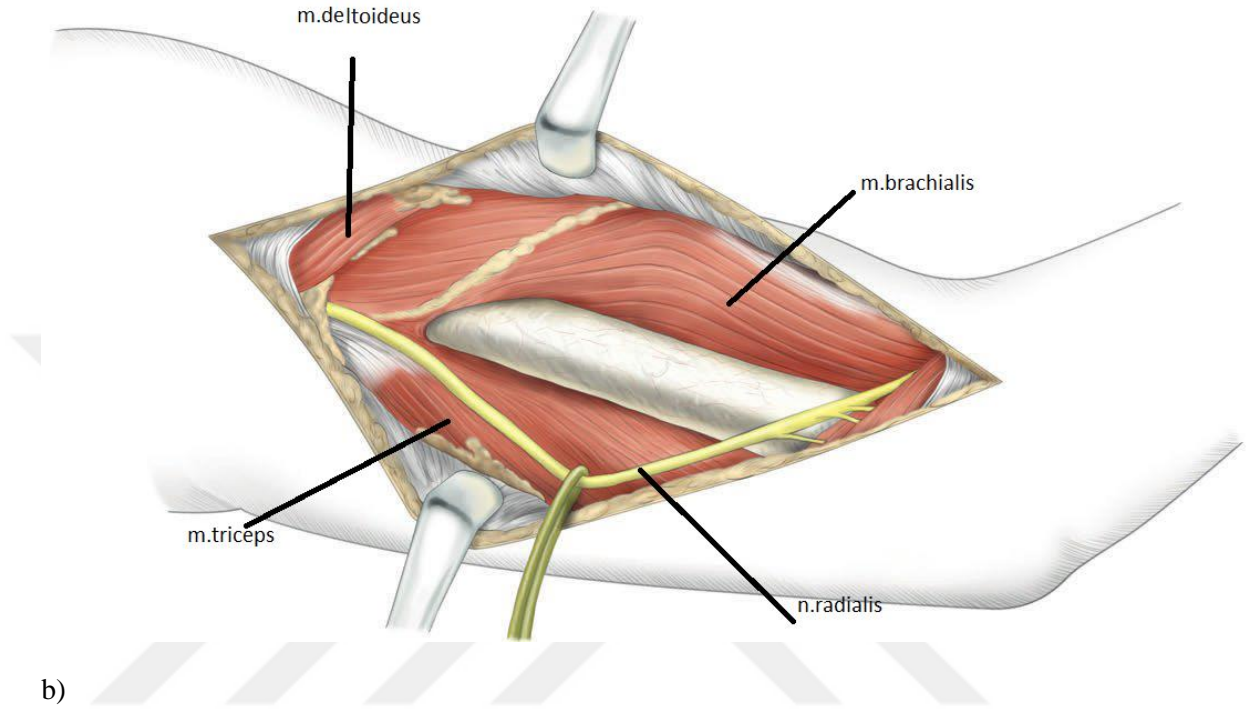
Ameliyat öncesi genel hazırlıklar yapıldıktan sonra, anestezi alan hasta, yarı oturur şezlong pozisyonunda ameliyat masasına yatırıldı. Antibiyotik profilaksisi ve steril antiseptik solüsyonlar ile boyama ve steril örtünmeyi takiben cerrahi işleme başlandı. Deltoid kas yapışma yeri ile lateral epikondil arasında istenilen uzunluğa göre cilt insizyonu yapıldı. Yüzeysel fasya geçilir(şekil 22). Triseps kası posterşora devrildi. Radial sinir proksimalde bulundu ve korundu.(şekil 23) Kırık dizilimine göre 6-12 delikli 4,5mm LC-DC (limited kontakt dinamik kompresyon ) plağı seçildi. Kırık redüksiyonu sağlandıktan sonra seçilen plak yerleştirildi. Kırığın proksimalinde ve distalinde en az 3'er vida ve 6'şar korteks tespiti olacak şekilde plak-vida tespiti yapıldı. Bu işlemler sırasında AO prensiplerine uygun olarak il önce 1 adet kilitli kortikal vida ile tespit yapıldı ardından kırık hattının diğer tarafında 1 adet kompresif kortikal ile tespit yapılarak kırık hattında kompresyon sağlandı. Gerekli görülen olgularda kırık hattına dik olacak şekilde 1 adet fragmanlar arası vida gönderildi. Kırık tespiti tamamlandıktan sonra derin dokular ve cilt-cilt altı dokusu cerrahi usullere uygun olarak kapatıldı.

Şekil 22 : Humerusa lateral yaklaşım, yüzeysel diseksiyon



Şekil 23 : Humerusa lateral yaklaşım, a) derin diseksiyon, b) plak yerleşimi

a)

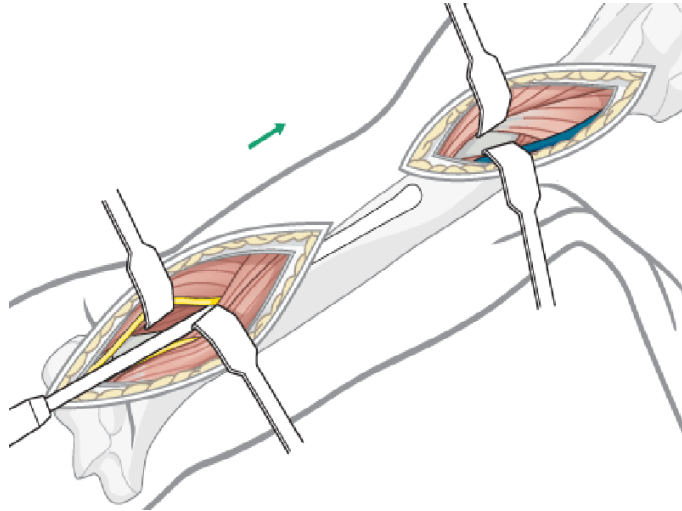




### 3.1.2 Humerus'a Minmal İnvaziv Yaklaşım

Ameliyat öncesi genel hazırlıklar yapıldıktan sonra, anestezi alan hasta, supin pozisyonunda ameliyat masasına yatırıldı. Kol yaklaşık 60 derece abduksiyonda kol masasına yerleştirildi. Antibiyotik profilaksisi ve steril antiseptik solüsyonlar ile boyama ve steril örtünmeyi takiben cerrahi işleme başlandı. Korakoid çıkıntı ve bicepskası lateral sınırı palpe edilidi. Korakoid çıkıntının hemen altından başlayarak distale uzanan 5-7 cm uzunluğunda uzunlamasına bir kesi yapıldı. İkinci bir kesi de humerus distal 1/3'lük kısmında biceps kası lateral hizası boyunca 5-7cm uzunluğunda olacak şekilde uzunlamasına yapıldı. Kesi yerleşimi kırık şekline göre değişebilir. Proksimal pencerede sefalik ve klavuzluğunda künt diseksiyonla deltopektoral oluk belirlendi. Deltoid ve pektoralis majör kasları arasındaki planda kemiğe kadar derinleşildi. Biceps uzun başı tendonunun lateralinde kalıdı. Pektoralis majör kası yapışma yerinden bir kısmı kaldırılarak plak yerleşimi için yer hazırlandı. Distal pencerede brakialis kas lifleri uzunlamasına ayrıldı. Bu kas lifleri arasından humerus ön yüzünde periosta kadar derinleşilir. Künt bir elevatör yardımıyla humerus ön yüzünde distal ve proksimal pencereler birleştirildi(şekil 24). Kırık dizilimine göre 6-12 delikli 4,5mm LC-DC (low contact dinamik kompresyon) plağı seçildi. Kırık kapalı redüksiyon manevraları sonrası traksiyon altında tutularak distal pencereden proksimale doğru plak ilerletildi. Ardından köprü plaklama tekniğine uygun olarak plak vidalar ile tespit edildi(resim 1). Kırık tespiti tamamlandıktan sonra derin dokular ve cilt-cilt altı dokusu cerrahi usullere uygun olarak kapatıldı.

**Şekil 24 : Humerusa Minmal İnvaziv Yaklaşım**



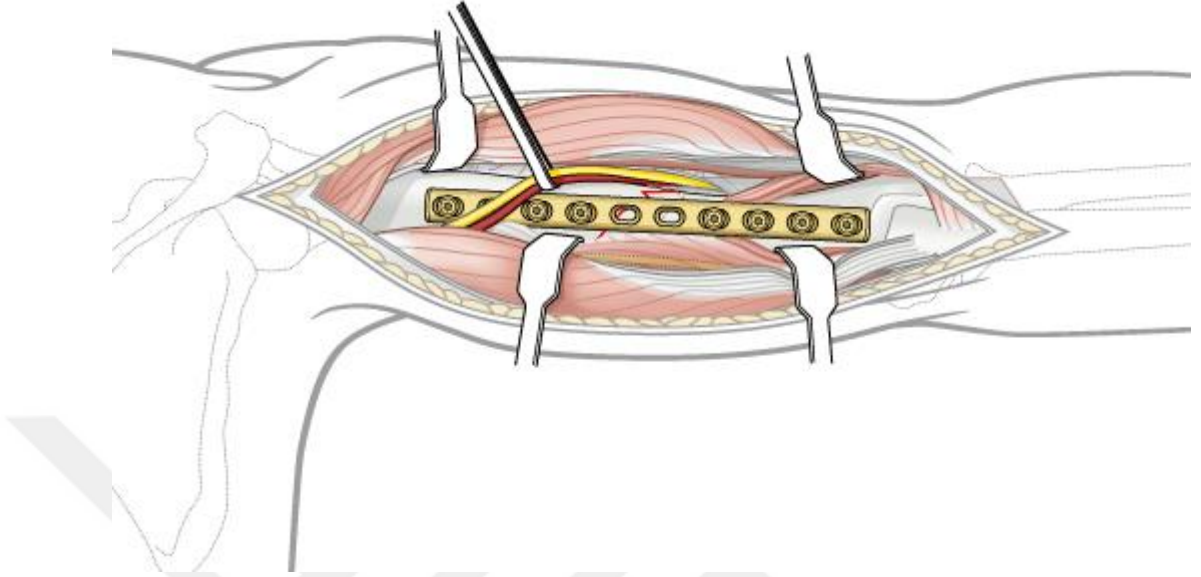
**Resim 1 : Humerusa minimal invasiv yaklaşım, distal pencerede plak yerleşimi**



### **3.1.3 Humerus'a Posterior Yaklaşım**

Ameliyat öncesi genel hazırlıklar yapıldıktan sonra, anestezi alan hasta, etkilenen taraf üstte kalacak şekilde lateral dekübit pozisyonunda ameliyat masasına yatırıldı. Yan destek aparatı yardımı ile humerus yere paralel ve 90 derece öne doğru fleksiyonda ve dirsek 90 derece fleksiyonda sarkıtılmış olacak şekilde sabitlendi. Antibiyotik profilaksisi ve steril antiseptik solüsyonlar ile boyama ve steril örtünmeyi takiben cerrahi işleme başlandı. Kolun posterior orta hattında akromiyonun 8 cm altından başlayarak olekranon çukuruna kadar uzunlamasına bir kesi yapıldı. Cilt kesisi sonrası kolun derin fasyası insize edildi. Triseps kası lateral başı ve uzun başı arasından künt diseksiyonla distalde ortak tendon ile birleşim yerinden başlanarak insizyon derinleştirildi. Bu aşamada küçük kanama odakları koagüle edilir. Triseps lateral başı ve uzun başı ekarte edildiğinde daha derinde triseps medial başı ve bu kasın hemen proksimalinde spiral olukta radial sinir görülür(şekil 25). İnsizyon derinleştirilirken radial sinir korundu ve triseps medial başı uzunlamasına insize edilerek periosta ulaşıldı. Kırık açık olarak redükte edildi. Ardından kırık dizilimine uygun olacak şekilde 6-12 delikli 4,5mm LC-DC (limited kontakt dinamik kompresyon ) plağı seçildi. AO prensiplerine uygun olacak şekilde plak-vida tespiti tamamlandı(resim 2). Kırık tespiti tamamlandıktan sonra derin dokular ve cilt-cilt altı dokusu cerrahi usullere uygun olarak kapatıldı.

**Şekil 25: Humerusa posterior yaklaşım**



**Resim 2: Humerusa posterior yaklaşım**



### 3.1.4 Hibrid Eksternal Fiksator Uygulaması

Ameliyat öncesi genel hazırlıklar yapıldıktan sonra, anestezi alan hasta, supin pozisyonunda ameliyat masasına yatırıldı. Kol yaklaşık 60 derece abduksiyonda kol masasına yerleştirildi. Cerrahi işleme başlamadan önce floroskopideki görüntü kontrol edildi. Humerus ön-arka ve lateral planda görüntülenir. Dirsek eklemi ön-arka ve lateral planda görüntülendi. Antibiyotik profilaksisi ve steril antiseptik solüsyonlar ile boyama ve steril örtünmeyi takiben cerrahi işleme başlandı.

Floroskopi altında humerus uzun aksı boyunca traksiyon uygulandı. Humerus uygun pozisyonda tutuldu. İlk olarak dirsek medialinde 2 cm uzunluğunda mini insizyon yapıldı ve ulnar sinir bulunarak eksplore edildi(resim 3). Ardından 1.8 mm çaplı Kirschner teli floroskopi kontrolünde dirsekte transepikondiler akstan geçecek şekilde medialden laterale doğru gönderildi.

**Resim 3: ulnar siniri korumak için yapılan insizyon ve ekartasyon**



Ardından İlerimed UniX Unilateral Eksternal Fiksator sisteminin 2/3 'lük halka ile kombine edildiği Hibrid Eksternal Fiksator Sisteminin 2/3'lük halkasına transepikondiler akstan gönderilen Kirschner teli tespit edildi(resim 4). Halka humerus uzun aksına dik olacak şekilde konumlandırılarak dirsek lateral ve

medialinden 1'er adet 6mm çaplı şanz çivisi medial ve lateral kolonlar boyunca oblik olarak gönderildi(resim 5 ,resim 6).

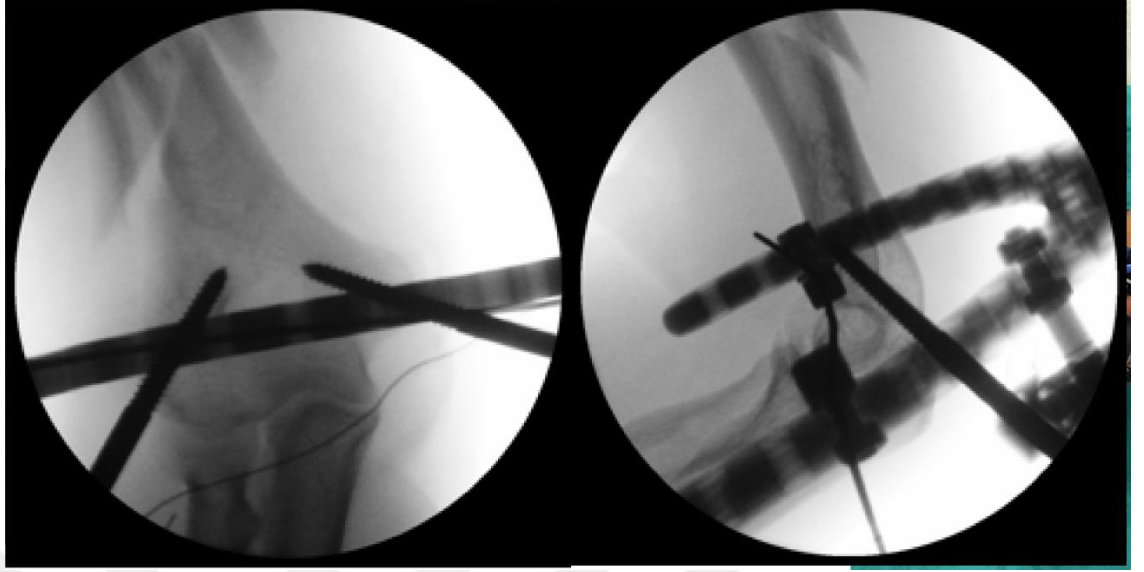
**Resim 4: Kirshner telinin transepikondiler akstan gönderilmesi**



**Resim 5 : Halkanın humerusa dik olarak konumlandırılması ve şanz çivilerinin yerleşimi**

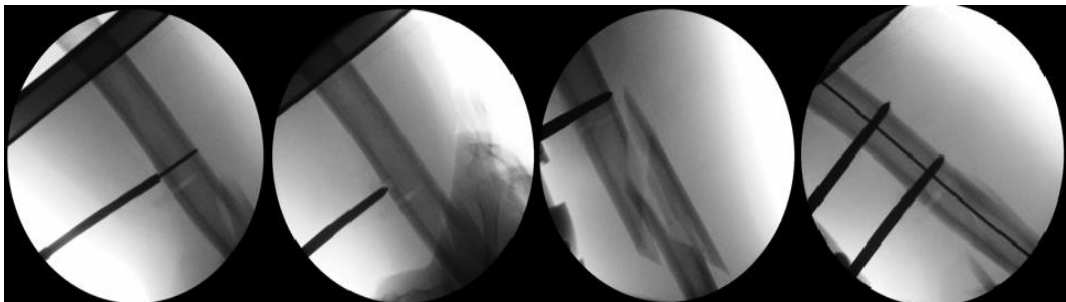


**Resim 6 : Floroskopide distalhalka ve şanz çivilerinin yerleşimi**



Bu aşamada medial kolona şanz çivisi gönderilirken ulnar sinire zarar verilmemesi için ekartasyon uygulandı. Bu şanz çivileri halkaya özel farklı açılarda kilitlenmeye izin veren bağlayıcılar ile tespit edildi. Kırık proksimaline kırık hattından 2 cm uzaklıkta ve deltoid kasın yapışma yerinin distalinde kalacak şekilde 2 adet şanz çivisi gönderildi. Kullanılan şanz çivisi kalınlığı 5 veya 6mm ve yiv uzunluğu 32 mm'dir. Şanz çivileri gönderilirken teknik olarak önce floroskopi ile yerleşim belirlenip ardından sadece şanz çivisinin ciltten geçebileceği büyüklükte insizyon yapıldı. İnce uçlu bir klemp yardımı ile ciltaltı ve derin dokular geçilerek kemiğe erişildi. Yumuşak dokular klemp yardımı ile ekarte edildikten sonra 4,3mm çaplı delici ile şanz çivisinin gönderileceği yer önceden delinerek hazırlandı. Ardından şanz çivisi hazırlanan yere el tutacağı yardımıyla gönderildi(resim 7). Aynı teknikle toplam iki şanz çivisi kırık hattının proksimaline yerleştirildi.

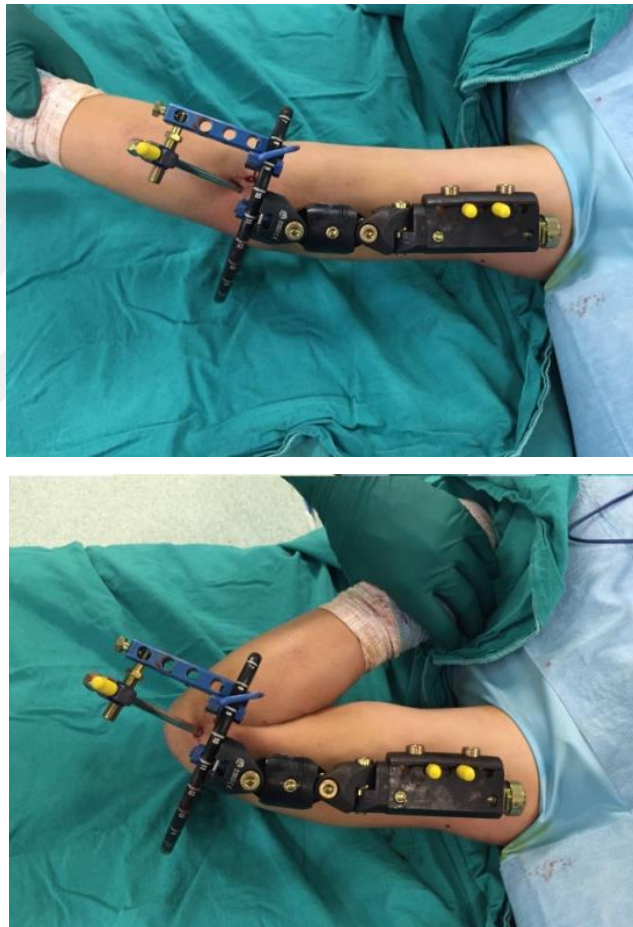
**Resim 7: proksimalde bulunan şanz çivilerinin gönderilmesi**



Hibrid fiksator sisteminin unilateral menteşeli bölümü aksiyel, sagittal, koronal harekete izin veren ve uzayıp kısalabilen bir ünedir. Unilateral sistem distal halka ve proksimalde konumlandırılan şanz çivileri ile bağlandı. Redüksiyon tekrar floroskopi ile kontrol edilerek gerekli manevralar yapılır ve son şekli verildi. Bu haliyle sistemim tüm hareketli bölümleri kilitlenerek sabitlendi. Son olarak dirsek fleksiyon ve ekstansiyon arkı kontrol edildi(resim 8).

İşlem tamamlandıktan sonra pin dibi pansumanı yapılarak işleme son verildi.

### **Resim 8: Dirsek eklem hareket açıklığının kontrol edilmesi**



### **3.2 KLİNİK VE RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME**

Tüm hastalar başvuru anında standart ön-arka ve yan röntgenografiler çekilip değerlendirilerek ameliyat öncesi planlama yapılmış ve uygulanacak cerrahi tekniğe karar verilmiştir. Cerrahi sonrası değerlendirme için de yine standart ön-arka ve yan röntgenografiler istenmiştir.

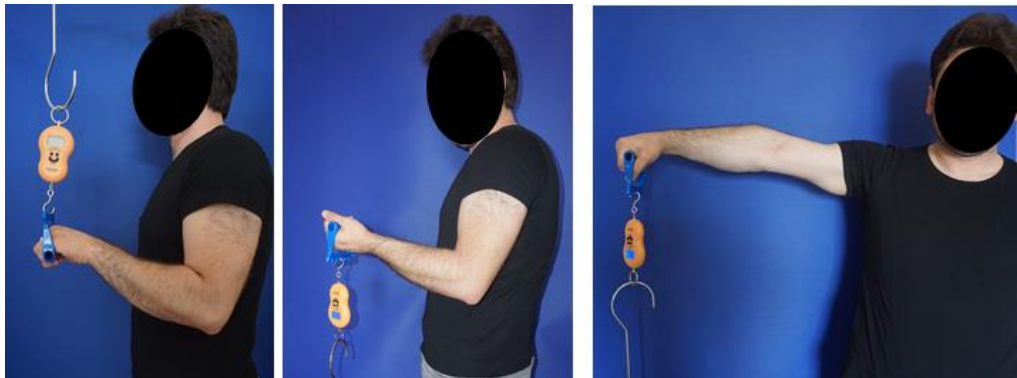
Hastalar ameliyat sonrası 2. hafta, 6. hafta, 8. hafta ve 12. hafta rutin olarak klinik muayene ve radyolojik görüntüleme takibi için çağırılmıştır. 12. Hafta kontrolü sonrası 4'er hafta aralıklarla ameliyat sonrası 6 ay dolana kadar takibi devam ettirilmiştir.

Hastaların değerlendirilmesi muayene kayıtlarından, hastane sistemindeki radyolojik görüntülemelerinden retrospektif olarak yapılmıştır. Hastalar kontrole çağırılarak son klinik muayeneleri yapılmıştır. Hastaların radyolojik görüntülemeleri değerlendirilirken ameliyat öncesi AO kırık sınıflandırması yapıldı. Ameliyat sonrası ön-arka ve yan grafilerde açılanma olup olmadığı ve kaynama zamanı değerlendirildi. Açısal ölçümler yapılırken ön-arka grafideki açılanmalarda varus açılanması negetif(-), valgus açılanması da pozitif(+) olarak değerlendirildi. Yan grafilerde ise fleksiyon açılanmaları pozitif(+) ekstansiyon açılanmaları negetif(-) olarak değerlendirildi.

Kırığın kaynağına, klinik muayenede kırık hattında ağrı olmayışı ve radyolojik olarak ön-arka ve yan grafilerde en az üç kortekste sağlam ve devamlı kallus köprüsü oluştuğunun görülmesiyle karar verildi.

Hastaların klinik değerlendirmesi gonyometre ile dirsek eklem hareket açıklığı ölçümü, dijital el dinamometresi ile Newton cinsinde dirsek fleksiyon kuvveti, dirsek ekstansiyon kuvveti, omuz abduksiyon kuvveti ölçümleri ile yapıldı(resim 9). Ölçülen bu değerler sağlam taraf ile karşılaştırıldı ve sağlam tarafa göre kayıp oranı hesaplandı. Bilateral kırığı olup cerrahi yapılan hastalarda ölçülen maksimum kuvvete göre diğer tarafın kuvvet kaybı oranı hesaplandı.

**Resim 9: El dinamometresi ile dirsek fleksiyon kuvveti, dirsek ekstansiyon kuvveti, omuz abduksiyon kuvveti ölçümü**





Hastaların fonksiyonel değerlendirmesinde QuickDASH ölçeği (Disability of shoulder arm and hand scale) (tablo 1) ve Mayo dirsek performans skorlaması (tablo 2) kullanıldı.

QuickDASH ölçeği (Disability of shoulder arm and hand scale) 1996 yılında Hudak ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan 30 soruluk DASH Ölçeği'nden kısaltılarak, 2005 yılında Beater ve arkadaşları tarafından 11 soruluk hale getirilmiştir. Birçok ülkede ve farklı gruplara uygulanmış olan QuickDASH ölçeğinin Türkiye'de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2006 yılında Öksüz ve Düger tarafından yapılmıştır. Puanlamada iki komponent hesaplanabilir. Bunlar; disability/semptom skoru ve isteğe bağlı modüllerdir. İsteğe bağlı modüller spor ve sanat olmak üzere iki adet alt grup içerir. Bu alt gruplar; atletler, yüksek tempolu gösteri yapan sanatçılar ve ağır fizik performans gerektiren işlerde çalışan işçiler için kullanılmaktadır. Çünkü bu hasta grubunun belirtileri ancak yüksek performans gösterirken ortaya çıkabilmektedir. Disability/semptom skoru ( $(n - \text{toplam puan}) / n - 1$ )x25 formülü ile hesaplanır. Bu formülde "n", cevaplanmış soru sayısını göstermektedir. QuickDASH skorunun hesaplanabilmesi için bir taneden fazla yanıtlanmamış soru olmaması gerekir. Yüksek puan, fonksiyonel yetersizliğin de yüksek olduğunun göstergesidir.

Mayo dirsek performans skorlaması; ağrı, stabilite, hareket ve gündelik fonksiyonların değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Puanlama sonucu çok iyi (> 90), iyi (75-89), orta (60-74) ve kötü (50 >) olarak değerlendirilir.

### 3.3 İSTATİSTİKSEL YÖNTEM

Dört grup arasında sayısal değişkenler yönünden yapılan karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testi kullanıldı. Kruskal Wallis testi sonucunda önemli fark bulunan değişkenler yönünden yapılan ikili karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi kullanıldı. Nicel değişkenler ortanca ve çeyreklikler arası genişlik (ÇAG = 1 ve 3. çeyreklikler) biçiminde gösterildi. Nitel değişkenler yönünden dört grup arasında yapılan karşılaştırmalarda ki-kare testi kullanıldı. Nitel değişkenler sayı ve yüzde biçiminde gösterildi. p değerleri 0.05'in altında hesaplandığında istatistiksel olarak önemli kabul edildi. Hesaplamalar hazır istatistik yazılımı ile yapıldı (IBM SPSS Statistics, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

**Tablo 1: QuickDASH formu**

| QuickDASH   |                                  |                           |                          |                 |  |
|---|----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|--|
| Lütfen son hafta içindeki aşağıdaki etkinlikleri yapma yeteneğinizi uygun cevabın altındaki numarayı daire içine alarak sıralayınız.  |                                  |                           |                          |                 |  |
|   | Zorluk<br>Yok                    | Hafif<br>Derecede Zorluk  | Orta<br>Derecede Zorluk  | Aşırı<br>Zorluk | Hiç<br>Yapamama                          |
| 1-Sıkı kapatılmış yada yeni bir kavanozu açmak  | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| 2-Ağır ev işleri yapmak<br>(duvar silmek, yer silmek,tamirat yapmak vs. )   | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| 3-Alışveriş çantası yada evrak çantası taşımak  | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| 4-Sırtını yıkamak.  | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| 5-Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak   | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| 6-Kolunuzdan, omzunuzdan veya elinizden<br>güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye<br>yönelik etkinlikler (önünüzde yerde bulunan bir konserve<br>kutusu veya küçük bir taş iki elinizle kavradığınız<br>bir sopayla yandan vurmak,tenis oynamak,pinpon oynamak ) | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
|   | Engel yok                        | Az engel                  | Orta derecede            | Bir hayli       | Aşırı                                    |
| 7-Son hafta süresince kol omuz yada el probleminiz<br>aile arkadaşlar, komşular veya gruplarla normal<br>sosyal etkinliklerinize ne ölçüde engel oldu   | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
|   | Hiç kısıtlanmış<br>Hissetmiyorum | Hafif<br>derecede kısıtlı | Orta<br>derecede kısıtlı | Çok<br>kısıtlı  | Bedensel etkinlik<br>yapamıyorum         |
| 8-Son hafta süresince kol omuz yada el sorunuz<br>nedeniyle işinizde yada diğer günlük etkinliklerde<br>kısıtlandınız mı?   | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| Lütfen geçen hafta içerisinde aşağıdaki<br>belirtilerin yoğunluğunu işaretleyiniz   | Yok                              | Hafif                     | Orta derecede            | Bir hayli       | Aşırı                                    |
| 9-El, omuz ya da kol ağrınız  | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
| 10-El,omuz yada kolunuzdaki karncalanma(İğnelenme)  | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |
|   | Zorluk<br>Yok                    | hafif derecede<br>zorluk  | orta derecede<br>zorluk  | aşırı<br>zorluk | O kadar zorluk<br>var ki<br>uyuyamıyorum |
| 11-Geçen hafta içinde el, omuz yada kol ağrınız<br>nedeniyle uymada ne kadar zorlandınız  | 1                                | 2                         | 3                        | 4               | 5  |

QUICK DASH DİSABILITYY/SEMPTOM SKORU:  $\frac{((n_{\text{toplam puan}}]-1) \times 25}{n}$ ; n cevaplanmış soru sayısını göstermektedir;  
Eğer bir taneden fazla cevaplanmamış soru varsa Quick DASH skoru hesaplanamaz

**Tablo 2: Mayo dirsek performans skorlama sistemi**

**Tablo 2: Mayo dirsek performansı skorlama sistemi**

| <b>Bulgu</b>       | <b>Puan</b> | <b>Ayrıntılı puanlandırma</b>  |
|--------------------|-------------|--|
| <b>Ağrı</b>        | 45          | Yok (45)<br>Ara sıra veya hafif (30)<br>Aktiviteyle veya orta (15)<br>Sürekli veya şiddetli      |
| <b>Hareket</b>     | 20          | Fleksiyon, ekstansiyon arkı<br>>100° (20), 50°-100° (15), <50° (5)                               |
| <b>Stabilite</b>   | 10          | Stabil (10)<br>Ortaderecede instabilite (5)<br>Belirgin instabilite (0)                          |
| <b>Fonksiyon</b>   | 25          | Saç tarama (5)<br>Beslenme (5)<br>Temizlik (5)<br>Gömlek giyebilme (5)<br>Ayakkabı giyebilme (5) |
| <b>Toplam Puan</b> | <b>100</b>  |  |

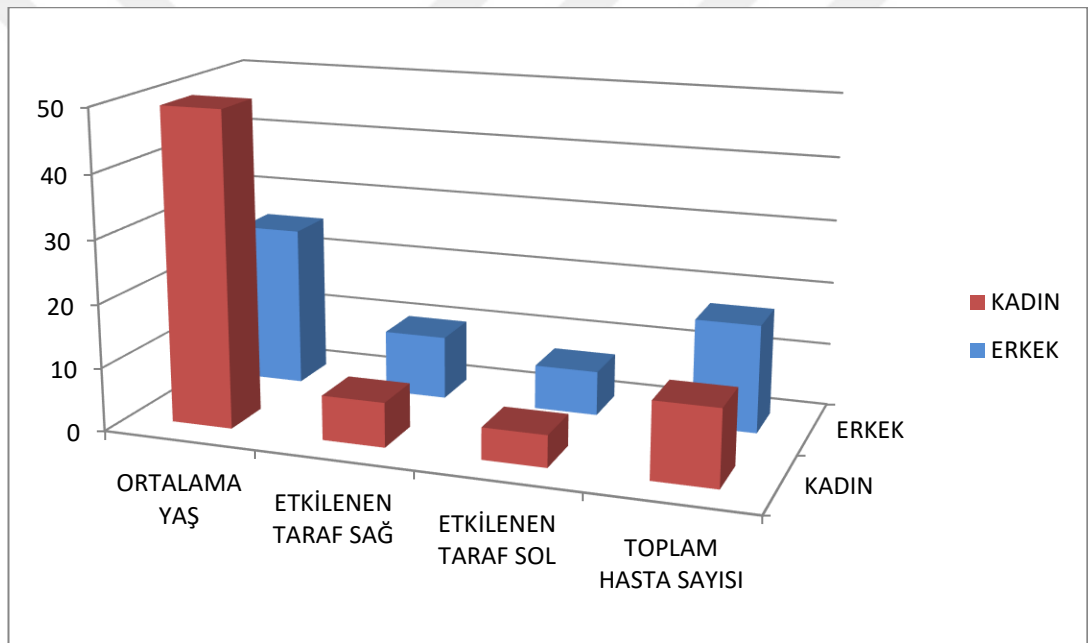
**Sınıflama:** Çok iyi >90, İyi 75-89, Orta 60-74, Kötü <50

## 4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen toplam 29 olgunun 12'si(%41) kadın, 17'si(%59) erkek idi. Bu olguların ortalama yaşı 35,3(16-89) idi(Grafik 1). Kadın hastaların yaş ortalaması 49,5 erkek hastaların yaş ortalaması 25,4 idi.

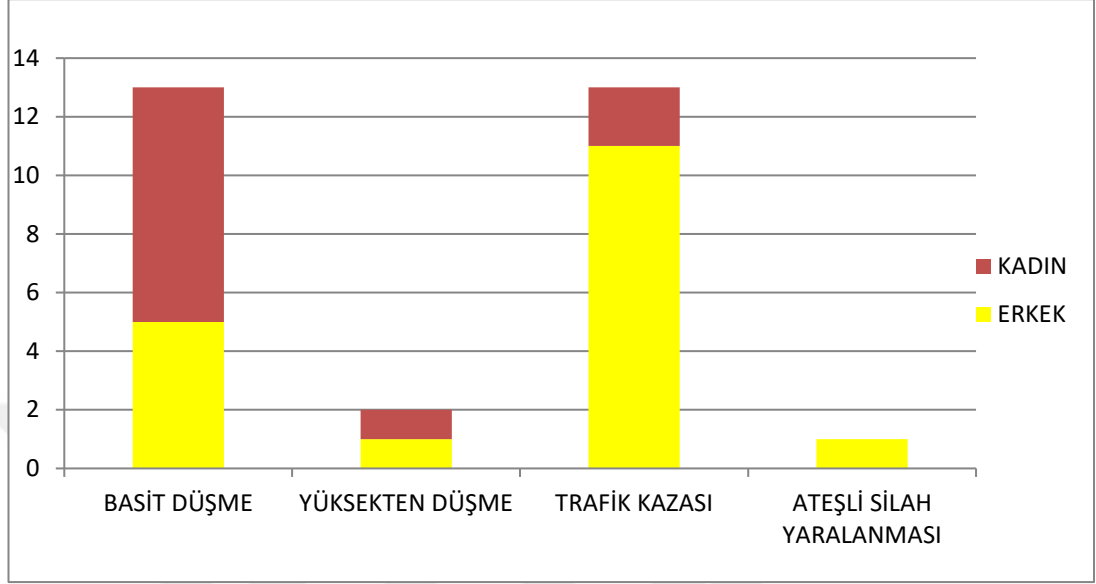
17(%59) humerus kırığında etkilenen taraf sağ iken 12'sinde(%41) ise sol taraftı. Bunların 17(%59) tanesi dominant taraftı.

**Grafik 1: Hastaların cinsiyet ortalama yaş ve etkilenen taraf dağılımı grafiği**



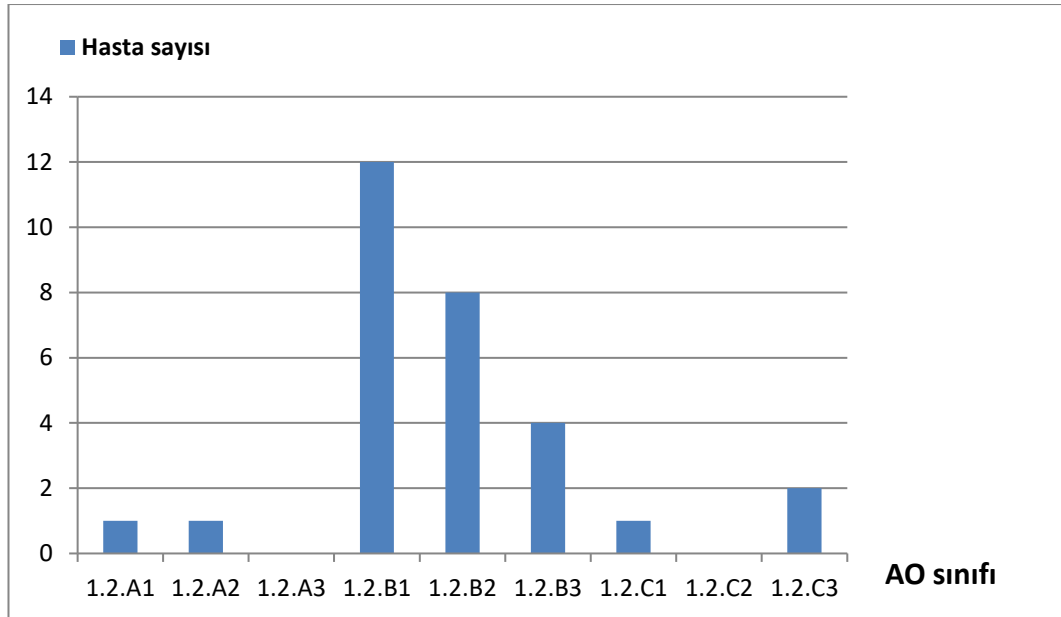
Kırık oluşma mekanizması 13(%45) olguda trafik kazası, 13(%45) olguda basit düşme, 2(%7) olguda yüksekte düşme, 1(%3) olguda ise ateşli silah yaralanması idi. Ateşli silah yaralanması dışında açık kırık bulunmamaktadır(Grafik 2 ).

**Grafik 2 : Cinsiyet ve yaralanma mekanizması dağılım grafiği**



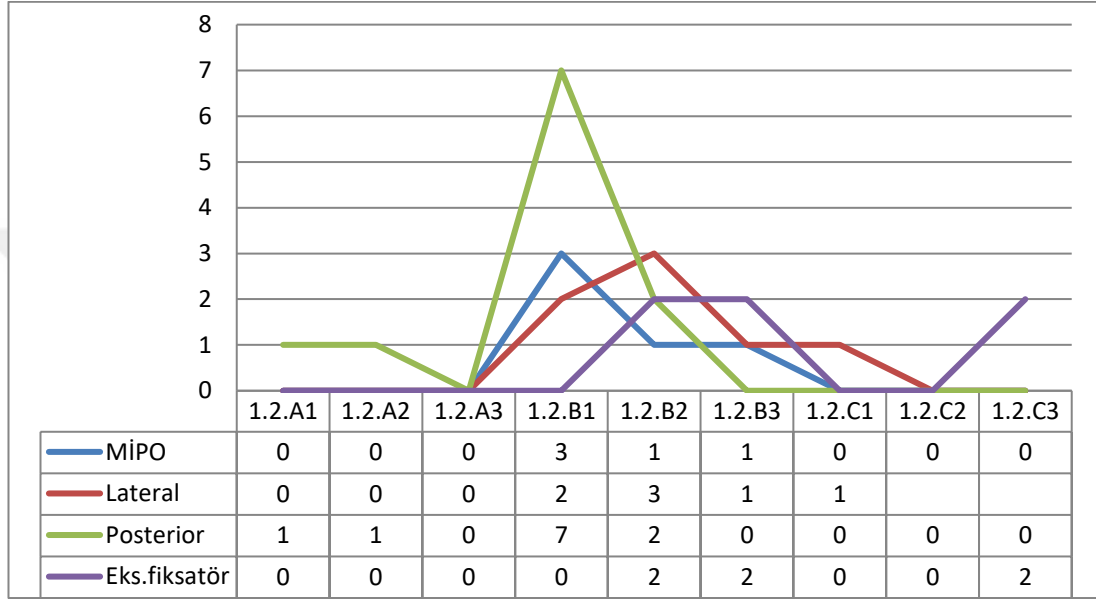
Daha önce belirlediğimiz kriterlere göre çalışmamıza dahil edilen olguların AO sınıflamasına göre dağılımı; 1 olguda 1-2-A1, 1 olguda 1-2-A2, 12 olguda 1-2-B1, 8 olguda 1-2-B2, 4 olguda 1-2-B3, 1 olguda 1-2-C1, 2 olguda 1-2-C3 şeklindeydi(Grafik 3).

**Grafik 3 : Kırık olgularının AO sınıfı dağılım grafiği**



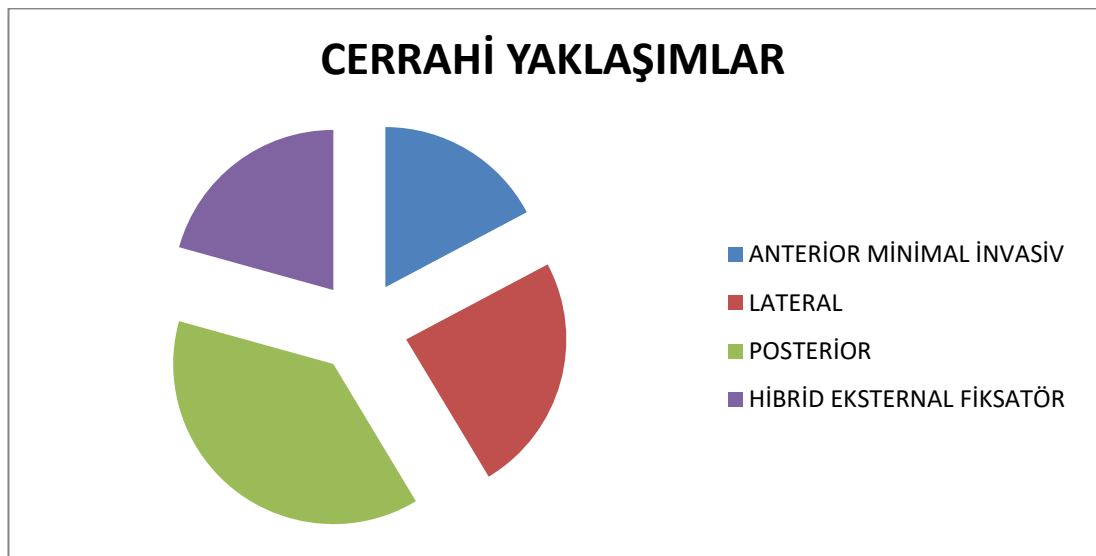
Ayrıntılı olarak ele alındığında minimal invaziv grupta 1.2.B1 tipi kırıklar daha fazla görülürken, lateral yaklaşım grubunda 1.2.B2 sınıfı daha fazla, posterior grupta 1.2.B1 sınıfı daha fazla oranda görüldü. Hibrid eksternal fiksator grubunda ise 1.2.B2, 1.2.B3 ve 1.2.C3 sınıfı kırıklar eşit olarak dağılmıştı. Hibrid eksternal fiksator grubunda 1.2.B2 sınıfı ve daha kompleks kırıklar mevcuttu (Grafik 4)

**Grafik 4 : Kırık olgularının gruplara göre yaygınlık dağılımı**



Uygulanan cerrahi yöntemlerin dağılımı; 11 olguda posterior yaklaşım, 7 olguda lateral yaklaşım, 6 olguda hibrid eksternal fiksator, 5 olguda anterior minimal invaziv yaklaşım (MIPO) şeklindeydi (Grafik 5).

**Grafik 5 : Uygulanan cerrahi yaklaşım dağılımı**



Hastaların yatışlarından itibaren ameliyata alınmasına kadar geçen süre ortalama 3,6 (0-18) gündü. Gruplar ayrıca incelendiğinde MIPO grubunda kırık oluşmasından ameliyata kadar geçen süreler; 1,4 (0-2)gün, lateral yaklaşım grubunda 3(0-12)gün, posterior yaklaşımda 3,18 (1-7)gün, hibrid eksternal fiksator grubunda ise 7(1-18)gün bulundu. Ameliyata kadar geçen süresi en uzun olan hasta Hibrid eksternal fiksator grubunda bulunmaktadır. En erken ameliyat edilen hastalar ise anterior minimal invaziv yaklaşım(MIPO) grubundadır.

Cerrahi başlangıcından bitişine kadar geçen süre ortalama 78 dakika, en kısa süreli vaka 30 dakika en uzun süren vaka ise 180 dakika idi. Ortalama cerrahi süreleri; minimal invaziv yaklaşım(MIPO) grubunda 66.0 (30.0-110.0)dk, lateral yaklaşım grubunda 80.0 (65.0-150.0)dk, posterior yaklaşımda 82.3 (60.0-180.0)dk, hibrid eksternal fiksator yaklaşımında 79.0 (65.0-124.0)dk ölçüldü. En kısa cerrahi süresi olan olgu 30 dakika ve MIPO grubunda bulunmaktadır. Cerrahi süresi en uzun olan olgu ise 180 dakika ve posterior yaklaşım grubunda bulunmaktadır. Gruplar arasında cerrahi süreler bakımından yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi(p=0.392)(Tablo 3).

**Tablo 3. Gruplara göre operasyon süresi yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                             | <b>Grup</b>               | <b>Ortanca [ÇAG]</b> | <b>p</b> |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------|----------|
| <b>Operasyon Süresi(Dk)</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 60 [60-70]           | 0.392    |
|                             | <b>Lateral (n=7)</b>      | 65 [65-80]           |          |
|                             | <b>Posterior (n=11)</b>   | 70 [70-85]           |          |
|                             | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 70 [65-80]           |          |

Vakalarda cerrahi sırsındaki toplam kanama miktarları ortalama 135(30-300)ml idi. Cerrahi sırasında ortalama kanama miktarı; MIPO grubunda 62.0 (50.0-80.0)ml, lateral yaklaşım grubunda 174.3 (150.0-200.0)ml, posterior yaklaşımda 190.9(150.0-300.0)ml, hibrid eksternal fiksator grubunda 49.24 (30.0-80.0)ml idi. Gruplar arasında kanama miktarları yönünden anlamlı istatistiksel farklılık vardı. Bu

farklılık MIPO ile posterior yaklaşım grupları arasında ve lateral ile posterior yaklaşım grupları arasında tespit edildi( $p<0.001$ )(Tablo ).

**Tablo 4. Gruplara göre kanama miktarı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                            | Grup                      | Ortanca [ÇAG] | p                | İkili Karşılaştırma Sonuçları |                    |              |
|----------------------------|---------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|
|                            |                           |               |                  | Lateral                       | Posterior          | Eks.fiksator |
| <b>Kanama Miktarı (MI)</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 50 [50-80]    | <b>&lt;0.001</b> | p>0.05                        | <b>p&lt;0.05 *</b> | p>0.05       |
|                            | <b>Lateral (n=7)</b>      | 180 [150-180] |                  |                               | <b>p&lt;0.05 *</b> | p>0.05       |
|                            | <b>Posterior (n=11)</b>   | 200 [150-200] |                  |                               |                    | p>0.05       |
|                            | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 50 [35-50]    |                  |                               |                    |              |

Floroskopi kullanma süresi ortalama 48 sn ve bazı vakalarda floroskopi hiç kullanılmazken en uzun süre kullanılan vakada 78 sn idi. Gruplara göre floroskopi kullanımı dağılımı şöyleydi; MIPO grubunda 44.6 (24.0-78.0)sn, lateral yaklaşım grubunda 29.7 (6.0-70.0)sn, posterior yaklaşımda 13.5 (.0-36.0)sn, hibrid eksternal fiksator grubunda 70.0 (60.0-78.0)sn. Floroskopi kullanım süresi en uzun olan grup hibrid eksternal fiksator grubudur. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda gruplar arasında floroskopi kullanımı açısından anlamlı farklılık tespit edildi. Posterior yaklaşım ile hibrid eksternal fiksator grubu arasında önemli farklılık olduğu görüldü( $p<0.001$ )(Tablo 5).

**Tablo 5. Gruplara göre floroskopi kullanım süresi yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                               | Grup                     | Ortanca [ÇAG] | p                | İkili Karşılaştırma Sonuçları |           |                    |
|-------------------------------|--------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|-----------|--------------------|
|                               |                          |               |                  | Lateral                       | Posterior | Eks.fiksator       |
| <b>Floroskopi Süresi (Sn)</b> | <b>MIPO (n=5)</b>        | 36 [25-60]    | <b>&lt;0.001</b> | p>0.05                        | p>0.05    | p>0.05             |
|                               | <b>Lateral (n=7)</b>     | 24 [24-36]    |                  |                               | p>0.05    | p>0.05             |
|                               | <b>Posterior(n=11)</b>   | 9 [7-16]      |                  |                               |           | <b>p&lt;0.05 *</b> |
|                               | <b>Eks.fiksator(n=6)</b> | 73 [60-76]    |                  |                               |           |                    |



Hastaların ortalama hastanede yatış süresi 6,8(2-16) gündü. Bu hastalardan yatış süresi en uzun olan hastanın yoğun bakım takibini gerektiren multitravması mevcut idi. MIPO grubunda ortalama yatış süresi 4.6 (3.0-7.0) gün, lateral yaklaşım grubunda ortalama 7.6 (2.0-16.0)gün, posterior yaklaşım grubunda ortalama 6.6(3.0-12.0)gün, hibrid eksternal fiksator grubunda ise ortalama 8.3(3.0-12.0) gündü. Çalışmamızda yatış süresi yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli istatistiksel farklılık bulunmadı (p=0.318) (Tablo 6).

**Tablo 6. Gruplara göre yatış süresi yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                     | <b>Grup</b>               | <b>Ortanca [ÇAG]</b> | <b>p</b> |
|---------------------|---------------------------|----------------------|----------|
| <b>Yatış Süresi</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 5 [3-5]              | 0.318    |
|                     | <b>Lateral (n=7)</b>      | 7 [6-9]              |          |
|                     | <b>Posterior (n=11)</b>   | 7 [4-8]              |          |
|                     | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 10 [4-11]            |          |

Hastaların ortalama takip süresi 26,5 ay, en kısa takip süresi 9 ay ve en uzun takip süresi ise 45 aydır. Ortalama takip sürelerinin gruplara göre dağılımı; minimal invaziv yaklaşım(MIPO) grubunda 27,2 (13-45)ay, lateral yaklaşım grubunda 28,8 (15-45) ay, posterior yaklaşım grubunda 24,2(9-37)ay, hibrid eksternal fiksator grubunda 27,6(10-38) ay idi.

Aktif çalışma hayatında olan hastaların işe dönüş süresi ortalama 5,3(3-12) ay idi. İşe dönüş süreleri; MIPO grubunda 9 (3-18), lateral yaklaşım grubunda 5 (3-6)ay, posterior yaklaşım grubunda 3.7 (3-6)ay, Hibrid eksternal fiksator grubunda ise 9 (6-12)ay idi.

Olguların ameliyat sonrası takibinde ortalama kırık kaynama zamanı 65,2 (40-120) gün bulundu. Ortalama kanama zamanları MIPO uygulanan grupta 76.2 (50.0-120.0)gün,lateral yaklaşımda 55.1 (36.0-68.0)gün, posterior yaklaşımda 54.6 (40.0-90.0)gün, hibrid eksternal fiksator grubunda ise 104.7 (68.0-120.0)gün bulundu. En uzun kaynama süresi hibrid eksternal fiksator ile birlikte MIPO grubunda ve 120 gündür. En kısa kaynama süresi 36 gün ve lateral yaklaşım grubundadır. Gruplara göre kırık kaynama zamanı yönünden yapılan karşılaştırmada anlamlı farklılık tespit

edildi. Yapılan analizde Hibrid eksternal fiksator uygulanan grupta kaynama süresi diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde uzun bulundu( $p<0.05$ )(Tablo 7).

**Tablo 7. Gruplara göre kaynama zamanı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                            | Grup                      | Ortanca [ÇAG] | p                | İkili Karşılaştırma Sonuçları |           |                    |
|----------------------------|---------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|-----------|--------------------|
|                            |                           |               |                  | Lateral                       | Posterior | Eks.fiksator       |
| <b>Kaynama Zamanı(Gün)</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 66 [65-80]    | <b>&lt;0.001</b> | p>0.05                        | p>0.05    | <b>p&lt;0.05 *</b> |
|                            | <b>Lateral (n=7)</b>      | 58 [48-60]    |                  |                               | p>0.05    | <b>p&lt;0.05 *</b> |
|                            | <b>Posterior(n=11)</b>    | 53 [42-60]    |                  |                               |           | p>0.05             |
|                            | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 110 [100-120] |                  |                               |           |                    |

Kırık kaynaması tamamlandıktan sonraki takiplerde ölçülen dirsek eklem hareket açıklığı ortalama 133(125-135) derece ölçüldü. Dirsek eklem hareket açıklığı ortalamaları; MIPO uygulanan grupta 132.0(125.0-135.0) derece, lateral yaklaşımda 132.9 (130.0-135.0)derece , posterior yaklaşımda 133.6 (130.0-135.0)derece, hibrid eksternal fiksator grubunda ise 131.7 (130.0-135.0) derece idi. Gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucu anlamlı istatistiksel farklılık saptanmadı( $p=0,520$ )(Tablo 8)

**Tablo 8. Grupların dirsek eklem hareket açıklığı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                                      | Grup                      | Ortanca [ÇAG] | p     |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------|-------|
| <b>Dirsek Eklem Hareket Açıklığı</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 135 [130-135] | 0.520 |
|                                      | <b>Lateral (n=7)</b>      | 135 [130-135] |       |
|                                      | <b>Posterior (n=11)</b>   | 135 [130-135] |       |
|                                      | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 130 [130-135] |       |

Vakaların kırık kaynaması sonrası ön-arka grafide ölçülen açılanmaları; 11 vakada varus dizilimi ve ortalama 6,2(3-10) derece, 3 vakada valgus dizilimi ve ortalama 11(8-15) derece ölçüldü. 15 vakada ön-arka grafide nötral dizilim olduğu görüldü. MIPO grubunda ön-arka grafide ortalama açısal değer -3.6 (-6.0-.0) dereceden, lateral yaklaşımda -3.3 (-10.0-.0) derece, posterior yaklaşımda 1.8 (.0-12.0) derece ve Hibrid eksternal fiksator grubunda ise -2.3 (-12.0-15.0) derecedeydi.

Ön-arka grafilerdeki açılanmalar yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli fark bulundu ( $p=0.030$ ). Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda MIPO ile posterior ve posterior ile Hibrid eksternal fiksator grupları arasında önemli fark olduğu görüldü (Tablo 9).

**Tablo 9. Gruplara göre ön-arka açılanma yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                    | Grup                  | Ortanca<br>[ÇAG] | p      | İkili Karşılaştırma Sonuçları |           |              |
|--------------------|-----------------------|------------------|--------|-------------------------------|-----------|--------------|
|                    |                       |                  |        | Lateral                       | Posterior | Eks.fiksator |
| Ön-<br>arka<br>Açı | MIPO (n=5)            | -6 [-6-0]        | <0.001 | p>0.05                        | p<0.05 *  | p>0.05       |
|                    | Lateral (n=7)         | 0 [-8-0]         |        |                               | p>0.05    | p>0.05       |
|                    | Posterior (n=11)      | 0 [0-0]          |        |                               |           | p<0.05 *     |
|                    | Eks.fiksator<br>(n=6) | -4,5 [-5--3]     |        |                               |           |              |

Yan grafide yapılan ölçümlerde ise 12 vakada ekstansiyon dizilimi ve ortalama 5(3-8) derece, 7 vakada fleksiyon dizilimi ve ortalama 10,8 (5-20) derece ölçüldü. 10 vakada yan grafide nötral dizilim olduğu görüldü. MIPO grubunda yan grafide ortalama açısal değer -2.6 (-8.0-.0) dereceden, lateral yaklaşımda -1.0 (-8.0-8.0) derece, posterior yaklaşımda -0.9 (-6.0-8.0) derece ve Hibrid eksternal fiksator grubunda ise 7.7 (-5.0-20.0) derecedeydi. Gruplar arasında lateral açılanma yönünden yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı ( $p=0.278$ ) (Tablo 10)

**Tablo 10. Gruplara göre lateral açı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                    | <b>Grup</b>               | <b>Ortanca [ÇAG]</b> | <b>p</b> |
|--------------------|---------------------------|----------------------|----------|
| <b>Lateral Açı</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 0 [-5-0]             | 0.278    |
|                    | <b>Lateral (n=7)</b>      | 0 [-4-0]             |          |
|                    | <b>Posterior (n=11)</b>   | 0 [-5-0]             |          |
|                    | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 11 [-4-13]           |          |

Hastalara uygulanan dirsek fleksiyon kuvveti kaybı ölçüm ortalamaları; MIPO grubunda %9.8 (0.0-20.0), lateral yaklaşım grubunda %3.8 (0.0-16.6), posterior yaklaşım grubunda %1.0 (0.0-11.0), Hibrid eksternal fiksator grubunda ise %7.7 (0.0-20.0) idi. Gruplar arasında fleksiyon kuvvet kaybı yönünden karşılaştırma yapıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi. (p=0,097)(Tablo 6).

**Tablo 11. Gruplara göre fleksiyon kuvveti kaybı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                               | <b>Grup</b>               | <b>Ortanca [ÇAG]</b> | <b>p</b> |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------|----------|
| <b>Fleksiyon Gücü Kaybı %</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 12,5 [0-16,6]        | 0.097    |
|                               | <b>Lateral (n=7)</b>      | 0 [0-10]             |          |
|                               | <b>Posterior (n=11)</b>   | 0 [0-0]              |          |
|                               | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 5,5 [0-15]           |          |

Dirsek ekstansiyon kuvveti kaybı ölçüm değerleri; MIPO grubunda %4.0 (0.0-20.0), lateral yaklaşım grubunda %8.9 (0.0-25.0), posterior yaklaşım grubunda %6.9 (0.0-33.0), Hibrid eksternal fiksator grubunda ise %14.8 (0.0-40.0) idi. Ekstansiyon kuvveti kayıp yüzdeleri bakımından yapılan karşılaştırma sonucunda da gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmedi(p=0.532)(Tablo 12).

**Tablo 12.** Gruplara göre ekstansiyon gücü kaybı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.

|                                 | Grup                      | Ortanca [ÇAG] | p     |
|---------------------------------|---------------------------|---------------|-------|
| <b>Ekstansiyon Gücü Kaybı %</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 0 [0-0]       | 0.532 |
|                                 | <b>Lateral (n=7)</b>      | 0 [0-25]      |       |
|                                 | <b>Posterior (n=11)</b>   | 0 [0-14]      |       |
|                                 | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 11,75 [0-25]  |       |

Omuz abduksiyon kuvveti kaybı ölçüm değerleri; MIPO grubunda %0 (0.0-0.0), lateral yaklaşım grubunda %6.4 (0.0-25.0), posterior yaklaşım grubunda %0.0 (0.0-0.0), Hibrid eksternal fiksator grubunda ise %11.7 (0.0-30.0) idi. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda posterior yaklaşım ile hibrid eksternal fiksator grupları arasında önemli fark olduğu görüldü. (p=0.042)(Tablo 13)

**Tablo 13.** Gruplara göre omuz abduksiyon gücü kaybı yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.

|                                     | Grup                      | Ortanca [ÇAG] | p      | İkili Karşılaştırma Sonuçları |           |                    |
|-------------------------------------|---------------------------|---------------|--------|-------------------------------|-----------|--------------------|
|                                     |                           |               |        | Lateral                       | Posterior | Eks.fiksator       |
| <b>Omuz Abdüksiyon Gücü Kaybı %</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 0 [0-0]       | <0.001 | p>0.05                        | p>0.05    | p>0.05             |
|                                     | <b>Lateral (n=7)</b>      | 0 [0-20]      |        |                               | p>0.05    | p>0.05             |
|                                     | <b>Posterior (n=11)</b>   | 0 [0-0]       |        |                               |           | <b>p&lt;0.05 *</b> |
|                                     | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 7,5 [0-25]    |        |                               |           |                    |

Hastaların Mayo Dirsek Performans Skoru ortalaması 92,9(80-100) idi. Çalışmamızda Mayo dirsek performans indexi yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli fark bulunmadı (p=0.508) (Tablo 14).

**Tablo 14.** Gruplara göre MEPI yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.

|             | <b>Grup</b>               | <b>Ortanca [ÇAG]</b> | <b>p</b> |
|-------------|---------------------------|----------------------|----------|
| <b>MEPI</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 90 [85-100]          | 0.508    |
|             | <b>Lateral (n=7)</b>      | 85 [85-100]          |          |
|             | <b>Posterior (n=11)</b>   | 100 [90-100]         |          |
|             | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 90 [90-100]          |          |

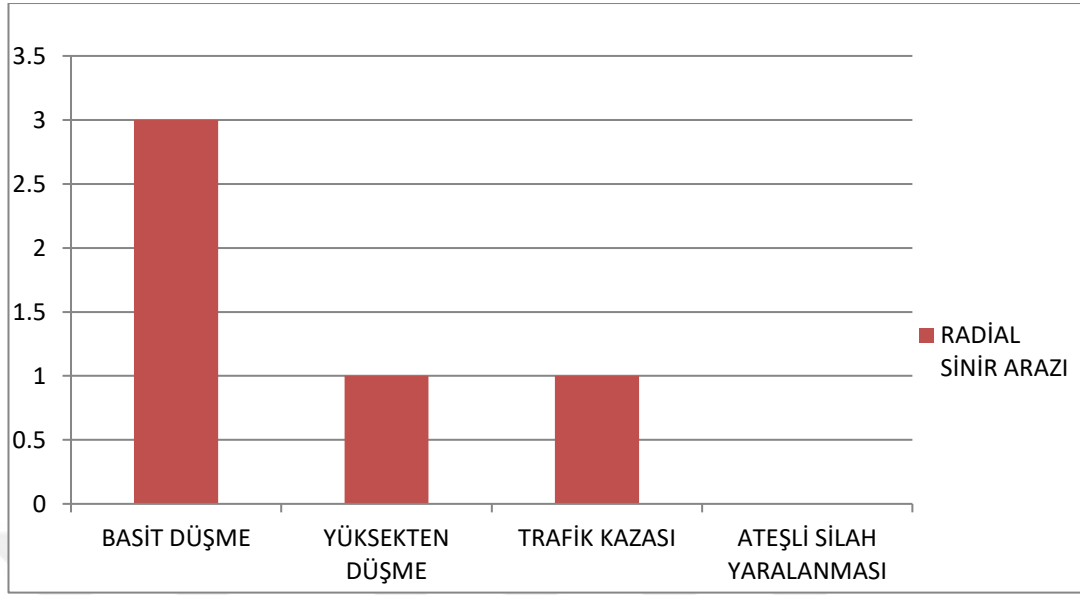
Ortalama QuichDASH skorları ise 4,5(0-13,6) idi. DASH skoru yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli fark bulunmadı (p=0.547) (Tablo 15).

**Tablo 15.** Gruplara göre DASH yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.

|             | <b>Grup</b>               | <b>Ortanca [ÇAG]</b> | <b>p</b> |
|-------------|---------------------------|----------------------|----------|
| <b>DASH</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 2,27 [0-6,8]         | 0.547    |
|             | <b>Lateral (n=7)</b>      | 9,1 [0-11,4]         |          |
|             | <b>Posterior (n=11)</b>   | 2,3 [0-6,8]          |          |
|             | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 4,52 [4,5-6,8]       |          |

Olgular komplikasyonlar yönünden değerlendirildiğinde; yaralanma sonrası ameliyat öncesi dönemde radial araz 5 hastada görüldü. Ameliyat öncesi radial araz bulunan hastalarda kırık oluşma mekanizması 3 hastada basit düşme, 1 hastada yüksekten düşme, 1 hastada trafik kazası idi.(grafik ). Bu hastalarda ortalama 4,8(3-6) ayda resolüsyon gerçekleşti ve radial sinir arazı bulguları gerilediği gözlemlendi. Hiçbir hastada iyatrojenik radial sinir arazı gözlenmedi.

**Grafik 6: Kırık oluşma mekanizması ve radial sinir arazi dağılım grafiği**



Poliklinik takibinde kaynamama tanısı konulan bir hastada tespit yöntemi değiştirildi ve kırık hattına iliak kanat otogrefti yerleştirildi. İki hastada implantta kırık oluşması nedeniyle revizyon cerrahisi yapıldı. Bunlardan minimal invaziv girişimle plak uygulanmış olan hastada kırık hattı distaline gönderilmiş olan üç vida plak birleşim yerinden kırılmıştı ve plak açık cerrahi ile revize edildi. Diğer hastada posterior yaklaşımla plaklama yapılmıştı fakat hasta uyumsuzluğu nedeniyle erken dönemde implant vidalarında kırık oluşarak redüksiyon kaybı oldu. Bu hastada aynı yaklaşımla plak değişimi yapıldı. Bu iki hastada da kırık hattına iliak kanat otogrefti yerleştirildi. Sonuç olarak tüm hastalarda kaynama sağlandı. Komplikasyon yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda anlamlı farklılık bulunmadı ( $p=0.662$ ) (Tablo 16).

**Tablo 16. Gruplara göre komplikasyon yönünden yapılan karşılaştırma sonuçları.**

|                     | Grup                      | Sayı (yüzde) | p     |
|---------------------|---------------------------|--------------|-------|
| <b>Komplikasyon</b> | <b>MIPO (n=5)</b>         | 1 (20.0)     | 0.662 |
|                     | <b>Lateral (n=7)</b>      | 0            |       |
|                     | <b>Posterior (n=11)</b>   | 1 (9,1)      |       |
|                     | <b>Eks.fiksator (n=6)</b> | 1 (16,7)     |       |

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Humerus cisim kırıkları tüm kırıkların %1-3'ünü oluşturmaktadır. Humerus cisim kırıklarının %30'u proksimal, %60'ı orta, %10'u distal üçte birlik kısımda oluşmaktadır. En sık görülen kırık tipi AO/ASIF sınıflamasına göre tip A kırıklarken, tip B kırıklar tüm cisim kırıkları içinde %29,6 oranında görülmektedir. Kelebek fragmanlı kırıklar gibi daha kompleks kırıklar mevcut literatürde kısıtlı bir yer tutar ve %10-40 oranında görülür(121,128). Ancak özellikle distal diafiz bölgesini ilgilendiren kompleks kırıklarda uygulanan cerrahi tedavi yaklaşımları ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda humerus distal diafizini ilgilendiren kompleks kırıklarda uygulanmış 4 farklı cerrahi yaklaşım karşılaştırılmıştır.

Mevcut çalışmalarda tip A kırıklar daha sık bildirilmiş olmasına karşın çalışmamıza dahil edilen vakalarda tip B kırıklar daha fazla sayıdadır. Bunun nedeni kliniğimizde tip B kırıklar için daha fazla sıklıkta cerrahi endikasyon konulmasıdır.

Yapılan çalışmalarda humerus cisim kırıkları kadınlarda ileri yaşlarda daha sık görülürken, erkeklerde daha çok genç yaşlarda oluşmaktadır. Genç yaşlarda spor yaralanmaları ve yüksek enerjili yaralanmalarda daha sık oluşurken, ileri yaşlarda düşmelere bağlı olarak oluşabilmektedir(9,10). Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak kadın hastaların yaş ortalaması daha yüksek(49,5) ve kırık oluşma mekanizması genellikle basit düşmeyle, erkek hastaların yaş ortalaması daha düşük(25,4) ve yaralanma mekanizması trafik kazası gibi daha yüksek enerjili travmalar sonucu gelişen kırıklardır. Yaş ve kırığa neden olan travmanın niteliğinin tedavi yaklaşımını ve tedavi başarısını etkileyeceği akılda tutulmalıdır.

Çalışmamızda 17(%59) humerus kırığında dominant taraf etkilenirken, 12'sinde(%41) dominant olmayan tarafta kırık mevcuttu. Futbol oynayan kişiler üzerinde yapılan bir çalışmada kırık %53,75 oranında dominant ekstremitede bulunmuştur(129). Çalışmamızda da dominant ekstremitenin daha yüksek oranda etkilenmiş olduğu görülmektedir. Buna karşın dominant veya dominant olmayan ekstremitede humerus diafizinin daha sık kırıldığını söylemek olası değildir. Bununla birlikte çalışmamızdaki bulgulara göre kırığın dominant tarafta olup olmamasının fonksiyonel sonuçlar üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır.



Cerrahi süre tüm ameliyatlarda dikkat edilen ve yapılan cerrahinin sonucu etkilediği düşünülen bir parametredir(130,131). Cerrahi süre uzadıkça komplikasyonlar artmaktadır. Morbidite ve mortalite oranları da cerrahi süre ile birlikte artmaktadır(130). Uzayan anestezi süresi postoperatif pulmoner komplikasyonlarla ilişkili bulunmuştur. Ayrıca uzayan cerrahi ve anestezi süresi kardiyak ve renal komplikasyonları ve tromboemboli riskini arttırmaktadır(130). Bir çalışmada ise cerrahi süresinin kısa olmasının mortaliteyi ve miyokard enfarktüsü akur böbrek yetmezliği ,sepsis, tromboemboli gibi riskleri azalttığı bildirilmiştir(131). Mevcut literatürde cerrahi uygulama süresi ile ilgili çalışmalarda minimal invaziv tekniğin açık redüksiyon ve plaklama tekniklerine göre cerrahi süresinin daha kısa olduğunu bildirilmiştir(132,133). Esmailiejah AA. Ve arkadaşları, açık redüksiyon yapılarak plak vida osteosentezi uygulanan 33 humerus kırığı vakası ile anterior minial invaziv osteosentez (MIPO) uyguladıkları 32 vakayı karşılaştırdıkları çalışmalarında cerrahi süresinin minimal invaziv teknikte daha kısa olduğunu göstermişler fakat istatistiksel olarak anlamlı sonuç bildirmemişlerdir(132). Zhiquan An ve arkadaşları minimal invaziv ve açık cerrahi yaklaşımla uygulanan plak-vida tekniğini karşılaştırdıkları çalışmalarında ortalama cerrahi süresinin MIPO uygulanan grupta daha kısa olduğunu; fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını bildirmişlerdir(133).

Micic I D ve arkadaşları yaptıkları çalışmada humerus diafiz kırığı tanısıyla farklı tekniklerle tedavi edilmiş 31 aseptik kaynamama olgusunu değerlendirmiş ve bir gruba açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi uygulanmış(20 olgu), diğer gruba unilateraleksternal fiksasyon uygulanmış(11 olgu). Bu iki grubu cerrahi süreleri bakımından karşılaştırdıklarında eksternal fiksasyon uygulanan grupta cerrahi sürelerin belirgin olarak kısa bulunduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir(134). M.A. Catagni ve ark. çalışmalarında humerus diafiz kırıklarında eksternal fiksasyon yöntemi ile tedaviedilmiş 84 olgunun ortalama cerrahi süresini 30 dk. olarak bildirmişlerdir(135). Bizim çalışmamızda ise ortalama cerrahi süresi eksternal fiksasyon grubunda 79dk'dır.

Bizim çalışmamızda da literatürle uyumlu olarak açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi uygulanan iki grupta da cerrahi süreler daha uzundu. MIPO grubu ve açık cerrahi (posterior, lateral) grupları bizim çalışmamızda mevcut literatüre göre daha kısaydı(132,133,136). Minimal invaziv teknik ve hibrid eksternal fiksasyon

tekniklerinde cerrahi süreler daha kısa olmasına karşın gruplararası yapılan karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi( $p=0.392$ ) .

Çalışmamızda da olduğu gibi açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi uygulamalarında cerrahi sürelerin kapalı yöntemlere kıyasla daha uzun olması şaşırtıcı değildir. Bu yöntemlerde cilt insizyonu ile başlayan ve derinleşen diseksiyon zaman almaktadır. Ayrıca humerusla birlikte seyreden radyal sinir bulunarak açığa çıkarılır ve korunur. Bizim çalışmamızda da lateral yaklaşım ve posterior yaklaşım gruplarında derin cerrahi diseksiyon dikkatle yapılmış yumuşak dokuya zarar vermemeye çalışılmıştır. Her olguda radyal sinir explore edilerek korunmuştur. Ayrıca plak yerleşimi sırasında sinirin gerilmemesine dikkat edilmiştir. Bu gibi durumların cerrahi sürelerin diğer gruplardan uzun olması ile sonuçlandığı kanaatindeyiz.

Hibrid eksternal fiksator grubunda ise Catagni ve ark. nın çalışmasına ve minimal invaziv grubuna ve göre cerrahi sürelerin uzun olmasının nedenlerinin, fiksator grubuna dahil edilen kırıkların daha kompleks fragmanlarının bulunması ve dirsek eklemine daha yakın olmakla beraber oldukça kısa kalan distal parçanın uygun diziliminin ayarlanmasındaki güçlük olduğunu düşünüyoruz. M.A. Catagni ve ark. çalışmalarına tüm diafizer kırıklarında dahil ederken, bizim çalışmamızda sadece diastal 1/3'lük diafizer bölge dahil edildi ve eksternal fiksasyon yöntemi plak yerleşimine izin vermeyecek kadar distalde bulunan ve dizilimi uygun olmayan hastalara uygulandı. Ayrıca belirtilen cerrahi teknikte humerus distalinde lateral ve medial kolan boyunca gönderilen şanz pinleri ve sagittal planda tam olarak dirsek rotasyon merkezinden geçmesi gereken K-telinin skopi eşliğinde gönderilmesi de teknik olarak zor ve zaman alan bir işlemdir. Medial kolon boyunca gönderilen şanz çivisi gönderilmeden önce ulnar sinir mini insizyonla explore edilmekte ve olası ulnar sinir yaralanmasından korunmak amaçlanmaktadır bu işlemden cerrahi sürenin uzamasına katkıda bulunmaktadır.

Uzun kemik kırıkları sonrasında vücutta ciddi kan kaybı gelişebilir. Bu kayıplar hastaların immunitesini zayıflatarak enfeksiyon ve sepsise zemin hazırlayabilir. Humerus shaft kırıklarındaki kan kaybı yaklaşık olarak 500 ml olarak hesaplanmaktadır(137). Mevcut çalışmalarda humerus diafiz kırıklarına uygulanan farklı cerrahi tekniklerdeki intraoperatif kanama miktarları karşılaştırılırken daha çok

minimal invaziv teknik ve intramedüller çivileme yönteminin açık redüksiyon ve plak-vida yöntemi ile karşılaştırması yapılmış ve minimal invaziv yöntemlerde kan kaybı daha az olduğu bildirilmiştir (134,138,139). Yapılan bir çalışmada eksternal fiksator uygulanan humerus diafiz kırıklarında plak-vida osteosentezi yapılanlara göre kanama miktarının önemli miktarda az olduğu gösterilmiştir(134). Bizim çalışmamızda minimal invaziv teknik ve hibrid eksternal fiksator tekniği uygulanan 2 grupta diğer iki gruba göre daha düşük kan kaybı olduğunu gözlemledik. İstatistiksel olarak MIPO ile posterior yaklaşım grupları arasında ve lateral ile posterior yaklaşım grupları arasında anlamlı farklılık tespit ettik (**p<0.001**) (Tablo 2). MIPO grubunda lateral ve posterior yaklaşım gruplarına göre kanama miktarının daha az olmasının nedeni minimal invaziv teknikte iki küçük insizyon kullanılarak kırık hattının açılmaması ve kırık hematomunun boşaltılmamasıdır. Açık cerrahi tekniklerde diseksiyon sırasında ayrıca kanama olmakta ve kırık hematomu da boşalmaktadır. Bu durum açık cerrahilerdeki kanama miktarının fazlalığını açıklar niteliktedir. Bir çalışmada açık redüksiyon ve plaklama tekniğiyle tedavi edilen hastalarda ortalama kanama miktarı 330ml olarak bildirilmiştir(140). Çalışmamızda her iki açık grupta da bu miktardan daha az miktarda kanama görülmüştür. Bu görece azlığın kanama kontrollü ve dokulara minimum zarar vererek yapılan diseksiyona bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Literatürde eksternal fiksasyon yöntemi ile tedavi edilen humerus şaft kırıklarıyla ilgili bir çalışmada kanama miktarı 45,5ml olarak bildirilmiştir(134). Bizim çalışmamızda da eksternal fiksator grubundakanama miktarı 49.2 ml idi. Buradaki kanama miktarını artıran faktörün tanımladığımız cerrahi teknikte medial kolona gönderilecek şanz çivisini göndermeden önce olası komplikasyonları azaltmak için ulnar sinir eksplorasyonu yapılmasından kaynaklandığını düşünüyoruz. Eksternal fiksator grubunda ortalama kanama miktarının diğer gruplara göre daha düşük bulunmasına karşın (**ort:49.2ml, min.30ml – max 80ml**) bu grupla yapılan karşılaştırmalarda anlamlı farklılık tespit edilmemesini vaka serisinin çok geniş olmamasından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Floroskopinin ortopedik cerrahideki kullanımı minimalinvaziv girişimlerle birlikte daha yaygınlaşmıştır(141) . Floroskopi kullanımının artması ile birlikte ortopedistlerde radyasyon maruziyetine bağlı olumsuz etkilerin oluşabileceği konusu

gündeme gelmiştir. Mastrangelo ve ark. ortopedistlerde tiroid kanserlerindeki artışı bildirmişlerdir(142). Çeçen ve ark. farklı anatomik bölgeleri ve farklı cerrahi teknikleri içeren çalışmalarında amelayat başına kullanılan ortalama floroskopi süresini 34,52 saniye olarak bildirmişlerdir(143). Mariscalco ve ark. yapmış oldukları çalışmada, minimal invaziv cerrahi girişimler sırasında radyasyon maruziyetinin açık cerrahi girişime oranla anlamlı seviyede yüksek olduğunu bildirmişlerdir(144). Sushruth ve ark. çalışmalarında minimal invaziv tekniklerin açık redüksiyon-plak ile osteosentez tekniğine göre çalışmalarında radyasyon maruziyetinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir(145). Çalışmamızda floroskopi kullanımı yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi( $p=0.001$ ). Literatürle uyumlu olarak minimal invaziv yaklaşım grubunda ve eksternal fiksator grubunda floroskopi kullanım süreleri daha uzundu. Anterior minimal invaziv yaklaşımda ortalama floroskopi kullanım süresi 44.6 sn (min24.0 - max.78.0) idi. Bu floroskopi süresi lateral yaklaşım ve posterior yaklaşım gruplarına göre daha uzun olmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı değildi( $p>0.05$ ). Anterior minimal invaziv yaklaşımda kullanılan floroskopi süresinin fazla olması birkaç nedene bağlanabilir. Bunlardan birincisi kırık hattının açık tekniklerden farklı olarak açılmaması ve proksimal ve distalden 2 küçük insizyon yapılarak kapalı redüksiyon ile plağın tespit edilmesi. Kırık hattının açılmamasının doğal sonucu olarak uygun dizilimi elde edebilmek için ve cerrahi boyunca dizilimin kaybedilmediğinin teyiti için floroskopi kullanımı gerekmektedir. İkincisi açık cerrahilerde olduğu gibi vida yerleşimi ve boylarının ayarlanması kolay olmadığından, bu işlemler sırasında floroskopinin daha fazla kullanımı söz konusudur. Son olarak plak vida yerleşiminin istenilen şekilde olup olmadığı da floroskopi ile ön-arka ve yan görüntülerle kontrol edilmek durumundadır. Kullanılan floroskopi süresinin bu teknikte daha uzun olmasının belirtilen nedenlere dayandığını düşünüyoruz.

Hibrid eksternal fiksator uygulanan grupta ortalama floroskopi kullanım süresi 70.0 sn (min60.0- max.78.0) idi. Bu süre literatürle kıyaslandığında daha uzundu(143).Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda posterior yaklaşım ile eksternal fiksator grubu arasında önemli fark olduğu görüldü. Hibrid eksternal fiksator uygulaması sırasında transepikondiler akstan k-teli gönderilmesi bu cerrahinin önemli bir basamağını oluşturur. Floroskopi bu aşamada yan görüntü almak için ayarlanır ve dirsek eklemi tam yan olacak şekilde görüntülenirken k-teli transepikondilekr hattın tam merkezinde olacak şekilde gönderilir. Bu aşama teknik

olarak zordur ve zorunlu olarak floroskopi kullanımını gerektirir. Floroskopi kullanım süresini arttıran başka bir durum da humerus lateral ve medial kondilleri boyunca oblik olarak gönderilen şanz çivileridir. Şanz çivileri gönderilirken floroskopi ile hem ön-arka, hem de yan görüntü alacak şekilde dirsek eklemi görüntülenir. Bu çivilerin gönderimi sırasında istenilen açıda gitmesi için floroskopikullanımı şarttır. Diğer aşamalar tamamlandıktan sonra sistem kurulduktan sonra hibrid eksternal fiksator üzerinden kırık redüksiyonu floroskopi eşliğinde yapılır ve sistem sabitlenir. Bu nedenlerle bahsedilen cerrahi yöntemin her aşamasında floroskopi kullanımı gerekmektedir. Floroskopi kullanımının diğer gruplara ve literatüre göre uzun çıkmasının nedeninin yukarıda bahsettiğimiz durumlara bağlı olduğu kanaatindeyiz.

Hastanede yatış süresi tedavi maliyetleri açısından dikkat edilen bir konudur. Posterior ve lateral yaklaşımı kıyaslayan bir çalışmada her iki grupta da yaklaşık hastanede kalış süresi yaklaşık 7 gün olarak bildirilmiştir(146). Çalışmamızda hastaların ortalama hastanede yatış süresi 6,8(2-16) gündü. Bu hastalardan yatış süresi en uzun olan hastanın yoğun bakım takibini gerektiren multitravması mevcut idi. MIPO grubunda ortalama yatış süresi 4.6 (3.0-7.0) gün, lateral yaklaşım grubunda ortalama 7.6 (2.0-16.0)gün, posterior yaklaşım grubunda ortalama 6.6(3.0-12.0)gün, hibrid eksternal fiksator grubunda ise ortalama 8.3(3.0-12.0) gündü. Çalışmamızda yatış süresi yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli istatistiksel farklılık bulunmadı (p=0.318)

Humerus kırıklarında ameliyat sonrası takip önemlidir. Erken dönem takipler sık aralıklarla yapılarak redüksiyon kaybı, yara problemleri, derin enfeksiyonlar gibi komplikasyonlar takip edilir. Ayrıca bu takiplerde kaynama değerlendirilir.(84,147) Mevcut literatürde humerus cisim kırıklarında ortalama takip süresi 12 ile 43 ay arasında değişmektedir(148,149,150). Bizim çalışmamızda hastalar ilk 3 ay 2'şer haftalık aralıklarla kontrole çağırıldı. Ortalama takip süresi 23,5 ay, en kısa takip süresi 9 ay ve en uzun takip süresi ise 42 aydır. Çalışmamızda literatürden farklı olarak 12 aydan kısa takip süresine sahip olgu sayısı 5'dir. Bu hastaların tamamında takip süresi içinde tam kaynama gözlenmiştir. Bu 5 hastada takip süresi literatüre göre daha kısa olmasına rağmen tedavi radyolojik ve klinik olarak sonuca ulaştığı için çalışmaya dahil edilmiştir. Plak vidaosteosentezi uygulanmış hastalarda geç

dönem takiplerde implant çevresi kırıklar ve implant iritasyonu açısından olabildiğince uzun dönem takip edilmelidir. Eksternal fiksör uygulanmış hastalarda erken dönemde pin dibi enfeksiyonu gelişebileceğinden takipler önemlidir. Geç dönemde ise şanz çivilerinin çıkarıldığı bölgede kemik zayıflayacağından fraktür açısından dikkatli olunmalıdır.

Tüm kırıklarda hedeflenen sonuç olabilen en erken zamanda kaynamadır. Kaynama gecikmesi kırık tedavilerinin en sık görülen komplikasyonlardandır. Kaynama zamanı hastanın fonksiyon kazanımı, tedavi maliyetleri ve iş gücü kaybı açısından oldukça önemlidir. Kaynama gecikmesi veya yokluğu bulunan ve önceki tedavi şekliyle uzun süre hareketsiz kalmış bir ekstremitede atrofi gelişimi ve eklem hareketlerinin kısıtlanması kaçınılmaz sonuçlardır(151,152). Humerus şaft kırıklarında 8-10 hafta arasında kaynama beklenmektedir. 3-4 ay sonrasında oluşan kaynama gecikmiş kaynama olarak adlandırılır(92). Kapalı veya minimal invaziv yöntemlerde amaç, iatrojenik yumuşak doku hasarını önlemek ayrıca osteojenik kemik hematomunu korumaktır. Periostun korunmadığı açık redüksiyon tekniklerinde kaynama gecikmesi riski daha fazladır(153). Mevcut literatürde humerus diafiz kırıklarında uygulanan farklı cerrahi teknikleri kaynama zamanı yönünden araştıran birçok çalışma vardır. Orta ve distal humerus cisim kırıklarında geleneksel açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi ile MIPO tekniğini karşılaştıran retrospektif bir çalışmaya göre, MIPO tekniği ile daha hızlı kaynama gözlenmiştir(133). Esmailiejah AA ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada MIPO tekniği uygulanan grupta açık redüksiyon ve plaklama yapılan gruba göre kaynama süresi daha kısa bulunmuş fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı bildirilmiştir(132). Lee T ve ark. yaptıkları çalışmada minimal invaziv teknikle açık cerrahi arasında kaynama zamanı yönünden anlamlı farklılık bulunmadığını bildirmiştir(154). P. Yin ve ark. humerus distal diafiz bölgesi kırıklarında lateral yaklaşım ve posterior yaklaşım uygulanmış olan iki farklı grubu karşılaştırdıkları çalışmalarında kaynama zamanı yönünden anlamlı bir farklılık tespit edilmediğini bildirmişlerdir(146). Scaglione M ve ark. humerus diafiz kırıklarında definitif tedavi olarak eksternal fiksör kullanımını araştırdıkları çalışmalarında toplam 85 olguda ortalama kaynama zamanını 12 hafta (83,2 gün) olarak bildirmişlerdir(155). Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak kaynama süreleri bakımından yapılan karşılaştırmada posterior yaklaşım ve lateral yaklaşım grupları arasında istatistiksel

olarak anlamlı bir fark bulunamadı( $p>0.05$ ). Hibrid eksternal fiksator uygulanan grupta kaynama süresi diğer gruplara göre daha uzundu. Yapılan analizde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu( $p<0.05$ )(Tablo 4). Çalışmamızda hibrid eksternal fiksator grubunun kaynama süresi 104,7 gün (min.68,0 – max.120,0)bulundu ve bu değer Scaglione M ve ark.'nın çalışmalarına göre daha uzundu(155). Hibrid eksternal fiksator grubundaki kaynama süresinin diğer gruplar ve literatürle göre uzun bulunmasının nedeninin, bu yöntemin uygulandığı hasta grubunun daha yüksek enerjili travmaya maruz kalmış hastalardan ve distal fragmanın oldukça kısa olduğu parçalı kırıklarda uygulanmış olmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz.

Üst ekstremitede meydana gelen herhangi bir yaralanma ya da travma işe dönüşün gecikmesi ve ekonomik kayıpla sonuçlanan yaralanmalardır. **Schoch ve ark.** çalışmalarında genç hastaların humerus kırıklarında özellikle işe dönüşteki gecikmeler nedeniyle konservatif tedavi yerine cerrahi tedavi istediğini bildirmişlerdir(156). Bizim çalışmamızda hastaların ortalama işe dönüş süreleri MIPO grubunda 9 (3-18), lateral yaklaşım grubunda 5 (3-6)ay, posterior yaklaşım grubunda 3.7 (3-6)ay, hibrid eksternal fiksator grubunda ise 9 (6-12)ay idi. Bize göre posterior yaklaşımda işe dönüş süresinin diğer gruplara göre belirgin olarak düşük olmasının nedeni bu gruptaki kırık tiplerinin daha basit kırıklardan oluşmasıdır.

Humerus kırıklarında uygulanan cerrahi tekniğe göre omuz ve dirsek eklemler hareket açıklığı olumsuz etkilenebilir. Literatürde minimal invaziv teknik ile açık redüksiyon yapılan plaklama teknikleri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık göstermeyen çalışmalar mevcuttur(133,157) . P. Yin ve ark. lateral yaklaşım ve posterior yaklaşım kullanılarak plaklama uygulanmış olan iki farklı grubu karşılaştırdıkları çalışmalarında dirsek postoperatif dönemde dirsek eklemi fleksiyon-ekstansiyon arkında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir(146). Anterior minimal invaziv yaklaşımda humerus anteriorundan proksimal ve distalde iki küçük insizyon yapılmaktadır. İnsizyon ve diseksiyona bağlı veya plağın anterior yerleşimine bağlı olarak bu yaklaşımda fleksiyon kısıtlılığı olması beklenebilir. Çalışmamızda MIPO grubunda dirsek eklemler hareket açıklığı en az olan hasta 125 derece açıklığa sahipti. Bu hastada kırık oluş mekanizması ateşli silah yaralanmasıydı. Hastada takip sırasında implant kırılması gerçekleşti ve plak revizyonu uygulandı. Mevcut hareket arkının azlığının kullanılan cerrahi yöntemden ziyade ateşli silah yaralanmasında çevre yumuşak doku hasarıyla birlikteliğine bağlı

olduğunu düşünüyoruz. Posterior yaklaşımda triceps diseksiyonu uygulandığından bu yöntemde de ekstansiyon arkında kayıpolması beklenebilir. Posterior ve lateral yaklaşım uygulanan gruplarda 5 dereceden fazla kısıtlılığı olan hasta bulunmuyor. Hibrid eksternal fiksator uygulamasında dirsek eklemine yakın olan iki şanz çivisi ve bir K-teli mevcut olduğundan bunla uygun şekilde yerleştirilmezse dirsek hareketleri olumsuz etkilenebilir. Bu grupta da hiçbir hastada 5 dereceden fazla eklem hareket açıklığı kaybı bulunmuyor. Çalışmamızda da tedavi tamamlandığında dirsek eklem hareket açıklığı tüm gruplarda oldukça başarılı bulundu ve gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucu literatürle de uyumlu olarak anlamlı istatistiksel farklılık saptanmadı(p=0,520). Dirsek eklem hareket açıklığında beklenen kayıpların olmamasının nedeninin tüm gruplarda hastaların mümkün olan en erken zamanda dirsek hareketine başlaması ve sonrasında planlanan uygun fizyoterapi olduğunu düşünüyoruz.

Humerus diafiz kırıklarında 3cm kısalık, 20 derece ön-arka açılanma ve 30 derece varus açılanması fonksiyonel ve kozmetik sorun oluşturmaması açısından kabul edilebilir sınırları oluşturmaktadır(32). Kırık fragman dizilim ve stabilitesinin yetersiz olması kaynamamaya yol açabilir(155). Humerus kırıklarında açısal deformitelerden en fazla gelişeninin varus açılanması olduğu bilinmektedir (90). Açısal deformiteler taşıma açısından değişimlere neden olarak fonksiyonel olarak kötü sonuçlara neden olabilir.Varus açılanması ile kaynamış kırıklarda uzun dönemde dirsekte posterolateral rotatuar instabilite geliştiğini bildiren çalışmalar vardır(158). Esmailiejah AA ve ark. çalışmalarında minimal invaziv cerrahi ile açık cerrahi yapılan olguları karşılaştırmış ve 5 dereceden fazla varus deformitesi olan hastaların minimal invaziv grupta daha fazla olduğunu fakat; istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı bildirmişlerdir(132). Humerus diafiz kompleks kırıklarında uygulanan yöntemler içinde daha iyi radyolojik sonuçların plak-vida osteosentezi yönteminde olduğunu bildiren yayınlar vardır(159). Başka bir çalışmada açık redüksiyon ve plaklama ile intramedüller çivileme yöntemi karşılaştırılmış ve her iki yöntemde de başarılı radyolojik sonuçlar bildirilmiştir(160). Literatürde humerus diafiz kırıklarında eksternal fiksator kullanımıyla ilgili çalışmalar sınırlıdır. Aynacı ve ark. humerus diafiz kırıklarına eksternal fiksator uyguladıkları çalışmalarında hiçbir vakada malunion bildirmemiştir(82).Bizim çalışmamızda literatürle uyumlu olarak varus açılanması görülme sıklığı valgus açılanmalara göre daha fazla idi. Varus



açılanması en fazla sıklıkta MIPO ve Hibrid eksternal fiksator grubunda görüldü. Her bir grupta ayrı ayrı 2'şer hastada 5 dereceden fazla ön-arka plan açılanması olduğu tespit edildi. Ön-arka grafilerdeki açılanmalar yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli fark bulundu ( $p=0.030$ ). Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda MIPO ile posterior ve posterior ile Hibrid eksternal fiksator grupları arasında önemli fark olduğu görüldü (Tablo 9). Tüm gruplarda ölçülen varus ve valgus açısal değerleri kozmetik açıdan sorun oluşturmamaktadır ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde (32). MIPO ev Hibrid eksternal fiksator grubunda açısal bozuklukların daha fazla görülme nedeninin kapalı cerrahi yöntemler oluşuna ve açık anatomik redüksiyon yapılamamasına bağlıyoruz. Ayrıca eksternal fiksasyon grubunda Şanz çivileri üzerinden yapılan redüksiyonun bar ve menteşelerin kemiğe olan uzaklığı (kuvvet kolu) nedeniyle, redüksiyonun kemiğe etkisinde azalma olabileceğini düşünüyoruz.

Lateral grafide görülen fleksiyon ve ekstansiyon açılanmaları dirsek eklem hareket açıklığına etki ederek kısıtlılığa neden olabilir (84). Gruplar arasında lateral açılanma yönünden yapılan karşılaştırmada fiksator grubunda daha fazla olguda lateral açılanma olduğu görüldü. Buna rağmen istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadı ( $p=0.278$ ) (Tablo 10). Fiksator grubunda lateral açılanmanın görece fazla sıklıkta görülmesinin nedeni bu gruptaki olguların kırık tipine bağlı redüksiyon güçlüğü olduğu kanatındeyiz.

Literatürde cerrahi girişimler sonrası ekstremitte fonksiyonlarını değerlendirmede genellikle fonksiyonel skorlar ve eklem hareket açıklıkları ölçülmüş, gruplar arası karşılaştırmaların bu parametreler üzerinden yapılmıştır (132,133,136) Kas kuvveti ölçümleri ise izokinetik kas kuvvet ölçümü yapabilen özel cihazlarla yapılmaktadır (165,166). Basit dinamometreler daha çok kavrama gücü ölçümleri için kullanılmakla beraber üst ekstremitede kas kuvvetlerini ölçmek içinde kullanılır (167). Anterior minimal invaziv yaklaşımda plak yerleşimi nedeniyle fleksiyon kuvvetinde azalma beklenebilir. Posterior yaklaşımda diseksiyona bağlı olarak ekstansiyon kuvvetinde azalma gözlemlenebilir. Lateral yaklaşımda diseksiyon nedeniyle omuz abdüksiyon kuvvetinde azalma olabilir. Hibrid eksternal fiksator tekniğinde kırık hattının proksimaline yerleştirilen Şanz çivileri deltoid kasa yakını olduğundan bu yöntemde de omuz abdüksiyon kısıtlılığı gelişmesi beklenebilir. M.R. Broadbent ve ark. 110 humerus kırığı olgusunu dahil

ettikleri çalışmalarında dirsek fleksiyon ve ekstansiyon gücünü ölçmüşler ve sonuç olarak fleksiyon kuvvet kaybı cerrahi yapılmayan grupta cerrahi yapılan gruba göre daha az , kaynama gecikmesi olanlarda ise daha fazla bulunmuş. Ekstansiyon kuvveti kaybı ise kaynama gecikmesi olanlarda daha fazla bulunmuş. Bulunan bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir(168). Başka bir çalışmada posterior yaklaşımda triceps split ayrılan yöntemle triceps koruyan yöntem karşılaştırılmış ve triceps koruyan yöntemde kas gücü kayıpları daha az bulunmuştur(167). Diğer bir çalışmada intramedüller çivi ile tedavi edilmiş humrus shaft kırıklarında omuz abduksiyonu karşı taraf ile kıyaslanmış ve cerrahi geçiren tarafta ortalama %16,5 kas gücü kaybı bulunmuş(169). Bizim çalışmamızda, hastaların kırık iyileşmesi tamamlandıktan sonra basit el dinamometresi kullanılarak dirsek fleksiyon kuvveti, dirsek ekstansiyon kuvveti, omuz abduksiyon kuvveti ölçümleri her iki taraf ekstremitede yapılarak sağlam tarafa göre varsa kuvvet kaybı yüzde değer cinsinden hesaplandı. Hesaplanan bu değerler arasında fleksiyon gücü kaybı bakımından gruplar arasında yapılan karşılaştırmada ortalaması en yüksek olan grup MIPO(ort.%9,8 , min.%0 – max.%20) uygulanan gruptu. Buna karşın istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi( $p=0,097$ )(Tablo 6).

Ekstansiyon kuvveti kaybı diğer gruplara kıyasla eksternal fiksator grubunda daha yüksek ve ortalama %14,75 kayıp görülmektedir. Fakat ekstansiyon kuvveti kayıp yüzdeleri bakımından yapılan karşılaştırma sonucunda da gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmedi( $p=0.532$ )(Tablo 7)

Omuz abduksiyon gücü değerlendirmesinde MIPO ve posterior yaklaşım gruplarında hiçbir hastada abduksiyon kuvveti kaybı gözlenmedi. Lateral yaklaşım grubunda ortalama kuvvet kaybı %6,4(%0-%25) , Hibrid eksternal fiksator grubunda ise ortalama abduksiyon kuvveti kaybı %11,7(%0-%30) ölçüldü. Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda posterior yaklaşım ile hibrid eksternal fiksator grupları arasında önemli fark olduğu görüldü. ( $p=0.042$ ) (Tablo 8). Minimal invaziv yaklaşım grubunda kayıp gözlenmemesine rağmen diğer gruplarla yapılan karşılaştırmalarda anlamlı istatistiksel sonuç çıkmamasının nedeninin örneklem sayısının azlığına bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızdaki omuz abduksiyon kuvveti kayıp oranları Gaullier O ve ark.(169)'nın bildirdiği gruba göre daha az bulunmaktadır. Hibrid eksternal fiksator grubunda diğer gruplara göre daha fazla abduksiyon kuvveti kaybı

görülme nedeninin; kırık hattının proksimaline gönderilen Şanz çivilerinin deltoid kasa yakın bulunması, bu hastaların kırık tiplerinin daha kompleks oluşu ve redüksiyon zorluğu nedeniyle bu yöntemin seçilmiş olmasından kaynaklandığı kanatindeyiz. Ayrıca Hibrid eksternal fiksator sisteminin ağırlığı nedeniyle fikasyon süresince hastaların omuz hareketleri bakımından uyum sorunu yaşaması ve omuz hareketinden sakınmaları da bu duruma katkıda bulunabilmektedir.

Dirsek eklemi fonksiyonel açıdan değerlendirmek amaçlanarak hazırlanmış Mayo Dirsek Performans İndeksi (Mayo Elbow Performance Index, MEPI) dirsek eklemi fonksiyonel açıdan değerlendirmek ve farklı gruplar arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla literatürde sıkça kullanılmaktadır. Mayo dirsek performans skorlaması; ağrı, stabilite, hareket ve gündelik fonksiyonların değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Puanlama sonucu çok iyi(> 90), iyi(75-89), orta(60-74) ve kötü(50 >) olarak değerlendirilir. Minimal invaziv plaklama tekniğini açık plaklama teknikleri ile karşılaştıran pek çok çalışma yapmıştır. Bu çalışmaların birçoğunda gruplar arasında Mayodirsek performans skorları açısından fark bulunmamıştır(132,133,161). Posterior yaklaşım ve lateral yaklaşımı karşılaştıran Yin P ve ark. da MEPI yönünden gruplar arasında farklılık bildirmemişlerdir(150). Yapılan başka bir çalışmada açık redüksiyon ve plaklama, minimal invaziv plaklama ve intramedüller çivileme yöntemleri karşılaştırılmış ve MEPI yönünden gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır(136). Bizim çalışmamızda da mevcut literatürle uyumlu olarak Mayo dirsek performans indeksi yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli fark bulunmadı ( $p=0.508$ ) (Tablo 11). Hastaların tamamı MEPI'ne göre 'iyi' ve 'çok iyi' olarak değerlendirildi. 'Çok iyi' tanımına uyan hastaların oranı eksternal fiksator grubunda diğer gruplara göre daha fazla idi.

Kol, Omuz ve El Sakatlık (The Disability of the Arm, Shoulder and Hand, DASH) skoru gruplar arasında omuz, dirsek ve el fonksiyonları bakımından yapılan karşılaştırmalarda literatürde sıkça kullanılmaktadır. Ölçek 1996 yılında Hudak ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan 30 soruluk DASH Ölçeği'nden kısaltılarak, 2005 yılında Beater ve arkadaşları tarafından 11 soruluk hale getirilmiştir(170). Kısaltılmış form, zaman kaybını azaltmakta ve hastaların yükünü hafifletmektedir. Uygulama, hastanın soruları kendisinin cevaplama (self report) üzerine

yapılandırılmıştır. Pek çok farklı dile çevrilmiş ve farklı gruplara uygulanmış olan QuickDASH ölçeğinin Türkiye'de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2006 yılında Öksüz ve Düger tarafından yapılmıştır(171). Kırıklarda uygulanabildiği gibi karpal tünel sendromu, Dupuytren kontraktürü yani üst ekstremitayı ilgilendiren tüm durumlarda kullanılmaktadır(172). Yüksek puan, fonksiyonel yetersizliğin de yüksek olduğunun göstergesidir. Scaglione ve ark. 23'ü distal 1/3'lük kısım olmak üzere toplam 85 humerus shaft kırığını dahil ettikleri çalışmalarında tüm hastalara eksternal fiksator ile tedavi uygulanmış ve DASH skoru ortalaması 8,9 olarak bildirilmiştir(159). Çalışmamızda Hibrid eksternal fiksator grubunun ortalama DASH skoru 4,91 hesaplanmıştır. Bazı araştırmalarda humerus diafiz kırıklarına uygulanan farklı yöntemler fonksiyonel açıdan karşılaştırıldığında yöntemler arasında DASH skoru bakımından anlamlı farklılık bulunamamıştır(173). Bizim çalışmamızda DASH skoru yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda önemli fark bulunmadı ( $p=0.547$ ) (Tablo 12).

Humerus kırıklarında olası komplikasyonlar; enfeksiyon, kaynama gecikmesi, yanlış kaynama, kaynamama, damar hasarı, sinir hasarı, komşu eklemden hareket kısıtlılığı, refraktür, refleks sempatik distrofi, heterotopik ossifikasyon şeklinde sayılabilir.

Literatürde humerus diafiz kırığı cerrahisi komplikasyonları ile ilgili yayınlara baktığımızda; humerusta MIPO tekniği uygulanan yedi olgunun yedi yıllık takibinde %90 hastada fonksiyonel düzelme sağlanmış, geç kaynama-kaynamama, radial veya aksiller sinir zedelenmesi izlenmemiştir(174). Benzer şekilde 20 olgulu bir başka çalışmada %75 hastada MIPO ile mükemmel ve iyi sonuç elde edilmiş ve %20 hastada komplikasyon tespit edilmiştir(175). Distal humerus shaftında MIPO uygulanan altı olgulu çalışmada da, hastaların tamamında 10 haftada kaynama sağlanmış, bir hastada geçici radial parestezi hariç hiçbir hastada damar-sinir komplikasyonu olmamıştır(167).Orta ve distal humerus cisim kırıklarında geleneksel açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi ile MIPO tekniğini karşılaştıran retrospektif bir çalışmaya göre, MIPO daha az sıklıkta iyatrojenik radial sinir hasarı (%0-31.3) gözlenmiştir(133). Lateral yaklaşım ve posterior yaklaşımı kıyaslayan bir çalışmada lateral yaklaşımda komplikasyon oranı istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha az bildirilmiştir(150). Scaglione ve ark. eksternal fiksator ile tedavi edilmiş 85 humerus diafiz kırığı olgusunu dahil ettikleri çalışmalarında 1 hastada kaynama gecikmesi, 1 hastada ise refraktür bildirmişlerdir(159).

Bizim çalışmamızda derin enfeksiyon gelişen olgu bulunmamaktadır. Sadece Hibrid eksternal fiksator uygulanan bir olguda pin dibi enfeksiyonundan şüphelenildi. Pin dibi enfeksiyonu için uygun antibiyoterapi başlandı ve pansuman ile takip edildi. Hastaneye yatış gerekmeden 1 haftalık süreçte enfeksiyon bulguları geriledi. Scaglione ve ark.(159) yayınlarında eksternal fiksator grubunda yüzeysel enfeksiyon oranını 2,4 olarak bildirmiştir. Oransal olarak bakıldığında olgu sayısına bağlı olarak bizim çalışmamızda daha yüksek görülmektedir. Yine aynı çalışmada bildirilen derin enfeksiyon oranı 1,2'dir.

Humerus shaft kırıklarında 3 cm'den fazla kısalık, sagittal planda 20 derece, frontal planda 30 dereceden fazla açılma yanlış kaynama olarak değerlendirilir(21,58). Esmailiejah A A ve arkadaşları minimal invaziv ve açık cerrahi ile plaklamayı karşılaştırdıkları çalışmalarında maluniona rastlanmadığını belirtmiştir(132). Eksternal fiksasyon tekniği ile tedavi edilmiş hastaların sonuçlarını bildiren çalışmalarda da maluniona rastlanmamış(135,159). Bizim çalışmamızda hiçbir grupta maluniona rastlanmamıştır. Tüm açısal deformiteler kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Malunion sıklığının az olmasının nedenini floroskopi kullanımının yaygınlaşmasına bağlıyoruz.

Zhiquan ve ark.'nın çalışmasında implant yetmezliği bakımından minimal invaziv ve açık grup arasında farklılık olmadığı bildirilmiştir(161). Catagni ve ark. eksternal fiksator tedavisi uygulanmış 84 hastalık serilerinde implant yetmezliği bildirmemişlerdir(135). Bizim çalışmamızda 29 humerus kırığı olgusunda 2 olguda implant yetmezliği gelişti ve bu hastalarda da tedavi bitiminde kaynama ve iyi fonksiyonel sonuçlar elde edildi. Komplikasyon gelişen bu iki hastanın birisi lateral yaklaşım grubunda diğeri ise MİPO grubundaydı.

Uzun kemik kırıklarında en sık görülen sinir lezyonu humerus kırıklarına eşlik eden radial sinir felcidir. Radial sinir felci görülme sıklığı %6-15 olarak bildirilmiştir(102,103). Birçok defisit yaralanma anında gözlenirken % 20 oranında tedavinin devamı esnasında sonradan gelişir(105). Zhiquan ve ark. çalışmalarında MİPO uygulanan grupta hiç iyatrojenik hasar gözlemlenmezken, açık cerrahilerde % 31,3 oranında radialsinir lezyonu gözlemlediklerini bildirmişlerdir(161). Scaglione ve ark. 85 olgu bulunan eksternal fiksator serilerinde bir olguda iyatrojenik hasar

bildirmişler(159). Çalışmamıza dahiledilen hastaların hiöbirinde iyatrojenik radialsinir hasarı gelişmedi.Beş olguda ameliyat öncesi dönemde radyal araz mevcuttu. Bu hastaların tümüne ameliyat sonrası erken dönemde dinamik atel uygulaması başlatıldı. Radyal arazi bulunan tüm hastalarda en geç 6 ay içinde rezolüsyon gözlendi. Komplikasyon yönünden gruplar arasında yapılan karşılaştırma sonucunda anlamlı farklılık bulunmadı ( $p=0.662$ ) (Tablo 14).

Çalışmamızı kısıtlayan durumlar: Çalışmamıza dahil edilen olgu sayılarının gruplar içerisindeki dağılımının eşit olmaması ve sayı olarak yeteri kadar fazla olmaması verilerin istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara dönüşmesini engellemiş olabileceği kannatindeyiz. Ayrıca dahil edilen olguların farklı cerrahlar tarafından tedavi edilmiş olmasının da sonuçları etkileme ihtimali vardır. Daha homojen gruplar ve daha fazla olgu sayısı ile yapılacak olan ileriki çalışmalarda gruplar arasındaki farkların belirgin hale geleceği öngörülebilir.

Sonuç olarak;

Humerus distal diafiz kırıklarında sıklıkla cerrahi tedavi gerekmektedir. Anterior minimal invaziv yaklaşımla plak-vida osteosentezi, lateral veya posterior yaklaşım kullanılarak açık redüksiyon ve plak-vida osteosentezi, , eksternal fiksasyon yöntemleri seçilebilecek tedavi yöntemlerinden bazılarıdır. Çalışmamızda ele aldığımız humerus diafizi distal 1/3'lük bölümü kompleks kırıklarında ideal tedavi yönteminin hangisi olduğu halen tartışmalıdır. Çalışmamızda anterior minimal invaziv yaklaşım(MIPO), lateral ve posterior yaklaşımla açık redüksiyon ve plaklama ve hibrid eksternal fiksatör teknikleri ele alınarak üstünlük ve dezavantajları araştırılmıştır. Anterior minimal invaziv yaklaşım ve hibrid eksternal fiksatör yaklaşımlarında ameliyat süreleri açık yaklaşımlarımlara göre daha kısadır. Hibrid eksternal fiksasyon yönteminde cerrahi sırasındaki kanamamiktari diğer gruplardan daha azdır. Kapalı yöntemlerle tedavi uygulamalarında daha fazla miktarda floroskopi kullanımı gerekmektedir. Hasta ve cerrahın açık yöntemlere nazaran MIPO ve Hibrid eksternal fiksatör tekniklerinde daha fazla radyasyona maruz kalması söz konusudur. Cerrahi ve taburculuk sonrası takip süresinin sıklığı ve uzunluğu karşılaşılabilecek geç dönem komplikasyonların erken tanı ve tedavisinde önemlidir. Kırık tedavisinde hedeflenen sonuç olabildiğince erken kaynamadır. Kırık fragmanları ne kadar kompleks olursa kaynama süresi o kadar

uzun olmaktadır. Humerus diafiz kırıklarında hem omuz hem de dirsek eklem hareketleri etkilenebilir. Uygulanan cerrahi yöntemlerin fonksiyonel sonuçları birbirine yakındır. Kapalı yöntemler kullanıldığında kırık redüksiyonunda uygun dizilim elde etmek zordur. Dizilim bozuklukları kabul edilebilir anatomik sınırlarda tutulduğunda fonksiyonel olarak iyi sonuçlar elde edilebilir.

İleriye dönük daha geniş vaka serileri ile yapılacak benzer çalışmaların humerus diafiz kırıklarında ideal tedaviyi belirlemeye yardımcı olacağı kanaatindeyiz. Kullanılacak cerrahi yöntemden çok mevcut kırığa uygun tedavinin seçilmesi ve ideal şekilde uygulanmasının ile daha iyi fonksiyonel sonuçlar elde etmede etkili olacağını düşünüyoruz. Hibrid eksternal fiksator ile tespit yönteminin plak yerleşimini zorlaştıracak kadar distal bölgede bulunan, özellikle çok parçalı humerus diafiz kırıklarında kullanımı diğer yöntemler kadar iyi fonksiyonel sonuçlar veren bir sistem olduğundan tedavide kullanılması uygun bir seçenektir. Tüm yöntemler fonksiyonel olarak benzer sonuçlar verdiği için seçilecek yöntemde cerrahın tercihi önemli rol oynayacaktır.

## OLGU ÖRNEKLERİ

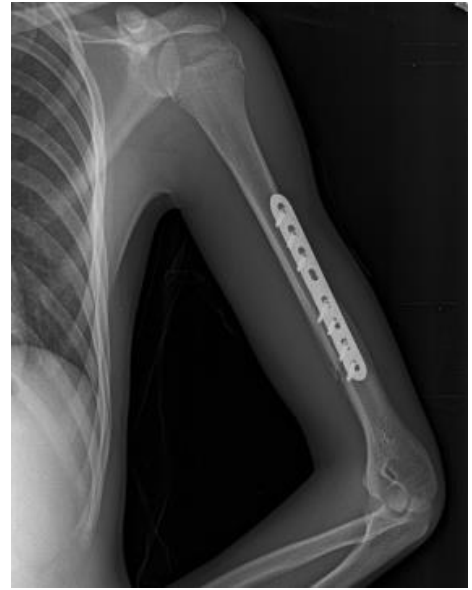
### 1. OLGU

Basit düşme sonrası sol humerus shaft kırığı tanısı alan, 17 yaşında erkek hastanın geliş anındaki röntgenogramı;



Hastaya posterior yaklaşımla plak-vida osteosentezi planlanlanarak yatışının ikinci günü ameliyata alındı. Cerrahi süre 70 dk, kanama miktarı 200ml, kullanılan floroskopi süresi 0,07sn.

Hastanın ameliyat sonrası röntgenogramları ;

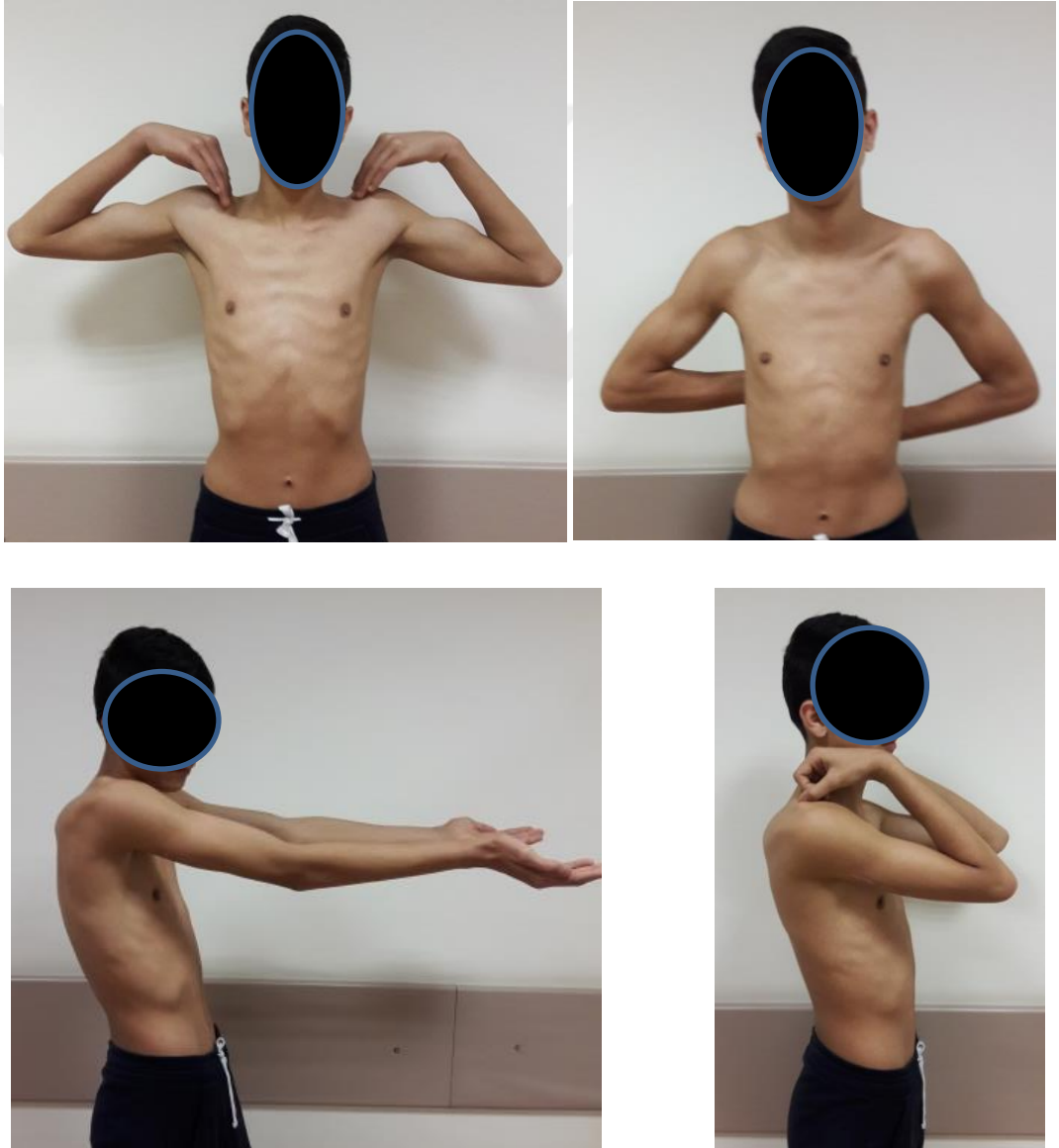


Ameliyat sonrası 2. gün taburcu olan astanın hastanede toplam kalış süresi 4 gün.



Klinik takibinde dirsek eklem hareket açıklığı 130 derece ve ekstansiyon 5 derece kısıtlı idi. Ön-arka ve lateral grafilerde açılanması yoktu. Kaynama 56 günde görüldü. Dirsek fleksiyon ve ekstansiyon ve omuz abdüksiyon kuvvetinde diğer tarafa göre kayıp yoktu. Mayo dirsek performansı 90, DASH skoru ise 6,8'di. Hastada herhangi bir komplikasyon görülmedi.

Hastanın klinik fotoğrafları;





## 2. OLGU

Araç içi trafik kazası sonrası bilateral humerus şaft kırığı tanısı alan, 23 yaşında kadın hastanın geliş anındaki röntgenogramı;

Sağ taraf



Sol taraf



Hastanın sağ humerus kırığı lateral yaklaşımla plak-vida osteosentezi planlanlanarak yatışının birinci günü ameliyata alındı. Cerrahi süre 65 dk, kanama miktarı 180ml, kullanılan floroskopi süresi 0,24sn.

Hastanın sol humerus kırığı MIPO yaklaşımla plak-vida osteosentezi planlanlanarak yatışının birinci günü ameliyata alındı. Cerrahi süre 60 dk, kanama miktarı 80ml, kullanılan floroskopi süresi 0,64sn.

Hastanın ameliyat sonrası röntgenogramları ;

sağ taraf



Sol taraf



Ameliyat sonrası 6. gün taburcu olan astanın hastanede toplam kalış süresi 7 gün.

Klinik takibinde;

**Sağ taraf:** Dirsek eklem hareket açıklığı 135 derecedeydi. Ön-arka grafilerde 6 derece varus açılanması vardı lateral grafide 8 derece ekstansiyon vardı. Kaynama 50 günde görüldü. Dirsek fleksiyon gücü diğer tarafa göre %12,5 azdı , ekstansiyon ve omuz abdüksiyon kuvvetinde diğer tarafa göre kayıp yoktu. Mayo dirsek performansı 85, DASH skoru ise 2,25'di. Herhangibir komplikasyon görülmedi

**Sol taraf:** Dirsek eklem hareket açıklığı 135 derecedeydi. Ön-arka grafilerde 5 derece varus açılanması vardı lateral grafide açılanması yoktu. Kaynama 36 günde görüldü. Dirsek fleksiyon ve ekstansiyon ve omuz abdüksiyon kuvvetinde diğer tarafa göre kayıp yoktu. Mayo dirsek performansı 100, DASH skoru ise sıfırdı. Herhangibir komplikasyon görülmedi

Hastanın klinik fotoğrafları;





### 3.OLGU

Araç içi trafik kazası sonrası sol humerus shaft kırığı tanısı alan, 18 yaşında erkek hastanın geliş anındaki röntgenogramı;



Hastanın sol humerus kırığı hibrid eksternal fiksatör ile tespit planlanılarak yatışının birinci günü ameliyata alındı. Cerrahi süre 70 dk, kanama miktarı 50ml, kullanılan floroskopi süresi 1,16 sn.

Hastanın ameliyat sonrası röntgenogramları ;



Klinik takibinde hastanın dirsek eklem hareket açıklığı 135 derecedeydi. Ön-arka grafilerde 3 derece varus açılanması vardı lateral grafide 20 derece ekstansiyon vardı. Kaynama 100 günde görüldü. Dirsek fleksiyon gücü diğer tarafa göre %20,

ekstansiyon %40 ve omuz abdüksiyon kuvvetinde %30 diğer tarafa göre azalma vardı. Mayo dirsek performansı 85, DASH skoru ise 4,5'di. Herhangi bir komplikasyon görülmedi

Hastanın klinik fotoğrafları;



## KAYNAKLAR

1. De Palma F.A and Cautilli A.R :Fractures of the upper end of the humerus.Clin.Orthop. 20:73,1961
2. Lind T, Kroner K, Jensen J. The epidemiology of fractures of the proximal humerus. Arch Orthop Trauma Surg 1989; 108:285-7.
3. Flatow EL. Fractures of the proximal humerus. In: Bucholz RW, Heckman JD, editors. Fractures in adults. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 997-104.
4. Iannotti JP, Ramsey ML, Williams GR, Warner JJP. Nonprosthetic management of proximal humeral fractures. J Bone Joint Surg [Am] 2003;85:1578-93.
5. Rose SH, Melton LJ, Morrey BF: Epidemiologic features of humeral fractures. ClinOrthop 1982, 168:24-30.
6. Jupiter Jesse B.,M.D.:Complex fractures of the distal part of the humerus and associated complications. J Bone and Joint Surg.(Am) 1994;76-A(8): 1252-1264.
7. Helfet DL,M.D.,and Gregory J. Schmeling,M.D.:Bicondylar intraartikular fractures of the distal humerus in adults.Clin. orthop.1993;292:27-36
8. McKee MD, Mehne DK, Jupiter JB. Fractures of the distal humerus. In: Skeletal Trauma,Browner B, Jupiter JB, Levine A, Trafton P (eds) WB Saunders, Philadelphia, 1998,p:1483-1522.
9. Ward EF, Savoie FH, Hughes JL. Fractures of the diaphyseal humerus. In: Skeletal trauma:fractures, dislocation, ligamentous injuries.Vol.2.Saunders, Philadelphia 1998:1523-47.
10. Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM. The epidemiology of humeral shaft fractures. J Bone Joint Surg [Br] 1998;80:249-53.
11. 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;7(1):38-47.



12. Sarmiento, A., et al., Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am*, 2000. 82(4): p. 478-86.
13. Fears RL, G.G., Seligson D, Diagnosis and treatment of complications: fractures of the diaphysel humerus. 1998. p. 567-568.
14. Modabber MR, Jupiter JB. Operative Management of Diaphyseal Fractures of the Humerus. *Clin Orthop*. 1998;347:93-104
15. Nieländer, K.H. and D. Wolter, C. W. Wutzer und B. v. Langenbeck: Die Pioniere des Fixateur externe, in *Externe und interne Fixateursysteme*, D. Wolter, M. Hansis, and D. Havemann, Editors. 1995, Springer Berlin Heidelberg. p. 3 - 6.
16. Hueter, C., *Hueter-Lossen's Grundriss der Chirurgie*.1889: F. C. W. Vogel.
17. Gregory, P., Fractures of the shaft of the humerus. In: *Rockwood and Green's fractures in adults 5th Ed. Vol.1*. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia. 2001. p. 974-994.
18. Odar VI :Anatomi(hareket sistemi) cilt 3 286,1959 Ankara.
19. Foster RJ, Swiontkowski MF, Bach AW, et al. Radial nerve palsy caused by open humeral shaft fractures. *J Hand Surg* ; 18:121–124, 1993
20. Kuran O : Sistematik Anatomi. Menteş Matbaası, 673-675, İstanbul 1983
21. R.L. Drake, A. Wayne, A.W.M. Mitchell: *Gray's Anatomy For Students*, 2nd Edition, Churchill Livingstone (2010), p.997-1000, 1035-6, 1053-4.
22. Gray H. *Gray's Anatomy*. 30th Edition, United States of America:1985:233-240, 370-380, 512-540, 710-720, 820-826.
23. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi( Cilt1, Cilt2)*.2.Baskı, Ankara;Güneş Kitapevleri Ltd ğti. 1997:10-12, 230-240, 58-66, 115-118,210-221.
24. Gövsa Gökmen F. *Sistematik Anatomi*. İzmir; İzmir Güven Kitapevi. 2003: 65-67,110-114, 152-195.

25. Yıldırım M. Temel Nöroanatomi. 1. Baskı, İstanbul; Nobel Tıp Kitapevleri. 2000: 181-186.
26. Carroll SE : A study of the nutrient foramina of the humeral diaphysis. J Bone Joint Surg Br. 1963 Feb;45-B:176-81.
27. Mysorekar, V.R., Diaphysial nutrient foramina in human long bones. J Anat, 1967. 101(Pt 4): p. 813-22.
28. Cochran GVB. A primer of orthopaedic biomechanics. New York: Churcill Livingston;1982:261-92.
29. Toğrul E, Gülşen M, Sarpel Y, Çapa M, Gülmez T. Tam yivli schanz vidaları ile oluşturulan hibrid İizarov sistemlerinin mekanik performansı. Acta Orthop Traumatol Turcica 1997; 31:348-52.
30. W.B. Saunders : American College of Surgeons Comm the treatment of fracture. 8: 112-117, 1965
31. Baker DM: Fractures of the humeral shaft associated with ipsilateral fracture dislocation of the shoulder . Report of a case. J. Trauma 11: 532-534, 1971
32. Charles A, Rockwood Jr., David PG, Robert WB, James DH,: Rockwood and Green's Fractures in Adults Lippincott-Raven, 197-201, 1996
33. Gregersen HN: Fractures of the humerus from muscular violence. Arch Surg 81: 81-86, 1960
34. Keene JS, Huizenga RE, Engber WD, Rogers SC: Proximal humeral fractures. A correlation of residual deformity with long term function. Orthopaedics 6:173-178, 1983
35. Klenerman L: Experimental fractures of the adult humerus. Med Biol Eng 7: 357- 364, 1969
36. Aro H, Chao EYS. Bone Healing Patterns Affected by Loading. Fracture Fragment Stability Fracture Type and Fracture Site Compression. Clin Orthop. 1993;293:8-17.
37. Brond AR, Rubin TC. Fracture Healing. In: Surgery of the Musculoskeletal System. Churchill Livingstone, New York 1: 93–114, 1990.

38. Khan SN. Bone growth factors. *Orthop Clin North Am.* 31(3): 375–388, 2000.
39. Us Ali Kemal. Kırıklar hakkında genel bilgiler. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü Ders Notları, Ankara, 2005.
40. Miller Mark D. Review of Orthopaedics. 2nd edition. 1996: 1-22.
41. Gartner Leslie P, Hiatt James L. Color Textbook of Histology. 1997: 114-130.
42. Ege R: Kırıklar, eklem yaralanmaları. Travmatoloji kitabı. Kadioğlu matbaası, 25-63, Ankara, 1989
43. Epps CH, Grant RE: Fractures of the humerus. Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Editors, Fractures in Adults. Vol. 1, 3'rd ed. Lippincott-Raven , 843-869, 1991
44. Joseph DZ, Kenneth JK: Fracturee of the shaft of the humerus. Rockwood and Green's fractures in adults. Fourth edition. Lippincott-Raven Publishers, 1025-1051, 1996
45. John W. Packer, Robert R Foster: The humeral fracture with radial nerve palsy . Is exploration warranted? Columbia University Collage of Phisicians.
46. Bateman J.E.: Trauma to nerves in Limbs. Philadelphia , Saunders; p: 386, 1962
47. Yakkanti MR, Roberts CS, Murphy J, Acland RD. Anterior transposition of the radial nerve – a cadaveric study. *J Orthop Trauma* 2008;22:705-8.
48. Zlotolow DA, Catalano LW 3rd, Barron OA, Glickel SZ. Surgical exposures of the humerus. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:754-65.
49. Karaoğlu A: Humerus diafiz psödoartrozlarında cerrahi tedavi metodlarının karşılaştırılması. İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD. Uzmanlık Tezi , İstanbul 2001

50. Joseph DZ, Kenneth JK: Fracture of the shaft of the humerus. Rockwood and Green's fractures in adults. Fourth edition. Lippincott-Raven Publishers, 1025-1051, 1996
51. John W. Packer, Robert R Foster: The humeral fracture with radial nerve palsy . Is exploration warranted? Columbia University Collage of Phisicians.
52. Bateman J.E.: Trauma to nerves in Limbs. Philadelphia , Saunders; p: 386, 1962
53. Balfour GW: Diaphysis fractures of the humerus. Treated with a ready-mode fracture brace. J. Bone Joint Surgery 76:12-15, 1975
54. Hunter SG: The closed treatment of fractures of the humeral shaft. Clin Orthop. 164:192-198, 1982
55. Jih-Yang Ko: Surgical treatment of complex fracture of the proksimal humerus. Clin Orthop 327: 225-237, 1996
56. Leyshon RL; Closed treatment of fractures of the proximal humerus. Acta Orthop Scand. 55: 48-51, 1984
57. Neer II CS: Displaced proximal humerus fractures Part II Treatment of three part and four part displacement. J Bone Joint Surg 52A:1090-1103, 1970
58. Kahraman Ö, Aksoy B, Okay E, Yıldırım ÖS, Esenyol CZ, Kara AN: Humerus cisim kırıklarının plak vida osteosentezi ile tedavisi. Acta Orthop Traum Turc 33: 121-125, 1999.
59. Kennedy JC, Wyott JK: An evaluation of the management of fractures through the middle third of the humerus. Con J Surg 26: 187, 1957.
60. Sarmiento, A., et al., Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. J Bone Joint Surg Am, 1977. 59(5): p. 596-601.
61. Coldwell, J., Treatment of fractures of the shaft of the humerus by hanging cast. . Urg Gynecol Obstet 1940(70): p. 421-425.
62. Cadwell JA. Treatment of fracture of the humerus by hanging cast. Surg Gynecol Obstet 1940;70:421-425.

63. Charnley J. The Closed Treatment of Common Fractures. Baltimore: Williams and Wilkins,1961.
64. Christensen S. Humeral shaft fractures: operative and conservative treatment. Acta Chir Scand 1967;133(6):455-460.
65. Stewart MJ and Hundley JM: Fractures of the humerus. A comparative study methods of treatment. J Bone Joint Surg 37A: 681-692, 1955.
66. Coldwell JA: Treatment of fractures in the Cincinnati General Hospital .Ann Sug 97: 161-176, 1993
67. Karaoğlu A: Humerus diafiz psödoartrozlarında cerrahi tedavi metodlarının karşılaştırılması. İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD. Uzmanlık Tezi , İstanbul 2001
68. Lavini F, Renzi Brivio L, Pizzoli A, Giotakis N, Bartolozzi P. Injury; 32 Suppl 4, 35-40,2001
69. Sarmiento , Augusto, Philip B: Functional bracing of the shaft of humerus. J.Bone Joint Surg. 59 A, 595-601, 1977
70. Stewart MJ and Hundley JM: Fractures of the humerus. A comparative study in methods of treatment. J Bone Joint Surg 37A: 681-692, 1955
71. Holm CL: Management of humeral shaft fractures. Fundamental of nonoperative technique. Clin Orthop 71: 132-139, 1970
72. Gilchrist DK; Stockinette-Velpeau for immobilization of the shoulder Gridle. J Bone Joint Surg 49A: 750-751, 1967
73. William P, Cooney III: Humeral Fractures. Complications and reconstructive surgery. The shoulder arm and elbow. J Bone Joint Surg 46A:185-192, 1992.
74. Anthony MI,Darren AW: Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. J Bone Joint Surg 76B: 23-24, 1994
75. Chapman NW, Mahoney M: The role of internal fixation in the management of open fractures. Clin Orthop 138: 120 - 138, 1979.

76. Seligson D, Ostermann PA, Henry SL, Wolley T. The management of open fractures associated with arterial injury requiring vascular repair. *J Trauma*; 37: 938-40. 1994.
77. Lange RH, Foster RJ: Skeletal management of shaft fractures associated with forearm fractures. *Clin Orthop* 195: 173-177, 1985
78. Zagorsky JB, Latta LL, Zych GA, Finniesten AR: Diaphyseal fractures of the humerus treatment wŝth prefabrŝcated braces. *J Bone Joint Surg* 70A: 607-610, 1999
79. Albright JA, Gillespie TE, Butaud TR treatment of bone metastases. *Semin Oncol*:7:418–434, 1980
80. Cheng DS, Seitz CB, Eyre HJ. Nonoperative menagement of femoral,humeral,and acetabular metastasis in patients with breast carcinoma.*Cancer* :45:1533-1537 . 1980
81. Weissman BN, Sledge CB: *Orthopaedic Radiology*. W.B. Saunder Company, 67Philadelphia, 1986.
82. Aynacı, O., Yıldız, M, Aydın, H, Kerimoğlu, S., Humerus cisim kırıklarında eksternal fiksator uygulamalarımız. *Hacettepe Ortopedi Dergisi*, 2000. 10(4): p. 137-140.
83. Schatzker, J., *Fractures of the humerus* In Schatzker J, Tile M, eds. *The Rationale for Operative Fracture Care* 2nd ed Berlin; Springer-Verlag. 1996: p. 83-94
84. Gregory, P., *Fractures of the shaft of the humerus*. In: Rockwood and Green's *fractures in adults* 7th Ed. Vol.1. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia. 2014: p. 999-1036.
85. Heim D, Herkert F, Hess P, et al. Surgical treatment of humeral shaft fractures: theBasel experience. *J Trauma* ; 35:226–232, 1993
86. akmak M., Ően C., *Travmada İlizarov uygulamalarımız*, Bilsel k., 2013:p. 44-55.
87. Field JR, Hearn TC, Caldwell CB. Bone plate fixation: an evaluation of interface contact area and force of the dynamic Compression plate (DCP) and the limited contact-dynamic

Compression plate (LC-DCP) applied to cadaveric bone. *J Orthop Trauma* 1997;11:368–73.

88. Jain R, Podworny N, Hupel TM, Weinberg J, Schemitsch EH. Influence of plate design on cortical bone perfusion and fracture healing in canine segmental tibial fractures. *J Orthop Trauma* 1999;13:178–86.

89. Gardner MJ, Brophy RH, Campbell D, Mahajan A, Wright TM, Helfet DL, Lorich DG. The mechanical behavior of locking compression plates compared with dynamic compression plates in a cadaver radius model *J Orthop Trauma*. 2005 Oct;19(9):597-603.

90. Mills WJ, Hanel DP, Smith DG. Lateral approach to the humeral shaft: an alternative approach for fracture treatment. *J Orthop Trauma*. 1996;10(2):81-

91. Holstein A, Lewis GM. Fractures of the humerus with radial-nerve paralysis. *J Bone Joint Surg Am*. 1963 Oct;45:1382-8.

92. O'toole RV, Andersen RC, Vesnovsky O, Alexander M, et al. Are locking screws advantageous with plate fixation of humeral shaft fractures? A biomechanical analysis of synthetic and cadaveric bone. *J Orthop Trauma* 2008;22:709-715

93. Zhiquan A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z et al. Minimally invasive plating osteosynthesis(MIPO) of middle and distal third of humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma* 2007;21:628-633.

94. Türken MA. Medial kelebek fragmanlı humerus cisim kırıklarında farklı internal tespit yöntemlerinin biyomekanik değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi, İzmir 2007.

95. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg (Br)* 2002;84:1093-1110.

96. Bérenger Féraud, L.J.B., De l'emploi de la pointe de Malgaigne dans les fractures. *Rev Ther Medicochir*, 1867. 15(226): p. 256.

97. Parkhill C: A new apparatus for the fixation of bones after resection and in fractures with a tendency to displacement. *Trans Am Surg Assoc* 15:251, 1897.
98. Eren A., Eralp L. (1999). İlizarov Sisteminin Dünyada ve Türkiye'deki Gelişimi, İlizarov cerrahisi ve Prensipleri, Ed.: Çakmak M., Kocaoğlu M., Doruk Grafik, İstanbul, 1-4
99. Crolla KMP, de Varis LS, Clevers GJ. Locked intramedullary nailing of humeral fractures. *Injury* 1993;24:403-406.
100. Ingman AM, Waters DA. Locked intramedullary nailing of the humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76:23-29.
101. Kuntscher G. *Practice of Intramedullary Nailing*. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1967.
102. Reimer BL. Humeral shaft fractures-intramedullary nailing. In: Wiss D, ed. *Master Techniques in Orthopedic Surgery-Fractures*. Philadelphia: Lippencott-Raven, 1998:81-94.
103. Reimer BL, D'ambrosia R, Kellman JF, et al. The anterior acromial approach for antegrade intramedullary nailing of the humeral diaphysis. *Orthopedics* 1993;16:1219-1223
104. Stannard JP, Harris HW, McGwin G Jr et al. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures with a locking, flexible nail *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(11):2103-2110.
105. Giannoudis PV, MacDonald DA, Matthews SJ, et al. Nonunion of the femoral diaphysis. The influence of reaming and non-steroidal anti-inflammatory drugs. *J Bone Joint Surg Br* 200;5:655-658.
106. McKee MD, Miranda MA, Reimer BL, et al. Management of humeral nonunion after the failure of locking intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, 1996;10:492-499.
107. McKee MD, Pedlow FX, Cheney PJ, et al. Fracture below the end of locking humeral nails: a report of three cases. *J Orthop Trauma* 1996;10(7):500-504.
108. Rupp RE, Chrissos MG, Ebraheln N. The risk of neurovascular injury with distal locking screws of humeral intramedullary nails. *Orthopedics* 1996;19:593-595.



109. Chapman NW, Mahoney M: The role of internal fixation in the management of open fractures. *Clin Orthop* 138: 120 - 138, 1979.
110. Seligson D, Ostermann PA, Henry SL, Wolley T. The management of open fractures associated with arterial injury requiring vascular repair. *J Trauma*; 37: 938-40. 1994.
111. Bostman O, Bkalim G, Vainionpaa S, Wilppula E, Patiala H, Rokkanen P: Radial palsy in shaft fracture of humerus. *Acta Orthop Scand* 1986;57(4):316-9.
112. Sim FH, Kelley PJ, Henderson ED: Radial nerve palsy complicating fractures of humerus shaft. *J Bone Joint Surg* 1971;53(A):1023-4.
113. Kettlekamp DB, Alexander H: Clinical review of radial nerve injury. *J Trauma*;7:424-432, 1967
114. Büstman, Ole : Radial Palsy in shaft fracrures of the humerus, *Acta Orthop. Scan.*, Aug, 57 : 316-319. 1986
115. Siegel DB, Gelberman RH: Peripheral nerve injuries associated with fractures and dislocations. In: Gelberman RH (ed). *Operative nerve repair and reconstruction*. JB Philadelphia: Lippencott 1991 s:619-25.
116. Robinson LR. Traumatic injury to peripheral nerves. *Muscle & Nerve*, 2000; 23: 863-873.
117. Burnett MG, Zager EL. Pathophysiology of peripheral nerve injury: a brief review. *Neurosurg Focus*, 2004; 16 (5): 1-7.
118. Quan D, Bird S. Nerve conduction studies and electromyography in the evaluation of peripheral nerve injuries. *Orthopaedic Journal*, 1999; 12: 45-51.
119. Pollock, Frederic H, Drake, Douglas Bovill, Edvin G: Treatment of radial neuropathy associated with fractures of the humerus . *J. Bone Joint Surg Am* 63 A, 293-243, 1981
120. Altıntaş F, Şener N. Humerus cisim kırıklarında konservatif tedavi yöntemleri (Ed.Altıntaş F.). *Kırıkların konservatif tedavisi*. Ankara: 2003.s.21-2.

121. Jupiter JB, Deck M, Ununited humeral diaphyses. *J Shoulder Elbow Surgery* 1998;7(6):644-653.
122. Rubel IF, Kloen P, Campbell D, Schwartz M. Open reduction and internal fixation of humeral nonunions a biomechanical and clinical study. *The Journal Of Bone And Joint Surgery* 2002;84-A(8):1315-22.
123. Muramatsu K, Doi K, Ihara K, Shigetomi M et al. Recalcitrant posttraumatic nonunion of the humerus 23 patients reconstructed with vascularized bone graft. *Acta Orthop Scand* 2003;74(1):95-97.
124. Castellá FB, Garcia FB, Berry EM, Perelló EB. Nonunion of the humeral shaft long lateral butterfly fracture—A nonunion predictive pattern? *Clinical Orthopaedics And Related Research* 2004;424:227-230.
125. Ritchlin CT. Reflex sympathetic dystrophy and transient regional osteoporosis. In: Klippel JH, ed. *Primer on the Rheumatic Diseases*. Atlanta: Arthritis Foundation. 1997: 319-21.
126. Tüzün Ç. Refleks sempatik distrofi sendromu. *Romatoloji Gündemi* 1998;3:15-24.
127. Lo TC, Healy WL. Re-irradiation for prophylaxis of heterotopic ossification after hip surgery. *Br J Radiol* 2001;74(882):503-6.
128. Meekers FSL, Broos PLO. Operative treatment of humeral shaft fractures. *Acta Orthopædica Belgica*, 2002;68(5):462-70
129. Esenkaya İ, Nalbantoğlu U, Türkmen İM, Baran T. Futbolda üst ekstremite yaralanmaları. *Acta Orthop Traumatol Turc* 1994;28:247-249.
130. Scott CF Jr. Length of operation and morbidity: is there a relationships? *Plast Reconstr Surg*. 1982 Jun;69(6):1017-21.
131. Wang DS. Re: How Slow is Too Slow? Correlation of Operative Time to Complications: An Analysis from the Tennessee Surgical Quality Collaborative. *J Urol*. 2016 May;195(5):1510-1.

132. Esmailiejah A A ; Abbasian M R ; Safdari F; Ashoori K . Treatment of Humeral Shaft Fractures: Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Versus Open Reduction and Internal Fixation. *Trauma Mon.* 2015 August; 20(3): e26271.
133. Zhiquan An, Bingfang Zeng, Xiaojian He, Qi Chen, Shundong Hu. Plating osteosynthesis of mid-distal humeral shaft fractures: minimally invasive versus conventional open reduction technique. *International Orthopaedics (SICOT)* (2010) 34:131–135
134. Micic Ivan Dragoljub, Mitkovic Milorad Borivoje, Mladenovic Desimir Svetomir, Golubovic Velimir Zoran, In-Ho Jeon. Treatment of the Humeral Shaft Aseptic Nonunion Using Plate or Unilateral External Fixator. *J Trauma.* 2008;64:1290 –1296
135. Catagni MA, Lovisetti L, Guerreschi F, Camagni M, Albisetti W, Compagnoni P,Combi A. The external fixation in the treatment of humeral diaphyseal fractures: Outcomes of 84 cases. *Injury.* 2010 Nov;41(11):1107-11
136. Kulkarnia V S , Kulkarnia M S, Kulkarnia G S , Goyala V, Kulkarnia M G. Comparison between antegrade intramedullary nailing (IMN), open reduction plate osteosynthesis (ORPO) and minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in treatment of humerus diaphyseal fractures. *Injury, Int. J. Care Injured* 48S2 (2017) S8–S13
137. Julian M. Barker, Simon J. Mills, Simon L. Maguire, Abdul Ghaaliq Lalkhen, Brendan A. McGrath, Hamish Thomson. *The Clinical Anaesthesia Viva Book.* Cambridge University Press.2009Cambridge.25:417-421
138. Mir G. R. Wali, Asif N. Baba,Irfan A. Latoo, Nawaz A. Bhat, Omar Khurshid Baba,Sudesh Sharma. Internal fixation of shaft humerus fractures by dynamic compression plate or interlocking intramedullary nail: a prospective, randomised study. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2014 Nov; 9(3): 133–140.
139. Gregory, P., *Fractures of the shaft of the humerus.* In: Rockwood and Green's fractures in adults 7th Ed. Vol.1. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia. 2014: p. 999-1036.

140. Fan Y, Li YW, Zhang HB, Liu JF, Han XM, Chang X, Weng XS, Lin J, Zhang BZ. Management of Humeral Shaft Fractures With Intramedullary Interlocking Nail Versus Locking Compression Plate. *Orthopedics*. 2015 Sep;38(9):e825-9.
141. Bisaccia M, Meccariello L, Rinonapoli G, Rollo G, Pellegrino M, Schiavone A, Vicente CI, Ferrara P, Filipponi M, Caraffa A. Comparison of Plate, Nail and External Fixation in the Management of Diaphyseal Fractures of the Humerus. *MedArch*. 2017 Apr;71(2):97-102. doi: 10.5455/medarh.2017.71.97-102.
142. Badman BL, Rill L, Butkovich B, Arreola M, Griend RA. Radiation exposure with use of the mini-C-arm for routine orthopaedic imaging procedures. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:13–7.4.
143. Mastrangelo G, Fedeli U, Fadda E, Giovanazzi A, Scoizzato L, Saia B. Increased cancer risk among surgeons in an orthopaedic hospital. *Occup Med(Lond)* 2005;55:498–500.
144. Gültekin Sıtkı Çeçen, Deniz Gülabi, Gökhan Pehlivanoglu, Güven Bulut, Halil Bekler, Kiyasettin Asil. Ortopedi ameliyathanesinde radyasyon. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2015;49(3):297–301
145. Mariscalco MW, Yamashita T, Steinmetz MP, Krishnaney AA, Lieberman IH, Mroz TE. Radiation exposure to the surgeon during open lumbar microdiscectomy and minimally invasive microdiscectomy: a prospective, controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011;36:255–60
146. Sushruth S. Srinivas, Mahabala P. Rai. Radiation Exposure Intra-Operatively In Treating Humerus Shaft Fractures – A Comparative Study. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. Volume 15, Issue 3 Ver. V (Mar. 2016), PP 24-29
147. Peng Yin, Lihai Zhang , Zhi Mao, Yanpeng Zhao, Qun Zhang, Sheng Tao, Xiangdang Liang, Hao Zhang, Houchen Lv, Tongtong Li, Peifu Tang. Comparison of lateral and posterior surgical

approach in management of extra-articular distal humeral shaft fractures. *Injury, Int. J. Care Injured* 45 (2014) 1121–1125

148. Huri G, Biçer Ö S, Öztürk H, Mehmet Ali Deveci M A, Tan İ. Humerus shaft kırıklarında minimal invaziv perkütan plak osteosentezinin (MIPPO)fonksiyonel sonuçları: Klinik çalışma. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2014;48(4):406-412

149. Kesemenli CC, Subaşı M, Arslan H, Necimoğlu S ve ark. Humerus kırıklı olgularda kilitli intramedüller çivi ve plak ile tedavi sonuçlarının karşılaştırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2003;37(2):120-125.

150. McCormack RG, Brien D, Buckley RE, McKee MD et al. Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. *J Bone Joint Surg [Br]* 2000;82-B:336-9.

151. Singiseti K, Ambedkar M. Nailing versus plating in humerus shaft fractures. *International Orthopaedics (SICOT)* 2010;34:571-576.

152. Crenshaw, A. H.: Delayed union and nonunion of Iractures. In *Campbell 's Operative Orllhapaedics*. edited by A. H. Crenshaw; Ed. 1: Vol. 3, 2072-2084, St. louis, The CV Mosby Co .. 1987.

153. Mayer, P. J., Evarts, C. M.: Nonunion, delayed union, maUnion, and avascular necrosis. In *Complications in Orllhopaedic Surgery*, edited by C. H. Jr Epps; Ed. 2: Vol. 1,207-230, Philadelphia, JB LippineoU Co., 1986

154. Farouk O, Krettek C. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury*. 1997;28:7-12.

155. Lee T, Yoon J. Newly designed minimally invasive plating of a humerus shaft fracture; a different introduction of the plate. *Int Orthop* 2016 Dec;40(12):2597-2602

156. Scaglione M, Fabbri L, Dell' Omo D, Goffi A, Guido G. The role of external fixation in the treatment of humeral shaft fractures:

aretrospective case study review on 85 humeral fractures. *Injury*. 2015 Feb;46(2):265-9.

157. Schoch B S, Padegimas E M, Maltenfort M, Krieg J, Namdari S. Humeral shaft fractures: national trends in management. *J Orthop Traumatol* (2017) 18:259–263

158. An Z, He X, Zeng B. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. A comparative study on open reduction and plating osteosynthesis and minimalinvasive plating osteosynthesis in treating mid-distal humeral shaft fractures. 2009 Jan;23(1):41-4

159. Broadbent MR, Will E, McQueen MM. Prediction of outcome after humeral diaphyseal fracture. *Injury*. 2010 Jun;41(6):572-7.

160. Limmili B. Kelebek fragmanlı humerus cisim kırıklarında konservatif ve cerrahi tedavi yöntemlerinin değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi. İzmir 2010

161. Zhao G, Liu HN, Li N, He L, Wu XB. Comparison of mid-term surgical results between plate and intramedullary nail for humeral shaft fracture. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2016 Oct 11;96(37):2988-2992.

162. Broadbent MR, Will E, McQueen MM. Prediction of outcome after humeral diaphyseal fracture. *Injury*. 2010 un;41(6):572-7.

163. Gaullier O, Rebaï L, Dunaud JL, Moughabghab M, Benaissa S. [Treatment of fresh humeral diaphysis fractures by Seidel intramedullary locked nailing. A study of 23 initial cases after 2.5 years with rotator cuff evaluation]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1999 Jul;85(4):349-61. French.

164. Illical EM, Farrell DJ, Siska PA, Evans AR, Gruen GS, Tarkin IS. Comparison of outcomes after triceps split versus sparing surgery for extra-articular distal humerus fractures. *Injury*. 2014 Oct;45(10):1545-8

165. Broadbent MR, Will E, McQueen MM. Prediction of outcome after humeral diaphyseal fracture. *Injury*. 2010 Jun;41(6):572-7.

166. Gaullier O, Rebaï L, Dunaud JL, Moughabghab M, Benaissa S. [Treatment of fresh humeral diaphysis fractures by Seidel intramedullary locked nailing. A study of 23 initial cases after 2.5 years with rotator cuff evaluation]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1999 Jul;85(4):349-61. French
167. Hudak, P.L., P.C. Amadio, and C. Bombardier, Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). Am J Ind Med, 1996. 29(6): p. 602-8.
168. Öksüz, Ç., Düger, T, Yakut, E, Yörükan, S ve ark., The Disability Of The Arm, Shoulder And Hand (Dash) Anketinin Türkçe Versiyonu: Test-Retest Güvenirlik Ve Geçerlik. X. El ve Üst Extremité Cerrahisi Kongresi, sözel bildiri. 2006: p. 25-28.
169. Bednarek, M., et al., [Evaluation of influence of Dupuytren's contracture's operative treatment on increase of quality of hand's function basing on research in use DASH (disability of the arm, shoulder and hand) questionnaire - own experience]. Przegł Lek, 2013. 70(11): p. 893-9.
170. Kayaokay K. Humerus diafiz kırıklarında konservatif, intramedüller çivileme ve plaklı osteosentez tedavileri sonuçlarının karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. İzmir 2016
171. Numbela BX, Aceves LH, González AB, Castro CT. Minimally invasive surgery in diaphyseal humeral fractures with helicoidal plate. One year result in seven patients. Acta Ortop Mex 2007;21:239-46.
172. Smejkal K, Dědek T, Zvák I, Trlica J, Lochman P. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the humeral diaphysis fractures. Rozhl Chir 2009;88:603-7.