



T.C.

AMASYA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**KONSERVATİF TAKİP EDİLEN PEDIATRİK ÖN KOL ÇİFT
KIRIKLARINDA AÇILANMA VE AŞIRI BÜYÜME ULNAR
VARYANSI ETKİLER Mİ?**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Ufuk ÖZKAN

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Emre ÇALIŞAL

Dr. Öğr. Üyesi Özkan ÖZTÜRK

**AMASYA
ARALIK 2024**

T.C.
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

KONSERVATİF TAKİP EDİLEN PEDIATRİK ÖN KOL ÇİFT
KIRIKLARINDA AÇILANMA VE AŞIRI BÜYÜME ULNAR
VARYANSI ETKİLER Mİ?

Dr. Ufuk ÖZKAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Emre ÇALIŞAL

Dr. Öğr. Üyesi Özkan ÖZTÜRK

AMASYA
ARALIK 2024



canım aileme...

ETİK BEYAN

Amasya Üniversitesi Tıp Fakültesi Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Dr. Ufuk ÖZKAN

04.12.2024

TEŞEKKÜR

Ortopedi ve Travmatoloji'nin önemli kliniklerden biri olduğuna inanan ve asistanı olmakla gurur duyduğum, kaliteli bir Ortopedi ve Travmatoloji uzmanı olarak yetişmemiz için büyük emek harcayan klinik şefimiz sayın Doç. Dr. Hicabi SEZGİN hocama teşekkür ederim.

Tezimi tamamlamanda büyük emeği olan Doç. Dr. Emre ÇALIŞAL hocama ve Dr. Öğr. Üyesi Özkan ÖZTÜRK hocama teşekkür ederim. Asistanlığım boyunca kendilerinden teorik ve pratik anlamda çok şey öğrendiğim Doç. Dr. Selami KARADENİZ hocama, Op. Dr. Cumhur Özdemir ÜREMEN hocama, Op. Dr. Furkan ERDOĞAN hocama ayrıca teşekkür ederim. Beni yetiştirmek için her türlü fedakârlığa katlanan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, çocukları olmaktan gurur duyduğum annem ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimimde 2,5 yıl boyunca eğitimime destek olan Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Nevzat DABAK hocam başta olmak üzere benim üzerimde emekleri olan Prof. Dr. Yılmaz TOMAK, Prof. Dr. Davut KESKİN, Prof. Dr. Ahmet PİŞKİN, Prof. Dr. Ferhat SAY, Doç. Dr. Hüseyin Sina COŞKUN ve Doç. Dr. İsmail BÜYÜKCERAN hocalarıma teşekkür ederim.

Kliniğimizde kardeşlik ve sevgi ortamı içerisinde, beraber çalıştığım asistan arkadaşlarıma, kliniğimiz ve ameliyathane hemşire ve personeline teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLolar DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR VE LATİNCE KARŞILIKLAR DİZİNİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Tarihçe.....	5
2.2. Ön Kol Anatomi.....	5
2.2.1. Ön kol kemikleri.....	6
2.2.1.1. Radius.....	6
2.2.1.2. Ulna.....	10
2.2.2. Ön kol kasları.....	14
2.2.2.1.1. Ön kol ön yüz yüzeysel kaslar.....	14
2.2.2.1.2. Ön kol ön yüz derin kaslar.....	15
2.2.2.2.1. Ön kol arka yüz yüzeysel kaslar.....	17
2.2.2.2.2. Ön kol arka yüz derin kaslar.....	18
2.2.3. Ön kol dolaşımı.....	20

2.2.3.1. Ön kol arterler.....	20
2.2.3.2. Ön kol venler.....	21
2.2.3.2.1. Ön kol yüzeysel venler.....	21
2.2.3.2.2. Ön kol derin venler.....	22
2.2.4. Ön kol sinirler.....	22
2.2.5. Ön kolun fonksiyonel anatomisi.....	25
2.2.5.1. Proksimal radioulnar eklemin fonksiyonel anatomisi.....	25
2.2.5.2. Distal radioulnar eklemin fonksiyonel anatomisi.....	26
2.3. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarının Oluş Mekanizması.....	27
2.4. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Klinik Belirtiler ve Bulgular.....	30
2.5. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Radyolojik Değerlendirme.....	31
2.5.1. X-ray.....	31
2.5.2. Ultrasonografi.....	32
2.5.3. Bilgisayarlı tomografi.....	32
2.6. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Kırık Tipleri.....	32
2.6.1. Plastik deformasyon.....	32
2.6.2. Torus kırığı.....	33
2.6.3. Yaş ağaç kırığı.....	33
2.6.4. Epifiz yaralanmaları.....	33
2.6.5. Tam kırıklar.....	34
2.7. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Tedavi.....	35
2.7.1. Konservatif tedavi.....	35

2.7.2. Cerrahi tedavi.....	39
2.7.2.1. Plak fiksasyonu.....	39
2.7.2.2. İntramedüller çivileme.....	40
2.7.2.3. Eksternal fiksasyon.....	41
2.8. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Komplikasyonlar.....	42
2.8.1. Redüksiyon kaybı.....	42
2.8.2. Hareket kısıtlılığı.....	42
2.8.3. Refraktür (Yeniden kırık).....	42
2.8.4. Nonunion (Kaynamama).....	43
2.8.5. Malunion (Yanlış kaynama).....	43
2.8.6. Sinostoz (Yapışıklık).....	44
2.8.7. Enfeksiyon.....	44
2.8.8. Sinir yaralanması.....	44
2.8.9. Kompartman sendromu.....	45
2.8.10. Refleks sempatik distrofi.....	45
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	46
4. BULGULAR.....	57
5. TARTIŞMA.....	74
6. SONUÇ.....	77
7. KAYNAKLAR.....	78
8. EKLER.....	87
EK-1. Proje Kabul ve Onay Sayfası.....	88

EK-2. Etik Kurulu Onay Formu.....	89
EK-3. Etik Kurulu Onay Formu.....	90
9. ÖZGEÇMİŞ.....	91



TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Deplase ön kol şaft kırıklarında kabul edilebilir sınırlar.....	2
Tablo 2. Ulnar varyansın el bilekte radius ve ulna üzerine etkisi.....	3
Tablo 3. Ön kol çift kırığı olan kız ve erkek çocukların dağılımı, kırık tarafın yön dağılımı ve dominant tarafın yön dağılımını gösteren grafikler.....	47
Tablo 4. 61 hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, el dinamometre değeri, VAS skoru, QuickDASH skoru ve MAYO el bilek skoru.....	57
Tablo 5. 61 hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, el dinamometre, VAS skoru, QuickDASH skoru ve MAYO el bilek skoru tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	58
Tablo 6. Yaş, vücut kitle indeksi (VKİ), el dinamometre kırık taraf, el dinamometre normal taraf, VAS skoru, QuickDASH skoru, MAYO el bilek skoru arasındaki korelasyon testi.....	59
Tablo 7. Bağımlı eşlemeli t testi ile kırık tarafın ve normal tarafın el dinamometre sonucunun istatistiksel olarak aralarındaki farklılıkların değerlendirilmesi.....	60
Tablo 8. Kırık ve normal tarafların el bilek fleksiyonu, ekstansiyonu, supinasyonu, pronasyonu, ulnar deviasyonu, radial deviasyonu.....	61
Tablo 9. Bağımlı eşlemeli t testi ile kırık tarafın ve normal tarafın eklem hareket açıklıkları istatistiksel olarak aralarındaki farklılıkların değerlendirilmesi.....	62
Tablo 10. Ön kol çift kırığı ile konservatif takip edilen en az bir yıllık takibi olan 61 hastanın kırık, redüksiyon ve 1. yıldaki anterior-posterior ve lateral görüntülerindeki açılanmalar, ap görüntülerindeki uzunluk ve ulnar varyans ölçümleri.....	64
Tablo 11. Takip grafileri sonrası açı değerleri, uzunluk ölçümleri ve ulnar varyans değerlerinin tanımlayıcı istatistik hesaplaması ($\bar{x}$: ortalama, $s_{\bar{x}}$: standart hata).....	68
Tablo 12. Takip grafileri sonrası redüksiyon radius-ulna açı değerleri ve bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans değerlerinin bağımsız t testi ile istatistiksel olarak anlamlı değerin belirlenmesi.....	69

Tablo 13. Takip grafileleri sonrası uzunluk değerleri, açđ değerleri ve ulnar varyans değerleri arasındaki korelasyon hesaplaması.....70

Tablo 14. Bağımlı eşlemeli t testi ile takip grafileleri sonrası uzunluk değerleri, açđ değerleri ve ulnar varyans değerlerinin aralarındaki farklılıkların değerlendirilmesi.....72



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Radius kemiğinin ön-arka yüzey ait anatomik görüntüleri.....	7
Şekil 2. Radius ve ulna kemiklerinin distal bölgesinin önden ve arkadan eklem yaptığı kemikler.....	9
Şekil 3. Ulna kemiğinin ön, arka ve dış yüzey ait anatomik görüntüleri.....	10
Şekil 4. Ulna ve radius kemiklerinin proksimal kısmının humerus kemiğinin distali ile eklem oluşturmaya ait anatomik görüntüleri.....	11
Şekil 5. İnterosseoz membran.....	13
Şekil 6. Ön kol ön yüzündeki yüzeysel kaslar.....	15
Şekil 7. Ön kol ön yüzündeki yüzeysel ve derin kaslar.....	16
Şekil 8. Ön kol arka yüzündeki yüzeysel kaslar.....	18
Şekil 9. Ön kol arka yüzündeki derin kaslar.....	19
Şekil 10. Ön kol arterleri.....	20
Şekil 11. Ön kol yüzeysel venleri.....	21
Şekil 12. Radial sinirin ön koldaki seyri.....	22
Şekil 13. Median sinirin ön koldaki seyri.....	23
Şekil 14. Ulnar sinirin ön koldaki seyri.....	24
Şekil 15. Proksimal radioulnar eklem.....	25
Şekil 16. Distal radioulnar eklem.....	26
Şekil 17. Deformasyon ve kuvvet arasındaki ilişkiyi gösteren grafik.....	27
Şekil 18. Ön kol 1/3 proksimal diafiz kırığı ve supinasyonda redüksiyon sonrası hizalama sağlandı.....	29

Şekil 19. Çocuktaki ön kol anterior-posterior ve lateral x-ray görüntüsü, belli başlı anatomik bölgeler.....	31
Şekil 20. Plastik deformasyon (a), torus (buckle) kırığı (b) ve yaş ağaç kırığı (c), kırıkların oluş mekanizmaları.....	33
Şekil 21. Ön kol kırıklarında kapalı redüksiyon tekniği.....	36
Şekil 22. Kapalı redüksiyonu takiben alçı indeksi (alçı indeksi= x/y).....	37
Şekil 23. Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniği'ndeki alçı odasında traksiyon-kontratraksiyon yöntemi ile ön kol çift kırığı redüksiyonu ve uzun kol atel uygulaması.....	48
Şekil 24. M.H. isimli hastanın 14.6.2019 tarihine ait ön kol anterior-posterior ve yan başvuru radyografileri.....	49
Şekil 25. B.K. isimli hastanın sol ön kol çift kırığı başvuru anındaki anterior-posterior ve lateral radyografileri.....	50
Şekil 26. B.K. isimli hastanın sol ön kol çift kırığı kapalı redüksiyon ve uzun kol atel sonrası anterior-posterior ve lateral radyografileri.....	50
Şekil 27. B.K. isimli hastanın sol ön kol çift kırıktan bir yıl sonrasındaki tek kaset görüntü içerisindeki karşılaştırmalı kırık taraf ile normal taraf içeren anterior-posterior ve lateral radyografileri.....	51
Şekil 28. Ulnar varyans ölçümü (a) ve S.K. isimli hastanın 30.10.23 tarihindeki karşılaştırmalı çekilen kırıktan bir yıl sonrasındaki posterior-anterior radyografisi (b).....	52
Şekil 29. Radial inklinasyon ölçümü.....	52
Şekil 30. Radius şaft uzunluğu ve ulna şaft uzunluğu ölçümü.....	53
Şekil 31. A.Y.K isimli hastanın kırıktan bir yıl sonrasındaki kırık taraf ile normal taraf fleksiyonu, ekstansiyonu, supinasyonu, pronasyonu, radial deviasyonu, ulnar deviasyonu.....	54
Şekil 32. Gonyometre aleti.....	55

Şekil 33. El dinamometre cihazı, <i>Baseline^R instruction manual hydraulic hand dynamometer with digital LCD gauge</i>	56
--	----



KISALTMALAR ve LATİNCE KARŞILIKLAR DİZİNİ

Latince	Açıklama
<i>Medial</i>	İç taraf
<i>Lateral</i>	Dış veya yan taraf
<i>Proksimal</i>	Üst taraf
<i>Distal</i>	Alt taraf
<i>Superior</i>	Yukarı taraf
<i>Inferior</i>	Aşağı taraf
<i>Anterior</i>	Ön taraf
<i>Posterior</i>	Arka taraf
<i>Palmar, Volar</i>	Ön kolun ön kısmı
<i>Dorsal</i>	Ön kolun arka kısmı
<i>Caput</i>	Baş kısmı
<i>Collum</i>	Boyun kısmı
<i>Margo</i>	Kenar kısmı
<i>Facies</i>	Dış yüzü
<i>Incisura</i>	Çentik
<i>Sulcus</i>	Oluk
<i>Fasciculus</i>	Demet
<i>Foramen</i>	Delik
<i>Ramus</i>	Dal

Latince	Açıklama
<i>Articulatio</i>	Eklem
<i>Fossa</i>	Çukur
<i>Os</i>	Kemik
<i>Musculus (M.)</i>	Kas
<i>Nervus (N.)</i>	Sinir
İnnervasyon	Organ veya dokunun sinirler bağlantısı
<i>Arter (A.)</i>	Atardamar
<i>Ven (V.)</i>	Toplardamar
Fraktür	Kırık
Mold etmek	Biçim vermek
Alignment	Hizalama
Fragman	Parça
Remodeling	Yeniden şekillenme
Refraktür	Yeniden Kırık
Nonunion	Kaynamama
Malunion	Yanlış Kaynama
ROM (Range of motion)	Eklem hareket açıklığı
AP (Anterior-Posterior) radyografi	Ön-arka radyografi
PA (Posterior-Anterior) radyografi	Arka-ön radyografi
Angulasyon	Açılanma

ÖZET

KONSERVATİF TAKİP EDİLEN PEDIATRİK ÖN KOL ÇİFT KIRIKLARINDA AÇILANMA VE AŞIRI BÜYÜME ULNAR VARYANSI ETKİLER Mİ?

Ufuk ÖZKAN

Amasya Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi, Aralık/2024

Danışman: Doç. Dr. Emre ÇALIŞAL, Dr. Öğr. Üyesi Özkan ÖZTÜRK

Ön kol çift kırıkları pediatrik kırıkların %13,4'ünü oluşturmaktadır. Uzun kemik kırıklarında çok sayıda uzunluk farkı olduğuna dair çalışmalar mevcutken ön kol çift kırıklarındaki çalışmalar nadirdir. Ulnar varyansın el bilekteki distal radiusun ve distal ulnanın karpal kemikler üzerine fonksiyonel etkisi bilinmemektedir. Kırık sonrası ön kol kemikteki gelişebilecek uzamanın ve açılanmanın ulnar varyansa ve el bilek fonksiyonuna olan etkisi bilinmediğinden konservatif takip edilen hastalarda en az bir yıl sonrası iyileşme sağlamış çocuk ön kol çift kırıklarında açılanma ve aşırı büyümenin ulnar varyans üzerindeki ilişkisini değerlendirmeyi amaçladık. Çalışma Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne 1 Ocak 2018 - 31 Ekim 2023 tarihleri arasında ön kol çift kırığı ile başvuran 5-14 yaş arasındaki çocuklarda retrospektif olarak incelenerek yapılmıştır. Hastaların klinik olarak eklem hareketleri değerlendirildi. Hastalar VAS, QuickDASH, MAYO el bilek skoru ve el kavrama kabiliyeti açısından el dinamometre ile değerlendirildi. Radius ve ulna kırıklarının beraber eşlik ettiği şaft bölgesinden metafize kadar olan hastalar için nizami bilateral ön kol anterior-posterior (AP) ve lateral, bilateral el bilek posterior-anterior (PA) ve lateral çekilen radyografiler üzerinden değerlendirildi. Radius ve ulna arasındaki açılar arasındaki farkı radius-ulna açıları olarak hesaplandı. Radius uzunluk, ulna uzunluk, radial inklinasyon, ulnar varyans ölçülerek not edildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart hata ile belirlendi. El dinamometre skoru kırık tarafta ile normal tarafta istatistiksel olarak aralarında fark vardır ($p<0,000$). VAS skoru $1,34\pm0,25$, MAYO el bilek skoru $77,95\pm0,83$, QuickDASH skoru $3,46\pm0,61$ şeklindedir. Fizik muayenesinde karşılaştırmalı olarak kırık taraf ile normal taraf değerlendirildiğinde el bilek eklem hareket açıklıkları anlamlı fark saptandı ($p<0,000$). Redüksiyon anındaki radius-ulna açıları ile kırık sonrası en az bir yıldaki kırık taraf ulnar varyans arasında istatistiksel olarak korelasyon mevcut değildir ($p=0,352$). Bağımsız t testi ile redüksiyon anındaki radius-ulna arasındaki açı farkı -7 derece ve üzerinde olduğunda kırık taraftaki takip grafilerindeki ulnar varyansın istatistiksel olarak etkilendiği ortaya çıktı ($p=0,049$). Radius uzunluğunda normal tarafla kıyaslandığında yaklaşık olarak 1,8 mm, ulna uzunluğunda yaklaşık olarak 1,6 mm kadar uzama, radial inklinasyonda yaklaşık olarak 2,66 derecelik artış ve ulnar varyansta ise normal tarafa kıyasla 0,7-1,1 mm'lik negatifleşme söz konusudur. Radius uzunluk ve ulna uzunluk ile radial inklinasyon arasında doğrusal bir ilişki söz konusudur ($p<0,000$). Radial inklinasyon ile ulnar varyans arasında ters bir ilişki mevcuttur ($p=0,021$). Radyolojik değişiklikler el bilek skora üzerinde etki yaratmazken klinik olarak el bilek fonksiyonlarında değişiklik meydana getirmektedir. Radius ve ulna uzunluğunda artma, radial inklinasyonda artış olurken ulnar varyansı da negatif yönde etkilemektedir. Radius ve ulna uzunluğunun artması dolaylı olarak ulnar varyansı negatifleştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çocuklar, ön kol çift kırıkları, aşırı büyüme, ulnar varyans

ABSTRACT**THE EFFECT OF ANGULATION AND OVERGROWTH ON ULNAR VARIANCE IN CONSERVATIVELY MANAGED PEDIATRIC BOTH BONE FOREARM FRACTURES**

Ufuk ÖZKAN

Amasya University, Medical School

Department of Orthopedics and Traumatology, Medical Specialization Thesis, December/2024

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Emre ÇALIŞAL, Ass. Prof. Dr. Özkan ÖZTÜRK

Both bone forearm fractures constitute 13.4% of pediatric fractures. While there are many studies with length differences in long bone fractures, studies on both bone forearm fractures are rare. The functional effect of ulnar variance on carpal bones of the distal radius and distal ulna in the wrist is known. Since the effect of elongation and angulation that may develop in the forearm bone after fracture on ulnar variance and wrist function is unknown, we aimed to evaluate the relationship of angulation and overgrowth on ulnar variance in pediatric both bone forearm fractures that healed at least one year after the fracture who were followed up conservatively. The study was conducted by retrospectively examining children aged 5-14 years who applied to Amasya University Sabuncuoğlu Şerefeddin Training and Research Hospital with both bone forearm fractures between January 1, 2018 and October 31, 2023. Range of movements were evaluated clinically. VAS scores, QuickDASH scores, MAYO wrist scores were evaluated and hand grip abilities were evaluated with a hand dynamometer. For patients with joint radius and ulna fractures from the shaft region to the metaphysis, regular bilateral forearm anterior-posterior (AP) and lateral, bilateral wrist posterior-anterior (PA) and lateral radiographs were evaluated. The difference between the angle of radius and angle of ulna called as radius-ulna angle. Radius length, ulna length, radial inclination, ulnar variance were measured and noted. Descriptive statistics were determined as mean±standard error. There is a statistical difference between the hand dynamometer score on fractured side and the normal side ($p<0.000$). VAS score is 1.34 ± 0.25 , MAYO wrist score is 77.95 ± 0.83 , QuickDASH score is 3.46 ± 0.61 . When wrist range of motion of the fractured side and the normal side were evaluated comparatively in the physical examination, a significant difference was detected ($p<0.000$). Although there was no statistical correlation between radius-ulna angle at reduction with ulnar variance ($p=0.352$), ulnar variance was statistically significant affected when radius-ulna angle was -7 degree and above with independent t test ($p=0.049$). In follow-up radiographs, there is approximately 1.8 mm increases in radius length, an approximately 1.6 mm extension in ulna length, an approximately 2.66 degree increase in radial inclination and a 0.7-1.1 cm negativity in ulnar variance compared to normal side. There is a linear relationship between radius length and ulna length with radial inclination ($p<0.000$). There is an inverse relationship between ulnar variance and radial inclination ($p=0.021$). While radiological changes do not affect wrist scoring, they do clinically cause changes in wrist functions. While the increase in radius length and ulna length increases radial inclination, it also negatively affects ulnar variance. Increasing the radius and ulna length indirectly makes ulnar variance negative.

Key Words: Children, both bone forearm fractures, overgrowth, ulnar variance

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ön kol çift kırıkları tüm pediatrik kırıkların %13,4'ünü, tüm üst ekstremité kırıklarının ise %30'unu oluşturur [1]. Çocuklarda en sık görülen kırıklar sırasıyla distal radius kırıkları (%19,87), suprakondiler humerus kırıkları (%16,64) ve ön kol çift kırıklarıdır (%13,36) [2]. Ön kol, dirsek ile el bileği arasında olan radius ve ulna kemiklerinin yer aldığı kolun bir kısmıdır. Ön kol çift kırıkları, radius shaft (gövde) kırıkları ve ulna shaft (gövde) kırıklarının beraber olarak varlığına verilen isimdir. Radius shaft, ulna shaft, distal radius ve distal ulna kırıkları, 18 yaş ve altındaki çocuklarda tüm kırıkların yarısından fazlasını oluşturur. Ayrıca distal kırıklar ile diğer kırıkların tedavisi ve prognozu farklıdır [3].

Çocukluk çağı ön kol çift fraktürleri dirsek ekstansiyonda iken açık el üzerine düşme ile olur. Gövde (shaft) kırıkları kaslar tarafından korunmakta olduğundan uç (distal) kırıklar daha sık görülmektedir [4]. Tanı ön koldaki şekil bozukluğu ve radyolojik inceleme ile koyulur. Fizik muayenede cilt bütünlüğünün özellikle değerlendirilmesi gerekir.

Ön kol kemiklerinden biri veya her ikisi de kırılabilir. Kırıklar, hem radius hem de ulnada yaş ağaç, tam kırık veya birinde yaş ağaç, diğerinde tam kırık şeklinde oluşabilir. Çocuklardaki plastik deformasyon, yaş ağaç kırığı stabil kırıklardır ve konservatif tedavi ile başarılı olmaktadır. Tam kırıklar yer değiştirmemiş, minimal yer değiştirmiş veya açılanma ile ağır yer değiştirmiş olabilir. Açılanma volar, dorsal veya interosseöz boşluğa doğru veya buradan uzağa doğru olabilir. Ön kol kemiklerinden birinde veya her ikisinde plastik deformasyon meydana gelebilir. Ön kolda tek bir kemik kırılmışsa cerrah Monteggia veya Galeazzi kırıklarını dikkate almalı ve ön kola ek olarak el bileği ve dirsek grafileri istemelidir [5].

Konservatif tedavide amaç belirli bir dereceye kadar angulasyon derecesinin azalmasını sağlamak ve kaynama sağlanana kadar bunu sürdürmektir. Ancak bazı durumlarda kapalı redüksiyon ile sağlanamamakta veya istenilen ölçüde sürdürülememektedir. Bu durumda ön kol çift kırığı nedeniyle hasta ameliyat edilebilir. Çocuklarda hızlı kaynama ve yeniden şekillenme potansiyelinin varlığı konservatif tedavinin başarısında en önemli faktörlerdir. On yaş altı ön kol distal kırıklarında açılmal ve rotasyonel deformiteler daha iyi düzeltilir; genel olarak 14 yaşından sonra yeniden şekillenme şansının yaşla birlikte azaldığı ve yetişkin kırıklarında olduğu gibi cerrahi

tedavinin planlanması gerektiği kabul edilmektedir. Jones ve Weiner'a göre, 8 yaş altı ön kol 1/3 orta şaft kırıklarında 10 dereceden fazla açılanma şeklindeki kırıkları, 9-17 yaş arasında ise 8 dereceden fazla açılanma şeklindeki kırık kaynamalarını malunion olarak tanımlamışlardır [6]. Fuller ve McCullough'a göre, 8 yaş altında 20 dereceye kadar olan kırık açıları konservatif takip açısından kabul edilebilir sınırlar içerisinde [7]. Bowman ve arkadaşları, 15 dereceden büyük açılanmalara sahip ön kol proksimal 1/3 şaft kırıklarının cerrahi tedavisini önermektedir [8]. Tarr ve arkadaşları, kadavra çalışmalarında 10 dereceye kadar olan kırık açıları takip için kabul edilebileceğini belirtmiştir [9]. Price literatürü gözden geçirmiş ve deplase radius ve ulna şaft kırıklarında konservatif takip için kabul edilebilir sınırları bildirmiştir [10] (Tablo 1).

Tablo 1. Deplase ön kol şaft kırıklarında kabul edilebilir sınırlar [10]

Yaş ve Kırık Yeri	Açılanma Derecesi	Rotasyon Derecesi	Deplasman Yüzdesi
Orta ve Distal Şaft Kırıkları (<8 yaş)	<15° (<20° 5 yaş altı)	<30°	100°
Orta ve Distal Şaft Kırıkları (>8 yaş)	<10°	<30°	100°
Proksimal Şaft Kırıkları (<8 yaş)	<10°	<30°	100°
Proksimal Şaft Kırıkları (>8 yaş)	Operatif	Operatif	Operatif

Genç kemiklerdeki diyafiz kırıklarının uzunlamasına büyümeyi teşvik ettiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu aşırı büyüme fenomeni, büyük ölçüde alt ekstremitelerde incelenmiş ve bacak boyu farklılığına neden olabileceği saptanmıştır. Üst ekstremitelerde özellikle de ön kol çift kırıklarında bu konudaki çalışma nadirdir. Büyümeye yönelik kışkırtıcı uyaranlar hakkında bir fikir birliği olmamasına rağmen, buna dâhil olan faktörler arasında cinsiyet [11], yaş [12 ve 13], kırığın tipi ve yeri, baskınlık derecesi [14 ve 15] ve el tercihi [16] yer almaktadır. Alt ekstremitelerde aşırı büyüme, kırık sonrası vasküleritenin artması ve periosteal transeksiyon sırasında büyüme plağı üzerine uygulanan gerilimin azalmasına bağlı büyümenin tetiklendiği bir yayında belirtilmiştir [17 ve 18]. Diğer yayında, pediatrik femur şaft kırığından sonraki 12 ay boyunca artan metabolizmadan büyümenin tetiklendiği yönündedir [19]. Ancak üst ekstremitelerde kırıklarında bu tür aşırı büyümenin raporlanması nadirdir. Çalışmamızda üst ekstremitelere yönelik ön kol çift kırıklarının uzama olup olmayacağı yönündedir. Çalışmada doğrudan büyüme plakası

değişikliklerinin neden olduğu kemikteki uzunluk sonuçlarını etkilememek adına epifizyel yaralanmaların eşlik ettiği kırıklar çalışmadan çıkartıldı.

Ulnar varyans, radius uzunluğu ile ulna uzunluğunun el bilekteki farkıdır. Tanı el bilek pronasyonda iken çekilen PA (posterior-anterior) el bileği grafileri ile radyografik olarak konur. Ulnar varyans, el bilekteki radius üzerine düşen yükü ve ulna üzerine düşen yükü etkiler (Tablo 2). Ulnar varyans ölçüm metodları çizgi tekniği [20], ortak merkezli daire tekniği [21] ve dikey metod yöntemlerini [22] içerir. Çizgi tekniğinde radiusun eklem yüzeyinin ulnar tarafından ulnaya doğru bir çizgi çizilir ve ulnar varyans bu çizgi ile ulnanın karpal yüzeyi arasındaki mesafe olarak tanımlanır. Ortak merkezli daire tekniği, merkezi yarıçapın distal sklerotik çizgisi üzerinde olacak şekilde yerleştirilen ortak merkezli dairelerden oluşan bir şablon kullanır ve ulnar varyans, distal yarıçapa yaklaşan çizgi ile ulnar kortikal kenar arasındaki mesafeyle ölçülür. Dikey yöntem, radiusun longitudinal aksına dik çizginin ulnanın distale değen transvers çizgi ile radius eklem yüzünden çizilen transvers çizgi arasındaki farkı ölçer. Pozitif ulnar varyansta radiusa kıyasla daha uzun bir ulna söz konusu iken, negatif ulnar varyansta ise ulnanın radiusa göre daha kısa olması söz konusudur. Ulnar varyanstaki patoloji altta yatan duruma ve semptomların ciddiyetine bağlı olarak tedavi edilir. Pozitif ulnar varyanslar triangular fibrokartilaj kompleks (TFCC) yırtıklarına neden olabilir [23]. Negatif ulnar varyans ise Kienbock hastalığına neden olabilir [24].

Tablo 2. Ulnar varyansın el bilekte radius ve ulna üzerine etkisi

Ulnar Varyans			
Ulnar Varyans	Uzunluk Farkı	Radius Üzerine Yük	Ulna Üzerine Yük
Pozitif	+2 mm	%60	%40
Pozitif	+1 mm	%70	%30
Nötral	0 (<1 mm)	%80	%20
Negatif	-1 mm	%90	%10
Negatif	-2 mm	%95	%5

Karşı el ile karşılaştırıldığında ulnar varyansın ciddiyeti, el bilek fonksiyonu üzerinde bağımsız, anlamlı bir faktördür ve ameliyat öncesi planlama sırasında önemli bir adım olarak düşünülmelidir [25].

İyileşme sağlamış konservatif yöntemlerle tedavi edilen çocuk ön kol çift kırıklarında açılanmanın ve aşırı büyümenin ulnar varyans üzerindeki ilişkisini değerlendirmek

Çalışmanın asıl amacıdır. Hipotez olarak da konservatif takip edilen hastalarda ön kol çift kırıklarındaki angulasyon ve aşırı büyüme sonucunda ulnar varyans üzerindeki etkisi üzerine olmaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1.Tarihçe

Ön kol çift kırıkları eski çağlardan beri bilinmekte, kırık morfolojisi ve cerrahi tedavisi de yaklaşık olarak 200 yıl önce tanımlanmıştır [26]. Modern tıp tarihi ön kol kırıklarının tanı ve tedavisindeki gelişmeler;

-1814'te Abraham Colles radius kırığının oluş şekli, klinik özellikleri, tedavisi ve komplikasyonları ile ilgili makale yayınlamıştır [26 ve 27].

-1832 yılında Dupuytren tarafından oluşturulan bildirilerde ön kol kırıklarına dikkat çekmiştir.

-1886 yılında Hansmann akut radius kırıklarında plak vida ile osteosentez tedavisinde bulunmuştur [28].

-1895 yılında Alman fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen tarafından tesadüfen keşfedilen X ışınları ortopedide ve radyolojide kırıkların tespiti açısından o tarihten itibaren tıpta devrim niteliğinde olmuştur [29].

-1897-1898 yıllarında Parkhill tarafından ön kol kırıklarında eksternal fiksatör uygulaması bulunmuştur [28].

-1913 yılında Schöne diyafizer ön kol çift kırıklarında gümüş tel ile intramedüller fiksasyon tedavisinin uygulamıştır [28].

-Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren X ışınlarının kullanıldığı konvansiyonel görüntüleme fraktürlerin tanısında kullanılan standart tanı araçları haline gelmiştir.

2.2. Ön Kol Anatomi

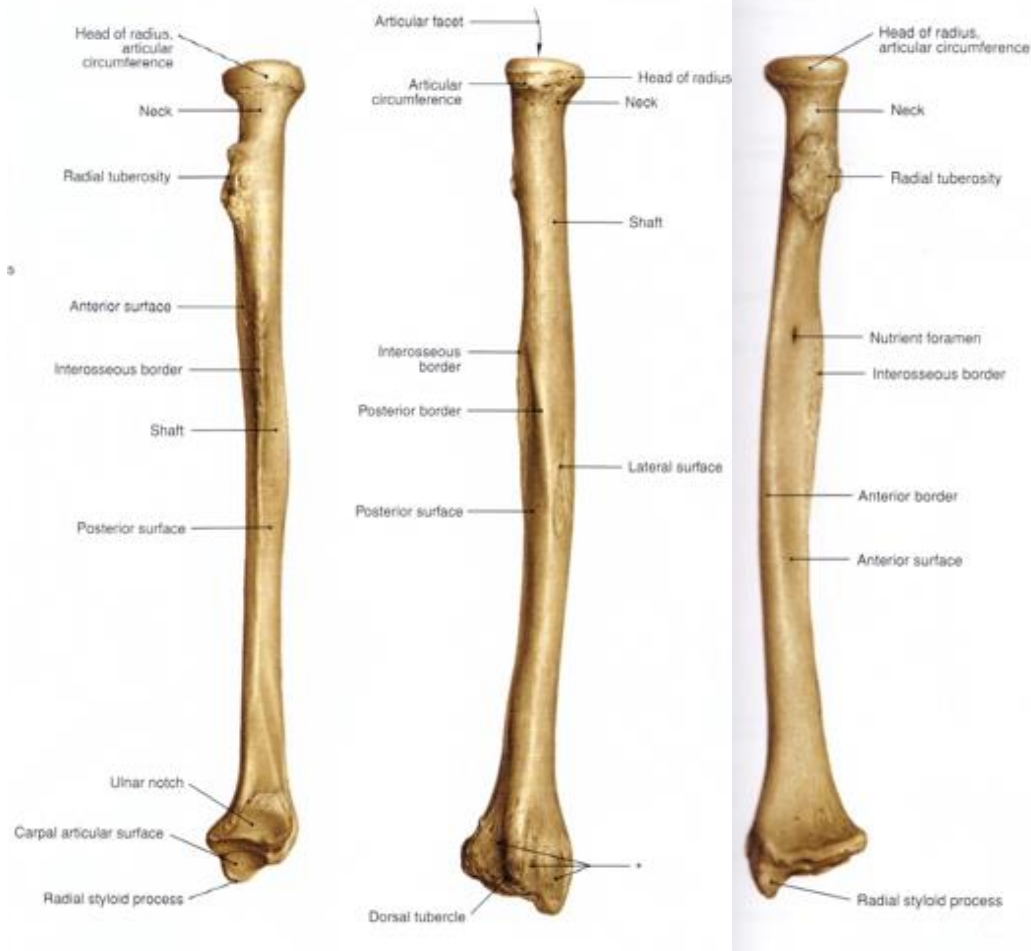
Ön kol; el bilek ve dirsek eklemleri arasında yer alan radius ve ulna kemikleri ile çok sayıda kas ve bağ dokusu ile çevrili yumuşak dokulardan oluşmaktadır. İki kemiğe birden *ossa antebrachi* adı verilir.

Avucumuz ön tarafa baktığı ve başparmağın dış tarafa geldiği normal anatomik pozisyonda (supinasyonda) radius ve ulna kemikleri birbirine paraleldir. Bu pozisyonda radius lateralde (dışta) ve ulna medialde (içte) yer alır. Ön kol kemikleri distalde (aşağıda) karpal kemikler ile el bileği eklemi oluşturur. Radiokarpal eklem, distal radioulnar eklem ve interkarpal eklem hareketleri nedeniyle vücudun mekanik olarak en karmaşık eklemlerinden biridir. Ön kol anteriordan posteriora (önden arkaya) çok sayıda nörovasküler yapılar ve tendonlar barındırır. Bu nedenle el bilek ve ön kol yaralanmalarında birçok anatomik yapı zarar görebilmektedir [30].

Ön koldaki radius ve asıl olarak ulna kemikleri proksimalde (yukarıda) humerus ile dirsek eklemi oluşturur. Dirsek eklemi ortak bir eklem kapsülü ile sarılmış üç eklemden meydana gelir [5, 31]. Humeroulnar eklem; *trochlea humeri* ile *incisura trochlearis ulnae* arasında oluşan ginglymus tipi bir eklemdir. Humeroradial eklem, *capitellum humeri* ile *fovea articularis radii* arasında oluşan sferoid tipi eklemdir. Proksimal radioulnar eklem ise ulnadaki *incisura radialis* ile radius başındaki çembersel eklem yüzü arasındaki trokoid tipi bir eklemdir [32].

2.2.1. Ön kol kemikler

2.2.1.1. Radius: Anatomik pozisyona göre radius ön kolun lateral tarafında yer alır. Distal ucu daha fazla olmak üzere, her iki ucu gövdesine oranla geniştir. Gövdesi de buna paralel olarak distal (aşağı) uca doğru genişler (Şekil 1).



Şekil 1. Radius kemiğinin ön-arka yüzey ait anatomik görüntüleri [33]

Proksimal uçtaki (*ekstremitas proksimalis*) en bariz yapı *caput radii* denilen baş kısmıdır. Disk şeklinde olan *caput radii*'nin proksimal kısmı sığ bir çukur şeklindedir. *Fovea capitis radii* denilen bu çukur eklem kıkırdağı ile kaplı olup humerus'un *capitellum humeri* ile eklem yapar. Radius başının çevresi de eklem kıkırdağı ile kaplıdır. *Circumferentia articularis* denilen bu eklem yüzünün ulna ile eklem yapan medial tarafı daha geniş, *ligamentum annulare* ile eklem yapan lateral tarafı ise daha dardır. Radius başının daralmış alt kısmına *collum radii* denilir. *Collum radii*'nin de distal medial kısmındaki belirgin çıkıntıya *tuberositas radii* denilir. Bu çıkıntı pronasyonda medial (iç) tarafa, supinasyonda ise anterior (ön) tarafa bakar.

Radiusun gövdesinin (*corpus radii*) *margo anterior*, *margo posterior* ve *margo interosseus* olmak üzere üç kenarı; *facies anterior*, *facies posterior* ve *facies lateralis* olmak üzere de üç yüzü bulunur.

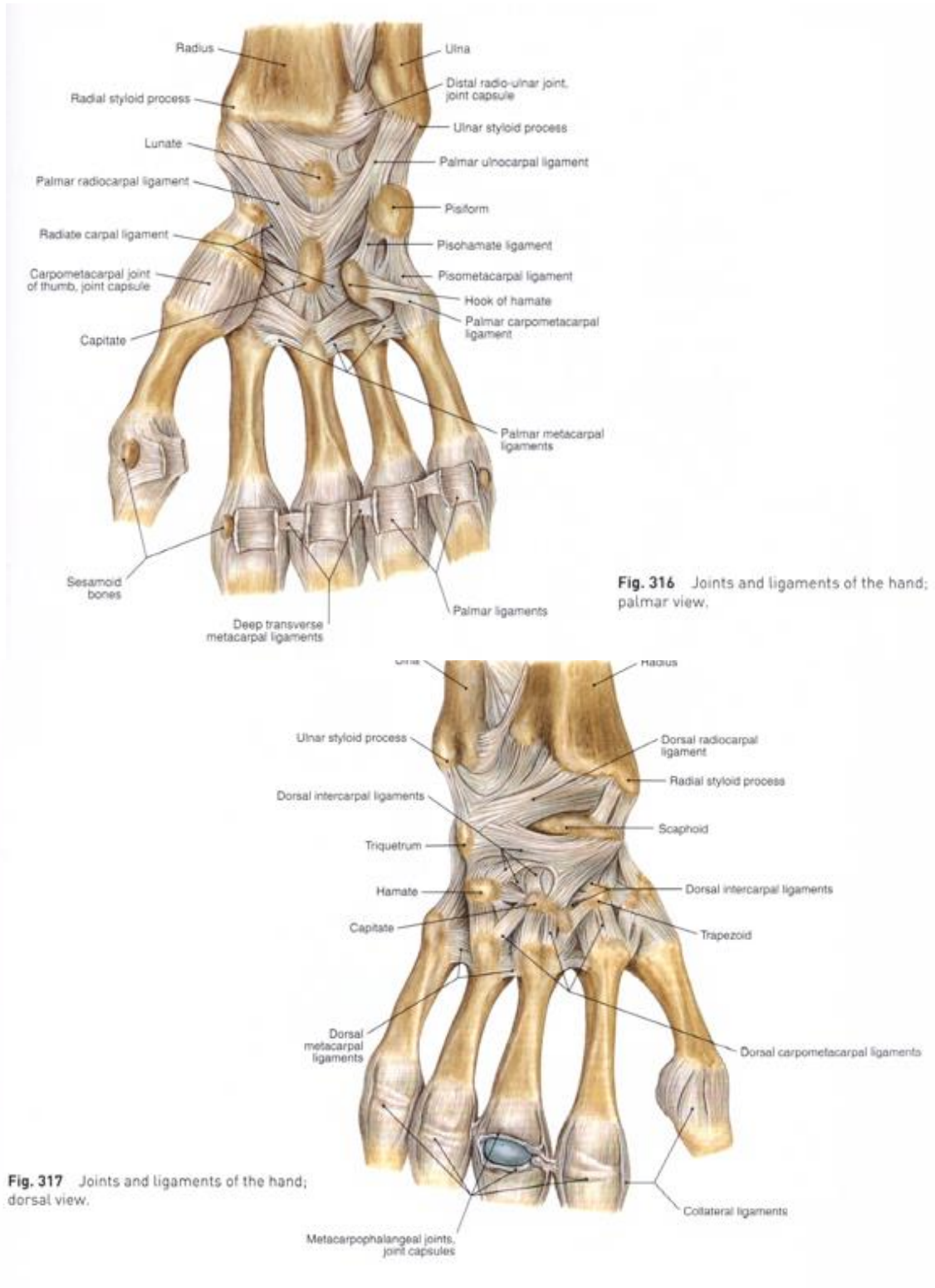
Margo anterior, *tuberositas radii*'nin anterolateral kısmından başlar, önce biraz oblik olarak laterale doğru uzanır, daha sonra *processus styloideus* ile birleşir. Bu kenarın

pek belirgin olmayan orta kısmında *tuberositas pronatoria* denilen oval bir saha bulunur. Bu kenarın distal kısmı deri altında hissedilebilir. *Margo posterior* sadece orta kısımlarda belirgindir, proksimal ve distal uçlarında pek belirgin değildir. Kenarlardan en belirgin olanı medial tarafa bakan *margo interosseus'tur*. Bunun proksimal 1/3'ü çatallanarak *incisura ulnaris*'in anterior ve posterior uçlarına uzanır. Orta 1/3'ü keskin bir kenar şeklindedir. Buraya *margo interossea antebrachii* yapışır. Bu membran, ulna'nın aynı isimli kenarına da tutunarak iki kemiği birbirine bağlar ve kuvvet naklinde önemli rol oynar.

Facies anterior konkav yapıdadır ve distale doğru gittikçe genişler. Bu yüzde bulunan *foramen nutricium*, kemiğin beslenmesi için kemikteki damarların giriş kısmıdır. *Facies posterior* konvektir, fakat proksimal kısmı vertikal yönde konkavdır. *Facies lateralis* tümü boyunca hafif konvektir ve orta kısmında bulunan çıkıntıya *tuberositas pronatoria* denilir.

Distal uç (*ekstermitas distalis*) diğer bölümlere oranla daha geniştir. Anterior yüzü düz ve konkavdır. Posterior yüzü ise konveks olup burada parmaklara giden kasların oluştuğu üç tane oluk bulunur. Posterior yüzdeki bu kabarık sahaya, *tuberculum dorsale* denilir. Distal ucun lateral tarafında aşağıya doğru uzanan çıkıntıya *processus styloideus radii* denilir. *Incisura ulnaris* denilen radiusun distal ucunun medial tarafında, yarım ay şeklindedir ve ulna ile eklem yüzünü oluşturur. Kemiğin distal yüzündeki konkav eklem yüzüne *facies articularis carpalis* denilir ve el bileği ekleminin eklem yüzünün bir bölümünü oluşturur. Bu yüz ile *incisura ulnaris* arasında keskin bir kenar bulunur.

Distal radius; *fossa scaphoidea*, *fossa lunata* ve sigmoid çentik adı verilen üç eklem yüzeyinden oluşmuştur. Eklem hyalin kıkırdakla örtülmüştür. Skafoid ile eklemleşen lateral taraftaki üçgen şekilli yüzey skafoid çukur, lunatımla eklemleşen medial taraftaki dörtgen şekilli yüzey lunat çukur, medialde ulna başı ile eklemleşen üçgen şekilli bölge ise sigmoid çentik olarak adlandırılır. Lunat çukur, radiustan korpusa yük transferinin primer gerçekleştiği yerdir (Şekil 2).



Şekil 2. Radius ve ulna kemiklerinin distal bölgesinin anteriordan ve posteriordan eklem yaptığı kemikler [33]

Radiusun proksimal yarısı ön kol kasları tarafından sarılı olduğu için elle hissetmek pek mümkün değilken, distal yarısında sadece tendonlar bulunduğu için kemik elle

hissedilebilir [34]. Radius; *os humerus*, *os ulnae*, *os scaphoideum*, *os lunatum* ile eklem yapmaktadır.

-Kemikleşmesi: Radius üç merkezden kemikleşir. Biri gövdede, diğer ikisi proksimal ve distal uçlarda görülür. İntrauterin hayatın 8. haftasında gövdenin merkezinde kemikleşme başlar. Distal radial epifiz 12. ayda ortaya çıkar ve 18 yaşında cisim ile birleşir. Proksimal radial epifiz ise 5 yaşında ortaya çıkar ve 16 yaşında cisim ile birleşir.

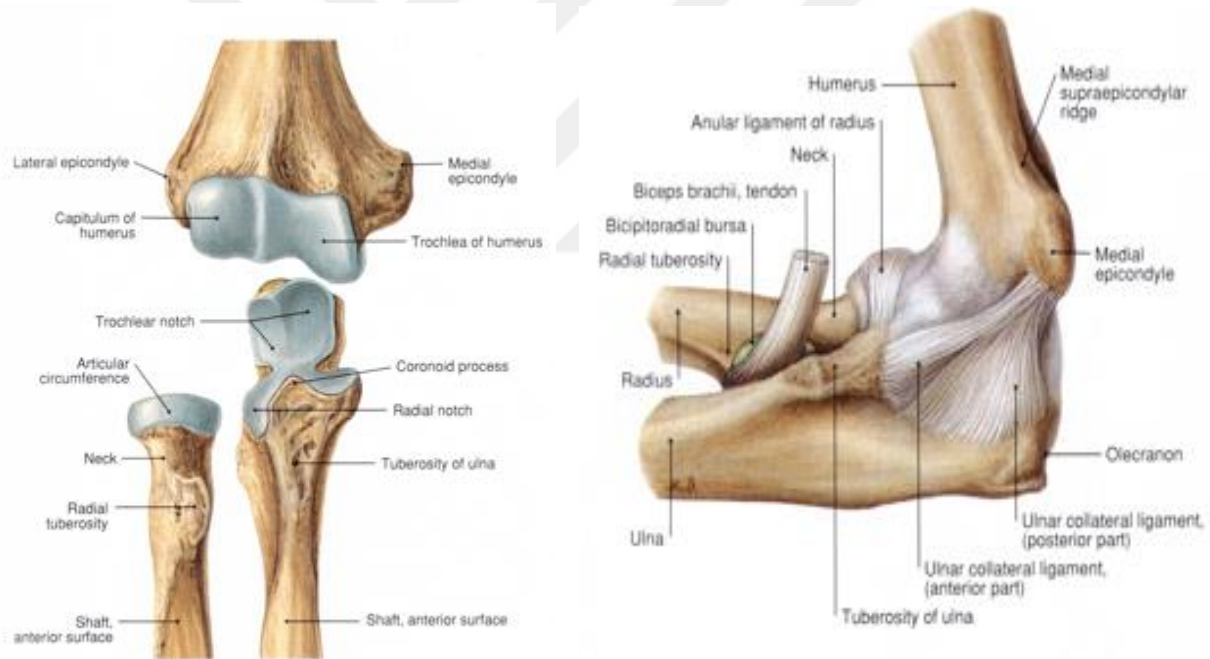
2.2.1.2. Ulna: Anatomik pozisyona göre ön kolun medial (iç) tarafındadır, radius kemiğinin tersine ulnanın proksimal (üst) ucu kalın, distale doğru uzandıkça incilir. Kalın ve sağlam olan proksimal ucu radiusa oranla, dirsek eklemine daha fazla oranda katılır (Şekil 3). Gövdesi distale doğru indikçe incilir ancak distal proksimale göre biraz genişler. Anterior ve posterior taraftan distale doğru uzanan bölüme *processus styloideus ulnae* denir [35].



Şekil 3. Ulna kemiğinin ön, arka ve dış yüzey ait anatomik görüntüleri [33]

Ekstremitas proksimalis denilen proksimal kısım, ulnanın en kalın kısmıdır. Burada iki çıkıntı ile iki çentik şeklinde eklem yüzü bulunur. Çıkıntılardan daha büyük olanı posterior superior tarafta bulunur ve dirsek çıkıntısı olarak bilinir. *Processus olecrani* denilen bu çıkıntı ulnanın proksimal kısmını oluşturur ve deri altından kolaylıkla palpe edilir. Olekranonun proksimal kısmına *Musculus triceps brachii* insersiyosu yapılır.

Bükülmüş durumdaki dirsek eklemi üç nokta eşkenar üçgen oluşturur. Olekranon anterior yüzü konkav, posterior yüzü düzdür. *Incisura trochlearis*'i distalden sınırlandıran ve anterior taraftaki çıkıntıya *processus coronoideus ulnae* denir. *Processus coronoideus*'un lateral tarafında *incisura radialis* isminde radius ile eklem yüzü bulunur. Bu bölge ile radius *circumferentia articularis*'i eklem yapar. *Incisura trochlearis*, *processus olecrani* ve *processus coronoideus* arasındaki çentiktir. Humerus ve ulna arasındaki eklemi oluşturan anterior tarafa doğru uzanan *trochlea humeri* denilen yapı mevcuttur (Şekil 4).



Şekil 4. Ulna ve radius kemiklerinin proksimal kısmının humerus kemiğinin distali ile eklem oluşturmalarına ait anatomik görüntüleri [33]

Corpus ulnae, ulnanın şaft kısmı, proksimalden distale doğru inceler. Orta kısmında *margo anterior*, *margo posterior* ve *margo interossus* olmak üzere üç kenarı ve *facies anterior*, *facies posterior* ve *facies medialis* olmak üzere üç yüzü bulunur.

Margo anterior, *processus coronoideus*'un medial taraftan, *processus styloideus*'a doğru uzanır. *Margo posterior*, olekranonun posterior tarafındaki üçgen sahanın distalde

bulunan tepesinden başlar ve distalde *processus styloideus*'a kadar uzanır. *Margo interosseus* en belirgin kenarıdır ve laterale bakar. *Margo interosseus*, radiustaki aynı isimli kenar ile *membrana interossea antebrachii* ile birbirine bağlanır. *Facies anterior*, lateraldeki *margo interosseus*, medialde *margo anterior* ile çevrilir. Konkav olan bu yüzün proksimal 1/3'ün alt kenarında *foramen nutricium* bulunur. *Facies medialis* konveks olup yukarıda geniş, distalde dardır.

Ekstermitas distalis denilen distal ucunda *caput ulna* bulunur. Medial tarafa doğru bakan *caput ulna*'nın çevresindeki eklem yüzüne *circumferentia articularis* denilir ve radiusun *incisura ulnaris*'i ile eklem yapar. Distal tarafındaki eklem yüzüne *discus articularis* bulunur. Distal ucun medial ve posterior tarafından distal tarafa doğru olan çıkıntıya *processus styloideus ulnae* denilir. Ulna, *os radius* ve *os humerus* ile eklem yapmaktadır.

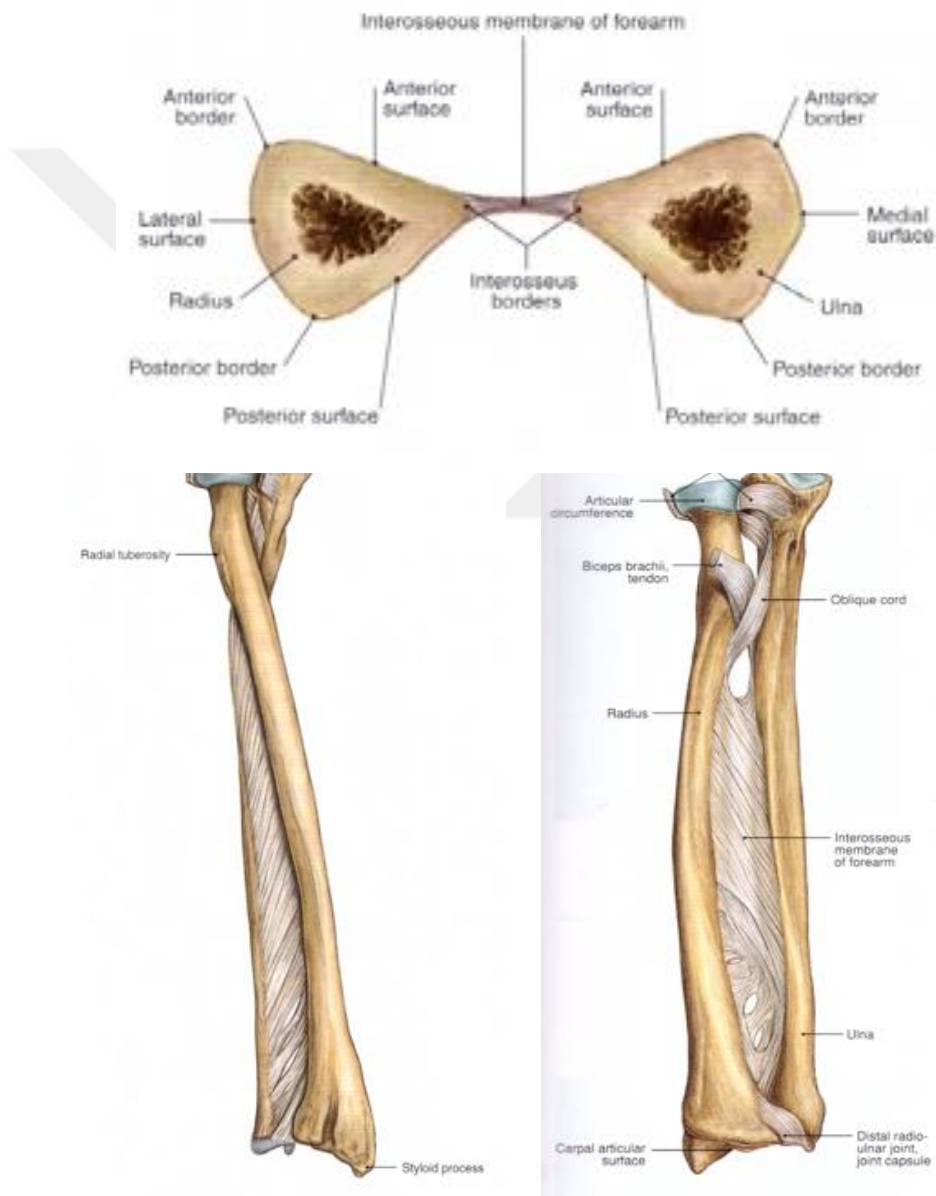
-Kemikleşme: İki ucunda ve gövdeden olmak üzere üç merkezden kemikleşir. İlk olarak gövdeden intrauterin dönemde 8.haftada başlar, distal ve proksimal kısma doğru ilerler. Doğumda her iki uç kıkırdaktır. Dördüncü yılda *caput ulnae*'da kemikleşme başlar ve *processus styloideus ulnae*'a doğru devam eder. On yaş civarında olekranonda kemikleşme başlar ve 16 yaşında gövde ile birleşir. Distal uç ise 20 yaşlarında birleşir.

Radiusun distal ve ulnanın proksimal uçları daha gelişmiştir. Bu nedenle ulna dirsek eklemine ve radius el bilek eklemine daha fazla katkı sağlar. Distalden gelen kuvvet öncelikle radiusa geçer ve *membrana interossea antebrachii* aracılığı ile ulnaya aktarılır.

Radius, el bileği eklemine ulna ve karpal kemiklerle eklem yapar. Radiusun kortikal kemik yapısı, distale doğru gidildikçe dorsal yüzde daha fazla olmak üzere inceler ve kemiğin en zayıf noktasını oluşturur. Bu da genelde proksimal ve dorsal yönde olan fraktür hattını açıklar. Radius stiloidi kolayca palpe edilir ve tepe noktasına radial kollateral ligament yapışır. Distal radiusun dorsal yüzü volardan daha dar ve düzensizdir. Üzerinde ele giden kas tendonlarının geçtiği oluklar yer alır [34].

İnterossesoz membran: Her iki kemiğin margo interosseoza yapışan kuvvetli bir fibröz membran olup üst kısmında posterior interossesoz damarların geçiş yapmasına yarayan küçük triangular delik hariç iki kemik arasındaki boşluğu tamamen kapatır. Liflerin istikameti ulnadan radiusa ve distalden proksimale doğrudur. Ön kolu ön ve arka diye iki bölüme ayırır. İnterossesoz membran ön kol rotasyonunun her pozisyonunda gergin

kalır. Bu özellik sebebi ile el üzerine gelen kuvvet radius korpusundan yukarı doğru yönlendirilirken interosseoz membran yoluyla da ulna korpusuna yönlendirilir. İnterosseoz membran proksimal kısımda oblik ligament ile güçlendirilir. Oblik ligament, interosseoz membrana dik ve proksimalden distale ve medialden laterale seyirlidir. İleri derece supinasyonu engeller ve radiusun aşağıya çeken kuvvete karşı koyar (Şekil 5).



Şekil 5. İnterosseoz membran [33]

2.2.2. Ön kol kasları

Ön kol kaslarının çoğu humerusun distal ucun iç ve dış taraflarından bulunan *epicondylus medialis humeri* ve *epicondylus lateralis humeri*'den başlar. Humerusun iç epikondilden başlayanlar ön kolun ön (volar) tarafında, humerusun lateral epikondilinden başlayan kaslar ise ön kol arka (dorsal) tarafında yer alır. Ön kol palmar taraftaki kasların çoğu el bilek ve parmak fleksiyon hareketi yaptırırlar. Ön kol dorsal taraftaki kasların çoğu el bilek ve parmak ekstansiyon hareketi yaptırırlar. Toplamda 12 adet kas vardır. Ön kolun volar ve dorsal yüzeyinde bulunan kaslar yüzeysel ve derin olmak üzere de ayrılır.

2.2.2.1.1. Ön kol ön yüzündeki yüzeysel kaslar

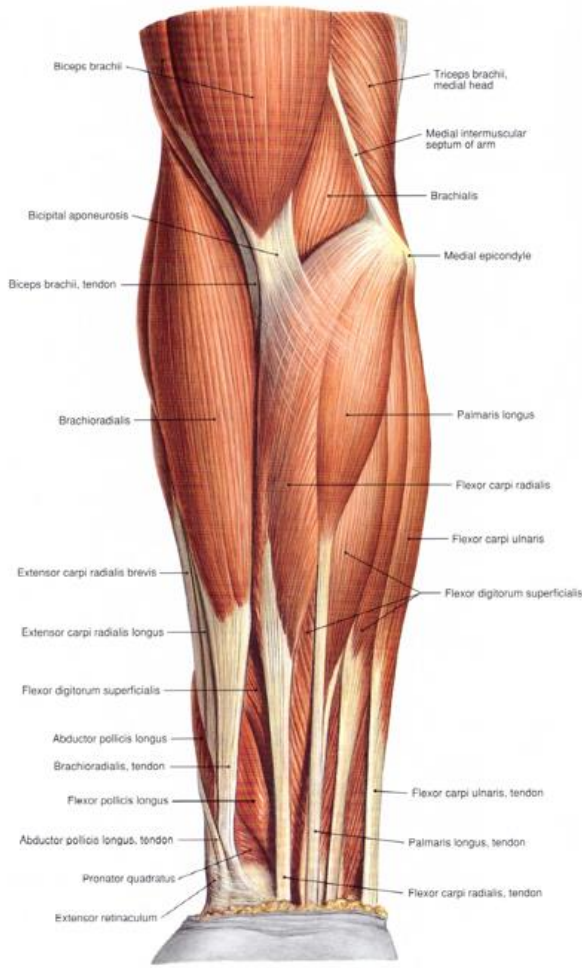
M. palmaris longus: *Epicondylus medialis humeri*'den başlayıp distale doğru *retinaculum flexorum*'un yüzeyinden geçerek *aponeurosis palmaris*'de sonlanır. *Aponeurosis palmaris*'i gererek el bilek fleksiyonu yaptırır. *N. medianus* tarafından innerve edilir.

M. pronator teres: *Caput humerale* ve *caput ulnae* olmak üzere iki başı vardır. *Epicondylus medialis humeri*'den ve *caput ulnae*'dan başlar. Radiusun lateral yüzeyinde *tuberositas pronatoria*'da sonlanır. Ön kola pronasyon yaptırır. *N. medianus* tarafından innerve edilir.

M. fleksor carpi radialis: *Epicondylus medialis humeri*'den başlar. Distale doğru devam ederek 2.metakarp kemiğinin proksimalinde sonlanır. Bazı lifler 3. metakarp kemiğinin proksimaline uzanır. Ele fleksiyon ve radyal abduksiyon yaptırır. *N. medianus* tarafından innerve edilir.

M. fleksor carpi ulnaris: *Caput humeri* ve *caput ulnae* olmak üzere iki başı vardır. *Caput humerale*, *epicondylus medialis humeri*'den ve *caput ulnae* ise olekranonun medial kenarı ile ulnanın arka yüzünün 2/3 proksimal bölümünden başlar. Distale doğru seyrederek *os pisiforme*'de sonlanır. Ele fleksiyon ve ulnar abduksiyon yaptırır. *N. ulnaris* tarafından innerve edilir.

M. fleksor digitorum superficialis: *Caput humeri*, *caput ulnae* ve *caput radii* olmak üzere üç başı vardır. *Caput humeri*'deki baş kısmı en kalın kısımdır ve *epicondylus medialis humeri*'den ve iç kollateral bağdan başlar. *Caput ulnae*'dan başlayan baş kısmı *processus coronoideus ulnae*'ya uzanır. *Caput radii* ise *tuberositas radii*'den distalde *kanalis carpi*'den geçer ve başparmak hariç diğer parmaklara yayılarak sonlanır. Önce sonlandığı 2. falanksa fleksiyon, daha sonra sırası ile 1. falanksa fleksiyon ve ele fleksiyon yaptırır. *N. medianus* tarafından innerve edilir (Şekil 6).



Şekil 6. Ön kol ön yüzündeki yüzeysel kaslar [33]

2.2.2.1.2. Ön kol ön yüzündeki derin kaslar

M. fleksor digitorum profundus: Yüzeysel kasların derininde ve ön kolun ulnar tarafında bulunur. Ulnanın ön ve medial yüzünün $\frac{3}{4}$ proksimalinden ve *membrana interossea*'nın medial yarısından başlar. Distale doğru ilerler *canalis carpi*'den geçer ve distal falanksların bazisinde sonlanır. Eldeki distal falankslara fleksiyon yaptırır. Kasın radial kısmı *n. medianus* tarafından ve ulnar kısmı *n. ulnaris* tarafından innerve edilir.

M. fleksor pollicis longus: *M. fleksor digitorum profundus*'a paralel olarak seyrederek ve ön kol radial tarafında bulunur. *Tuberositas radii*'den, radiusun ön yüzünden ve buraya komşu *membrana interossea*'dan başlar. Elde tenar bölgesinde seyrederek ve 1. parmak distal falanksının bazisinde sonlanır. 1. falanks ve 1. metakarp fleksiyon yaptırır. Başparmağı küçük 5.parmağa yaklaştırma hareketi olan oppozisyon yaptırır. *N. medianus*'un dalı olan *n. interosseoos anterior* tarafından innerve edilir.

M. pronator quadratus: Ön kolun ön yüzünün distalinde ve en derinde yer alır. Ulnanın $\frac{1}{4}$ distal bölümünün ön yüzünden, laterale ve distale doğru uzanarak, radiusun $\frac{1}{4}$ distalinde lateral kenarı ve ön yüzünde sonlanır. Ön kola pronasyon yaptırır. *N. medianus* tarafından innerve edilir (Şekil 7).



Şekil 7. Ön kol ön yüzündeki yüzeysel ve derin kaslar [33]

2.2.2.2.1. Ön kol arka yüzündeki yüzeysel kaslar

M. brachioradialis: *Margo lateralis humeri*'nin proksimal 2/3'den ve *septum intermusculare brachii laterale*'nin ön yüzünden başlar. Distale doğru seyreder ve *processus styloideus radii*'de sonlanır. El bilek fleksiyonu ve supinasyonu yapar. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

M. ekstansor carpi radialis longus: *Margo lateralis humeri*'nin distal 1/3'ünden, *septum intermusculare brachii laterale*'den ve *epicondylus lateralis humeri*'den başlar. 2. metakarpal kemiğin dorsal yüzünün proksimal kısmında sonlanır. El bilek ekstansiyonu ve radial abduksiyonu yapar. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

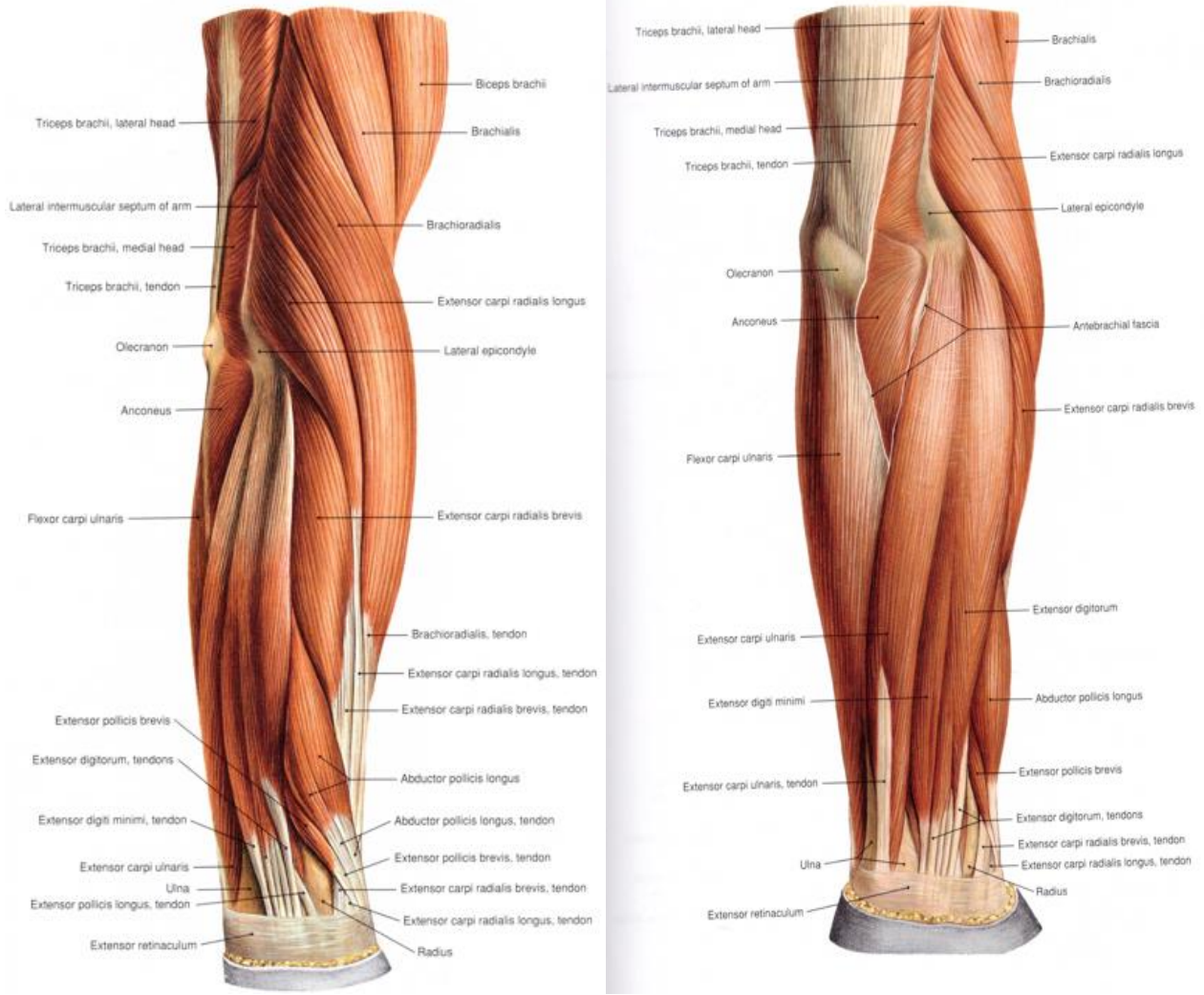
M. ekstansor carpi radialis brevis: *Epicondylus lateralis humeri*'nin *ligamentum collaterale radiale*'den başlar. 3. metakarpal kemiğin dorsal yüzünün proksimal ucunda sonlanır. El bilek ekstansiyonu yaptırır. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

M. ekstansor digitorum: *Epicondylus lateralis humeri*'den başlar ve distale doğru seyrederek başparmak hariç 4 parmağa ilerler. 2, 3, 4, 5. parmakların ekstansiyonunu sağlar. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

M. ekstansor digiti minimi: *Epicondylus lateralis humeri*'den başlar ve *m. ekstansor digitorum*'un medialinde bulunur. 5. parmağın dorsal aponevrozuna yapışır. 5. parmak ekstansiyonunu sağlar. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

M. ekstansor carpi ulnaris: *Epicondylus lateralis humeri*'den ve ulnanın posteriorundan başlar. 5. metakarpal kemiğin dorsal yüzün proksimaline yapışır. El bilek ekstansiyonu ve ulnar deviasyonu sağlar. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

M. anconeus: *Epicondylus lateralis humeri*'den dirsek ekleminin dorsalinde *m. triceps brachii*'nin devamı şeklindedir. Ulnanın dorsal yüzün proksimalinde ve olekranonda sonlanır. Ön kola ekstansiyon yaptırır. *N. radialis* tarafından innerve edilir (Şekil 8).



Şekil 8. Ön kol arka yüzündeki yüzeyel kaslar [33]

2.2.2.2.2. Ön kol arka yüzündeki derin kaslar

M. supinator: Radiusun proksimal 1/3'ünü örter. Derin ve yüzeyel olarak iki tabaka şeklindedir. Bu iki tabaka arasında *n. radialis'in nervus interosseeus posterior* geçer. *Epicondylus lateralis humeri*'den, *ligamentum collaterale laterale*'den, *ligamentum annulare*'den ve *crista musculi supinatoris ulnae*'dan başlar. Radiusu dolanarak *tuberositas radii*'de sonlanır. Ön kola supinasyon yaptırır. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

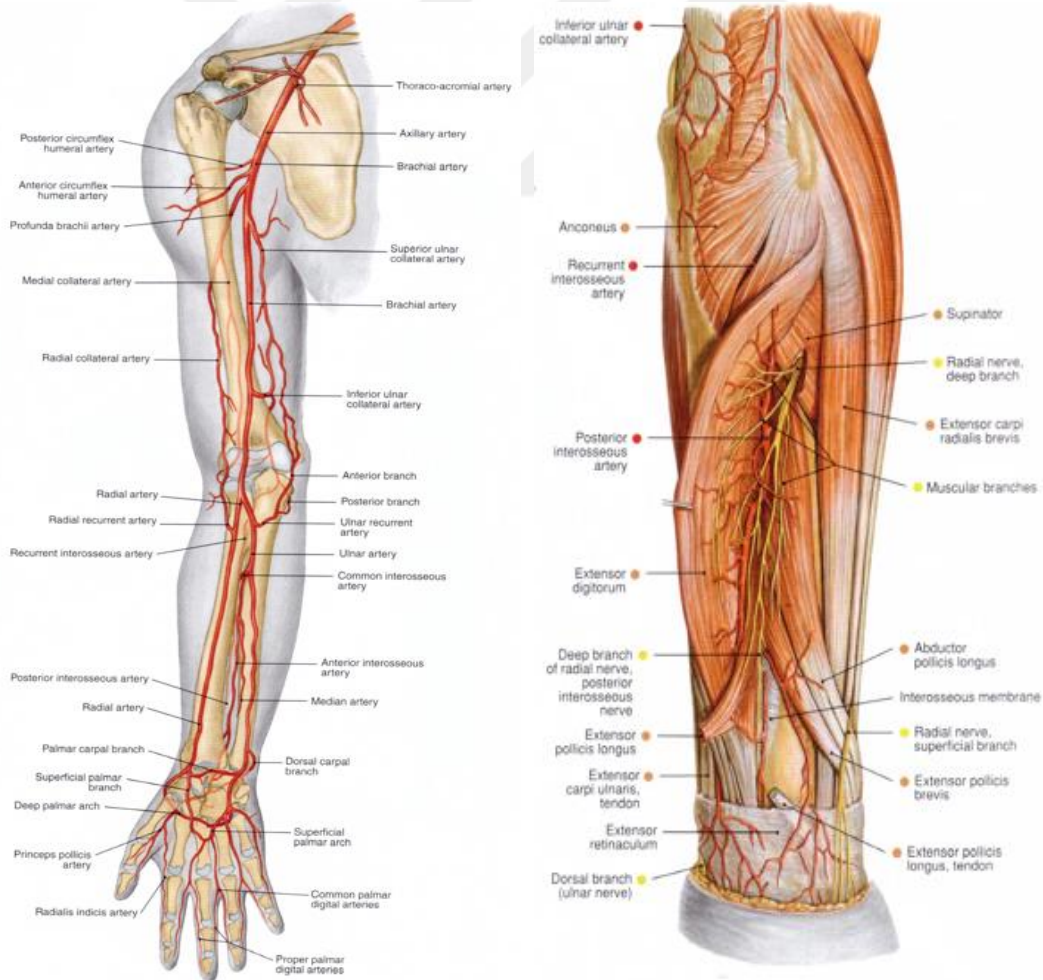
M. abduktor pollicis longus: Radius ve ulna arka yüzünden başlar, 1. metakarpal kemik dorsal proksimalinde insersiyon oluşturur. Başparmak abduksiyon ve ekstansiyon yaptırır. *N. radialis* tarafından innerve edilir.

2.2.3. Ön kol dolaşımı

2.2.3.1. Ön kol arterler

A. *radialis*: *A. brachialis*'in iki dalından biri olan *a. radialis*, *collum radii* hizasından *m. biceps brachii*'nin medialinden başlar. Üstünde *m. brachioradialis* ve altında cilt, cilt altı, fasya tarafından örtülmüştür. Bu yüzden el bilek hizasından *a. radialis* palpe edilerek nabzan kontrol edilebilir. *A. radialis*, radiusun distal ucunu dış tarafından seyrederek *fovea radialis*'e gelir. El dorsumundan 1. metakarpal aralığa ulaşır. İnterosseal kası delerek palmar tarafa geçer ve *a. ulnaris*'in derin dalı ile *arcus palmaris profundus* oluşur.

A. *ulnaris*: *A. brachialis*'in iki dalından diğeri olan *a. ulnaris*, dirsek ekleminin 1cm distalinde başlar. Distalde *n. medianus*'u derinden çaprazlayarak ulnar tarafa geçer ve *n. ulnaris* ile birlikte seyreder. El bileğinde *retinaculum flexorum*'un yüzeyinden ve ele girer ve radial tarafa dönerek *arcus palmaris superficialis* oluşur (Şekil 10).



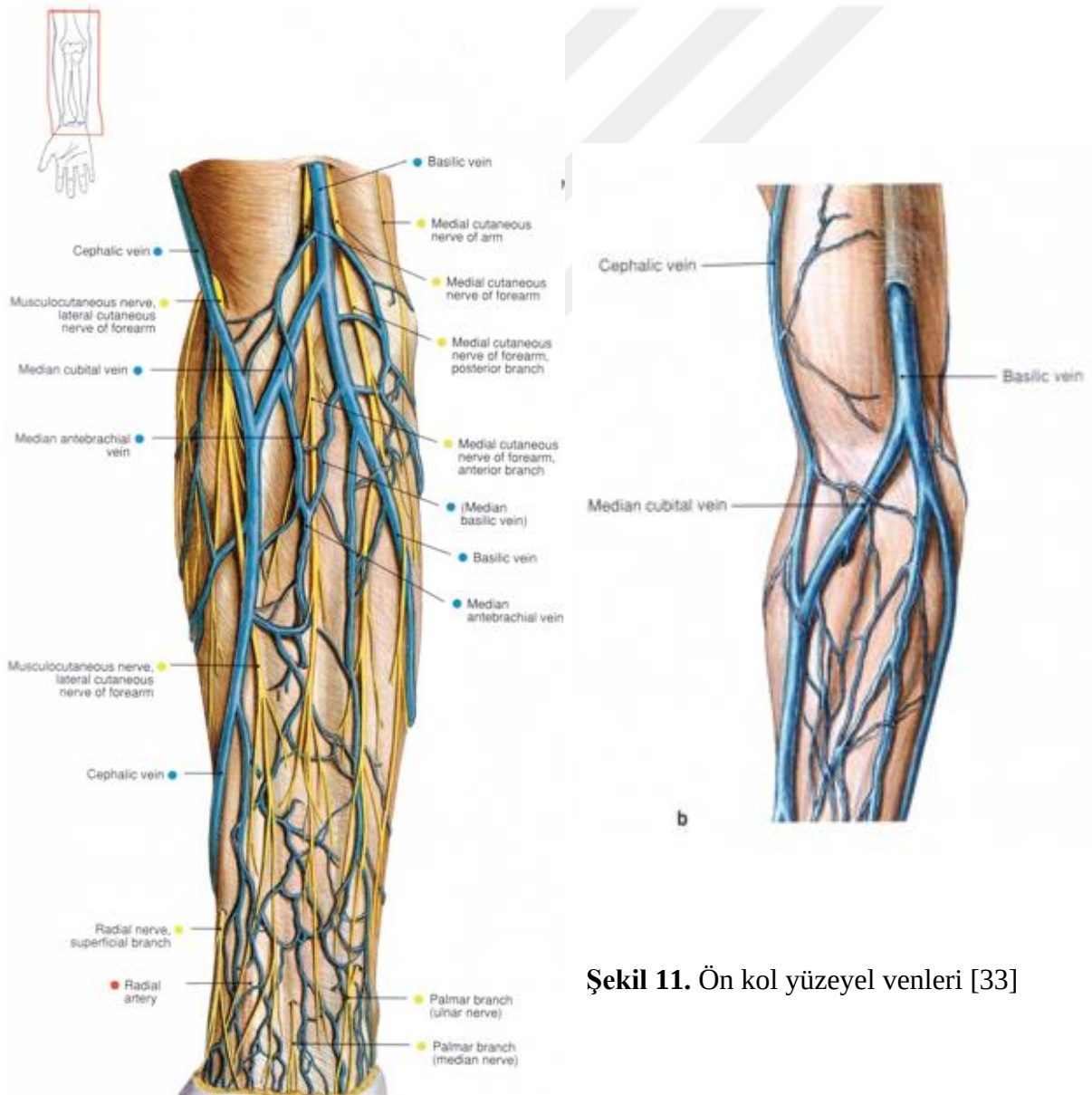
Şekil 10. Ön kol arterleri [33]

2.2.3.2. Ön kol venler

2.2.3.2.1. Ön kol yüzeyel venler

V. cephalica: *Rete venosum dorsale manus*'ta toplanan kanın büyük kısmı *vena cephalica*'ya akar. Ön kolun en kalın veni ön kolun radial tarafından proksimale doğru *vena subclavia*'ya dökülür. Dirsek ekleminde *vena basilica* ile anastomoz yapar.

V. basilica: 5. parmağtan *musculus fleksor carpi ulnaris*'in yanında seyrederek. *Vena mediana cubiti* ile birleşir, proksimale doğru ise *vena brachialis* ile birleşir (Şekil 11).



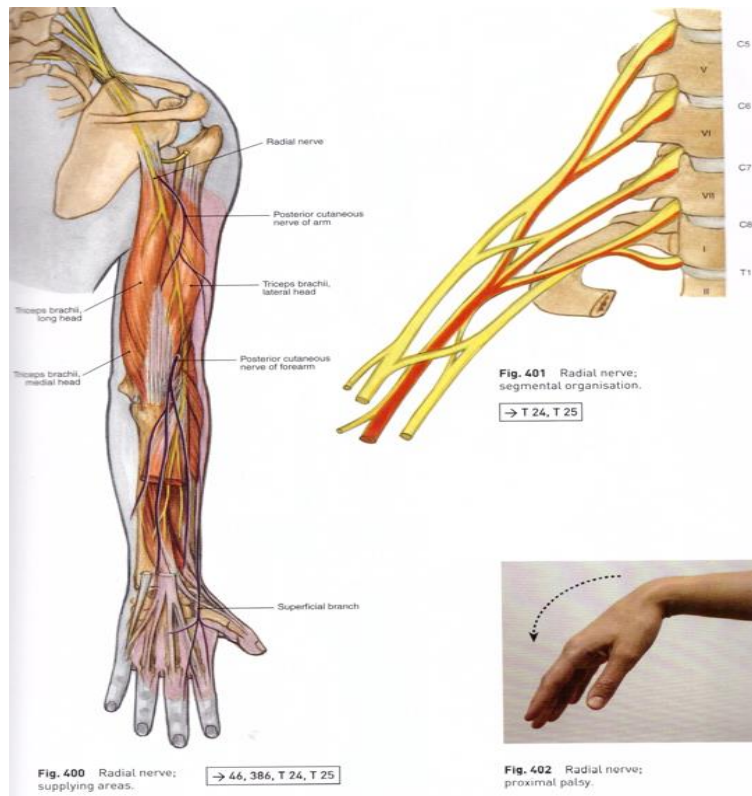
Şekil 11. Ön kol yüzeyel venleri [33]

2.2.3.2.2. Ön kol derin venler

Arcus palmaris superficialis'in ve *arcus palmaris profundus*'un ön koldaki devamı ve her bir arterin yanında iki adet ven bulunur. *A. radialis* ile *v. radialis* ve *a. ulnaris* ile *v. ulnaris* ile birlikte seyrederek. Dirsek ekleminin hizasında *v. brachialis* oluşur.

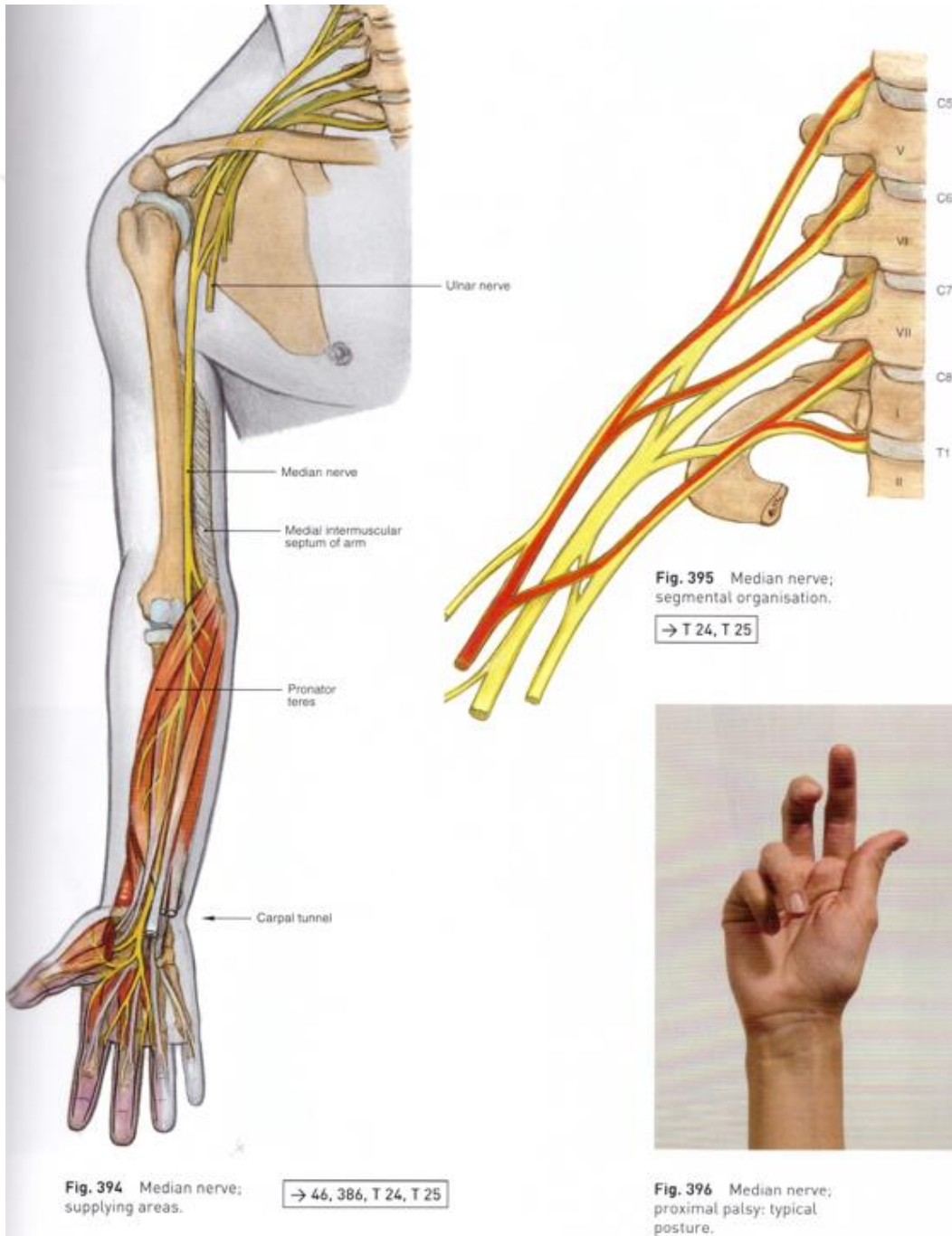
2.2.4. Ön kol sinirler

N. radialis: Brakial pleksusun servikal 5-6-7-8 ve torakal 1 köklerinden oluşur. *Fasciculus posterior*'dan köken alır. Humerus posteriorundan seyrederek, *sulcus nervi radialis* denilen oluk boyunca distale uzanır ve humerus distal 1/3 hizasından spiral şekilde posteriordan anteriora doğru hareket eder. *M. brachioradialis* ve *m. brachialis* arasından seyrederek. *Caput radii* hizasından posterior interoseöz dalı verir. *Ramus superficialis* distale doğru *a. radialis*'e yakın olarak distale seyrederek. El bilek hizasında *a. radialis*'ten uzaklaşır ve dorsalden ele ulaşır. *Ramus profundus* ise *m. supinator* iki tabakası arasından ön kolun posterioruna geçer. *M. ekstansor pollicis longus* ve *membrana interossea* arasından seyrederek. Yüzeyel dal duyuşal iken derin dal ise motor daldır. Duyuşal kısım elin 1.-2. parmaklar arası dorsal dermatomu oluşturur (Şekil 12).



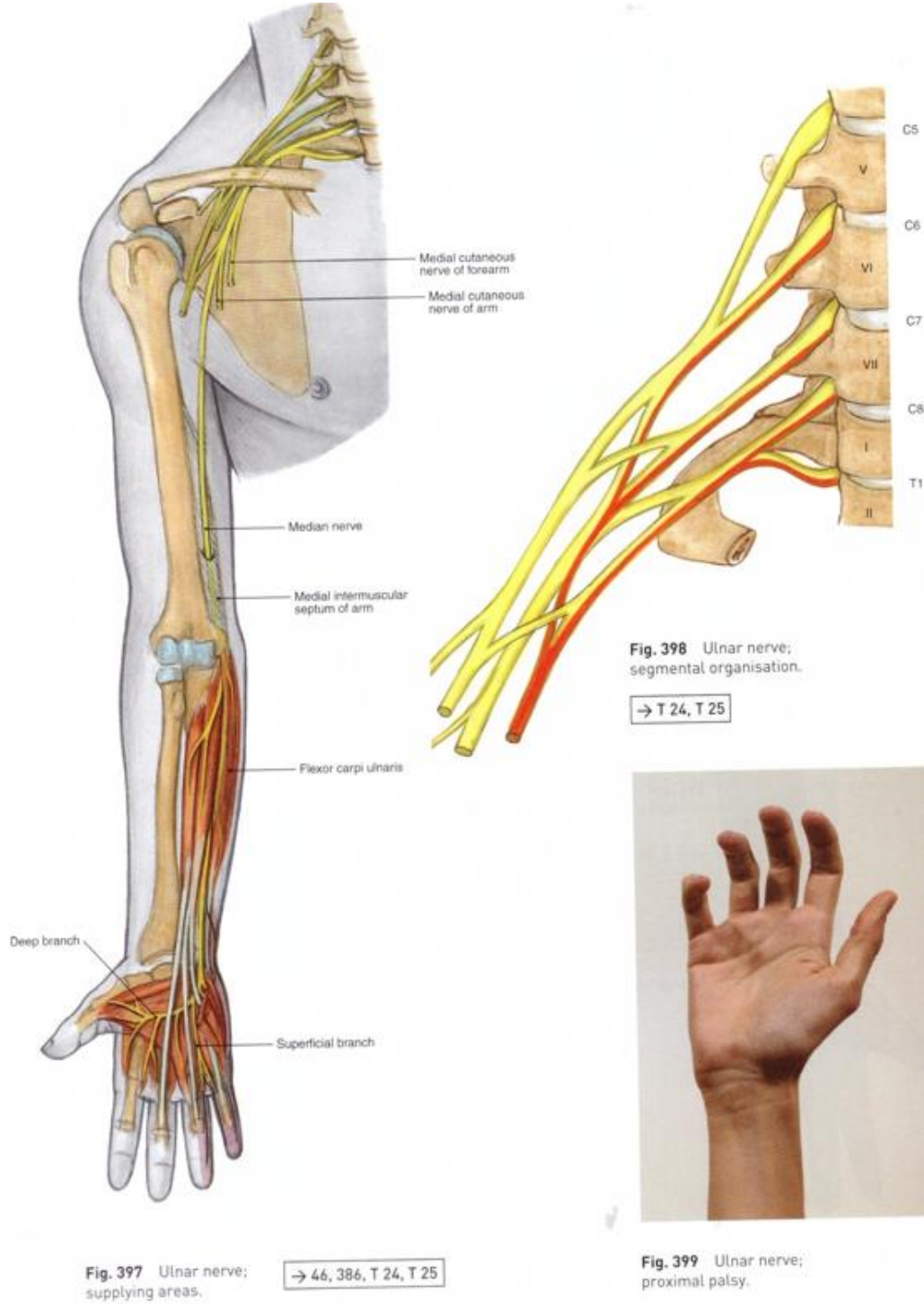
Şekil 12. Radial sinirin ön koldaki seyri [33]

N. medianus: Brakial pleksusun servikal 5-6-7-8 ve torakal 1 köklerinden oluşur. *Fasciculus lateralis*’ten köken alır. Duyusal ve motor dallar verir. Duyusal kısım elin 2. parmak apeks dorsal dermatomu oluşturur. Ön kol proksimalinde *m.pronator teres* iki başı arasından geçer ve *a.ulnaris*’i çaprazlayarak laterale geçer. Ön kolda derin ve yüzeysel fleksör kaslar arasında el bileğine kadar uzanır. *Canalis carpi*’den geçerek elde motor ve duyusal dallarına ayrılır. *Nervus interosseus anterior*, median sinirin dalı olarak volar derin ön kol kaslarını, *m. fleksör digitorum profundus* hariç, innerve eder (Şekil 13).



Şekil 13. Median sinirin ön koldaki seyri [33]

N. ulnaris: Brakial pleksusun servikal 7-8 ve torakal 1 köklerinden oluşur. Duyu dalı 5. parmak volar ve dorsal yüzün innerve eder. *Fasciculus medialis*'ten köken alır. *M. fleksor carpi ulnaris*'in iki başı arasından girer, ön kolun medialinde *a. ulnaris* ile beraber seyrederek. *Canalis carpi* üstünden seyrederek elde innervasyon sağlar (Şekil 14).



Şekil 14. Ulnar sinirin ön koldaki seyri [33]

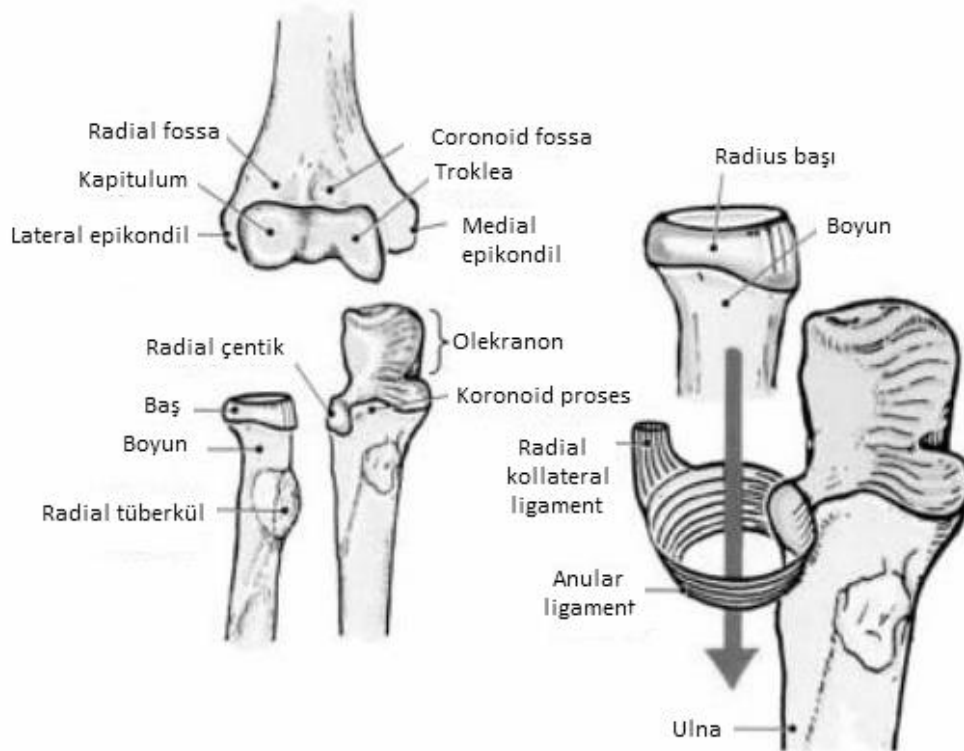
2.2.5. Ön kolun fonksiyonel anatomisi

2.2.5.1. Proksimal radioulnar eklemin fonksiyonel anatomisi

Radius başı ile ulna proksimalindeki radial çentik arasındaki eklemdir. Anterior ve posterior kenarına bağlı güçlü bir U şeklinde annüler bağ ile desteklenmiştir [35]. Pivot tip bir eklem olup radiusun ulna üzerinde dönme hareketi yapmasına izin verir.

Bu eklemdaki hareketler ön kol ve el supinasyon pronasyon hareketlerini sağlar. Supinasyon; ön kol fleksiyundayken avuç içini anterior veya superiora hareketidir. Pronasyon; ön kol fleksiyodayken avuç içini posteriora veya inferiora hareketidir. Pronasyon ve supinasyonda esas hareket eden kemik radiusdur. Radius başı, annuler ligamentinin oluşturduğu kap şekilli halka ve ulnanın radial çentiği arasında döner.

Sinovyal kapsül dirsek ekleminde çizgili fibröz kapsül şeklinde devamıdır. Radius boynunda kese şeklinde oyuk olarak sinovyal zar ile kaplı olarak annüler ligamentinin derin yüzü devam eder. Bu düzenleme sinovyal kapsülde yırtılma olmadan annüler bağ içinde radiusu döndürmeyi sağlar. Proksimal radioulnar eklem ve sinovyal boşluklar birbiriyle ilişkilidirler [35] (Şekil 15).



Şekil 15. Proksimal radioulnar eklem [36]

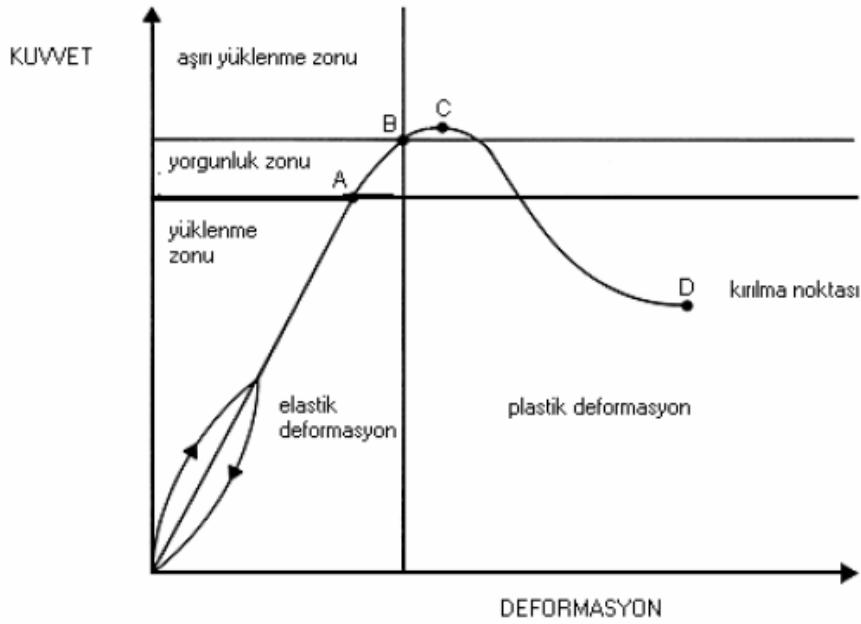
Ön kolun pronatoru, *m. pronator teres* ve *m. pronator quadratus*'dur. *M. pronator quadratus* eylemine *m. pronator teres* ani ve kuvvetli pronasyonla destek verir [35].

Proksimalde humeroulnar eklem ve distalde radioskafolunat eklemler el bilek ve dirsek eklem hareket açıklıklarını belirler. Ana görevleri fleksiyon-ekstansiyon olup ulnar deviasyon ve radial deviasyon da yapabilmektedir.

2.3. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarının Oluş Mekanizması

Kemik kırıldıktan sonra, deplasmanın (ayrışmanın) yönü ve şiddeti; kırığın düzeyi, kasların etkinliği ve kırılmaya neden olan kuvvetlerin yönüne göre farklılıklar gösterir. Bu kırıkların redüksiyonu ve mobilizasyonu sırasında, ön kol kaslarının orijin/insersiyon noktaları ve kemik yapılar üzerine etkileri dikkate alınmalıdır.

Chamay kuvvet deformasyon eğrisi ile ön kol kırıklarının oluş mekanizmasını incelemiştir [37] (Şekil 17).



Şekil 17. Deformasyon ve kuvvet arasındaki ilişkiyi gösteren grafik; elastik cevap sınırının altındaki zorlanmalarda kırık oluşmazken plastik deformasyon meydana gelir. Kuvvet artınca kırık oluşabilir [38]

1. A noktasına kadar kuvvet ile deformasyon arasında lineer ilişki vardır. Kuvvet ortadan kalktığı anda kemik eski halini alır. Bu sonuç elastik deformasyondur.

2. A-B arasında kemik eski kemik şekline döner. Fakat kemikte mikrokırıklar oluşur. Bu durum kemiğin kollajen yapısının bozulmasıyla ilişkilidir.

3. Kuvvet C noktasından büyük veya eşit olduğunda, yüklenmenin hızına ve kuvvetin uygulanma süresine bağlı olarak;

A. Yavaş uygulanmış, D noktasına varılmadan kesilmiş, kemikte oluşan germe enerjisi azaltılmış ise plastik deformasyon,

B. Hızlı uygulanmış, kemikteki germe enerjisi daha fazla ise yaş ağaç kırığı,

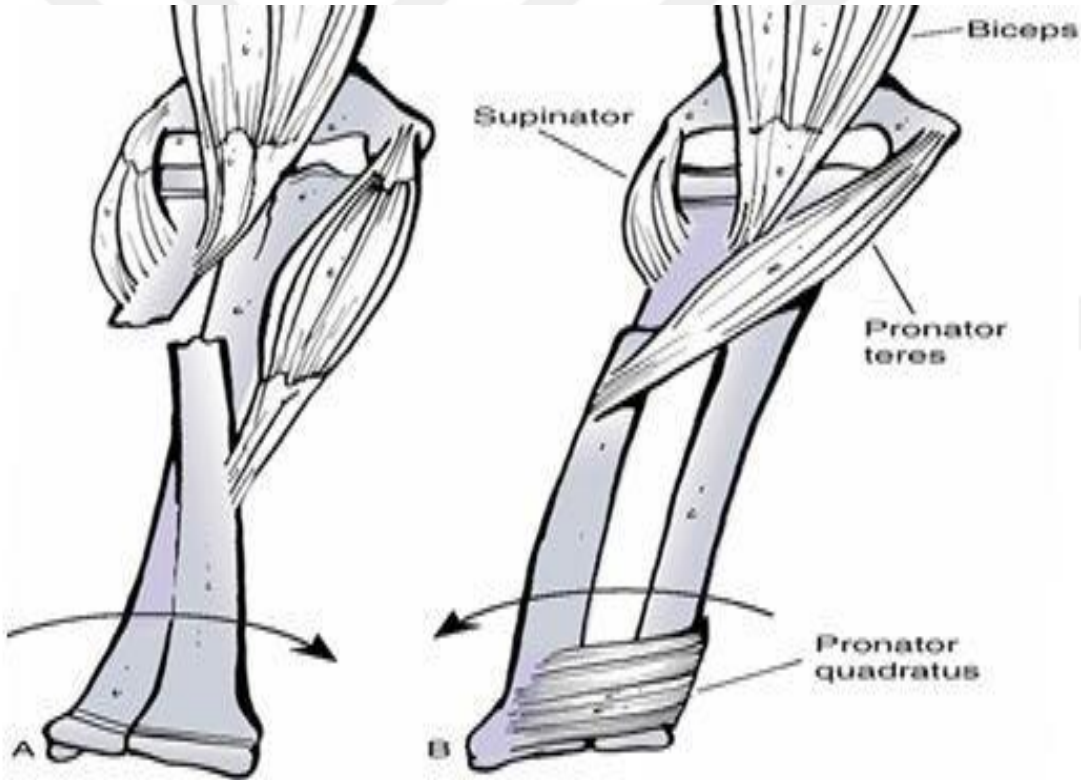
C. Hızlı uygulanmış, D noktasını geçmiş ise komplet kırık oluşur.

Radius ve ulna cisim yaralanmalarıyla ilgili primer mekanizma el üzerine düşme sonucu indirekt kuvvetin ön kol kemiklerine ulaşması sonrası kırık oluşur. Biyomekanik çalışmalar radius cisminin 1/3 orta ve 1/3 distal kesim birleşme bölgesinin kırık tehdidine açık olduğunu göstermektedir. Diafiz kemik, metafiz kemiğe göre daha güçlü yapıda olduğundan fraktür oluşması için daha fazla güç gerekir. Çocuk düştüğünde temel deforme edici güç radius üzerinden geçtiğinden ilk kırılan kemik radius olur ve ardından ulna kırılır.

Radius cisminin ve ulna cisminin değişik seviyelerden kırılması rotasyonel yaralanma sonucu ortaya çıkar. Rotasyon miktarına göre kırığın şekli, açılanmanın yönü ve seviyesi değişmektedir. Eğer radius ve ulna kırıklarının seviyeleri birbirine yakınsa torsiyonel kuvvetin minimal olduğu anlaşılır. Kola gelen direkt kuvvetler ile tek kemikte kırık yapılabilir (genelde ulna). Bu durumda proksimal veya distal radioulnar eklem yaralanması olmaz. İzole ulna cisim kırığı 'nightstick kırığı' olarak bilinir. İzole radius cisim kırığı nadirdir [3]. Eğer parçalanma varsa yüksek enerjili travmadan şüphelenilir [3]. Yüksek enerjili travmalar sonrası genellikle aynı seviyede ön kol çift kırıkları, açık kırıklar ve ciddi yumuşak doku hasarının eşlik ettiği büyük ölçüde deplase (ayrışmış) olmuş kırıklar meydana gelirler [39]. Kırık deplasmanı, açılanması ve rotasyonu aynı zamanda ön kolu saran yumuşak doku ile ön kol kemiklerini ve bu kemiklerin periostunu birbirine bağlayan interosseöz membran arasındaki etkileşimlere bağlıdır.

Ön kol çift kırıkları sıklıkla distal 1/3 seviyesinde meydana gelir. Radiusun cismi proksimalde silindirik, ortada üçgen ve distalde ovaldir, distale doğru yassılaşır. Bu geometrik farklılıktan ötürü radiusta yapısal zayıflama söz konusudur. Diğer bir neden de ön koldaki proksimal kas örtüsünün distalde tendinöz hale gelmesidir [39].

Kırık rotasyonu pronatör ve supinatör kasların yapışma yerleri ile ilişkilidir. Proksimal 1/3 ön kol çift kırıklarında *m. biceps brachii* ve *m. supinator* kaslar radiusun proksimal fragmanına tutunduğu için ön kolün proksimal üçte birindeki kırıklarda radius supinasyon ve fleksiyonda kalır. Bu nedenle, fragmanların hizalanabilmesi için distal fragman supinasyon konumuna getirilmelidir (Şekil 18). Orta 1/3 ön kol kırıklarında ise radius proksimal fragmanına tutunan *m. pronator teres*, *m. biceps brachii* ve *m. supinator* kaslarının rotasyonunu nötralize eder. Bu yüzden orta üçte birdeki kırıklar, distal fragman nötral rotasyona getirilerek hizalanır. Distal 1/3 ön kol kırıklarında kırık hattı *m. pronator teres* distalinde olduğundan dolayı proksimal fragman pronasyondadır. *M. pronator quadratus* radiusun distal bölümüne tutunduğu için distal ön kol kırıklarında, distal radius pronasyonda kalır. Bu kırıklarda, pronasyonda hizalama yapılmalıdır [39].



Şekil 18. Ön kol 1/3 proksimal diafiz kırığı ve supinasyonda redüksiyon sonrası hizalama sağlandı. [38]

İnfant ve 3 yaşından küçük çocuklarda ön kol çift kırıklarının sebebi çocuk suistimali olabileceği unutulmamalıdır [39].

2.4. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Klinik Belirtiler ve Bulgular

Klasik kırık semptomlarının hepsi veya birkaçı bir arada bulunabilir. Ön kolda ağrı, şişlik, hareket kısıtlılığı vardır. Klinik olarak muayene inspeksiyon ile başlar. Hasta bir bütün olarak tüm ekstremitte muayene edilmelidir. İnspeksiyon yaparken ön kolda şişlik, deformite, ekimoz olup olmadığına bakılır. Devamında ağrı olan bölgeler ve ön kol bölgesindeki tüm kemik trasesi palpe edilmelidir. Hassasiyet ve krepitasyon olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Ön kol çift kırıklarında şişlik, ağrı ve deformite bellidir. Şişlik farklı seviyelerde hemen daima bulunur. Şişlik yaralanma şiddeti ve geçen süreye bağlı olarak değişkendir. Acil ortopedik cerrahi gerektiren kompartman sendromu açısından ileri derecede şişlik ve eşlik eden orantısız olarak pasif germe ile ağrı hissi varsa acil yaklaşım ile fasyotomi açılması gerekir. Kompartman basıncı ölçümü kendilerini ifade edemeyecek yaşta olan çocuklar için gerekli olabilmektedir [39 ve 40].

Ön kol çift kırıklarında radius ve ulna kemikleri birbiri istikametinde hareket ettirilerek ağrı aranabilir. Manevra uygulanırken kırık fragmanları deplase etmemeye çalışılmalıdır. Radius kırıklarında hasta ön kolunu fleksiyon-pronasyon durumunda tutar ve aktif supinasyon yapamaz. Alt yarısında palpasyonla konturda değişiklik bulunabilir. Ulnanın distal ucunun palpasyonla daha belirgin hassasiyet olması radius kırığını düşündürür [5].

Krepitasyon, yumuşak doku palpasyonu ile ciltte çıtırtı hissi alınması ile olur. Cilt altı hava varlığında görülmektedir. Muayene eden kişi ek yumuşak doku hasarı açısından uyanık olmalı, kırığın düzeltilmesi sırasında krepitasyon değerlendirilmelidir.

Radial, median, ulnar sinirlerin nörolojik muayeneleri, motor ve duyu fonksiyonları bakılmalıdır. Radius ve ulna shaft kırıklarının eşlik ettiği ön kol çift kırıklarında nörolojik defisit gelişmesi olasılığı düşüktür. Aynı taraf ekstremitede humerus, klavikula ve el bileği de muayene edilmelidir. Kırık hattı ve kırık hattına yakın eklemlerin etrafındaki yumuşak doku bozukluklarına özellikle dikkat edilmelidir. Sinir muayenelerinde iki nokta dinamik ve statik duyu muayenesi, nörolojik defisit saptanan hastalarda yapılmalıdır. Ekstremitenin vasküler muayenesi radial ve ulnar arter nabızlarının palpasyonu ve kapiller dolum testi yapılmalıdır [39 ve 40]. Nörolojik ve vasküler sistem muayeneleri, kırık immobilizasyonu ve cerrahi tedavi sonrası tekrarlanmalıdır.

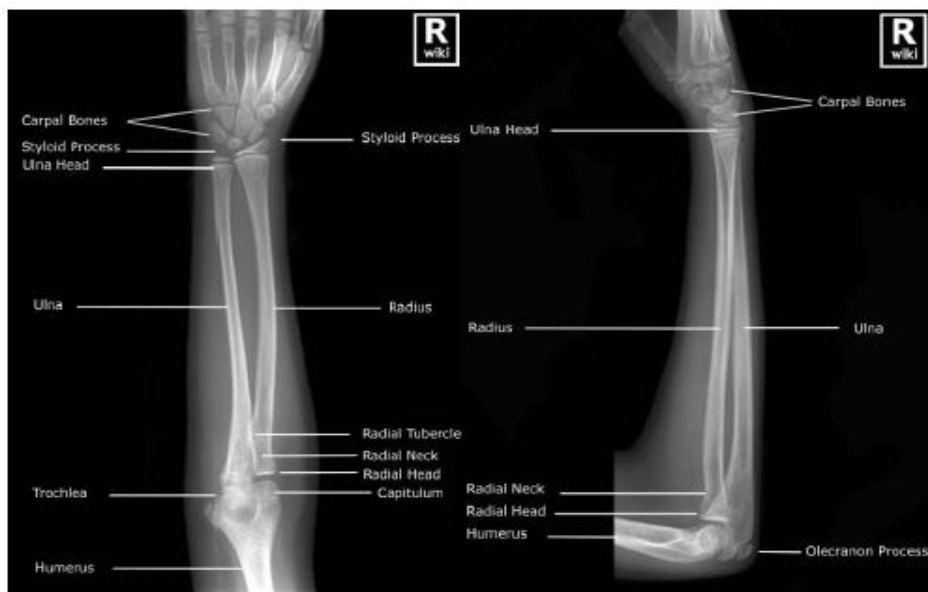
Açık kırıklar olan ateşli silah yaralanmalarında sinir ve vasküler yaralanmalar eşlik edebilir. Ön kol çift kırıkları ile birlikte olan abrazyonlar veya laserasyonlar açık kırık endikasyonu olabileceğinden çok iyi değerlendirilmelidir. Kırık sahası yakınındaki küçük bir laserasyondan sürekli sızıntı şeklinde kanama olması ve grafilerde cilt altı amfizem olması açık kırık varlığı lehine bulgulardır.

2.5. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Radyolojik Değerlendirme

2.5.1. X-ray

Ön kol çift kırığından şüphelenildiğinde distal ve proksimal radio-ulnar eklemleri içine alan AP (anterior-posterior, ön-arka) ve lateral (yan) grafiler ilk aşamada istenmelidir (Şekil 19). Fraktür tipinin tam olarak belirlenmesi için gerekirse oblik grafiler de istenebilir. Fraktürle birlikte proksimal ve distal radioulnar eklem çıkıkları ve eşlik eden diğer fraktürlerde araştırılır. Normal bir ön kol AP grafide radial stiloid ve radial tüberkül görülür. Lateral grafide ise ulnar stiloid ve koronoid çıkıntı görülür. AP grafide radial tüberkül görülürken radial stiloid görülüyorsa radiusa bir rotasyonun olduğu, lateral grafide ulnar stiloid görünüyorsa da ulnada bir rotasyonun olduğu saptanır [5, 38].

Ayrıca ön kol yanında el bileği (distal radioulnar eklem instabilitesi) ve dirsek (radial baş ve/veya boyun kırıkları ve dislokasyonları, distal humerus kırıkları) AP, oblik ve lateral grafileri çekilmelidir [5, 39] (Şekil 19).



Şekil 19. Çocuktaki ön kol anterior-posterior ve lateral x-ray görüntüsü, belli başlı anatomik bölgeler [41, 2024]

2.5.2. Ultrasonografi

Kırıkların tespit edilmesinde güçlük yaşanan durumlarda ve kendini ifade etmekte zorlanan küçük çocuklarda kırık lokalizasyonunu tahmin edilmesini sağlar. Bu noktada; USG uygulamaları teşhis açısından büyük kolaylık sağlayabilir.

2.5.3. Bilgisayarlı tomografi

Kompleks intraartiküler kırıklarda proksimal ve distal radioulnar eklem yüzeyinin görüntülenmesinde, ön koldaki nonunion, malunion ve patolojik kırıklarda önemli bir tanı aracıdır. Ancak radyasyon açısından çocuk hastalarda kullanımı sınırlı olmalıdır.

2.6. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Kırık Tipleri

Çocuklarda immatür kemik bulunduğundan üzerine uygulanan deforme edici kuvvetlere karşı erişkinden farklı olarak yanıt verir. Bu nedenle erişkinlerde görülmeyen bazı fraktür çeşitleri çocuklarda görülür. Kuvvete karşı artmış esneklik, kalın periost varlığı, yüksek remodeling potansiyeli, kısa iyileşme süresi ve epifiz varlığı çocuk fraktürlerinin tedavisini farklı kılan özelliklerdir.

-Remodeling (Yeniden şekillenme): Çocuk fraktürleri erişkinlerden daha hızlı iyileşme potansiyeline sahiptir. Yeniden şekillenme miktarını etkileyen faktörlerin başında iskelet yaşı gelir. Kırığın epifize yakınlığı ve epifizin büyüme potansiyeli diğer önemli faktörlerdir. Ön kol distal uç fraktürlerinde yeniden şekillenme miktarı daha fazladır [38, 42 ve 43].

2.6.1. Plastik deformasyon

Çocukluk çağında nadir karşılaşılan bir kırık tipidir (Şekil 20). İlk olarak 1974'de Borden tarafından ön kol kemiklerinde belirtilmiştir [44]. Daha sonraki yıllarda yapılan yayınlarda bu tipteki kırıkların teşhis ve tedavisi zor olduğu belirtilmiştir. Ön kol kemiklerinde plastik deformasyona sık karşılaşılmaktadır [37, 45]. Plastik deformasyon yetişkinlerde gözükmez. Dört yaşından küçük çocuklarda veya açılma 20°'den daha az olduğunda büyüme sırasında düzelir [46].

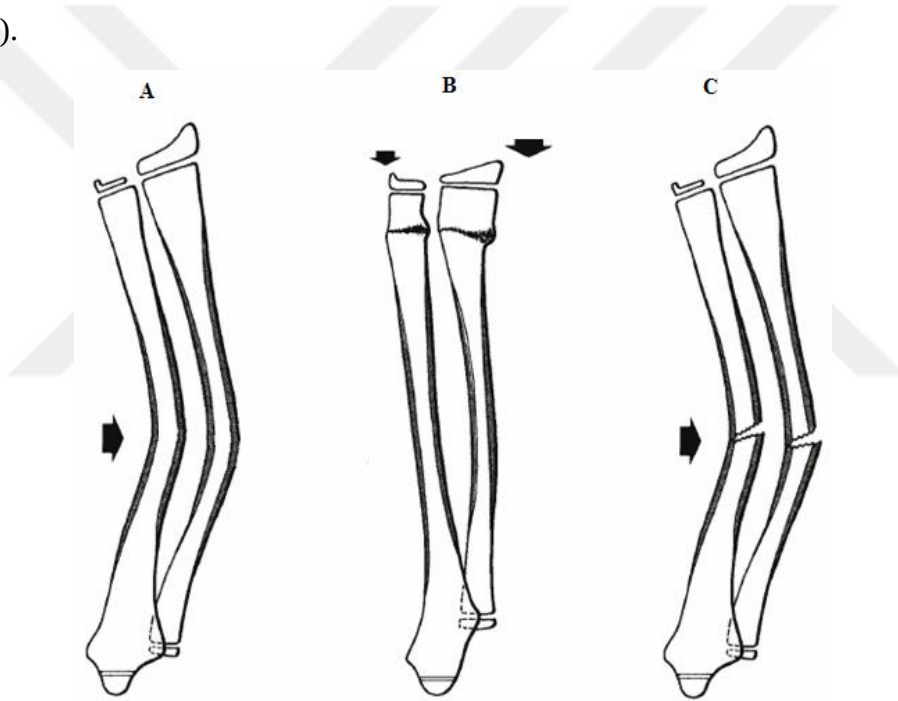
Deformitenin düzeltilmesi için plastik deformasyon tam kırığa dönüştürülebilir [47].

2.6.2. Torus kırığı

Çocukluk çağında görülen, metafizer kemiği etkileyen sıkıştırıcı yüklenmeye karşı kemikte tamamlanmış kırık oluşmadan bükülme meydana gelen impaksiyon yaralanmasıdır. Metafiz ve diafizin birleşme yerinde olur. Anterior-posterior (AP) radyografilerde görülür (Şekil 20).

2.6.3. Yaş ağaç kırığı

Ön kol diafiz kırıklarının yaklaşık üçte ikisi yaş ağaç kırığıdır [47]. Yaş ağaç kırığında gerilim tarafında tam kırık, kompresyon tarafındaki korteks ve periost sağlam kalır. Sağlam korteks sıklıkla plastik deformasyona uğradığından açısız deformite gelişir (Şekil 20).



Şekil 20. Plastik deformasyon (A), torus (buckle) kırığı (B), yaş ağaç kırığı (C), kırıkların oluş mekanizmaları (Oklar kırık oluşumuna neden olan kuvvetin yönünü göstermektedir) [48]

2.6.4. Epifiz yaralanmaları

Epifiz yaralanmaları tüm çocuk fraktürlerinin %15-30'unu oluşturur. Ön kolun distal veya proksimal epifizinde meydana gelir. İnsidansı yaşla birlikte değişmekle beraber en sık adolesanlarda görülür. %1-10 oranında ekstremitelerde büyüme geriliğine neden olur [38, 49 ve 50].

2.6.5. Tam kırıklar

Spiral, oblik veya transvers olabilir. Spiral kırıklar, rotasyonel kuvvetlerle oluşur. Oblik kırıklar, diafizde kemik eksenine ile yaptığı açı 30° şeklinde diagonal olarak oluşur. Transvers kırıklar genellikle “üç nokta bükme” etkisiyle oluşur.

Ön kol kırıkları ile ilgili en kapsamlı sınıflama Ortopedik Travma Birliği (Orthopaedic Trauma Association Committee) (OTA), tarafından kabul edilen sınıflama sistemidir.

OTA (Orthopaedic Trauma Association Committee) Sınıflaması

-TİP A: basit diafiz kırığı

A1: ulna basit kırık, radius sağlam.

A2: radius basit kırık, ulna sağlam

A3: radius ve ulna basit kırık.

-TİP B: kama şeklinde diafiz kırığı

B1: ulna kama şeklinde kırık, radius sağlam.

B2: radius kama şeklinde kırık, ulna sağlam

B3: radius veya ulna kama şeklinde kırık, diğer kemik kama veya basit şeklinde kırık.

-TİP C: kompleks diafiz kırığı

C1: ulna kompleks kırık, radius basit kırık.

C2: radius kompleks kırık, ulna basit kırık.

C3: radius ve ulna kompleks kırık [3, 51 ve 52].

Ön kol kırıkları ile ilgili sistemli ve pratik bir sınıflama; kırık kemik sayısı (tek veya çift kemik), kırık seviyesi (proksimal 1/3, orta 1/3, distal 1/3) ve kırık şekli (plastik deformasyon, yaş ağaç kırığı, komplet kırık) hakkında bilgi vermelidir. Ayrıca kemikler arası ilişki yaralanmanın şiddetini göstermekle beraber eşlik eden yumuşak doku zedelenmesini işaret eder [51] ve yaralanma şiddeti ayrıca redüksiyon tekniklerini etkiler

[3]. Sonuç olarak; proksimal ve distal radioulnar eklemler sağlam kaldığında diafiz kırıkları, kırığın tam olup olmamasına, deformitenin ve açılanmanın yönüne, kırığın seviyesine ve kemikler arası ilişkiye göre alt gruplara ayrılabilir.

Radioulnar eklem sağlam;

- 1) Kırığın tamamlanmasına göre; plastik deformasyon, yaş ağaç kırığı, komplet kırık
- 2) Deformitenin yönüne göre; supinasyon yaralanması, pronasyon yaralanması
- 3) Açılanmanın yönüne göre; volar apeks açılanma yaralanması, dorsal apeks açılanma yaralanması
- 4) Kırığın seviyesine göre; proksimal 1/3, orta 1/3, distal 1/3.

-Distal radioulnar eklem çıkığı ile radius diafiz kırığı: Galeazzi kırıklı çıkığı

-Proksimal radioulnar eklem çıkığı ile ulna diafiz kırığı: Monteggia kırıklı çıkığı

2.7. Çocuklarda Ön Kol Çift Kırıklarında Tedavi

2.7.1. Konservatif tedavi

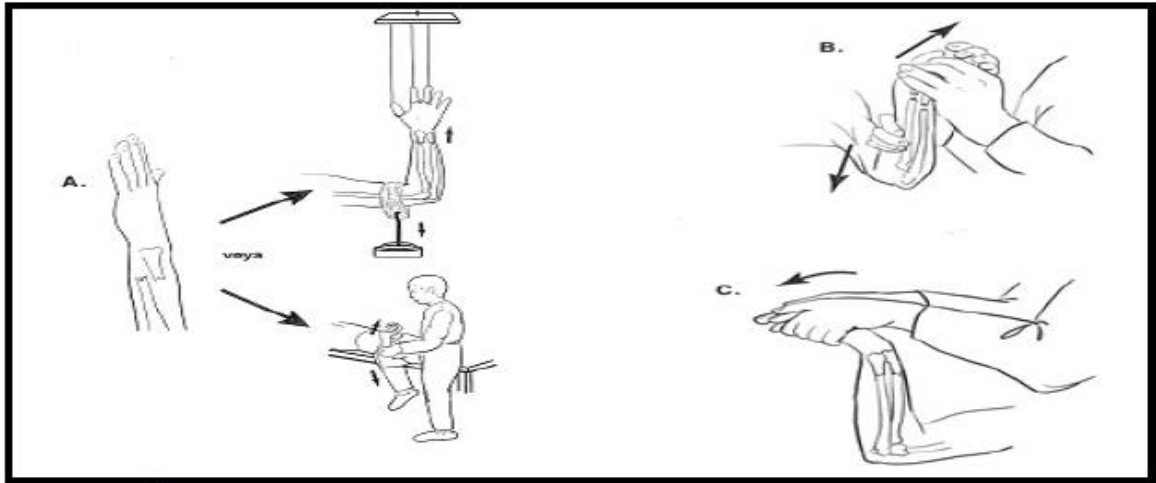
Çocuk ön kol çift kırıklarının tedavisinde amaç, proksimal ve distal kırık parçaları arasında aksiyel ve rotasyonel olarak en uygun dizilimi sağlamak ve bu dizilimi kırık iyileşene kadar devam ettirmektir. Kapalı redüksiyon ve alçı ile immobilizasyon ile tespit çocuk ön kol çift kırıklarının altın standart tedavi şeklidir [38, 53]. Ön kol çift kırıklarının %85'i bu yöntem ile başarılı şekilde tedavi edilebilir [54].

Çocuk ön kol çift kırıklarının çoğunluğu ön kolu nötr durumda tutarak başarılı bir şekilde tedavi edilebilmektedir. Kol boyu kısa olan ve proksimal 1/3 yerleşimli ön kol çift kırığı olan çocuklarda ise, fraktür redüksiyonunun dirsek ekstansiyonda olacak şekilde tespit edilerek korunması önerilmektedir [53].

Kapalı redüksiyon tekniği

Minimal deplase ön kol çift kırıkları, en kısa zamanda uygun bir şekilde mold edilerek (Charnley'in üç nokta mold etme prensibi) dirsek üstü alçılama ile tespit edilmelidir [55].

Diyafiz kırıklarındaki fragmanlara, ön kol kasları tarafından kuvvet uygulanır. Bu kuvvetlerin etkisi ile deplasman, malrotasyon ve kısalma paternleri tahmin edilebilir. Deforme edici güçlerin anlaşılması, başarılı bir redüksiyon yapılmasına yardımcı olur. Redüksiyon; traksiyon sonrasında kırık redükte edilerek yapılır. Kırığın distalinden ön kola veya ele uygulanan kuvvetle longitudinal traksiyon uygulanırken ön kolun proksimaline veya distal humerusa ters yönde traksiyon uygulanır. Traksiyon parmak tutucu kullanılarak, asistan yardımıyla ya da cerrahın eliyle yapılabilir. Uygulayıcı bir eli ile traksiyon yaparken diğer eli ile manipülasyon yaparak, deformitenin karşı yönünde kuvvet uygular (Şekil 21). Repozisyon sağlandıktan sonra dirsek 90 derece fleksiyonda, proksimal kırıklarda ön kol supinasyonda, orta shaft kırıklarında nötral pozisyonda, distal kırıklarda ise pronasyonda alçı uygulanır.



Şekil 21. Ön kol çift kırıklarında kapalı redüksiyon tekniği. Longitudinal aksta traksiyon uygulanarak kırık hattının repozisyonu sağlanır. Traksiyon parmak tutucu kullanılarak, asistan yardımıyla ya da cerrahın ekstremitesiyle yapılabilir (A). Redüksiyonda deformiteyi arttırıp (B), traksiyon uygulandıktan sonra alçılama ve iyi bir alçılama tekniği ile mold edilerek kırık tespit edilir (C)

Çocuk ön kol çift fraktürlerinin konservatif tedavisinde alçının uygulanma yöntemi de sonucu etkilemektedir. Uygulanacak alçının, ön kolün yapısına uygun olarak volardan veya dorsalden sıkıştırılarak interosseöz aralığı koruyacak şekilde oval olarak şekillendirilmesi gerekir. Alçının ulnar kenara oturtulmuş ve dirseği 90 derecede tutacak şekilde yapılması, redüksiyonun korunmasını sağlar [56]. İlk tespitin atel şeklinde yapılıp, bir hafta sonra silindirik alçıya geçilmesini öneren araştırmacılar varsa da, yakından izlemek şartı ile direkt dirsek üstü sirküler alçı uygulayarak da tedavi edilebilir [42, 55].

İnterosseöz mold etme, suprakondiler mold etme, uygun dolgu maddesi (pamuk) sarma, alçı materyalinin düzgün dağılımı, ulnar hattın düzgün olması ve üç nokta mold etme iyi bir ön kol alçılması için gerekli prensipleri içerir [5].

Yaş ağaç kırıklarında, rotasyonel deformitenin düzeltilmesi ve traksiyon kullanmaksızın, açılanmanın elle redüksiyonu birçok olguda kullanılmaktadır [30]. Bazı araştırmacılar, yaş ağaç kırıklarının sonrasındaki açılanmayı önlemek ve oluşabilecek kırık riskini azaltmak amacıyla, tam kırığa dönüştürülmesi gerektiğini savunmaktadır [57]. Bazı araştırmacılar ise, yaş ağaç kırıklarındaki intakt korteksin, kemiklerdeki hizalanmanın (alignment) sürdürülmesini sağladığını belirtmişlerdir [30, 58].

Alçılama indeksi

Üç nokta bükme prensibine uygun yapılan alçı yapılmalıdır. İyi bir alçılama redüksiyonun devam ettirilmesi ve daha sonra ortaya çıkabilecek deplasman riskini minimize etmek için önemlidir [59]. Tanımlanan ilk radyografik indeksler, alçının proksimal ve distal fiksasyon noktalarından bağımsız olarak kırık bölgesinde yapılan ölçümlere dayanmaktadır [60].

Alçı indeksi, alçı uygulama kalitesinin değerlendirildiği indekstir. Alçı indeksi, lateral grafideki alçının iç kenarları arasındaki mesafenin, ön arka grafideki aynı mesafeye bölümüdür. Redüksiyon kaybını öngörmek ve alçı başarısını değerlendirmek açısından oldukça iyi bir yöntemdir. İyi bir alçılama alçı indeksi 0,7–0,8'den küçük olmalıdır (Şekil 22).



Şekil 22. Kapalı redüksiyonu takiben alçı indeksi (Alçı indeksi= x/y)

Redüksiyon sonrası bakım

Redüksiyon uygulanan ön kol çift kırıklarında kırık aligment kabul edilebilir sınırlar içindeyse, çocuk öneriler ile acil servisten taburcu edilir. Belirgin şişliği olan veya redüksiyon ve immobilizasyondan sonra anormal muayene bulguları olan çocuklar gözlem amacıyla hastaneye yatırılmalıdır. İlk 3 hafta boyunca redüksiyonun durumunu değerlendirmek amacıyla, haftalık klinik ve radyografik izlem yapılır. Alçı, hasta konforu açısından, yaralanmadan 1-2 hafta sonra değiştirilmelidir. Klinik değerlendirme ve radyografiler iyileşmeyi gösteriyorsa 6-8 hafta arasında, büyük çocuklarda 8-10 haftaya kadar alçı ile immobilizasyon devam edilir. Alçı ile immobilizasyon süresi radius ve ulnada kallus dokusu görülene kadar uzatılmalıdır. 3-4 ay kadar hastaların aktiviteleri kısıtlanmalıdır [39]. Dirsek ve el bileği hareketleri kısıtlanan bazı büyük çocuklarda fizik tedavi ve rehabilitasyon gerekebilir [61].

Redükte kırığın deplase olmasındaki risk faktörleri

Redükte edilen kırığın ayrışması, ön kol kırıklarının sık bildirilen komplikasyondur. Daha önceki olgu serilerinde olguların %10-91'inde redüksiyon kaybı ortaya çıktığı, bu kayıpların üçte birinin geç dönemde olduğu bildirilmiştir [60]. Redükte kırığın deplase olmasında etkili olan faktörler;

- 1- Kırık ile ilgili faktörler; redüksiyon öncesi deplasman derecesi, kırığın yerleşimi, aynı seviyede ilişkili ulna kırığı, kırığın oblik olup olmaması,
- 2- Cerrah ile ilgili faktörler; kırığın uygun olmayan kapalı redüksiyonu, kötü alçılama tekniği,
- 3- Hastayla ilgili faktörler; kas atrofisi, alçılama var olan yumuşak doku şişliğinin azalması [59 ve 60, 62].

Daha sonra ortaya çıkabilecek komplikasyonları önlemek ardışık radyolojik değerlendirme ile mümkündür [63].

Çocuk ön kol çift kırıklarının konservatif tedavisinde redüksiyonun kaybı derecesi hangi sınırlara kadar kabul edilebileceği konusu tartışmalıdır. Redüksiyon kaybı neticesi gelişebilecek açılanmanın ön kolun rotasyonu üzerine etkileri tam olarak gösterilememiştir. On yaşından büyük ve proksimal yerleşimli ön kol çift kırığı olan hastalarda uygun

redüksiyonun korunması güç olmakta ve redüksiyon kaybına bağlı rotasyon kısıtlılığı sık karşılaşılmaktadır [64 ve 65]. On yaşından küçük çocuklarda 15 derecelik açılanma ve 45 derecelik rotasyon kaybı, 10 yaşından büyük çocuklar için ise 10 derecelik açılanma ve 15-30 derecelik rotasyon kaybı kabul edilebilir kırık takip sınırlarıdır. Belirtilen açılanmalar yoksa fraktür uçlarının üst üste binmesi ve ön kol kısalığının varlığı konservatif tedavi sonucunu kötü yönde etkilemeyeceği kabul edilmektedir [38]. Redüksiyon kaybı en sık ilk 2 hafta içinde meydana geldiğinden, bu süre içinde hastalar haftalık x-ray grafileri ile takip edilmelidir. Hizalamada bir sorun saptanırsa, ön kol çift kırıklarının kapalı manipülasyonu tekrarlanmalıdır.

2.7.2. Cerrahi tedavi

Çocuk ön kol çift fraktürlerinde cerrahi girişim endikasyonları; konservatif tedaviye başlarken veya tedavi sürecinde görülen kabul edilmeyecek düzeyde deplasman olması, yüzen dirsek yaralanmaları (aynı taraf ön kol ve humerus kırıkları), patolojik kırıklar, segmenter kırıklar, açık kırıklar, damar-sinir yaralanmasının eşlik ettiği kırıklar, eşlik eden kompartman sendromu, çoklu uzun kemik kırıkları, eşlik eden kafa travması varlığı gibi durumlardır [66-70].

Klinik uygulamada redüksiyon kaybı olan veya olacağı düşünülen özellikle 10 yaş üzeri ve proksimal yerleşimli ön kol çift kırığı olan ve açık ön kol çift kırıklarında en fazla cerrahi girişimin uygulandığı kırıklardır [71].

2.7.2.1. Plak fiksasyonu

Çocuklardaki ön kol çift kırıklarında, plak fiksasyonunun endike olduğu durumlar parçalı kırıklar ve intramedüller fiksasyonla hizalanamayan radial yay apeksinde yerleşik kırıklardır. Distal ön kol kırıklarında, radius ve ulna fizisleri kapanmış büyük çocuklar ve ergenlerin kronolojik yaşa bakılmaksızın erişkinler gibi plak-vida fiksasyonu ile tedavi edilmesi tavsiye edilir [61]. Çocukların çoğunda, 1/3 tübüler plak veya 2,4 mm kompresyon plağı redüksiyonun sağlanması ve kaynamanın gerçekleşmesi için yeterlidir. 3,5 mm kompresyon plakları ise implantların yerleştirilmesine olanak sağlayan yeterli kemik boyutlarına sahip daha büyük çocuklarda ve erişkinlerde kullanılır [61].

2.7.2.2. İntramedüller çivileme

Günümüzde çocuk ön kol çift kırıkları için intramedüller fiksasyon, internal tespit için en çok tercih edilen yöntemdir. Ön kol intramedüller çivilemesinde K-telleri, Rush pinler, Steinmann pinleri ve elastik intramedüller çivi gibi çeşitli implantlar kullanılmaktadır.

Kapalı redüksiyon ile tedavide, öncelikle kırık skopi altında kapalı redükte edilir. Radiusa distal fizis hattının üzerinden açılan oval pencereden proksimale doğru yerleştirilir. Ulnaya çivi uygulaması, distal ulnar fizis hattının proksimalinden veya proksimal ulnar apofizin hemen distalinden yapılabilir. Kapalı redüksiyon sonrası intramedüller çivi tespiti ile tedavi en sık kullanılan yöntem olmakla beraber kırık seviyesinde mini kesiler yapılarak redüksiyon sağlandıktan sonra intramedüller çivi ile tespit uygulanabilir. İntramedüller çiviler, hem radius hem de ulnada kortikal kemiğe iki sonlanma noktasında ve konveks tarafta temas ederek üç nokta prensibine göre kırık tespiti yaparlar. Prensip gereği iki kemik arasını, interosseöz membranı gererek uygun pozisyonda tutmaları sonucu rotasyonel ve açısal deformite gelişmesi önlenir [66]. İntramedüller çiviler tam bir kırık stabilitesi sağlamazlar ve kırık uçlarının bir miktar hareket ettirerek kallus oluşumuna neden olurlar [63]. Çocuk ön kol çift kırıklarının kapalı redüksiyondan sonra perkütan olarak intramedüller tespit edilmesinin skopi gerektiren bir işlemdir [72].

İntramedüller fiksasyonun plak-vida ile osteosenteze göre birçok avantajı vardır. Küçük insizyonlar ile daha az invaziv ve daha fazla kozmetik olması, kısa cerrahi süresi, ucuz implant maliyeti ve daha az derin doku diseksiyonu gerektirmesi bu avantajlar arasındadır [39, 72 ve 73]. Kırık hematoma ve periostal kan akımına zarar vermeden tespit sağlanabilir [74].

Tedavinin dezavantajları arasında yapılan tespitin gerekli rotasyonel stabiliteyi sağlamaması ve buna bağlı olarak gelişen rotasyonel hareket kısıtlılıklarıdır. Farklı serilerde 10 ile 20 derece arası ön kol rotasyon kısıtlılığı ile karşılaşıldığı belirtilmiştir [67, 72 ve 73]. Çocuk ön kol kırıklarının intramedüller çivi ile tespiti sonrası iyatrojenik epifiz hasarına bağlı, erken fizis kapanması görülür, bu yüzden çiviler büyüme plağının üzerinden gönderilmelidir [67 ve 68]. K-telleri intramedüller yerleştirildikten sonra uçlarının deri dışında bırakılması poliklinik şartlarında, genel anestezi gerektirmeden

ıkarılmalarına olanak sağlar. Ancak K tellerinin deri dışında bırakılması pin dibi enfeksiyonu gelişme ihtimalini arttırabilir [68].

Diğer bir dezavantajı kırık uçlarında yeterli tespit sağlanamadığından ameliyat sonrası uzun kol sirküler alçı veya uzun kol atel uygulanır. Uzun kol sirküler alçı veya uzun kol atel uygulanması dirsek ve el bilek eklem sertliklerine sebep olabilir. Ancak literatürde, intramedüller çivi ile tespit sonrası uzun kol sirküler alçı veya uzun kol atel uygulanan çocuklarda eklem sertliği ile karşılaşılmamıştır [67, 72]. İntramedüller ivi uygulamasından sonra olgulara 4-8 hafta alçılı tespit uygulanır. Ancak, intramedüller tespit sonrası alçı uygulanmaması ve erken harekete başlanması gerektiğini savunanlar olmuştur [74].

Literatürde, tek kemik fiksasyonu uygulanan bazı çalışmalarda hem radius hem de ulnada redüksiyon kaybı meydana gelmiştir. Bu sebeple ön kol çift kırıklarının tespiti için her iki kemik fiksasyonu önerilmektedir [52, 68].

2.7.2.3. Eksternal fiksasyon

3.1 mm veya daha küçük eksternal fiksasyon tekniği sadece yumuşak doku hasarı, belirgin kontaminasyon ve segmental kemik kaybı olan yaralanmalarda tercih edilir [75]. Eksternal fiksasyon, yumuşak doku iyileşmesi için gerekli olan kısa süreli stabilizasyon (<2 hafta) için kullanılabilir. Bu teknik çocuklardaki ön kol çift kırıklarında nadiren kullanılmaktadır.

Cerrahi sonrası bakım

Cerrahinin tamamlanmasından sonra, uzun kol alçı veya uzun kol atel uygulanır. Bir haftadan sonra atelden alçıya geçilir. Alçı immobilizasyonu 8-12 hafta boyunca sürdürölür. Cildin dışında kalan intramedüller çiviler (k telleri veya elastik çiviler) cerrahiden sonraki 6. hafta içinde kaynamanın varlığına göre çıkartılır. Çoğu olguda, alçı çıkartıldıktan sonraki 4-6. hafta arasında aktiviteye dönüşe izin verilir. Büyük ocukların bazılarında fizik tedavi ve rehabilitasyon gerekebilir.

2.8. Çocuk Ön Kol Çift Kırıklarında Komplikasyonlar

2.8.1. Redüksiyon kaybı

Hastalarda %10 ile %25 arasında görülen komplikasyondur. Genellikle tedavinin ilk üç haftasında saptanır. Voto ve arkadaşları, kırıklardaki kaymanın büyük oranda ilk iki hafta içinde görüldüğünü bildirmişlerdir [65]. Deformitenin remodelingine izin verilmesi; kama çıkarma, yeniden kapalı redüksiyon ve alçılama, pinleme ve alçılama, indirekt redüksiyon ve internal fiksasyon, açık redüksiyon ve internal fiksasyon yeniden deplase olan kırıklarda uygulanacak yöntemlerdir. Yeniden deplase olan ön kol çift cisim kırıklarının çoğu yeniden kapalı redüksiyon ve alçılama ile başarılı bir şekilde tedavi edilebilirler [3].

2.8.2. Hareket kısıtlılığı

Ön kol sinovyal olmayan bir eklem olarak kabul edilmektedir. Ön kol kırıkları sonrası en sık görülen uzun dönem komplikasyon ön kolda hareket kısıtlılığıdır. Pronasyon kaybı supinasyona göre daha sıktır. Bazen mükemmel radyolojik görüntülere rağmen pronasyon ve supinasyon kaybı olabilir. İnterosseoz membranda gelişen fibrozis ve interosseoz ligament kontraktürü, hareket kısıtlılığının altta yatan nedenidir. Hem takip edilen hem de ameliyat edilen hastalarda hareket kısıtlılığı bildirilmiştir. Önemli olan hareket kaybının fonksiyonel sonuca etkisi ve klinik bulgu vermesidir. Hafif derecede hareket kayıplarının günlük yaşamda anlamı yoktur [3].

2.8.3. Refraktür (Yeniden Kırık)

Tüm çocuk kırıkları içinde en sık refraktür görülen bölge ön kol bölgesindeki kırıklardır. Ön kolun 1/3 diafizer bölgesinde en sık görülür. Refraktür erkeklerde kızlara oranla üç kat daha sıktır. İlk kırıktan ortalama altı ay sonra görülür. %4 ile %8 oranında görülür. Çoğunlukla kırık hattında ve yaş ağaç kırıklarından sonra devam eden açılma sonucu tam iyileşme olmaması nedeniyle görülür. Alçı tespit süresinin kısa tutulması, ilk kırıkla birlikte lokal perfüzyonun azalması, kötü alçılama tekniği, yetersiz redüksiyon, yetersiz konsolidasyon, açık ön kol çift kırıkları, intramedüller çivilerin erken çıkarılması, plak vidanın çıkarılması (plağın altındaki kemik dansitenin azalmasına bağlı) izlenen nedenlerdendir. İmplant çıkarımı sonrasında yeniden kırılma riskini azaltmak için, implant çıkarılmadan önce yeterli kırık iyileşmesinin görülmesi ve delikler kapanana kadar splintle

korumaya devam edilmesi gerekmektedir. Yeniden kırılmalardan sonra kapalı redüksiyon ve alçılama, kapalı redüksiyon sonrası intramedüller çivileme, açık redüksiyon ve internal tespit uygulanabilir [3, 39, 53, 71, 76].

2.8.4. Nonunion (Kaynamama)

Gecikmiş kaynama pratik olarak 12. haftada çekilen grafilerde, 1. ayda görülen normal iyileşme bulgularını geçmeyen, komplet iyileşmenin eksik olması şeklinde tanımlanabilir. Kaynamama ise kırık oluştuktan 6 ay geçmesine rağmen tam kemik kaynamasının olmayışı şeklinde tanımlanır. Fernandez ve arkadaşları, gecikmiş kaynama veya kaynamama için risk faktörlerini; açık kırıklar, açık redüksiyon, refraktürler, hipertrofik kemik iyileşmesi, stabil olmayan kırık tespiti, implantların erken çıkarılması, enfeksiyon olarak belirlemişler [77]. Ön kol orta 1/3 diafiz bölgesi kanlanmanın en iyi olduğu bölgedir, gecikmiş kaynama ve kaynamama çocuk ön kol çift kapalı kırıklarından sonra nadiren görülür. Daha çok açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulanan kırıklarda ve açık kırıklarda görülür. [3, 78].

2.8.5. Malunion (Yanlış kaynama)

Çocuklarda malunion oranı, yetişkinlere göre remodeling oranının oldukça fazla olması nedeniyle nadirdir. Çocuklarda ön kol çift kırıklarında önemli sayıda kırık kozmetik ve radyolojik deformite ile iyileşir. Ancak radyolojik anormallikler devam etmesine, kozmetik deformite varlığına rağmen normal hareket açıklığı çoğu zaman korunur. Price ve Knapp, 9 yaş üstü çocuklarda 30 derece üstü açılanmaların düzeltilmesi gerektiğini savunmuşlardır [79]. Açılanma kırık sonrasında 3-4 hafta içinde gelişirse kallusun kırılması (osteoklazi) yöntemiyle kapalı osteoklazi ve alçı; kapalı osteoklazi, tek veya her iki kemiğe intramedüller çivi uygulaması ve alçı ile düzeltilebilir. Kapalı yöntemlerle yeterli osteoklazi uygulanamaz ise minimal invaziv olarak drill yöntemi ile osteoklazi uygulanabilir. Takiben 4-6 hafta alçıda tutulmaya devam edilir. Karakurt ve arkadaşları, erken dönem (3-4 hafta) yanlış kaynama tespit edilen iki olguda kapalı osteoklazi sonrası her iki kemiği intramedüller K-telleri ile tespit etmiş ve iki olgunun takipleri sonrası radyolojik ve fonksiyonel olarak mükemmel sonuç ile ortaya çıkmıştır [80].

2.8.6. Sinostoz (Yapışıklık)

Radius ve ulnanın sinostozu nadir olmakla birlikte proksimal üçte bir ön kol çift kırıklarında sık gözlenir [81]. Radioulnar sinostoz varlığı ön kolda rotasyon kaybına neden olur. Çocuklarda sinostoz; yüksek enerjili travma, her iki kırığında aynı seviyede olması, başlangıç deplasmanının fazla olması, rezidüel deplasman, tekrarlayan kapalı redüksiyon girişimleri, eşlik eden radius baş kırıkları, radius boyun kırıkları ve radius başi eksizyonu, uzun süreli immobilizasyon, açık kırıklar, enfeksiyon, radius ve ulna açık redüksiyon ile tespiti için tek insizyon kullanımı gibi sebeplere bağlı meydana gelir [5, 67, 81]. Sinostozun tedavisi iki kemik arasındaki ektopik dokunun eksize edilip arasına herhangi bir yumuşak doku yerleştirilmesi şeklindedir. Rekürrens riskini azaltmak için araya inert madde (silikon veya yağ doku) yerleşimi uygulanabilir. Travma ile eksizyon arasında en az 1 yıl beklenmelidir. Bu dönemde kallus oluşumu sessiz döneme girmiştir. Çocuklarda sinostozun cerrahi tedavi sonuçları kötüdür ve sınırlı vakalarla yapılan yayınlarda nüks sık olarak bildirilmiştir. Cerrahi tedavi için iskelet gelişiminin tamamlanmasını beklemek fonksiyonel kayıplara yol açmaktadır [3, 67, 81].

2.8.7. Enfeksiyon

Enfeksiyonu önlemeye yönelik tedavilere rağmen açık kırıklar ve açık redüksiyon ile tedavi edilen kapalı kırıklarda sık görülür. Kapalı redüksiyon ile tedavi edilen kırıklarda nadirdir. Açık kırıklar sonrasında derin enfeksiyon, osteomyelit ve gazlı gangren gelişimi nadirde olsa görülebilir. Açık kırıkların tedavisi ihmal edilmemelidir. Tetanoz profilaksisi, cerrahi debridman, ameliyat öncesi profilaktik antibiyotik tedavisi ve uygun antibiyotiklerin uygun doz ve sürelerde kullanımı önemlidir [3].

2.8.8. Sinir yaralanması

En fazla median, ulnar, posterior interosseöz sinir ve diğer periferik sinir (radial sinir süperfisiyel dalı, ulnar sinirin dorsal dalı gibi) yaralanmaları görülür. Sinir yaralanmalarının çoğu nöropraksi şeklindedir ve birkaç ay sonrasında iyileşirler. Kırık dokuları arasında sıkışma, kırık fragmanlarına bağlı sinir yaralanması ve sıkıştırıcı kallus veya fibröz doku sinir felçlerine sebep olabilir. Kapalı redüksiyon ve intramedüller tespit ile tedavi edilen hastalarda, açık redüksiyon ve intramedüller tespit ile tedavi edilen hastalarda, kırık manipülasyonları ile sinir hasarı gelişebilmektedir. Yaralanmadan 3 ay sonra iyileşme bulguları yoksa sinir ileti çalışmaları, EMG (elektromiyografi) gibi ileri

tanısal testler yapılmalıdır. Price CT ve arkadaşları, sinir sıkışması şüphesi halinde kapalı tedavi ile anatomik tespit sağlanmışsa, ekplorasyonun 8 hafta sonra yapılmasını önermektedir [3, 5, 82].

2.8.9. Kompartman sendromu

Sınırlı bir alan içerisinde artmış doku basıncından kaynaklanan ve bu alanda yer alan anatomik yapıların, dolaşım ve fonksiyonlarının bozulmasına sebep olan semptomlar kompleksine kompartman sendromu denir. En sık fraktür uçlarının fazla yer değiştirdiği, yüksek enerjili travmalardan sonra izlenir. Uygun redüksiyondan sonra ağrısı devam eden ve pasif parmak hareketleri ile ağrısı olan hastaların alçıları çıkarılır. Distal nabızların muayenesi ve kapiller dolum testi takip açısından önemlidir [3, 83]. Ekstremitte elevasyonda tutulur. Klinik bulguların varlığında kompartman basıncı ölçüldüğünde >30 mm Hg üzerindeki diastolik kompartman basıncı ile tanı doğrulanabilir. Olgular kompartman sendromu yönünden yakından izlenmelidirler [53, 84]. Tedavisi acil fasyotomidir. Yüzeyel kompartmanlar, derin kompartmanlar ve mobil tıkaçlar gevşetilir. Kompartman sendromu uygun bir şekilde takip ve tedavi edilmezse kalıcı sinir hasarı, miyonekroz ve Volkman iskemik kontraktürüne sebep olabilir [85].

2.8.10. Refleks sempatik distrofi

Cilde dokunulduğunda ağrı, şişlik ve vazomotor semptomlarla belirti veren ve anamnez, fizik muayene ve kemik taramaları ile tanı konulur. Çocuklarda nadir görülen komplikasyondur. En iyi tedavisi eklem hareket açıklığı ve desensitizasyon için erken dönemde fizik tedavi ve rehabilitasyon başlamaktır [3].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Yerel etik kurulun 20.11.2023 tarih ve 2023/115 sayılı onayı ile çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çalışma Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne 1 Ocak 2018 - 31 Ekim 2023 tarihleri arasında ön kol çift kırığı ile başvuran 5-14 yaş arasındaki çocuklarda retrospektif olarak incelenerek yapılmıştır. Bu tarih aralığında hastane arşivinden toplamda 166 hasta elde edildi. 32 hasta cerrahi tedavi ile tedavi edildiği tespit edildi. 16 hasta gustilo-anderson tip 1-tip 2 açık kırık nedeniyle ve 25 hasta patolojik kırık olması nedeniyle, 18 hasta da epifiz yaralanması nedeniyle çalışmadan çıkarıldı. Kalan 75 hastadan, en az 1 yıl sonrasındaki son kontrolleri yapılan ve çalışmaya dâhil edilme kriterleri karşılayan 61 hasta, değerlendirilmeye alınarak çalışma yapıldı.

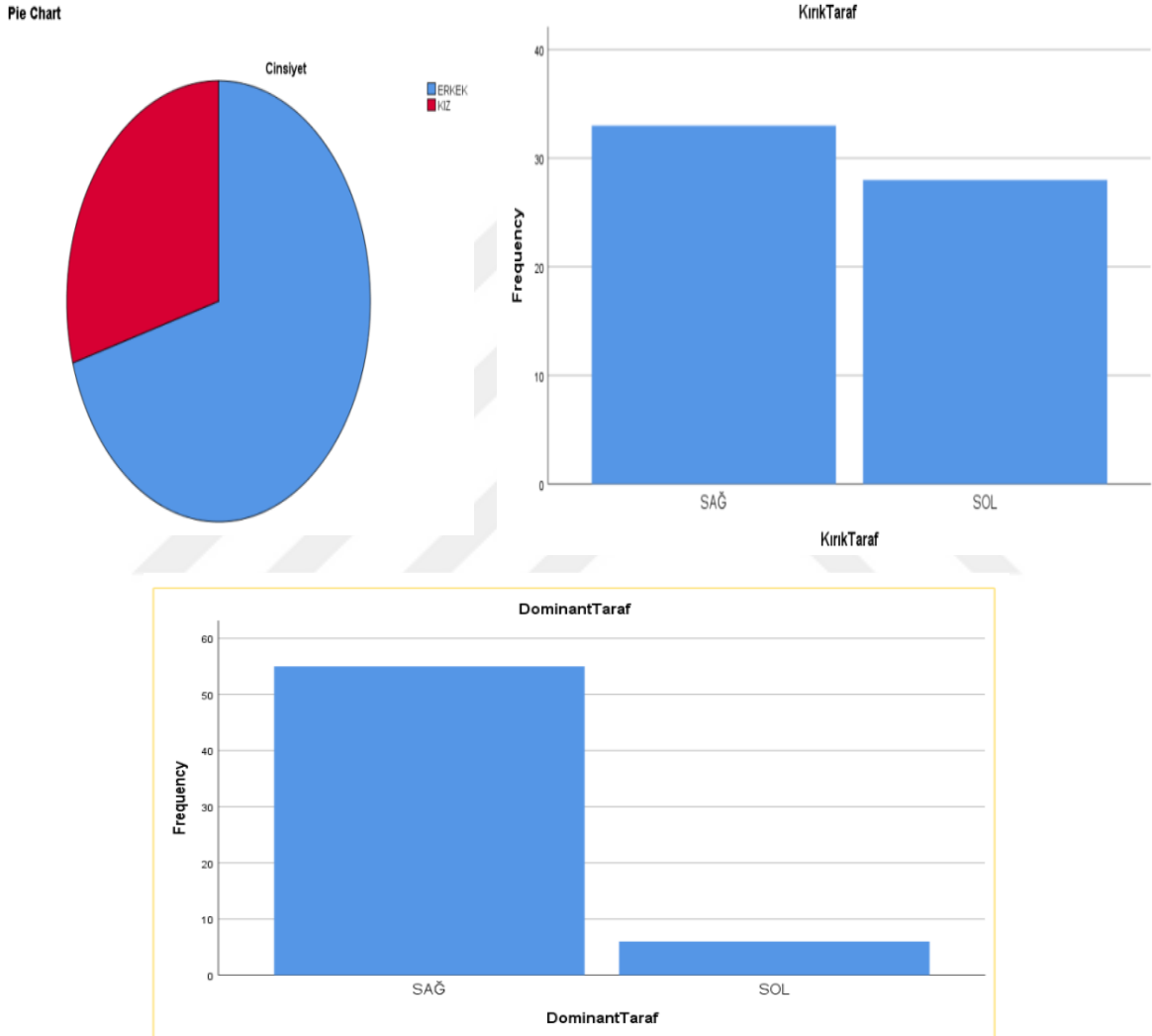
Çalışmaya dâhil edilme kriterleri olarak; 5 yaş üzeri ve 14 yaş altı çocuk grupta ön kol çift kırığı olan hastalar, radyolojik ve klinik olarak en az 12 aylık takip edilen ve kemik kaynaması tamamlanmış hastalar, radius ve ulna kırıklarının beraber eşlik ettiği şaft bölgesinden metafize kadar olan ancak epifiz kırıklarının olmadığı hastalar, nondeplase perisot devamlılığı olan hastalar, bilateral el bilek posterior-anterior (PA) ve ön kol anterior-posterior (AP) ve lateral radyografilerle düzenli takip edilen hastalar, takip süresi boyunca konservatif olarak takip edilen hastalar çalışmaya dâhil edildi.

Çalışmadan dışlanma kriterleri olarak; 5 yaş altı ve 14 yaş üzeri olan hastalar, cerrahi olarak tedavi edilen ön kol çift kırıkları, nörovasküler yaralanmaların eşlik ettiği açık ön kol çift kırık yaralanmaları, kırık ile birlikte yumuşak doku rekonstrüksiyonları ve fasyotomi yapılan hastalar, eşlik eden komşu kemiklerde kırıkları olan hastalar, patolojik kırıklar, kemik büyümesini etkileyen herhangi bir hastalığı (akromegali gibi) olan hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Çalışmaya dâhil edilen tüm hastaların birinci derece yakınlarından (annesi, babası) onayı alındı. Hastaların 18'u kız (%29,50), 43'si erkekti (%70,49). Yaş ortalaması 8,54 [Dağılım 5-14] idi. Hastaların 28 sol (%45,90), 33 sağ (%54,09) ön kol çift diafiz kırığı ve kırık olan hastaların 29 hastada dominant kolda (%47,5) kırık tespit edildi. Hastaların dominant eli 55'i (%90,16) sağ ve 6'si (%9,83) sol el şeklindedir (Tablo 3). Etiyolojik

olarak kırıklar; bisikletten düşme, salıncaktan düşme, merdivenden düşme, kaydıraftan düşme, ağaçtan düşme, ev içinde düşme, sokakta yürürken düşme, spor yaparken düşme, araç içi trafik kazası gibi nedenlere bağlı meydana gelmiştir. Tüm kırıklar tek kolda ve hem radiusta hemde ulnada kırık mevcuttu.

Tablo 3. Ön kol çift kırığı olan kız ve erkek çocukların dağılımı, kırık tarafın yön dağılımı ve dominant tarafın yön dağılımını gösteren grafikler



Denek sayılarının yeterliliğini belirlemek için power (güç) analizi yapılmıştır. G güç analiz sonucuna göre d değeri 0,5, alfa hatası 0,05 ve N2/N1 oranı=1 ve çalışma gücü %80 ile güç analizi 51 hasta olarak hesaplanmıştır.

Çalışma “Helsinki Deklarasyonu ve İyi Klinik Uygulamalar Yönergesi”ne uygun olarak yürütülmüştür.

Konservatif veya cerrahi tedavi

İlk ön kol çift kırığı ile başvuran hastaların çekilen direkt grafilerde manuel düzeltmenin gerekli olduğuna karar verildiğinde kapalı redüksiyon uygulandı (Şekil 23).



Şekil 23. Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Polikliniği'ndeki alçı odasında traksiyon-kontratraksiyon yöntemi ile ön kol çift kırığı redüksiyonu ve uzun kol atel uygulaması

Kırık sahasında kapalı redüksiyon sonrası uzun kol atel ile tespit sağlandı.

Klinik yaklaşım olarak angulasyon derecesi redüksiyon sonrası 10 derece ve altındaki hastalarda konservatif tedavi kriteri olarak belirlendi. 10 derece üzerindeki ve kırık kemik örtüşmesi olmayan hastalara cerrahi tedavi uygulanmıştır. Konservatif takip olan hastaların takip sırasında açılanma 10 derece ve üzeri olduğunda redüksiyon kaybı olarak değerlendirildi [86]. Konservatif takip edilen 61 hastada takipteki herhangi bir aşamada redüksiyon kaybı gelişmedi. Kırıkların tamamı periost devamlılığı olan nondeplase ayrışmamış kırıklardı.

Radyolojik değerlendirme

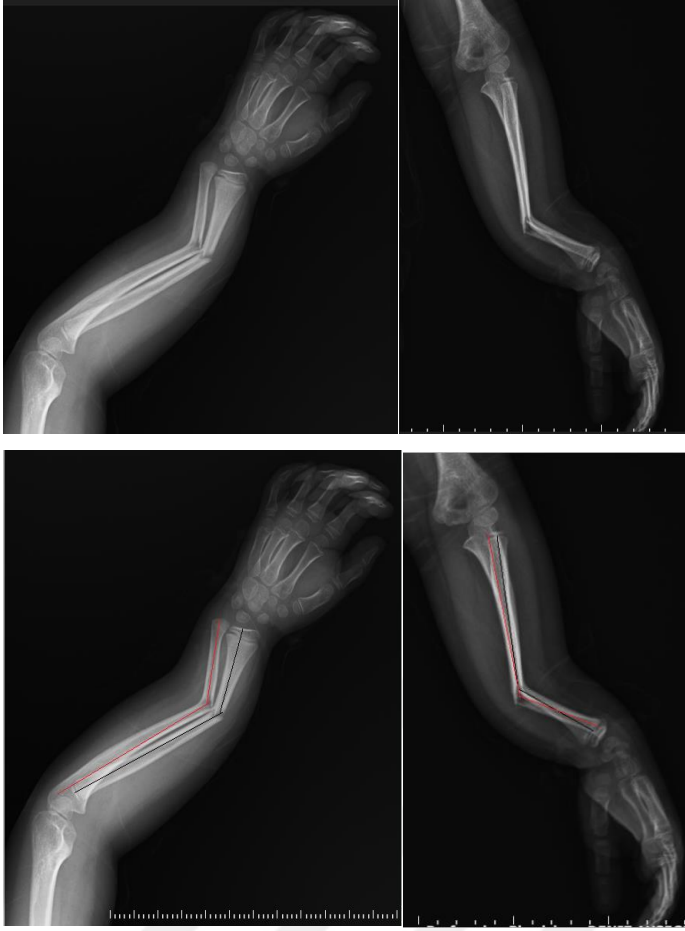
X-ray cihazı ile nizami olarak ön kol AP (anterior-posterior), ön kol lateral, el bilek PA (posterior-anterior) ve el bilek lateral grafileri çekildi. Kırığın angulasyon derecesi ilk önce basit AP ve lateral radyografi ile değerlendirildi (Şekil 24).



Şekil 24. M.H. isimli hastanın 14.6.2019 tarihine ait ön kol anterior-posterior ve yan başvuru radyografileri

Konservatif tedavi edilen bu hastalarda takip sırasıyla ilk başvuru grafileri, redüksiyon grafileri, 2. haftadaki kontrol grafileri, 4. veya 6. hafta grafileri çekildi. Kırık sonrası bir yıl veya bir yıl üzerindeki uzunluk ve açı ölçümleri etkilenen ve etkilenmeyen taraf karşılaştırmalı olarak aynı kasette ve aynı radyolojik orandaki büyütmede çekildi. Kırık hattının en yüksek angulasyon derecesi hesaplamak için kırık apeksinin kemik ile yaptığı açı AP plandaki ve lateral plandaki değeri hem radius hem ulna için ayrı ayrı hesaplandı ve matematiksel olarak toplandı. Toplanan açılar toplam angulasyon açısı (TAA) olarak tanımlandı. Radius TAA ve ulna TAA değerleri arasındaki kırıktaki fark olarak radius-ulna açıları parametresi adı altında hesaplamalar yapıldı.

Kırık anındaki, redüksiyondaki ve en az bir yıl sonrasındaki ulnar varyans el bilek grafileri ile değerlendirilirken, kırık anındaki açılar, redüksiyondaki açılar ve en az bir yıl sonrasındaki açılar ile ve en az bir yıl sonrasındaki radius uzunluk, ulna uzunluk, radial inklinasyon ön kol grafileri ile ölçüldü. Veriler Amasya Üniversitesi Sabuncuoğlu Şerefeddin Eğitim ve Araştırma Hastanesi radyoloji programı olan *Sisoft^R Yazılım Sisoview Çalışma ve İş Listesi* görüntüleme sistemi üzerinden hesaplandı. Her hasta için aynı uygulamalar yapıldı. Ölçümlerin hassasiyeti açısından aynı kişi tarafından ve aynı program üzerinden ölçümler yapıldı (Şekil 25, Şekil 26, Şekil 27).



Şekil 25. B.K. isimli hastanın sol ön kol çift kırığı başvuru anındaki anterior-posterior ve lateral radyografileri (Radius açısı siyah ile belirtilmişken, ulna açısı kırmızı ile belirtilmiştir.)

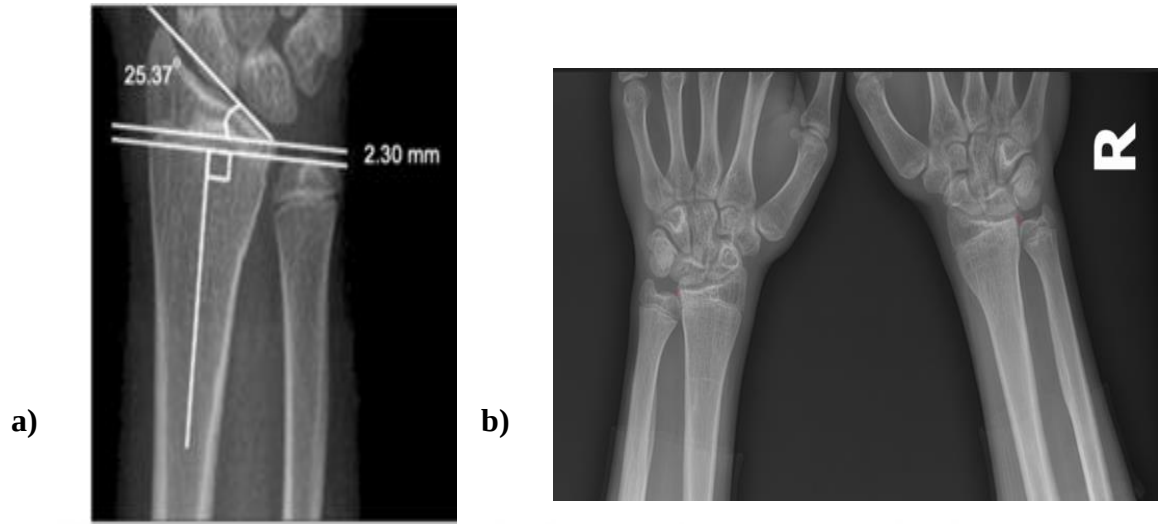


Şekil 26. B.K. isimli hastanın sol ön kol çift kırığı kapalı redüksiyon ve uzun kol atel sonrası anterior-posterior ve lateral radyografileri



Şekil 27. B.K. isimli hastanın sol ön kol çift kırıktan bir yıl sonrasındaki tek kaset görüntü içerisindeki karşılaştırmalı kırık taraf ile normal taraf içeren anterior-posterior ve lateral radyografileri (Radius uzunluğu siyah ile belirtilmişken, ulna uzunluğu kırmızı ile belirtilmiştir.)

Çocuklardaki ulnar varyans, basit bir el bilek PA röntgeninde, radiusun distal ucundaki karpal eklem yüzeyinden ulna ve ulnanın karpal yüzeyine doğru dik bir çizgi arasındaki mesafe olarak ölçülür (Şekil 28) [86]. Dikey yöntem, distale değen iki çizgi arasındaki farkı ölçer [22]. Çalışmadaki PA radyografilerde ulnar varyans ölçümleri dikey tekniği kullanılarak el bileği pronasyon pozisyondayken ve el bilek grafileri ile uygulandı.



Şekil 28. Ulnar varyans ölçümü (a) ve S. K. isimli hastanın 30.10.23 tarihindeki karşılaştırmalı çekilen kırıktan bir yıl sonrasındaki posterior-anterior radyografisi (b)

Çocuklarda radial inklinasyon, el bilek PA grafisinde distal radiusun radial stiloid ve distal radiusun ulnar tarafının birleştiren çizgi ile radiusun longitudinal aksına dik çizilen transvers çizgi arasındaki açıdır. Normal sınırları 13° - 30° arasında olup, ortalama 22° - 23° 'dir (Şekil 29) [87].



Şekil 29. Radial inklinasyon ölçümü

Çocuklarda radius uzunluk, ön kol AP grafisinde, radiusun uzun eksine paralel ve radius başından distal radiusun eklem yaptığı yere kadar olan mesafedir (Şekil 30) [88].

Çocuklarda ulna uzunluk ise ön kol AP grafisinde, olekranon ile ulna stiloid projes arasındaki mesafedir (Şekil 30) [88].



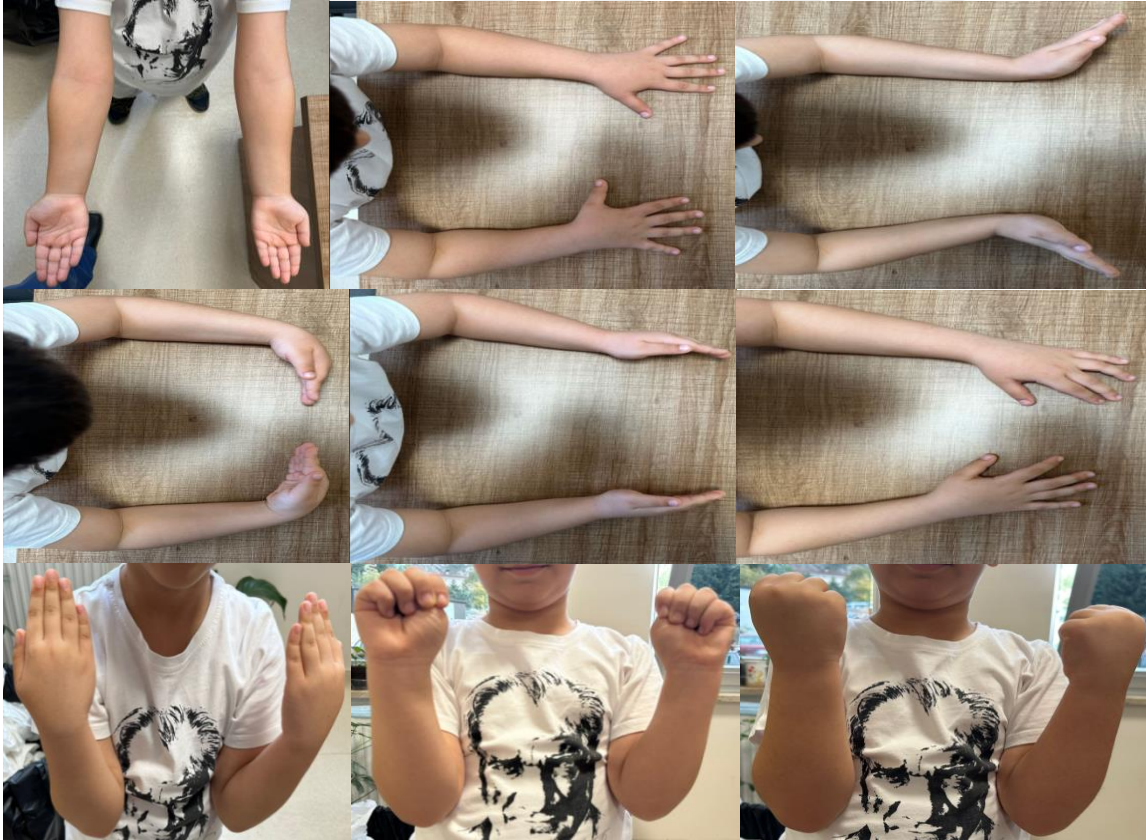
Şekil 30. Radius şaft uzunluğu (siyah) ve ulna şaft uzunluğu ölçümü (kırmızı) (H.S.S. isimli hastanın 8.11.23 tarihindeki karşılaştırmalı çekilen kırıktan bir yıl sonraki anterior-posterior radyografisi)

Klinik değerlendirme

Subjektif ağrı değerlendirmesi için görsel sayısal skala olan VAS (vizüel analog skalası) skoru son takipte kullanıldı [89]. VAS'a göre; ağrı şiddetine göre ağrı yok ise 0 puan, en kötü ağrı ise 10 puan olarak skorlandı. Ek olarak QuickDASH skorlaması takip sonrası kırıktan en az bir yıl sonrası için kullanıldı. QuickDASH skorlaması 2005 yılında JBJS (The Journal of Bone and Joint Surgery, Kemik ve Eklem Cerrahisi Dergisi) dergisinde yayınlanan 30 maddelik DASH skorunun 11 maddesinden oluşan bir alt kümedir ve yanıt seçenekleri beş noktalı likert ölçekleri (katılımcının bir dizi ifade hakkındaki görüşlerini ölçen kapalı uçlu psikometrik bir ölçek) mevcuttur. Kişinin kendisi tarafından bildirilen ve çocuklarda da kullanılabilen ankettir [90 ve 91]. Puanlama yapılabilmesi için 11 maddenin en az 10 maddesi cevaplanması gerekmektedir. Skor aralığı 0 (sakatlık yok), 100 (ciddi derecede sakatlık mevcut) şeklindedir. QuickDASH skorlaması üst ekstremitenin herhangi bir kas iskelet hastalıklarında kullanışlı bir skorlamadır. Ayrıca, 1987 yılında Clinical Orthopaedics and Related Research (Klinik Ortopedik ve İlgili Çalışmalar) adlı dergide yayınlanan MAYO el bilek skorlaması orijinal

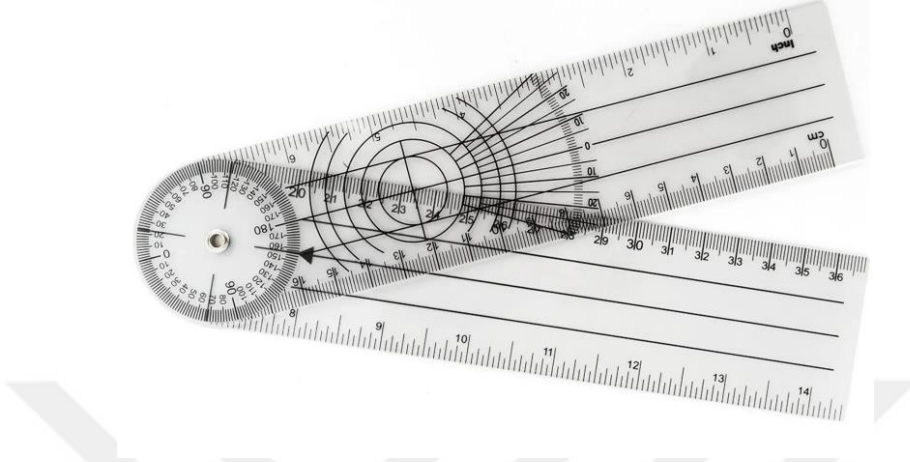
olarak yayınlandı. Modifiye MAYO el bilek skoru, Green ve O'Brien skoru radyografik değerlendirme ve geri kalan sorular için puan atamalarının değiştirilmesini içeren bir uyarlama skorlamasıdır. Modifiye MAYO el bilek skoru hem doktorun hem hastanın katılımının gerektirdiği ağrıyı, aktif fleksiyon/ekstansiyon arkını (karşı tarafla karşılaştırıldığında), kavrama gücünü (karşı tarafla karşılaştırıldığında) ve düzenli işlerde veya aktivitelerde normale dönme yeteneğini değerlendirmeyi ölçen ve çocuklarda da kullanılabilen skorlamadır. Skor 0 ila 100 arasında, 0 kötü el bilek fonksiyonunu gösterirken, 100 ise iyi el bilek fonksiyonunu göstermektedir [92 ve 93]. Bazı çocuk hastaların bazı anket soruları için uyumu sağlanamadığı durumlarda ebeveynlerden (anne veya baba) yardım alınarak cevaplandırıldı.

Ayrıca hastalar kırık sonrası en az bir yıl sonrasında kontrol muayenelerinde detaylı olarak fizik muayenesi yapıldı. El bilek eklem hareket açıklıkları fleksiyon, ekstansiyon, supinasyon, pronasyon, radyal deviasyon, ulnar deviasyon şeklindeki muayeneler karşılaştırmalı olarak etkilenen ve etkilenmeyen taraf şeklinde dereceler gonyometre aleti kullanılarak not edildi (Şekil 31).



Şekil 31. A.Y.K isimli hastanın kırıktan bir yıl sonrasındaki kırık taraf ile normal taraf fleksiyonu, ekstansiyonu, supinasyonu, pronasyonu, radial deviasyonu, ulnar deviasyonu

Çocuklardaki el bilek eklemi için aynı kişi tarafından çift kısa kollu gonyometre ile nötr sıfır yöntemi kullanılarak eklem hareket açıklığındaki her bir derecelik artışlar not edildi (Şekil 32) [94].



Şekil 32. Gonyometre aleti

El dinamometresi ile el kavrama gücü her bir hasta için en az 1 yıllık takip sonrası etkilenen ve etkilenmeyen taraf karşılaştırmalı olarak değerlendirildi. El dinamometresi, kesin, tekrarlanabilir elin kavrama derecesini ölçen alettir. Hasta dinamometrenin sapın hareketini hissetmeden kavrama kuvvetini güvenilir olarak saptanmasını sağlar. El travmaları veya hastalıkların değerlendirilmesinde ideal bir yöntemdir. Ayarlanabilir tutma kolu ile her el boyutunda uyacak şekilde beş farklı kavrama pozisyonuna yerleştirilebilir. Tepe kuvveti iğnesi manuel olarak sıfırlanana kadar maksimum okumada kalır. 202 lbs'a (1 lbs= 0,45 kg) kadar pound cinsinden kayıt yapar. Her ölçüm sonrası dinamometre kalibre edilir ve doğruluğu onaylanır [95].

Baseline^R instruction Manual Hydraulic Hand Dynamometer with Digital LCD Gauge isimli (Seri Numarası: 74202709) cihaz el dinamometresi olarak kullanıldı (Şekil 33). Birinci derece kavrama pozisyonunda ölçüm sağlandı ve her ölçüm sonrası kalibrasyon tekrarlandı. Etkilenen ve etkilenmeyen taraf karşılaştırmalı olarak el kavraması pound cinsinden ölçülerek not edildi.



Şekil 33. El dinamometre cihazı, *Baseline^R instruction manual hydraulic hand dynamometer with digital LCD gauge*

İstatistik analiz

Klinik ve radyolojik farklılıklar istatistiksel yöntemlerle araştırıldı. Çalışmadan elde edilen tüm veriler bilgisayarda Windows işletim sisteminde “Statistical Packages for the Social Science” SPSS Versiyon 25.0 (IBM Corporation, Armonk, New York) kullanılarak analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları; ölçekli değişkenler için ortalama±standart hata ve isimsel/sıralı değişkenler için frekans-yüzde biçiminde ifade edildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uyumları “Kolmogorov Smirnov Tek Örneklem testi” ile değerlendirildi. Bireylerin kırık taraf ve normal taraflar için aşırı büyüme ve total angulasyon ile ulnar varyans arasındaki farkları karşılaştırmak amacıyla normale uyanlar için t testi kullanıldı. Normale uymayanlar için Wilcoxon işaretli test kullanıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek için korelasyon analizi kullanıldı.

Diğer faktörler arasındaki ilişki için regresyon testi ve t-testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılığı belirtmek p değeri 0,05 olarak eşik alındı. P değeri 0,05 altında ise istatistiksel olarak anlamlı kabul edilirken, 0,05 üzerine olan değerler için istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna varıldı.

4. BULGULAR

Toplam 61 hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, kırık tarafın yönü, dominant tarafın yönü, el dinamometre değerleri, VAS skoru, QuickDASH skoru ve MAYO el bilek skoru değerlendirildi ve değerler tablo haline getirildi (Tablo 4).

Tablo 4. 61 hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, el dinamometre değeri, VAS skoru, QuickDASH skoru ve MAYO el bilek skoru (V.No: vaka numarası, CİNS.: cinsiyet, VKİ: vücut kitle indeksi, K. Taraf: kırık taraf, D. Taraf: dominant taraf, N. Taraf: normal taraf, ibs: pound, VAS S.: VAS skoru, QuickDASH S.: QuickDASH skoru, MAYO El Bilek S.: Mayo el bilek skoru)

V. NO	YAŞ	CİNS.	VKİ	K. TARAF	D. TARAF	EL DİNAMOMETRE (ibs: pound)		VAS S.	QUICK DASH S.	MAYO EL BİLEK S.
						K. TARAF	N. TARAF			
1	11	ERKEK	17,3	SOL	SAĞ	35	35	2	2,3	85
2	8	ERKEK	16,68	SOL	SAĞ	29	32	2	2,3	75
3	7	ERKEK	15,75	SOL	SAĞ	11	12	0	4,5	75
4	14	ERKEK	17,62	SOL	SAĞ	40	50	0	2,3	80
5	12	ERKEK	17,3	SOL	SAĞ	29	36	0	0	80
6	7	ERKEK	15,66	SAĞ	SOL	16	18	0	0	80
7	5	KIZ	15	SAĞ	SAĞ	8	8	0	0	90
8	6	ERKEK	16	SAĞ	SAĞ	12	17	5	4,54	70
9	10	ERKEK	17,3	SOL	SAĞ	30	30	0	6,8	90
10	5	KIZ	15,58	SAĞ	SAĞ	5	5	0	0	90
11	8	KIZ	17,48	SAĞ	SOL	20	25	4	4,5	75
12	12	KIZ	17,5	SOL	SAĞ	25	30	0	0	80
13	13	ERKEK	18,15	SOL	SAĞ	30	50	0	2,3	75
14	10	ERKEK	17,3	SOL	SOL	25	37	0	2,3	70
15	7	ERKEK	16,75	SAĞ	SAĞ	10	10	2	2,3	85
16	9	ERKEK	16,92	SOL	SAĞ	30	35	0	0	80
17	6	KIZ	16,5	SAĞ	SAĞ	13	13	2	2,3	85
18	10	ERKEK	17,58	SAĞ	SAĞ	14	16	3	4,54	75
19	8	KIZ	17,68	SAĞ	SAĞ	33	35	0	0	80
20	10	KIZ	17,83	SAĞ	SAĞ	30	35	2	6,8	70
21	7	ERKEK	16,6	SOL	SOL	13	13	4	2,3	85
22	5	ERKEK	15,27	SAĞ	SAĞ	10	10	0	0	90
23	13	ERKEK	19,4	SOL	SAĞ	50	56	2	2,3	70
24	12	ERKEK	17,57	SAĞ	SAĞ	38	45	1	2,3	75
25	7	ERKEK	16,1	SOL	SAĞ	43	44	1	4,54	75
26	11	ERKEK	16,7	SAĞ	SAĞ	26	27	0	2,3	75
27	5	KIZ	15,7	SAĞ	SAĞ	12	14	0	2,5	75
28	9	KIZ	18,58	SOL	SAĞ	29	30	0	6,8	70
29	8	ERKEK	17,4	SAĞ	SAĞ	30	30	0	4,5	90
30	5	KIZ	14,8	SAĞ	SAĞ	8	13	6	9,1	70
31	12	ERKEK	19,2	SOL	SAĞ	40	40	0	0	85
32	6	ERKEK	16,44	SAĞ	SAĞ	14	15	0	0	80
33	10	KIZ	18,32	SAĞ	SAĞ	38	45	3	9,1	75
34	8	KIZ	16,2	SOL	SAĞ	27	28	2	4,54	75
35	6	ERKEK	15,18	SOL	SAĞ	18	21	0	0	80

36	7	KIZ	16,73	SAĞ	SAĞ	23	24	0	0	80
37	9	KIZ	18,04	SOL	SAĞ	13	15	0	2,3	80
38	5	ERKEK	15	SOL	SAĞ	18	19	0	0	80
39	11	ERKEK	17,32	SOL	SAĞ	42	45	0	0	80
40	9	ERKEK	16,23	SOL	SAĞ	49	55	0	0	80
41	10	ERKEK	19,09	SOL	SAĞ	10	10	1	4,5	75
42	13	ERKEK	19,39	SAĞ	SAĞ	45	48	2	4,5	75
43	11	ERKEK	18,83	SAĞ	SAĞ	30	35	0	0	80
44	9	ERKEK	16,3	SAĞ	SAĞ	24	27	8	25	65
45	5	ERKEK	15,15	SAĞ	SAĞ	10	10	0	2,3	90
46	6	ERKEK	16,17	SAĞ	SAĞ	18	22	0	0	80
47	5	ERKEK	14,08	SOL	SAĞ	17	30	3	4,54	70
48	5	ERKEK	15,63	SOL	SAĞ	10	10	0	0	90
49	6	ERKEK	16	SAĞ	SAĞ	15	18	4	6,8	75
50	5	KIZ	15,42	SAĞ	SAĞ	8	10	0	0	80
51	14	ERKEK	20,17	SOL	SAĞ	45	54	0	0	80
52	14	KIZ	18,91	SOL	SAĞ	35	40	4	9,1	70
53	9	ERKEK	15,77	SOL	SAĞ	42	43	1	6,8	75
54	5	ERKEK	14,58	SAĞ	SAĞ	7	10	0	0	75
55	5	KIZ	15,6	SAĞ	SOL	7	10	0	4,5	75
56	13	ERKEK	19,61	SOL	SAĞ	26	35	8	25	60
57	14	ERKEK	20,06	SAĞ	SOL	45	45	2	6,8	80
58	10	ERKEK	18,7	SAĞ	SAĞ	18	28	3	4,5	70
59	8	ERKEK	18,4	SAĞ	SAĞ	28	30	0	0	80
60	5	ERKEK	16,34	SAĞ	SAĞ	7	11	2	2,3	75
61	6	KIZ	16,95	SAĞ	SAĞ	9	12	3	4,5	75

Bu veriler ile SPSS'e göre normaliteye uyan veriler T testine göre tanımlayıcı istatistik hesaplandı (Tablo 5).

Tablo 5. 61 hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, el dinamometre, VAS skoru, QuickDASH skoru ve MAYO el bilek skoru tanımlayıcı istatistik sonuçları (N: veri sayısı)

Veriler	N	Ortalama±Standart Hata ($\bar{x} + S_{\bar{x}}$)
Yaş	61	8,54±0,37
VKI (Vücut Kitle İndeksi)	61	16,98±0,18
El Dinamometre Kırık Taraf (İbs)	61	23,63±1,63
El Dinamometre Normal Taraf (İbs)	61	27,14±1,81
VAS Skoru	61	1,34±0,25
QuickDASH Skoru	61	3,46±0,61
MAYO El Bilek Skoru	61	77,95±0,83

Ortalama±standart hata şeklinde tanımlayıcı istatistik belirlendi. Yaş 8,54±0,37, vücut kitle indeksi (vki) 16,98±0,18, el dinamometre kırık taraf 23,63±1,63 pound, el dinamometre normal taraf 27,14±1,81 pound, VAS skoru 1,34±0,25, QuickDASH skoru 3,46±0,61, MAYO el bilek skoru 77,95±0,83 şeklinde tanımlayıcı istatistikler hesaplandı.

VAS skoru bilindiği üzere skor 0 iken ağrı olmadığı, skor 10 olduğunda en kötü ağrı olduğunu belirtmektedir. Hastaların VAS skoru $1,34 \pm 0,25$ düşük ağrı skoru elde edildi. QuickDASH skoruna göre 0 hiç özür yokken, 100 maksimum özür anlamına gelmektedir. QuickDASH skoru $3,46 \pm 0,61$ ile düşük skora sahip oldukları ve özür oranının düşük olduğu ortaya çıkmıştır. MAYO el bilek skoruna göre toplam puan 90-100 arasında ise mükemmel, 80-90 arasında ise iyi, 60-80 arasında ise tatmin edici, yeterli, 60'ın altında ise zayıf olarak değerlendirilir. MAYO el bilek skoru $77,95 \pm 0,83$ ile tatmin edici seviyedir. Bu değerler ile kırığın skorlama üzerine düşük derecede etki ettiği söylenebilir.

61 hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (vki), el dinamometre kırık taraf normal taraf değeri, el dinamometre normal taraf değeri, VAS skoru, QuickDASH skoru ve MAYO el bilek skoru arasında ilişki olup olmadığı korelasyon testi ile değerlendirildi (Tablo 6).

Tablo 6. Yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ), el dinamometre kırık taraf, el dinamometre normal taraf, VAS skoru, QuickDASH skoru, MAYO el bilek skoru arasındaki korelasyon testi (N: veri sayısı, Sig (2-tailed): p değeri)

Korelasyonlar	N	Pearson Korelasyon	P değeri
VAS Skoru- QuickDASH Skoru	61	0,657	0,000
VAS Skoru- MAYO El Bilek Skoru	61	-0,588	0,000
QuickDASH Skoru- MAYO El Bilek Skoru	61	-0,324	0,011
Yaş- Vücut Kitle İndeksi (VKİ)	61	0,844	0,000
Yaş- El Dinamometre Kırık Taraf Skoru	61	0,759	0,000
Yaş- El Dinamometre Normal Taraf Skoru	61	0,784	0,000
Yaş- VAS Skoru	61	0,056	0,669
Yaş- QuickDASH Skoru	61	0,181	0,162
Yaş- MAYO El Bilek Skoru	61	-0,205	0,113
Cinsiyet- El Dinamometre Kırık Taraf Skoru	61	-0,248	0,054
Cinsiyet- El Dinamometre Normal Taraf Skoru	61	-0,256	0,047
Cinsiyet- VAS Skoru	61	0,019	0,884
Cinsiyet- QuickDASH Skoru	61	-0,114	0,383
Cinsiyet- MAYO El Bilek Skoru	61	-0,027	0,834
El Dinamometre Kırık Taraf Skoru- VAS Skoru	61	-0,104	0,423
El Dinamometre Kırık Taraf Skoru- QuickDASH Skoru	61	-0,023	0,863
El Dinamometre Kırık Taraf Skoru- MAYO El Bilek Skoru	61	-0,052	0,689

VAS skoru ile QuickDASH skoru arasında korelasyon olduğu tespit edildi ($p < 0,000$). VAS skoru arttığında QuickDASH skoru da arttığı ortaya çıktı. Kırık sonrası en az bir yıl sonrasındaki MAYO el bilek skoru ve kırık sonrası en az bir yıl sonrasındaki

QuickDASH skoru korelasyon sonucunda $p=0,011$ ve pearson korelasyon $-0,324$ ve negatif değer ile ters ilişki olduğu ortaya çıktı. MAYO el bilek skoru artarken QuickDASH skoru azaldığı gösterildi. Aynı zamanda yaş ile vücut kitle indeksi arasında, yaş ile el dinamometre kırık taraf ve yaş ile el dinamometre normal taraf arasında ilişki olduğu tespit edildi. ($p<0,000$). Yaş arttıkça el dinamometre skorunun arttığı değerlendirildi. Yaş ile VAS skoru, yaş ile QuickDASH skoru, yaş ile MAYO el bilek skoru aralarında ilişki saptanmadı. Cinsiyet ile el dinamometre skorları arasında, cinsiyet ile VAS skoru, cinsiyet ile QuickDASH skoru, cinsiyet ile MAYO el bilek skoru arasında ilişki saptanmadı. El dinamometre kırık taraf skoru ile VAS skoru, QuickDASH skoru, MAYO el bilek skoru arasında korelasyon yoktur.

El dinamometre skorunu ortalama $\pm$ standart deviasyon ile değerlendirdiğimizde pound cinsinden kırık tarafta $23,63\pm1,63$ pound, el dinamometre normal tarafta ise skor $27,14\pm1,81$ pound olmuştur. Normal tarafa kıyasla kırık tarafta azalma söz konusudur. El dinamometre kırık taraf sonucu ile el dinamometre normal taraf sonucu arasında farklılık için normalite testine uyduğundan ve eşit aralık veya eşit oranlı ölçme düzeyinde olduğundan bu değerler için farklılıklar parametrik Bağımlı Eşlemeli T Testi uygulandı (Tablo 7).

Tablo 7. Bağımlı eşlemeli t testi ile kırık tarafın ve normal tarafın el dinamometre sonucunun istatistiksel olarak aralarındaki farklılıkların değerlendirilmesi

Bağımlı Eşlemeli T Test Eşlilerin Farkı	Ortalama	Standart Deviasyon	Standart Hata Ortalama	%95 Oranlar Farkı için Güven Aralığı		P Değer
				Alt	Üst	
El Dinamometre Kırık Taraf- El Dinamometre Normal Taraf	-3,63	4,35	0,55	-4,75	-2,52	0,000

Bağımlı Eşlemeli T Testi ile kırık sonrası en az bir yıl sonrasındaki kırık taraf el dinamometresi ile normal taraf el dinamometresi arasında istatistiksel olarak fark olduğu saptanmıştır ($p<0,000$). 61 hasta kırık sonrası en az bir yıl sonrasındaki klinik olarak değerlendirildi. El bilek eklem hareket açıklıkları olan fleksiyon, ekstansiyon, supinasyon, pronasyon, ulnar deviasyon ve radial deviasyon hareketleri kırık olmayan diğer taraf ile birlikte karşılaştırmalı olarak açılar gonyometre cihazı ile ölçüldü (Tablo 8).

Tablo 8. Kırık ve normal tarafların el bilek fleksiyonu, ekstansiyonu, supinasyonu, pronasyonu, ulnar deviasyonu, radial deviasyonu (ROM [range of motion]: eklem hareket açıklıkları, V.NO.: vaka numarası, K.: kırık taraf, N.: normal taraf, FLEKS.: fleksiyon, EKS.: ekstansiyon, SUPİN.: supinasyon, PRON.: pronasyon, R. DEV.: radyal deviasyon, U. DEV.: ulnar deviasyon).

ROM	FLEK.		EKS.		SUPİN.		PRON.		R. DEV.		U. DEV.	
V.NO.	K.	N.	K	N	K.	N.	K.	N.	K.	N.	K.	N.
1	75	80	63	65	82	85	67	70	27	30	35	40
2	73	77	67	70	84	86	68	70	31	32	39	40
3	77	80	69	72	86	88	65	73	29	31	32	40
4	77	80	62	65	82	85	64	70	26	29	36	37
5	73	77	63	64	85	85	68	70	28	30	35	38
6	70	72	69	70	86	87	71	72	29	30	37	39
7	85	88	82	85	94	97	82	85	37	38	43	45
8	71	73	69	71	85	85	71	72	29	32	37	39
9	72	72	67	69	84	86	72	74	32	32	38	38
10	62	65	71	73	82	83	79	80	31	32	38	39
11	71	72	67	68	88	88	80	80	35	35	40	40
12	80	83	67	69	87	88	77	79	30	31	40	42
13	79	83	64	68	85	87	70	72	27	29	32	34
14	72	74	67	69	90	90	75	77	28	32	38	40
15	75	75	72	72	88	88	77	77	30	30	38	38
16	78	80	75	77	85	90	75	80	30	32	40	43
17	74	74	70	72	84	85	80	80	29	29	35	36
18	80	83	79	82	90	94	80	85	33	36	40	43
19	71	74	67	72	85	91	79	81	32	32	39	42
20	75	77	69	70	88	90	82	84	34	37	41	41
21	80	82	77	78	88	88	75	75	32	33	40	41
22	69	69	68	68	80	83	72	75	34	34	40	40
23	80	84	75	77	93	96	81	85	34	37	46	46
24	80	81	72	74	91	91	79	79	32	33	43	43
25	82	82	77	77	90	92	79	80	32	33	44	45
26	80	82	70	73	88	88	76	80	34	35	42	43
27	63	63	67	67	82	82	73	75	30	31	37	37
28	70	72	66	68	85	87	76	78	32	33	38	39
29	72	74	69	72	87	94	83	83	37	38	43	46
30	69	70	67	68	82	84	77	78	32	33	37	38
31	75	78	68	70	89	89	79	79	32	32	39	39
32	72	74	64	64	84	84	72	73	28	28	35	35
33	74	80	69	72	87	90	76	79	32	34	38	40
34	77	79	71	73	85	88	78	81	36	37	44	45
35	70	72	65	67	83	83	70	72	28	28	35	35
36	67	71	63	67	80	83	69	71	27	29	35	37
37	74	78	64	69	93	96	82	85	35	39	42	44
38	77	79	68	70	87	87	77	77	31	33	40	41
39	76	78	70	73	86	89	73	75	30	32	39	41
40	72	74	67	69	84	86	71	71	29	31	36	37

41	75	78	70	73	84	90	72	80	30	32	40	42
42	71	72	63	64	85	85	72	72	27	27	34	34
43	70	70	65	65	83	85	72	73	30	31	38	39
44	65	69	60	63	77	83	66	71	25	30	32	38
45	62	63	59	61	75	77	66	68	27	27	36	36
46	69	71	65	67	82	83	70	70	29	32	37	39
47	67	72	62	65	72	78	67	69	25	28	29	33
48	64	67	63	63	80	83	77	79	34	34	39	39
49	67	70	60	70	85	86	76	76	35	35	42	43
50	63	65	59	61	81	82	73	75	23	23	32	33
51	75	77	69	70	93	96	82	82	31	31	40	41
52	82	84	74	76	97	100	88	88	35	36	41	45
53	77	81	71	70	87	90	75	77	32	34	41	42
54	71	73	60	67	80	82	72	74	28	28	32	34
55	65	68	56	60	77	80	70	74	30	32	38	40
56	72	81	63	69	84	90	71	75	32	36	39	42
57	75	76	63	65	86	86	73	74	31	32	37	37
58	79	82	68	70	90	92	78	80	35	35	42	43
59	73	76	69	70	87	90	75	79	33	35	39	42
60	61	64	58	60	77	82	68	70	27	30	37	39
61	70	71	64	67	83	89	76	77	30	31	38	40

Eklem hareket açıklıkları istatistiksel olarak sıralı gruplar halinde değerlendirildi. Normalite sonucuna uygun farklılıklar parametrik Bağımlı Eşlemeli T Testi ile değerlendirildi (Tablo 9).

Tablo 9. Bağımlı eşleşmeli t testi ile kırık tarafın ve normal tarafın eklem hareket açıklıkları istatistiksel olarak aralarındaki farklılıkların değerlendirilmesi (Ort.:ortalama, S. Dev.: standart deviasyon, S. Hata: standart hata)

Bağımlı Eşleşmeli T Testi Eşlilerin Farkı	Ort.	S. Dev.	S. Hata Ortalama	%95 Oranlar Farkı için Güven Aralığı		df	P Değeri
				Alt	Üst		
Kırık Fleksiyon- Normal Fleksiyon	-2,44	1,59	0,20	-2,85	-2,03	60	0,000
Kırık Ekstansiyon-Normal Ekstansiyon	-2,26	1,77	0,22	-2,71	-1,80	60	0,000
Kırık Supinasyon- Normal Supinasyon	-2,26	1,92	0,24	-2,75	-1,76	60	0,000
Kırık Pronasyon- Normal Pronasyon	-2,06	1,85	0,23	-2,53	-1,59	60	0,000
Kırık Ulnar Deviasyon- Normal Ulnar Deviasyon	-1,44	1,27	0,16	-1,76	-1,11	60	0,000
Kırık Radial Deviasyon- Normal Radial Deviasyon	-1,60	1,55	0,19	-2,00	-1,20	60	0,000

Kırık taraf ile normal taraf eklem hareket açıklıkları kıyaslandığında fleksiyon, ekstansiyon, supinasyon, pronasyon, ulnar deviasyon ve radyal deviasyon için aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0,000$). Kırık taraf, normal tarafa göre eklem hareket açıklıkları yönünden olumsuz yönde etkilenmiştir.

61 hasta kırık anı, redüksiyon ve bir yıl veya bir yıl üzerindeki AP ve lateral grafileri ile angulasyon ve el bilek PA grafileri ile ulnar varyans arasındaki ilişki değerlendirildi. Ölçülen açı değerleri grafideki AP'deki AP olarak, lateral grafideki lateral olarak not edildi. Matematiksel olarak toplanan veriler toplam angulasyon açısı (TAA) isminde ayrı bir veri oluşturuldu. Radius AP ve lateral radyografilerdeki açılar ve ulna AP ve lateral radyografilerdeki açılar toplanarak radius ve ulna açılar hesaplandı. Radius TAA ve ulna TAA arasındaki matematiksel fark ise radius- ulna açısı olarak belirlendi. Aynı zamanda bir yıl veya bir yıl üzerindeki AP radyografileri ile uzunluk ve ulnar varyans arasındaki ilişki değerlendirildi. Radius uzunluk, ulna uzunluk, radial inklinasyon, ulnar varyans parametreleri not edildi. (Tablo 10).

Tablo yatay görünümde olup bir sonraki sayfada gösterilmiştir.

Tablo 10. Ön kol çift kırığı ile konservatif takip edilen en az bir yıllık takibi olan 61 hastanın kırık, redüksiyon, en az bir yıl sonrasındaki anterior-posterior ve lateral görüntülerindeki açılanmalar; anterior-posterior görüntülerindeki uzunluk ve ulnar varyans ölçümleri (V.NO: vaka numarası, UZ.: Uzunluk, RAD: radius, TAA: toplam angulasyon açısı, R-U A.: radius-ulna açısı, °: Derece, cm: santimetre, U. VAR: ulnar varyans, AP: anterior-posterior, LAT: lateral, K. TARAF: kırık taraf, D. TARAF: diğer taraf, R. UZU.: radius uzunluk, U. UZU.: ulna uzunluk, UL. V.: ulnar varyans, R. İN: radial inklinasyon)

AÇI, UZ. V. NO	KEMİK	KIRIK AÇI				REDÜKSİYON AÇI				≥1 YIL KIRIK TARAF AÇI				≥1 YIL KIRIK TARAF UZUNLUK				≥1 YIL NORMAL TARAF UZUNLUK			
		AP°	LA T°	TA A°	R-U A°	AP°	LA T°	TA A°	R-U A°	AP°	LA T°	TA A°	R-U A°	R. UZU. cm	U. UZU. cm	UL. V.cm	R. İN.°	R. UZU. cm	U. UZU. cm	UL. V. cm	R. İN.°
1	RAD	50	88	294	-21	8	8	35	-3	2	3	14	-4	15,4	16,4	-0,22	25	15,3	16,3	-0,16	24
	ULNA	62	94			10	9			2	7										
2	RAD	13	26	86	-8	7	7	31	-3	2	2	11	-3	12,4	12,5	-0,31	23	12,2	12,3	-0,23	22
	ULNA	17	30			8	9			4	3										
3	RAD	6	20	54	-2	3	5	15	1	2	3	9	1	9,7	10,2	-0,33	24	9,5	10	-0,19	16
	ULNA	14	14			5	2			3	1										
4	RAD	5	25	46	14	4	9	19	7	3	7	14	6	15,9	17,7	-0,34	24	15,8	17,6	-0,19	18
	ULNA	3	13			2	4			1	3										
5	RAD	14	22	78	-6	6	6	26	-2	2	2	12	-4	15,5	17	-0,52	26	15,4	16,9	-0,27	24
	ULNA	17	25			7	7			3	5										
6	RAD	10	24	68	0	3	9	21	3	2	4	11	1	14,7	15,5	-0,37	23	14,5	15,3	-0,24	17
	ULNA	13	21			4	5			2	3										
7	RAD	4	20	41	7	3	7	21	-1	2	2	8	0	9,8	11	-0,18	14	9,8	10,9	-0,05	11
	ULNA	4	13			2	9			0	4										
8	RAD	14	24	66	10	9	10	26	12	5	6	16	6	14,5	13,2	-0,11	15	14,5	13,2	-0,02	14
	ULNA	11	17			3	4			2	3										
9	RAD	16	23	86	-8	5	8	28	-2	3	5	18	-2	12,3	13,1	-0,44	24	12,1	13	-0,38	15
	ULNA	20	27			6	9			4	6										
10	RAD	6	13	38	0	4	9	29	-3	2	7	21	-3	8,7	9	-0,11	15	8,6	8,9	-0,07	14
	ULNA	9	10			8	8			7	5										
11	RAD	46	60	224	-12	1	3	9	-1	0	1	3	-1	10,6	11,7	-0,01	18	10,5	11,6	+0,13	14
	ULNA	60	58			3	2			1	1										
12	RAD	13	15	52	4	6	8	27	1	2	3	11	-1	13,7	15,4	-0,04	23	13,6	15,3	-0,03	20
	ULNA	7	17			4	9			1	5										
13	RAD	14	35	90	8	6	5	20	2	3	3	10	2	16,5	17,6	-0,31	25	16,4	17,6	-0,26	22
	ULNA	10	31			5	4			2	2										
14	RAD	23	28	91	11	5	10	26	4	3	2	9	1	12,8	13,9	-0,30	18	12,4	13,8	-0,17	16
	ULNA	15	25			3	8			2	2										
15	RAD	3	4	39	-25	2	2	16	-8	1	1	10	-6	8,4	8,6	-0,24	25	8,2	8,3	-0,15	22
	ULNA	10	22			3	9			2	6										

16	RAD	5	20	52	-2	3	5	19	-3	1	2	9	-3	12,6	13,2	-0,19	24	12,4	13	-0,11	23
	ULNA	12	15			7	4			5	1										
17	RAD	3	15	30	16	2	9	16	6	1	5	9	3	12,4	13,1	-0,22	20	12,3	13	-0,11	19
	ULNA	2	5			1	4			0	3										
18	RAD	5	25	59	1	1	4	9	1	0	3	4	2	14,6	16,2	-0,18	24	14,3	16	-0,09	21
	ULNA	9	20			2	2			0	1										
19	RAD	23	30	77	29	6	10	26	6	2	6	10	6	14,8	16,5	-0,21	25	14,2	16,2	-0,08	22
	ULNA	12	12			5	5			1	1										
20	RAD	6	13	39	-1	5	9	29	-1	3	6	18	0	14,5	15,5	-0,17	23	14,4	15,4	-0,08	18
	ULNA	8	12			7	8			4	5										
21	RAD	18	20	85	-9	6	3	28	-10	3	2	14	-4	10,6	11,2	-0,14	16	10,5	11	-0,09	15
	ULNA	20	27			10	9			5	4										
22	RAD	3	6	45	-27	2	2	21	-13	1	1	12	-8	9,4	10	-0,17	18	9,2	9,9	-0,12	17
	ULNA	20	16			8	9			6	4										
23	RAD	15	22	72	2	8	5	22	4	5	4	15	3	15,3	16,9	-0,23	24	15,1	17	-0,21	21
	ULNA	10	25			3	6			2	4										
24	RAD	18	14	58	6	10	9	32	6	4	6	16	4	18,8	20,3	-0,51	23	18,5	20,1	-0,38	15
	ULNA	14	12			7	6			3	3										
25	RAD	6	16	56	-12	3	2	15	-5	1	2	7	-1	13,9	14,4	-0,33	24	13,7	14,2	-0,16	16
	ULNA	14	20			6	4			1	3										
26	RAD	23	14	63	11	5	10	23	7	4	6	15	5	12,7	13,3	-0,39	16	12,5	13	-0,28	13
	ULNA	18	8			3	5			2	3										
27	RAD	7	3	44	-24	5	2	26	-12	2	2	15	-7	11,9	12,7	-0,15	23	11,8	12,6	-0,11	21
	ULNA	15	19			9	10			5	6										
28	RAD	14	34	82	14	9	10	34	4	6	8	20	8	12,7	14	-0,02	18	12,5	13,8	-0,01	16
	ULNA	10	24			6	9			3	3										
29	RAD	17	35	91	13	7	10	25	9	3	5	13	3	13,1	13,9	-0,36	18	12,8	13,6	-0,27	15
	ULNA	12	27			5	3			2	3										

34	RAD	16	25	53	29	9	10	24	14	1	1	4	0	13	14,2	-0,31	20	12,7	14	-0,28	18
	ULNA	4	8			3	2			1	1										
35	RAD	5	13	31	5	4	9	23	3	1	4	9	1	12	12,9	-0,33	16	11,9	12,8	-0,27	14
	ULNA	9	4			7	3			2	2										
36	RAD	2	12	20	8	1	9	14	6	0	4	6	2	16,4	17,3	-0,14	26	15,9	16,9	-0,08	24
	ULNA	2	4			1	3			0	2										
37	RAD	12	22	56	12	7	9	28	4	5	5	15	5	12,3	12,9	-0,14	15	12,1	12,6	-0,09	12
	ULNA	8	14			4	8			3	2										
38	RAD	20	15	66	4	8	10	33	3	3	3	10	2	12,8	13,1	-0,36	21	12,7	13	-0,23	19
	ULNA	17	14			6	9			2	2										
39	RAD	29	22	83	19	9	6	22	8	5	4	14	4	12,3	12,8	-0,21	20	11,9	12,3	-0,13	18
	ULNA	18	14			4	3			3	2										
40	RAD	1	11	29	-5	1	3	11	-3	0	2	6	-2	15,4	16,3	-0,37	23	15,3	16,2	-0,22	21
	ULNA	2	15			1	6			0	4										
41	RAD	14	7	62	-20	3	3	15	-3	2	2	9	-1	13,1	14	-0,12	15	13,1	14	-0,10	14
	ULNA	16	25			5	4			3	2										
42	RAD	3	20	40	6	2	5	12	2	1	3	7	1	15,6	17,6	-0,23	25	15,5	17,5	-0,06	24
	ULNA	4	13			3	2			2	1										
43	RAD	16	19	77	-7	9	5	30	-2	2	3	11	-1	14,2	15,5	-0,21	20	13,9	15,2	-0,14	18
	ULNA	15	27			6	10			1	5										
44	RAD	9	19	47	9	7	9	27	5	4	6	15	5	12,1	12,9	-0,24	21	12	12,7	-0,09	20
	ULNA	7	12			3	8			2	3										
45	RAD	22	16	67	9	5	7	19	5	1	4	8	2	12,1	12,5	-0,33	20	11,8	12,3	-0,13	17
	ULNA	15	14			3	4			1	2										
46	RAD	4	12	24	8	3	9	18	6	2	5	11	3	9,6	10,6	-0,17	13	9,4	10,4	-0,08	12
	ULNA	5	3			4	2			3	1										
47	RAD	26	10	93	-21	4	4	22	-6	1	1	6	-2	9,5	9,9	-0,31	14	9,4	9,8	-0,21	12
	ULNA	32	25			6	8			2	2										
48	RAD	22	27	99	-1	8	4	23	1	6	2	15	1	11,3	12,5	-0,44	22	11	12,4	-0,30	19
	ULNA	20	30			6	5			4	3										
49	RAD	15	16	71	-9	7	9	35	-3	2	2	12	-4	12,8	13,9	-0,49	23	12,7	13,8	-0,34	21
	ULNA	20	20			9	10			4	4										
50	RAD	10	8	47	-11	3	3	19	-7	2	2	10	-2	13,5	14,5	-0,04	21	13,2	14,1	-0,03	18
	ULNA	17	12			5	8			2	4										
51	RAD	12	25	86	-12	5	8	29	-3	3	5	17	-1	15,9	17,3	-0,20	24	15,6	17,1	-0,14	22
	ULNA	14	35			6	10			3	6										

52	RAD	30	30	147	-27	4	4	21	-5	2	3	14	-4	17,3	18,8	-0,36	24	17,2	18,7	-0,27	23
	ULNA	42	45			5	8			4	5										
53	RAD	12	12	42	6	6	6	20	4	5	4	14	4	15	15,9	-0,27	23	14,8	15,7	-0,17	21
	ULNA	8	10			4	4			3	2										
54	RAD	25	33	99	17	4	9	21	5	3	6	13	5	14,9	12,5	-0,31	19	14,6	12,3	-0,19	16
	ULNA	19	22			3	5			2	2										
55	RAD	8	12	32	8	7	9	24	8	4	5	12	6	11,4	12,4	-0,39	17	11,3	12,3	-0,37	15
	ULNA	3	9			2	6			1	2										
56	RAD	5	25	51	9	4	8	17	7	1	5	9	3	17,7	19,4	-0,11	26	17,6	19,3	-0,11	24
	ULNA	3	18			2	3			1	2										
57	RAD	5	18	48	-2	4	9	27	-1	2	6	17	-1	17,1	19	-0,18	25	17	19	-0,16	22
	ULNA	10	15			6	8			4	5										
58	RAD	20	20	89	-9	9	8	37	-3	2	3	11	-1	15,2	16,1	-0,22	21	15,1	15,9	-0,14	18
	ULNA	25	24			10	10			3	3										
59	RAD	26	40	129	3	2	6	15	1	1	4	9	1	14,1	15,3	-0,10	16	13,7	15,1	+0,09	14
	ULNA	29	34			4	3			2	2										
60	RAD	9	19	63	-7	4	7	26	-4	2	2	12	-4	7,8	8,9	-0,13	13	7,7	8,8	-0,11	11
	ULNA	12	23			7	8			3	5										
61	RAD	17	24	74	8	10	9	33	5	6	5	15	7	10,7	12	-0,07	15	10,6	11,9	-0,03	13
	ULNA	14	19			8	6			2	2										

Veriler ile tanımlayıcı istatistik hesaplamaları SPSS üzerinden yapıldı (Tablo 11).

Tablo 11. Takip grafileri sonrası açı değerleri, uzunluk ölçümleri ve ulnar varyans değerlerinin tanımlayıcı istatistik hesaplaması ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$: ortalama $\pm$ standart hata)

TANIMLAYICI İSTATİSTİK

Veriler N:61	Radius $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Ulna $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Radius+Ulna $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$
KırıkAçıAP (°)	13,80 $\pm$ 1,24	14,11 $\pm$ 1,48	13,95 $\pm$ 0,96
KırıkAçıYAN (°)	21,14 $\pm$ 1,66	19,78 $\pm$ 1,78	20,46 $\pm$ 1,21
KırıkAçıTOTAL (°)			68,85 $\pm$ 5,63
KırıkRadius-Ulna Açı (°)	1,00 $\pm$ 1,65		
RedüksiyonAçıAP (°)	5,22 $\pm$ 0,32	4,90 $\pm$ 0,30	5,06 $\pm$ 0,22
RedüksiyonAçıYAN (°)	6,91 $\pm$ 0,34	6,08 $\pm$ 0,34	6,50 $\pm$ 0,24
RedüksiyonAçıTOTAL (°)			23,13 $\pm$ 0,90
RedüksiyonRadius-Ulna Açı (°)	1,16 $\pm$ 0,70		
BirYılÜzeriAçıAP (°)	2,49 $\pm$ 0,21	2,36 $\pm$ 0,19	2,42 $\pm$ 0,14
BirYılÜzeriAçıYAN (°)	3,73 $\pm$ 0,24	3,09 $\pm$ 0,20	3,41 $\pm$ 0,15
BirYılÜzeriAçıTOTAL (°)			11,68 $\pm$ 0,55
BirYılÜzeriRadius-Ulna Açı (°)	0,77 $\pm$ 0,46		
BirYılÜzeriKırıkTaraftaRadiusUzunluk (cm)	13,20 $\pm$ 0,31		
BirYılÜzeriKırıkTaraftaUlnaUzunluk (cm)		14,11 $\pm$ 0,35	
BirYılÜzeriKırıkTaraftaRadialİnklinasyon (°)	20,54 $\pm$ 0,50		
BirYılÜzeriKırıkTaraftaUlnarVaryans (cm)			-0,24 $\pm$ 0,01
BirYılÜzeriNormalTaraftaRadiusUzunluk (cm)	13,02 $\pm$ 0,31		
BirYılÜzeriNormalTaraftaUlnaUzunluk (cm)		13,95 $\pm$ 0,35	
BirYılÜzeriNormalTaraftaRadialİnklinasyon (°)	17,88 $\pm$ 0,48		
BirYılÜzeriNormalTaraftaUlnarVaryans (cm)			-0,15 $\pm$ 0,01

Ortalama $\pm$ standart hata şeklinde tanımlayıcı istatistikler belirlendi. Kırık AP açı 13,95 $\pm$ 0,96°, kırık yan açı 20,46 $\pm$ 1,21°, kırık total açı 68,85 $\pm$ 5,63°, kırık radius-ulna açı 1,00 $\pm$ 1,65°, redüksiyondaki AP açı 5,06 $\pm$ 0,22°, redüksiyondaki yan açı 6,50 $\pm$ 0,24°, redüksiyondaki total açı 23,13 $\pm$ 0,90°, redüksiyon radius-ulna açı 1,16 $\pm$ 0,70°, bir yıl üzeri AP açı 2,42 $\pm$ 0,14°, bir yıl üzeri yan açı 3,41 $\pm$ 0,15°, bir yıl üzeri kırık taraftaki total açı 11,68 $\pm$ 0,55°, bir yıl üzeri kırık taraftaki radius-ulna açı 0,77 $\pm$ 0,46°, bir yıl üzeri kırık taraf radius uzunluk 13,20 $\pm$ 0,31 cm, bir yıl üzeri normal taraf radius uzunluk 13,02 $\pm$ 0,31 cm; bir yıl üzeri kırık taraf ulna uzunluk 14,11 $\pm$ 0,35 cm, bir yıl üzeri normal taraf ulna uzunluk 13,95 $\pm$ 0,35 cm şeklindedir. Bir yıl üzeri kırık taraf radial inklinasyon 20,54 $\pm$ 0,50°, bir yıl üzeri normal taraf radial inklinasyon 17,88 $\pm$ 0,48°, bir yıl üzeri kırık taraf ulnar varyans -0,24 $\pm$ 0,01 cm, bir yıl üzeri normal taraf ulnar varyans -0,15 $\pm$ 0,01 cm şeklindedir.

Bağımsız T Testi ile redüksiyondaki radius-ulna açıları eşik değerin saptanması için değerlendirme yapıldı. Redüksiyondaki radius-ulna arasındaki açı farkı -7 derece ve üzerinde olduğunda bir yıl üzeri takip grafilerindeki kırık taraftaki ulnar varyansın etkilendiği ve ulnar varyansta istatistiksel olarak fark ortaya çıktı ($p=0,049$) (Tablo 12).

Tablo 12. Takip grafileri sonrası redüksiyon radius-ulna açı değerleri ve bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans değerlerinin bağımsız t testi ile istatistiksel olarak anlamlı değerin belirlenmesi

Grup İstatistik	Redüksiyon Radius-ulna aç	N	Ortalama	Standart Deviasyon	Standart Hata Ortalama
Bir Yıl Üzeri Kırık Taraftaki Ulnar Varyans	$\geq -7,00$	57	-0,246	0,123	0,016
	$< -7,00$	4	-0,175	0,045	0,022
	F	P Değeri			
Bir Yıl Üzeri Kırık Taraftaki Ulnar Varyans	4,036	0,049			

Uzunluk, angulasyon ile ulnar varyans arasında korelasyon olup olmadığı SPSS korelasyon testi ile değerlendirildi (Tablo 13).

Korelasyon sonucunda kırık total açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ($p=0,884$), redüksiyon total açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ($p=0,348$), bir yıl üzeri total açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ($p=0,809$) arasında istatistiksel olarak korelasyon saptanmadı. Kırık radius-ulna açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ($p=0,864$), redüksiyon radius-ulna açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ($p=0,352$), bir yıl üzeri kırık radius-ulna açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ($p=0,874$) arasında istatistiksel olarak korelasyon saptanmadı.

Kırık total açısı ile redüksiyon total açısı arasında ($p=0,120$), kırık total açısı ile bir yıl üzeri total açısı ($p=0,638$) istatistiksel olarak korelasyon saptanmadı. Kırık total açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ($p=0,584$), bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk ($p=0,677$) ve bir yıl üzeri kırık taraf radial inklinasyon ($p=0,725$) arasında istatistiksel olarak ilişki mevcut değildir.

Redüksiyon total açısı ile bir yıl üzeri total açısı arasında ($p<0,000$) korelasyon saptandı. Redüksiyon total açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ($p=0,483$), bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk ($p=0,431$) ve bir yıl üzeri kırık taraf radial inklinasyon ($p=0,276$) arasında istatistiksel olarak korelasyon yoktur.

Bir yıl üzeri total açısı ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ($p=0,559$), bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk ($p=0,428$) ve bir yıl üzeri kırık taraf radial inklinasyon ($p=0,458$) arasında istatistiksel olarak korelasyon saptanmadı.

Bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk arasında ($p<0,000$), bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon arasında ($p<0,000$) doğrusal korelasyon saptandı. Bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon arasında ($p<0,000$) doğrusal korelasyon saptandı. Bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ile bir yıl üzeri kırık taraf radial inklinasyon arasında ($p=0,021$) ters korelasyon söz konusudur.

Sonuç olarak;

1- Redüksiyondaki radius-ulna açısı ile bir yıl üzeri takip grafilerindeki kırık taraftaki ulnar varyans arasında istatistiksel olarak ilişki saptanmamasına rağmen ($p=0,352$) redüksiyondaki radius-ulna arasındaki açı farkı -7 derece ve üzerinde olduğunda bir yıl

üzeri takip grafilerindeki kırık taraftaki ulnar varyansın etkilendiği ve ulnar varyansta istatistiksel olarak ılımlı fark ortaya çıktı ($p=0,049$).

2- Bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon şeklinde doğrusal bir ilişki söz konusudur ($p<0,000$).

3- Bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ile bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon aralarında olumlu yönde korelasyon vardır ($p<0,000$).

4- Bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon ile bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans arasında ters bir ilişki mevcuttur ($p=0,021$).

Normalite testine uyan ve eşit aralık veya eşit oranlı ölçme düzeyinde olduğundan bu değerler için farklılıklar parametrik Bağımlı Eşlemeli T Testi ile tespit edildi (Tablo 14).

Tablo 14. Bağımlı eşlemeli t testi ile takip grafileri sonrası uzunluk değerleri, açı değerleri ve ulnar varyans değerlerinin aralarındaki farklılıkların değerlendirilmesi

Bağımlı Eşleşmeli T Testi Eşlilerin Farkı	Ortalama	Standart Deviasyon	Standart Hata Ortalama	%95 Oranlar Farkı için Güven Aralığı		df	P Değeri
				Alt	Üst		
Kırık Total Açı- Redüksiyon Total Açı	45,67213	42,88190	5,49046	34,68957	56,65470	60	0,000
Kırık Total Açı- Bir Yıl Üzeri Total Açı	57,11475	43,68947	5,59386	45,92536	68,30415	60	0,000
Redüksiyon Total Açı- Bir Yıl Üzeri Total Açı	11,44262	5,07781	0,65015	10,14214	12,74311	60	0,000
Kırık Radius-Ulna Açısı- Redüksiyon Radius-Ulna Açısı	-0,16393	8,46203	1,08345	-2,33116	2,00329	60	0,880
Kırık Radius-Ulna Açısı- Bir Yıl Üzeri Radius-Ulna Açısı	0,22951	10,15774	1,30057	-2,37201	2,83103	60	0,861
Redüksiyon Radius-Ulna Açısı- Bir Yıl Üzeri Radius- Ulna Açısı	0,39344	3,07830	0,39414	-0,39495	1,18183	60	0,322
Bir Yıl Üzeri Kırık Taraf Radius Uzunluk - Bir Yıl Üzeri Normal Taraf Radius Uzunluk	0,18361	0,11858	0,01518	0,15324	0,21398	60	0,000
Bir Yıl Üzeri Kırık Taraf Ulna Uzunluk- Bir Yıl Üzeri Normal Taraf Ulna Uzunluk	0,16066	0,10844	0,01388	0,13288	0,18843	60	0,000
Bir Yıl Üzeri Kırık Taraf Radial İnklinasyon- Bir Yıl Üzeri Normal Taraf Radial İnklinasyon	2,65574	1,87870	0,24054	2,17458	3,13689	60	0,000
Bir Yıl Üzeri Kırık Taraf Ulnar Varyans- Bir Yıl Üzeri Normal Taraf Ulnar Varyans	-0,08754	0,05440	0,00696	-0,10147	-0,07361	60	0,000

Kırık total açısı ile redüksiyon total açısı arasında ($p<0,000$), kırık total açısı ile bir yıl üzeri total açısı arasında ($p<0,000$), redüksiyon total açısı ile bir yıl üzeri total açısı arasında ($p<0,000$) istatistiksel olarak fark vardır.

Bir yıl üzeri kırık taraftaki radius uzunluk ile bir yıl üzeri normal taraftaki radius uzunluk arasında ($p<0,000$), bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk ile bir yıl üzeri normal taraftaki ulna uzunluk arasında ($p<0,000$), bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon ile bir yıl üzeri normal taraftaki radial inklinasyon arasında ve bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ile bir yıl üzeri normal taraftaki ulnar varyans arasında ($p<0,000$) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Özetle;

- 1- Bir yıl üzerindeki kırık taraftaki radius uzunluk ile bir yıl üzerindeki normal taraftaki radius uzunluk arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0,000$).
- 2- Bir yıl üzerindeki kırık taraftaki ulna uzunluk ile bir yıl üzerindeki normal taraftaki ulna uzunluk arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0,000$).
- 3- Bir yıl üzerindeki kırık taraftaki radial inklinasyon ile bir yıl üzerindeki normal taraftaki radial inklinasyon arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0,000$).
- 4- Bir yıl üzerindeki kırık taraftaki ulnar varyans ile bir yıl üzerindeki normal taraftaki ulnar varyans arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p<0,000$).

Ortalama±standart sapma olarak değerlendirildiğinde; bir yıl üzeri kırıktaki radius uzunluk $13,20\pm2,48$ cm ve bir yıl üzeri normal taraftaki radius uzunluk $13,02\pm2,47$ cm'dir. Bir yıl üzeri radius uzunlukları normal tarafla kıyaslandığında yaklaşık olarak 0,18 cm uzama söz konusudur. Bir yıl üzeri kırık taraftaki ulna uzunluk $14,11\pm2,78$ cm, bir yıl üzeri normal taraftaki ulna uzunluk $13,95\pm2,79$ cm olarak ölçülmüştür. Bir yıl üzeri kırık taraftaki ile normal taraftaki ulna uzunluk kıyaslandığında yaklaşık olarak 0,16 cm uzama söz konusudur. Bir yıl üzeri kırık taraftaki radial inklinasyon $20,54\pm3,96$ derece, bir yıl üzeri normal taraftaki radial inklinasyon $17,88\pm3,82$ derecedir. Bir yıl üzeri kırık taraf ile normal taraf kıyaslandığında yaklaşık olarak 2,66 derecelik bir artış söz konusudur. Bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans $-0,24\pm0,12$ cm, normal taraftaki ulnar varyans ise $-0,15\pm0,10$ cm şeklindedir. Bir yıl üzeri kırık taraftaki ulnar varyans ile normal taraftaki ulnar varyans kıyaslandığında yaklaşık olarak 0,7-1,1 mm negatifleşme mevcuttur.

5. TARTIŞMA

Ulnar varyans, ulnanın distal eklem yüzeyi ile radiusun distal eklem yüzeyi arasındaki uzunluk ölçülmesi ile tespit edilir [96 ve 97]. Literatürde ulnar varyans üzerine etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla yapılmış ve ulnar varyansın el bileği patolojileri üzerine etkilerini göstermek üzere yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak ön kol çift kırıklarında uzunluk ve açılanmanın ulnar varyans üzerine etkisini içeren çalışma nadirdir. Çalışmalar ulnar varyansın yaş, cinsiyet, ırk, genetik faktörler, spor ve meslek gibi el bileği üzerine etkili olan aktivitelerin etkilerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [98-101, 103]. Ulnar varyansın; kienböck hastalığı [24], ulnar impaksiyon sendromu [102 ve 103], triangular fibrokartilaj kompleks rüptürleri (TFCC) [23], skafolunat instabilite [99], *os scaphoideum*'un ve özellikle *os lunatum*'un avasküler nekrozu [104] gibi çeşitli patolojilerle ilişkisini bildiren pek çok yayın mevcuttur. Bonzar ve arkadaşları, ulnar varyans ile kienböck hastalığının ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında, kienböck hastası 44 hasta ve 99 sağlıklı bireyden oluşan kontrol grubuyla yapılan ölçümler sonucunda iki grubun ortalamaları karşılaştırıldığında hastalardan oluşan grubun kontrol grubuna oranla daha çok negatif ulnar varyans gösterdiği saptanmış ve negatif ulnar varyans ile kienböck hastalığı arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir [105]. Jafari ve arkadaşları, *os scaphoideum* kırıklarının yetersiz kaynaması ile ulnar varyans arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmalarında 65 hasta ve 65 sağlıklı bireyden oluşan kontrol grubuyla çalışmışlar ve ulnar varyans değerlerini ölçmüşlerdir. Hastaların oluşturduğu grubun ortalamalarının kontrol grubuna göre daha fazla negatif ulnar varyans gösterdiği bulunmuş ve her iki grup arasında anlamlı farklılık gösterilmiştir. Bu sebeple *os scaphoideum* kırıklarının yetersiz kaynaması ile ulnar varyans arasında ilişki olduğu sonucuna varmışlardır [106].

Biz bu çalışmayı pediatrik hastalarda ön kol çift kırıkların aşırı büyümenin ve açılanmanın ulnar varyans üzerine etkisi ön savından hareketle planladık. Çalışmamızda ulnar varyans kırık olan tüm olgularda normal tarafa göre negatif yönde değişti ve radius ve ulna uzunlukları hastaların tamamına yakınında arttı. Epifizyel yaralanma olmasa bile DRUJ (distal radioulnar eklem) uyumsuzluğu aşırı büyümeye bağlı olarak ortaya çıkabileceği düşünülmektedir. Günümüzde ön kol çift kırıkları sonrası aşırı büyüme ilgili

çok az makale mevcuttur. Çocuk kemikleri ve genç hayvanlarda kırık sonrası kemiklerde uzama olduğu ve bunun büyüme kıkırdak aktivitesinin artışına bağlı olduğu bilinmektedir [107]. Bilindiği kadar aşırı büyüme ilk bir yıl içinde olmaktadır [14, 107 ve 108]. Shapiro ve arkadaşları, kırık sonrası 30 hafta olan %85 olguda aşırı büyüme duraklamaktadır, %9 oranda ise aşırı büyüme büyüme tamamlanıncaya kadar devam etmektedir [109]. Nielsen ve arkadaşları, ilk olarak 27 pediatrik hastanın açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi edilen deplase ön kol diyafiz kırıklarında radiusun ortalama 2,4 mm'lik aşırı büyümesini raporladı, bu gelişme fonksiyonel olarak etkisi olmadığını ancak 5 çocukta %20 dereceden az ön kol rotasyon kaybı olduğunu ortaya koydu [110]. Kim ve arkadaşları, opere edilen epifiz dışı distal radius kırıklarında veya distal radio-ulnar kırıklarda, ortalama olarak 1,6 mm uzama distal radius kırıklarında mevcutken, ortalama olarak 2,6 mm distal radio-ulnar kırıklarda uzama olduğunu göstermiştir [111]. Diğer bir çalışmada konservatif takip edilen 220 distal ön kol kırıkları hastalarında ortalama 10 yıl takip sonrası %27 hastada negatif ulnar varyans geliştiği ortaya çıkmıştır [112]. Carsi ve arkadaşları, epifizyel olmayan ön kol kırıklarında boydaki uzama olarak radius aşırı uzama %26,8'indeki ve ulna aşırı uzama ise %24'ündeki hastada ortaya çıkmıştır [113]. Önceki çalışmalarda ön kol çift kırıklarında uzama ile ilgili çalışmalar kırık ve epifizyel yaralanmalar içerdiğinden sınırlı olmuştur. Uzama miktarını belirlemek için mutlaka nizami olarak ön kola yönelik AP ve lateral grafler çekilmeli ve nizami çekilen graflerle ulnar varyans değerlendirilmelidir. Önceki çalışmalarda klinik olarak ön kol çift kırığı olan hastaların çoğunluğu iyi olarak sonuçlanmış ve az bir kısmı hareketlerde rotasyonel kısıtlılık veya ağrı ile karşılaşmıştır. Karşılaşılan ağrı ve rotasyonel kısıtlılık ulnar varyans etkilenmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Nötral bir ulnar varyans, el bilekteki kompresif yüklenme ile aktarılan yük %82 oranda radiokarpal üzerinden olurken, %18 oranda ulnokarpal eklem üzerinden aktarılmaktadır [114]. 2,5 mm pozitif ulnar varyans, ulnokarpal eklemden %42 oranda yük artışına, 2,5 mm negatif ulnar varyans ise, %4,3 oranda yüklenmeye neden olmaktadır [114]. Sonuç olarak ulnar varyansın el bilek mekanizmasını etkilediği ve aşırı büyümenin ulnar varyans üzerine etkisinin değerlendirilmesi planlandı.

Epifiz yaralanması olmayan pediatrik ön kol çift kırıklarında en az bir yıl takip sonucunda diğer ön kol ile kıyaslandığında ulnar varyans değerlerinin farklılaştığını fark ettik. Bu olgunun epifiz yaralanması olan hastalar çalışmadan dışlanılmasına rağmen uzama görüldüğünden epifizyel yaralanmaya bağlı olmadığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın kısıtlılıkları arasında kırık sonrası uzun süreli takiplerinin olmaması, intraobserver ve interobserver tarafından radyolojik ölçümlerin yapılmamış olması, örneklem büyüklüğünün az olması, çocuklarda analiz yapılması, çok merkezli bir çalışma olmaması sayılabilir.



6. SONUÇ

- Ön kol çift kırıklarındaki hastalarda el dinamometre skoru kırık taraf ön kol ile normal taraf ön kol kıyaslandığında kırık taraftaki ön kolda azalma saptanmıştır.
- Ön kol çift kırıklarındaki hastalarda VAS skoru $1,34 \pm 0,25$ (az ağrı), MAYO el bilek skoru $77,95 \pm 0,83$ skoru (tatmin edici), QuickDASH skoru $3,46 \pm 0,61$ (özür oranı düşük) ölçülmüştür. Bu sonuçlar ile kırığın klinik skorlama üzerindeki etkisi azdır.
- Ön kol çift kırıklarındaki hastalarda en az bir yıl sonrasındaki fizik muayenesinde kırık taraf ile diğer normal taraf kıyaslandığında eklem hareket açıklıkları radyolojik olarak iyileşme sağlamasına rağmen kırık tarafta olumsuz yönde etkilenmiştir.
- Ön kol çift kırıklarındaki hastalarda redüksiyondaki radius-ulna açısı değerleri kırık taraftaki bir yıl üzerindeki ulnar varyans ile istatistiksel olarak ilişki saptanmamasına rağmen redüksiyondaki radius-ulna açısı değerleri -7 derece ve üzerinde olduğunda kırık taraftaki bir yıl üzeri ulnar varyansın etkilendiği, ulnar varyansta istatistiksel olarak fark olduğu ortaya çıkmıştır.
- Ön kol çift kırıklarındaki hastalarda radius uzunlukları normal tarafla kıyaslandığında yaklaşık olarak 1,8 mm kadar uzama, ulna uzunluk kıyaslandığında yaklaşık olarak 1,6 mm kadar uzama ve radial inklinasyonda ise yaklaşık olarak 2,66 derecelik bir artış söz konusudur. Kırık tarafta 0,7-1,1 mm ulnar varyansta negatifleşme söz konusudur.
- Ön kol çift kırıklarındaki hastalarda radius ve ulna uzunluk ile radial inklinasyon arasında olumlu yönde korelasyon vardır, aynı zamanda kırık taraftaki ulnar varyans ile radial inklinasyon arasında olumlu yönde korelasyonlar mevcuttur.
- Radius ve ulna uzunluğu artmakta, radial inklinasyonda artmaktadır. Radial inklinasyon artarken de ulnar varyans negatifleşmektedir. Radius ve ulna uzunluğu artması, aşırı büyümesi, dolaylı olarak ulnar varyansı negatifleştirmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Chung, K.C. and Spilson, S.V. (2001). The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *Journal of Hand Surgery*, **26**(5): 908-915.
2. Cheng, J.C., Ng, B.K. and Ying, S.Y. (1999). A 10-year study of the changes in the pattern and treatment of 6,493 fractures. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **19**(3): 344-350.
3. Mehlman, C.T. and Wall, E.J. (2006). Rockwood & Wilkins' Fractures in Children. *Injuries to the shafts of the radius and ulna*. (ss. 401-442). (Sixth edition). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
4. Goulding, A., Jones, I.E., Taylor, R.W., Manning P.J. and Williams S.M. (2000). More broken bones: a 4-year double cohort study of young girls with and without distal forearm fractures. *Journal of Bone and Mineral Research*, **15**(10): 2011-2018.
5. Herring, J.A (2002). Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. *Upper extremity injuries*. (ss. 2115-2250). (Third edition). Philadelphia: Walter Burns Saunders Company.
6. Jones, K. and Weiner, D.S. (1999). The management of forearm fractures in children: a plea for conservatism. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **19**(6): 811-815.
7. Fuller, D.J. and McCullough, C.J. (1982). Malunited fractures of the forearm in children. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **64**(3): 364-367.
8. Bowman, E.N., Mehlman, C.T., Lindsell, C.J. and Tamai, J. (2011). Nonoperatif treatment of both bone forearm shaft fractures in children: predictors of early radiographic failure. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **3**(1): 23-32.
9. Tarr, R.R., Garfinkel, A.I. and Sarmiento, A. (1984). The effect of angular and rotational deformities of both bones of the forearm. An in vitro study. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **66**(1): 65-70.
10. Price, C.T. (2010). Acceptable alignment of forearm fractures in children: open reduction indications. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **30**(2): 82-84.
11. Clement, D.A. and Colton, C.L. (1986). Overgrowth of the femur after fracture in childhood. An increased effect in boys. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **68**(4): 534-536.
12. Martin-Ferrero, M.A. and Sanchez-Martin, M.M. (1986). Prediction of overgrowth in femoral shaft fractures in children. *International Orthopaedics*, **10**(2): 89-93.
13. Nork, S.E., Bellig, G.J. and Woll, J.P. (1998). Overgrowth and outcome after femoral shaft fracture in children younger than 2 years. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (357): 186-191.

14. Reynolds, D.A. (1981). Growth changes in fractured long bones: a study of 126 children. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **63-B**(1): 83-88.
15. Stephens, M.M., Hsu, L.C. and Leong, J.C. (1989). Leg length discrepancy after femoral shaft fractures in children. Review after skeletal maturity. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, **71**(4): 615-618.
16. Meals, R.A. (1979). Overgrowth of the femur following fractures in children: influence of handedness. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **61**(3): 381-384.
17. McLain, J.B. and Vig, P.S. (1983). Transverse periosteal sectioning and femur growth in the rat. *The Anatomical Record*, **207**(2): 339-348.
18. Foolen, J., van Donkelaar, C.C., Murphy, P., Huiskes, R. and Ito, K. (2009). Residual periosteum tension is insufficient to directly modulate bone growth. *Journal of Biomechanics*, **42**(2): 152-157.
19. Etchebehere, E.C., Caron, M., Pereira, J.A., Lima, M.C., Santos, A.O. and Ramos, C.D. (2001). Activation of the growth plates on three phase bone scintigraphy: the explanation for the overgrowth of fractured femurs. *European Journal of Nuclear Medicine*, **28**(1): 72-80.
20. Gelberman, R.H., Salamon, P.B., Jurist, J.M. and Posch, J.L. (1975). Ulnar variance in Kienbock's disease. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **57**(5): 674-676.
21. Palmer, A.K., Glisson, R.R. and Werner, F.W. (1982). Ulnar variance determination. *Journal of Hand Surgery*, **7**(4): 376-379.
22. Coleman, D.A., Blair, W.F. and Shurr, D. (1987). Resection of the radial head for fracture of the radial head. long-term follow-up of seventeen cases. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **69**(3): 385-392.
23. Ryoo, H.J., Kim, Y.B., Kwak, D., Choi, I.C. and Park, J.W. (2023). Ulnar positive variance associated with TFCC foveal tear. *Journal of Skeletal Radiology*, **52**(8): p. 1485-1491.
24. Leeuwen, W.F., Oflazoglu, K., Menendez, M.E. and Ring, D. (2016). Negative ulnar variance and kienböck disease, *Journal of Hand Surgery*, **41**(2): 214-218.
25. Jianda, X., Yuxing, Q., Huan, L., Chen, Q. and Zheng, C. (2019). The severity of ulnar variance compared with contralateral hand: its significance on postoperative wrist function in patients with distal radius fracture. *Nature*, **9**(1): 2226.
26. Palmer, A.K. (1993). Operative Hand Surgery. Green, D.P. (ed.), *Fractures of the distal radius*. (ss. 929-941). (Third edition). New York: Churchill Livingstone.

27. Peltier, L.F. (1984). Fractures of the distal end of the radius. A historical account. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (187): 18-22.
28. Bartonicek, J., Kozanek, M. and Jupiter, J.B. (2014). History of treatment of forearm diaphyseal fractures. *Journal of Hand Surgery*, **39**(2): 335-342.
29. Doris, C.L. (1995). Diagnostic imaging at its centennial: The past, the present and the future. *Canadian Medical Association Journal*, **153**(9): 1297-1300.
30. Davis, D.R. and Green, D.P. (1976). Forearm fractures in children: pitfalls and complications. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (120): 172-183.
31. Mesut, R. and Yıldırım, M. (1995). Üst taraf; Bilek bölgeleri. Mesut, R. ve Yıldırım, M. (editörler). *Topografik Anatomi*. 1. Baskı. Beta Yayınları, İstanbul. 85-90.
32. Ege, R. (1995). Fraktürler, Eklem ve Diğer Yaralanmalar. Travmatoloji. 5. Baskı. *Bizim Büro Basımevi*, Ankara. 2101-2002.
33. Putz, R. and Pabst, R. (2008). *Sobotta Atlas of Human Anatomy*. (ss.166-256) (Fourteenth Edition). Munich: Elsevier Corporation.
34. Skinner, H.B., Diao, E., Gosselin, R. and Lowenberg, D.W. (2000). Current diagnosis and treatment in orthopaedics. Skinner, H.B. (ed), *Musculoskeletal trauma surgery, trauma to the upper extremity; distal radius and ulna fracture*. (ss. 74-81). (Second edition). Singapore: McGraw-Hill.
35. Moore, K.L. (1992). Clinically Oriented Anatomy. Moore, K.L. (ed.), *Upper Limb: Joints of Upper Limb*. (ss. 621-625). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
36. Tank, P.W. (2009). Grant's Dissector. Tank, P.W, (ed.), *Extensor region of the forearm*. (ss. 47-53). (Fourteenth edition). Philadelphia: Wolters Kluwer Health.
37. Sanders, W.E. and Heckman, J.D. (1984). Traumatic plastic deformation of the radius and ulna. A closed method of correction of deformity. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (188): p. 58-67.
38. Price, C.T. (1996). Fractures in Children. Price, C.T., Wilkins, K.E. and Beaty, J.H., (ed.), *Injuries to the shaft of radius and ulna*. (ss. 515-548). (Fourth edition). Philadelphia: Joshua Ballinger Lippincott Company.
39. Checo, F. and Lee, M.C. (2009). Pediatric forearm fractures. *Techniques in Orthopaedics*. **24**(3): 163-171.
40. Green, N.E., Dolan, M. and Waters, P.M. (2009). Skeletal Trauma in Children. Green, N.E. and Swiontkowski, M.F. (ed.), *Fractures and dislocations of the forearm, wrist and hand*. (ss. 159-207). (Fourth edition). Philadelphia: Saunders Elsevier.
41. İnternet: Author Anonmyous (October, 2015) URL:

<https://bookacil.wordpress.com/2015/10/31/onkol-forearm-grafisi-2/> Son Erişim Tarihi: 20.01.2024.

42. Daruwalla, J.S. (1979). A study of radioulnar movements following fractures of the forearm in children. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (139): 114-120.
43. Dicke, E.T. and Nunley, A.J. (1993). Distal forearm fractures in children. orthopedic complications and surgical indications. *The Orthopedic Clinics of North America*, **24**(2): 333-340.
44. Borden, S. (1974). Traumatic bowing of the forearm in children. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **56**(3): 611-616.
45. Stentsrom, R., Gripenberg, L. and Bergius, A.R. (1978). Traumatic bowing of forearm and lower leg in children. *Acta Radiologica: Diagnosis*, **19**(1B): 243-249.
46. Mabrey, J.D. and Fitch, R.D. (1989). Plastic deformation in pediatric fractures: mechanism and treatment. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **9**(3): 310-314.
47. Mehlman, C.T. and Wall, E.J. (2005). Fractures in Children. Beaty, J.H. and Kasser, J.R., (ed.), *Injuries to the shaft of the radius and ulna*. (ss. 443-482). (Sixth edition). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
48. Laer, V.L. (2004). Pediatric Fractures and Dislocations. Laer, V.L. (ed.), *Radial and ulnar shaft fractures*. (ss. 219). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
49. Ekin, A., Yıldız, K., Boya, H. ve Turkyılmaz, M. (1997). Distal radius fraktürlerinde açık redüksiyon, plak ve eksternal fiksator uygulamaları. XV. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı. *Türk Hava Kurumu Basımevi*, Ankara, 117-121.
50. Vieira, R.L. and Levy, J.A. (2010). Bedside ultrasonography to identify hip effusions in pediatric patients. *Annals of Emergency Medicine*, **55**(3): 284-289.
51. Anonymous. (1996). Fracture and dislocation compendium: orthopaedic trauma association committee for coding and classification. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **10**: Suppl:1:v-ix, p. 1-154.
52. Cullen, M.C., Roy, D.R., Giza, E. and Crawford, A.H. (1998). Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **18**(1): p.14-21.
53. Herring, J.A. (2002). Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. Herring, J.A. (ed.). *Fractures of the shaft of the radius and ulna*. (ss. 2225-2233). (Third edition). Philadelphia, London, New-York: Saunders Company.
54. Hove, L.M. and Brudvik, C. (2008). Displaced paediatric fractures of the distal radius. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **128**(1): 55-60.
55. Amit, Y., Salai, M., Chechik, A., Blankstein, A. and Horowitzski, H. (1985).

Closing intramedullar nailing for the treatment of diaphyseal forearm fractures in adolescence: a preliminary report. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 5(2): 143-146.

56. Rang, M. (1974). Children's Fractures. Rang, M., (ed.), *Radius and ulna*. (ss. 124-136). Philadelphia, Toronto: Joshua Ballinger Lippincott.

57. Gruber, R. (1981). Fractures in Children. Chapchal, G. and Gruber, R. (ed.), *The problem of the relapse fracture in children*. (ss. 154-158). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

58. Alpar, E.K., Thompson, K., Owen, R. and Taylor, J.F. (1981). Midshaft fractures of forearm bones in children. *Injury*, 13(2): 153-158.

59. Bae, D.S. (2008). Pediatric distal radius and forearm fractures. *Journal of Hand Surgery*, 33(10): 1911-1923.

60. Alemdaroğlu, K.B., Iltar, S., Cimen, O., Uysal, M., Alagoz, E. and Atlihan, D. (2008). Risk factors in redisplacement of distal radial fractures in children. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 90(6): 1224-1230.

61. Herman, M.J. and Marshall, S.T. (2006). Forearm fractures in children and adolescents: a practical approach. *Hand Clinics*, 22(1): 55-67.

62. Bhatia, M. and Housden, P.H. (2006). Re-displacement of paediatric forearm fractures: role of plaster moulding and padding. *Injury*, 37(3): 259-268.

63. Reichmann, W. (1978). [Distal radial fracture in childhood]. *Handchirurgie*. 10(4): 179-181.

64. Lascombes, P., Prevot, J., Ligier, J.N., Metaizeau, P. and Poncelet, T. (1990). Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 10(2): 167-171.

65. Voto, S.J., Wiener, D.S. and Leighley, B. (1990). Redisplacement after closed reduction of forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 10(1): 79-84.

66. Richter, D., Ostermann, P.A.W., Ekkernkamp, A., Muhr, G. and Hahn, M.P. (1998). Elastic intramedullary nailing: A minimally invasive concept in the treatment of unstable forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 18(4): 457-461.

67. Yung, S.H., Lam, C.Y., Choi, K.Y., Ng, K.W., Maffuli, N. and Cheng, J.C.Y. (1998). Percutaneous intramedullary Kirschner wiring for displaced diaphyseal forearm fractures in children. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 80(1): 91-94.

68. Shoemaker, S.D., Comstock, C.P., Mubarak, S.J., Wenger, D.R. and Chambers, H.G. (1999). Intramedullary Kirschner wire fixation of open or unstable forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 19(3): 329-337.

69. Raposch, A., Reis, M., Molina, M., Davids, J., Stanley, E., Wilkins, K. and

Chambers, H.G. (2001). Supracondylar fractures of humerus associated with ipsilateral forearm fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **21**(3): 307-312.

70. Kayalı, C., Ağuş, H. ve Şanlı, C. (2002). Çocuklarda eşzamanlı ipsilateral ve önkol fraktürleri. *Acta Orthopaedica Traumatologica Turcica*, **36**(2): 117-123.

71. Ağuş, H. (2004). Çocuk ön kol kırıklarının tedavisinde güncel kavramlar. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*, **3**(1-2).

72. Kalenderer, O., Ağuş, H., Zincircioğlu, G. ve Şanlı, C. (2002). Çocuk önkol çift kırıklarında sınırlı kesiden açık redüksiyon ve intramedüller çivileme. *Artroplastik Artroskopik Cerrahi Dergisi*, **13**(3): 164-168.

73. Kose, O., Deniz, G., Yanik, S., Gungor, M. and Islam, N.C. (2008). Open intramedullary kirschner wire versus screw and plate fixation for unstable forearm fractures in children. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*, **16**(2): 165-169.

74. Qidwai, S.A. (2001). Treatment of diaphyseal forearm fractures in children by intramedullary kirschner wire. *The Journal of Trauma*, **50**(2): 303-307.

75. Erickson, M. and Frick, S. (2009). Fracture in Children. Beaty, J.H. and Kasser, J.R. (ed.), *Fractures of the proximal radius and ulna*. (ss. 946). (Sixth edition). Philadelphia: Wolters Kluwer Health.

76. Schwarz, N., Pienaar, S., Schwarz, A.F., Jelen, M., Styhler, W. and Mayr, J. (1996). Refracture of the forearm in children. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, **78**(5): 740-744.

77. Fernandez, F.F., Eberhardt, O., Langendörfer, M. and Wirth, T. (2009). Nonunion of forearm shaft fractures in children after intramedullary nailing. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*, **18**(6): 289-295.

78. Ogonda, L., Wong-Chung, J., Wray, R. and Canavan, B. (2004). Delayed union and non-union of the ulna following intramedullary nailing in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*, **13**(5): 330-333.

79. Price, C.T. and Knapp, D.R. (2006). Osteotomy for malunited forearm shaft fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **26**(2): 193-196.

80. Karakurt, L., Yılmaz, E., Varol, T., Belhan, O. ve Serin, E. (2005). Çocuk önkol çift kemik açılı kaynamasında kapalı osteoklazi: yeni bir teknik ve iki olgu sunumu. *Fırat Tıp Dergisi*, **10**(1): 33-35.

81. Vince, K.G. and Miller, J.E. (1987). Cross-union complicating fracture of the forearm. Part II: Children. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **69**(5): 654-661.

82. Waters, P.M. and Bae, D.S. (2001). Fractures in Children. Beaty, J.H. and Kasser,

J.R. (ed.), *Fractures of distal radius and ulna*. (ss. 292-346). (Fifth edition). Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins.

83. Mubarak, S.J., Owen, C.A., Hargens, A.R., Garetto, L.P. and Akeson, W.H. (1978). Acute compartment syndromes: diagnosis and treatment with the aid of the wick catheter. *Journal of Bone and Joint Surgery*, **60**(8): 1091-1095.

84. Hensinger, R.N. (2008). Skeletal Trauma in Children. Green, N.E. and Swiontkowski, M.F. (ed.), *Complications of Fractures in Children*. (ss. 110-111). (Fourth edition). Canada: Saunders.

85. Yuan, P.S., Pring, M.E., Gaynor, T.P., Mubarak, S.J. and Newton, P.O. (2004). Compartment syndrome following intramedullar fixation of pediatric forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopedics*, **24**(4): 370-375.

86. Kim, Y.K., Cha, S.M., Shin, H.D., Choi, E.S. and Lee, S.H. (2023). Evaluation of overgrowth in pediatric radius fractures. *Injury*, **54**(4): 1132-1137.

87. Hosseinzadeh, P., Olson, D., Eads, R., Jaglowicz, A., Goldfarb, C.A. and Riley, S.A. (2018). Radiologic evaluation of distal radius indices in early and late childhood. *The Iowa Orthopaedic Journal*, **38**: 137-140.

88. Wu, C., Wang, D., Mo, Y., Zhang, Z. and Ning, B. (2022). Characteristics of the length of the radius and ulna in children. *Frontiers in Pediatrics*, **9**: 737823.

89. Aun, C., Lam, Y. and Collett, B. (1986). Evaluation of the use of visual analogue scale in chinese patients. *Pain*, **25**(2): 215-221.

90. Kennedy, C.A. (2013). Measurement properties of the QuickDASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) outcome measure and cross-cultural adaptations of the QuickDASH: a systematic review. *Quality of Life Research*, **22**(9): 2509-2547.

91. Kamppa, N., Hulkkonen, P., Laaksonen, T. and Repo, J. (2024). The construct validity and internal consistency of QuickDASH in pediatric patients with upper extremity fractures. *Acta Orthopaedica*, **30**: 192-199.

92. Slutsky, D.J. (2013). Outcomes Assessment in Wrist Surgery. *Journal of Wrist Surgery*, **2**(1): 1-4.

93. Peterlein, C.D., Hagen, L., Modzel, T., Ruchholtz, S. and Krüger, A. (2019). Long-term results of elastic-stable intramedullary nailing (ESIN) of diaphyseal forearm fractures in children. *Medicine (Baltimore)*, **98**(11): e14743.

94. Da Paz, S.N., Stalder, A., Berger, S. and Ziebarth, K. (2016). Range of motion of the upper extremity in a healthy pediatric population: introduction to normative data. *European Journal of Pediatric Surgery*, **26**(5): 454-461.

95. Bohannon, R.W. (2001). Dynamometer measurements of hand-grip strength predict multiple outcomes. *Perceptual and Motor Skills of Sage Journals*, **93**(2): 323-328.

96. Bowers, W.H. (1985). Distal radioulnar joint arthroplasty: the hemiresection interposition technique. *The Journal of Hand Surgery*, **10**(2): 169-178.
97. Kristensen, S.S., Thomassen, E. and Christensen, F. (1986). Ulnar variance determination. *Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland)*, **11**(2): 255-257.
98. Bhattacharrya, T., Roy, R., Islam, M., Agarwal, B. and Roy, S.J. (2022). Racial variation of carrying angle of elbow in north-east indian population: A Clinico-Radiological Study. *Indian Journal of Orthopaedics*, **56**(3): 457-463.
99. Czitrom, A.A., Dobyns, J.H. and Linscheid, R.L. (1987). Ulnar variance in carpal instability. *The Journal of Hand Surgery*, **12**(2): 205-208.
100. Nakamura, R., Tanaka, Y., Imaeda, T. and Miura, T. (1991). The influence of age and sex on ulnar variance. *The Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland)*, **16**(1): 84-88.
101. Smet, L.D. (1994). Ulnar variance: facts and fiction review article. *Acta Orthopaedica Belgica*, **60**(1): 1-9.
102. Palmer, A.K. and Werner, F.W. (1984). Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (187): 26-35.
103. Palmer, A.K. and Werner, F.W. (1981). The triangular fibrocartilage complex of the wrist- anatomy and function. *The Journal of Hand Surgery*, **6**(2): 153-162.
104. Parkinson, R.W., Noble, J., Bale, R.S. and Freemont, A.J. (1991). Rare abnormalities of the scaphoid in association with congenital radial ray defects of the hand: a report of two cases. *The Journal of Hand Surgery (Edinburgh, Scotland)*, **16**(2): 208-211.
105. Bonzar, M., Firrell, J.C., Hainer, M., Mah, E.T. and McCabe, S.J. (1998). Kienböck disease and negative ulnar variance. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, **80**(8): 1154-1157.
106. Jafari, D., Shariatzadeh, H., Mazhar, F.N. and Ghahremani, M.H. (2013). Ulnar variance in scaphoid nonunion. *Archives of Iranian Medicine*, **16**(5): 301-302.
107. Kaya Alpar, E. (1986). Growth plate stimulation by diaphyseal fracture. Autoradiography of DNA synthesis in rats. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, **57**(2): 135-137.
108. Pablos, J., Franzreb, M. and Barrios, C. (1994). Longitudinal growth pattern of the radius after forearm fractures conservatively treated in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **14**(4): 492-495.
109. Shapiro, F. (1981). Fractures of the femoral shaft in children. The overgrowth phenomenon. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, **52**(6): 649-655.

- 110.** Nielsen, A.B. and Simonsen, O. (1984). Displaced forearm fractures in children treated with AO plates. *Injury*, **15**(6): 393-396.
- 111.** Kim, M.W., Kim, C.Y., Yoon, D., Kim, D., Lee, J., Park, J. and Choi, Y.S. (2016). Radial overgrowth after surgical treatment for pediatric distal radius fractures. *The Journal of Korean Orthopaedic Association*, **51**(5): 365-370.
- 112.** Zimmermann, R., Gschwentner, M., Kralinger, F., Arora, R., Gabl, M. and Pechlaner, S. (2004). Long-term results following pediatric distal forearm fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **124**(3): 179-186.
- 113.** Carsi, B., Abril, J.C. and Epeldegui, T. (2003). Longitudinal growth after nonphyseal forearm fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **23**(2): 203-207.
- 114.** Huang, J.I. and Hanel, D.P. (2012). Anatomy and biomechanics of the distal radioulnar joint. *Hand Clinics*, **28**(2): 157-163.