

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

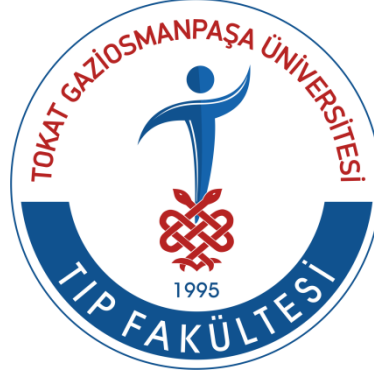
**PEDİATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA KAPALI
REDÜKSİYON VE PİNLEME İLE OPERE EDİLEN HASTALARDA
KLİNİK VE RADYOLOJİK SONUÇLARIMIZ**

Dr. Mete GEDİKBAŞ

UZMANLIK TEZİ

TOKAT

2020



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**PEDİATRİK SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARINDA KAPALI
REDÜKSİYON VE PİNLEME İLE OPERE EDİLEN HASTALARDA
KLİNİK VE RADYOLOJİK SONUÇLARIMIZ**

Dr. Mete GEDİKBAŞ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Orhan BALTA

TOKAT

2020

TEŞEKKÜR

Zorlu 5 yılda desteğini esirgemeyen, eve gelmeyi unuttuğumuz günlerde her zaman anlayışla karşılayan, daima yanımda olduğunu ve olacağını bildiğim biricik eşim ve hayat arkadaşım Dr. Şule Sinem GEDİKBAŞ'a, 12 ağustos 2015'de ailemize katılarak ömrüme bir bahar sevinci katan ve yaşam enerjisi aşıl原因an biricik kızım Bahar GEDİKBAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Asistanlık eğitimimde bilgi ve tecrübesini aktaran ve ortopedi uzmanı olarak çıkarken destek ve emeklerini her zaman hissedeceğim kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Orhan BALTA'ya, hastalara çeşitli perspektiflerden yaklaşma konusunda yönlendiren Dr. Öğr. Üyesi Erkal BİLGİÇ'e, hem ilk başasistanım olan hem de öz abim gibi bildiğim Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Burtaç EREN abime, asistanlığımın son 1,5 yılında aramıza katılan, gelişimimde önemli yeri olan Dr. Öğr. Üyesi Tahir ÖZTÜRK abime, kısa bir süre çalışma imkanı bulduğum kıymetli hocam Doç. Dr. Bora BOSTAN'a, meslek hayatıma çalışma arkadaşlarına davranması ve cerrahi profiliyle damgasını vuracak kıymetli hocam Doç. Dr. Murat AŞÇI'ya en içten duygularıyla minnet ve teşekkürlerimi arz etmek istiyorum.

Hayatın getirdiği tüm zorluklara rağmen tüm hayatım boyunca daima desteklerini gördüğüm, yeri geldiğinde öğretmenim, yeri geldiğinde en yakın arkadaşım ve sırdaşım olan canım annem Fatma GEDİKBAŞ ve babam Mahmut GEDİKBAŞ'a şükranlarımı sunuyorum. Asistanlık sürecimde her şartta yardım ve desteklerini gördüğüm Muhammet TAŞDELEN ve Şaduman TAŞDELEN'e teşekkürü borç biliyorum.

Birlikte çalışmaktan onur duyduğum Opr. Dr. Cihan UÇAR, Opr. Dr. Sezer ASTAN, Opr. Dr. Harun ALTINAYAK ağabeylerime, kısa süre çalışma imkanı bulduğum ve asistanlığımın başlarında ki zorlu dönemi beraber paylaştığım Dr. Ufuk İĞDELİ'ye, Dr. Celal BİTİŞ'e, geldiği günden bugüne kadar beraber çalışmaktan mutlu olduğum Dr. Utkan SOBAY ve Dr. Ömer Cahit ÇITIR kardeşlerime teşekkür ediyorum.

Mine YAMAN, Hamza KARTAL ve sayamadığım diğer tüm değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada ekstansiyon tipi suprakondiler humerus kırığı tanısıyla kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yöntemiyle tedavi edilen hastaların radyolojik ve klinik sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Mayıs 2006 ile Mart 2019 yılları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğine suprakondiler humerus kırığı nedeniyle ameliyat edilen 88 hastanın klinik ve radyolojik sonuçları incelendi. Klinik incelemede McRae yöntemine göre ölçülen taşıma açıları, eklem hareket açıklıkları ve bu ölçümler baz alınarak yapılan Flynn tarafından tanımlanmış kozmetik ve fonksiyonel skorlamalar yapıldı. Radyolojik incelemede Baumann açısı, humerokapitellar açı, lateral humerokapitellar açı, rezidüel sagittal deformite ve rotasyonel deformite ölçümleri yapıldı. Cerrahi teknik olarak Casiano tarafından tanımlanan kapalı redüksiyon ve perkütan tesbit yöntemi kullanıldı.

Bulgular: Çalışmada 32(%36,4) hasta kız, 56 (%63,6) hasta erkekti. Otuz yedi (%42) hastanın sağ, elli bir (%58) hastanın sol dirseğinde kırık olduğu görüldü. Hastaların ameliyat sonrasında takip süreleri 1 yıl ile 14 yıl arasında olup takip süresi ortalaması $5,15 \pm 2,55$ yıldır. Olguların yaş ortalaması $6,02 \pm 2,8$ yıl olarak bulundu.

Hastaların Gartland sınıflandırmasına göre dağılımı incelendiğinde 23 (%26,1) hastanın Tip IIa, 15 (%17) hastanın Tip IIb, 39 (%44,3) hastanın Tip III ve 11 (%12,5) hastanın Tip IV olduğu görüldü. Tüm hastalara çapraz pin konfigürasyonu ile osteosentez sağlandığı görüldü. Kırk sekiz(%54,5) hastaya lateralden 1, medialden 1 adet K teli, 33 (%37,5) hastaya lateralden 2, medialden 1 adet K teli, 7 (%8) hastaya ise medial ve lateralden 2 adet K teli ile osteosentez sağlandı.

Ameliyat sonrasında ortalama $4,1 \pm 0,8$ haftada dirsek egzersizleri başlandı. Kontrol grafileri sonrasında ortalama $6,17 \pm 1,26$ haftada K telleri çekildi. İki hastada operasyon öncesi dönemde median sinir arazı ve bir hastada operasyon sonrası dönemde ulnar sinir hasarı geliştiği görüldü. Bu hastalarda spontan remisyon gözlemlendi.

Tüm hastalar klinik olarak Flynn tarafından tanımlanan kozmetik ve fonksiyonel kriterlere göre değerlendirildi. Kozmetik sonuçlar 80 (%90,9) hasta mükemmel, 5 (%5,7) hasta iyi, 3 (%3,4) hasta orta olarak değerlendirildi. Fonksiyonel sonuçlar incelendiğinde 81 (%92) hasta mükemmel, 7 (%8) hasta iyi olarak değerlendirildi.

Sonuç: Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde kapalı redüksiyon etkili bir tedavi yöntemidir.

Anahtar kelimeler: suprakondiler, kapalı redüksiyon, perkütan pinleme

ABSTRACT

Aim: the aim of this study is to evaluate the radiological and clinical results of the patients diagnosed with extension-type supracondylar fracture treated using closed reduction and percutaneous pinning technique.

Materials and Methods: The clinical and radiological results of the 88 patients who's admitted to the Tokat Gaziosmanpasa University Orthopedics and Traumatology Clinics between May 2016 and March 2019 operated for supracondylar humerus fracture were assessed in this study. Carrying angles measured by McRae method, range of motion, and cosmetic and functional scoring using these measurements which is defined by Flynn were performed. The measurements of Baumann angle, humerocapitellar angle, lateral humerocapitellar angle, residual sagittal deformity and rotational deformity were measured in the radiological assessment. Closed reduction and percutaneous fixation defined by Casiano were applied for surgical technique

Results: Thirty-two (36.4%) of the patients were female where 56 (63.6%) were male. Thirty-seven patients (42%) had right elbow fracture where 51 (58%) had left were detected. The follow-up period of the patients was between 1 and 14 years, which had a mean of 5.15 ± 2.55 . The mean age of the subjects was found as 6.02 ± 2.8 .

The distribution of the patients according to Gartland classification is found as 23 (%26,1) of the patients Type IIa, 15 (%17) of the patients Type IIb, 39 (%44,3) of the patients Type III and 11 (%12,5) of the patients Type IV. All patients received osteosynthesis with cross-pin configuration. Osteosynthesis was performed by one lateral and one medial K wires in 48 (54.5%) of the patients, two lateral and 1 medial K wires in 33 (37.5%) of the patients, and 2 lateral and 2 medial K wires in seven (8%) of the patients.

Elbow exercises were initiated at a mean of 4.1 ± 0.8 weeks after operation. K-wires were removed at 6.17 ± 1.26 weeks after control x-rays. Median nerve injury was developed in two patients in preoperative period where ulnar nerve injury was detected in one patient after operation. Spontaneous recovery was observed in these patients.

All patients were evaluated according to the cosmetic and functional criteria defined by Flynn. Cosmetic results revealed 80 patients (90.9%) as perfect, five (5.7%) as good, three (3.4%) as fair. Functional findings showed 81 patients (92%) as perfect and seven (8%) as good.

Conclusion: Closed reduction is an effective technique for the treatment of supracondylar humerus fractures.

Keywords: supracondylar, closed reduction, percutaneous pinning.

İçindekiler

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	i
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
GRAFİKLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1 DİRSEK EKLEMİ ANATOMİSİ.....	2
2.1.1 Kemik anatomisi.....	3
2.1.2 Eklem kapsülü ve bağ dokular	4
2.2 VASKÜLER ANATOMİ.....	6
2.3 NÖROLOJİK ANATOMİ	6
2.3.1 Median sinir.....	6
2.3.2 Ulnar sinir	7
2.3.3 Radial sinir.....	7
2.4 DİRSEK ELEMİNİN BESLENMESİ	8
2.4.1 Ekstraosseöz beslenme	8
2.4.2 İntraosseöz beslenme.....	8
2.5 DİRSEK EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ	9
2.6 DİRSEK TAŞIMA AÇISI.....	11
2.7 RADYOLOJİK ANATOMİ.....	12
2.8 BÜYÜME MERKEZLERİNİN KEMİKLEŞMESİ	16
3. SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARI	18
3.1 İNSİDANS	18
3.2 YARALANMA MEKANİZMASI	19
3.3 TRAVMA BİYOMEKANİĞİ	19
3.4 İLİŞKİLİ YARALANMALAR	20
3.4.1 Nörolojik yaralanma	20

3.4.2 Vasküler yaralanma	21
3.5 SINIFLANDIRMA	21
3.6 TANI	23
3.7 TEDAVİ.....	24
3.7.1 Tip I suprakondiler humerus kırıkları.....	24
3.7.2 Tip II suprakondiler humerus kırıkları	25
3.7.3 Tip III suprakondiler humerus kırıkları	25
3.7.4 Tip IV suprakondiler humerus kırıkları.....	26
3.7.5 Fleksiyon tipi suprakondiler humerus kırıkları	26
3.7.6 Açık redüksiyon.....	27
3.8 KOMPLİKASYONLAR.....	28
3.8.1 Vasküler yaralanmalar	28
3.8.2 Volkmann iskemik kontraktürü.....	29
3.8.3 Nörolojik yaralanmalar.....	29
3.8.4 Koronal plan deformiteleri	30
3.8.5 Eklem hareket açıklığında azalma.....	31
3.8.6 Myozitis ossifikans.....	31
3.9 AMELİYAT SONRASI DEĞERLENDİRME.....	32
4. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
4.1 KLİNİK DEĞERLENDİRME	35
4.2 RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME	36
4.3 CERRAHİ TEKNİK	37
4.4 İSTATİSTİKSEL ANALİZ	37
5. BULGULAR	38
6. OLGU ÖRNEKLERİ	61
OLGU 1:.....	61
OLGU 2:.....	62
OLGU 3:.....	63
7. TARTIŞMA.....	64
8. SONUÇ.....	77
9. KAYNAKÇA	79

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1: Flynn kriterleri	32
Tablo 2: Cinsiyete göre nicel verilerin değerlendirilmesi. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.	38
Tablo 3: Cinsiyete göre nitel değişkenlerin dağılımı. Veri n(%) ile sunulmaktadır. Ki-kare testi kullanıldı.	39
Tablo 4: Hastaların kırık geçirdikleri ekstremiteleri ile dominant ekstremitelerinin dağılımının incelenmesi. Ki-kare testi kullanıldı.	40
Tablo 5: Gartland sınıflandırmasına göre nitel değişkenlerin dağılımı. Tek yönlü varyans analizi kullanıldı.	42
Tablo 6: Gartland sınıflandırmasına göre nicel değişkenlerin dağılımı. Tek yönlü varyans analizi kullanıldı.	43
Tablo 7: Ameliyata alınma süresine göre nitel değişkenlerin dağılımı. Ki-kare testi kullanıldı.	45
Tablo 8: Ameliyata alınma zamanına göre nicel verilen dağılımı. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.	46
Tablo 9: Pin sayısı ile nitel verilerin karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.	48
Tablo 10: Pin sayısı ile nicel verilerin karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.	49
Tablo 11: Rezidüel sagittal deformite varlığının nitel verilerle karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.	50
Tablo 12: Rezidüel sagittal deformitenin nicel verilerle karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.	51
Tablo 13: Rezidüel sagittal deformitenin nicel verilerle karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.	51
Tablo 14: Rezidüel sagittal deformite varlığının nitel verilerle karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.	52
Tablo 15: Rotasyonel deformite varlığının nicel verilerle karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.	54
Tablo 16: Rotasyonel deformite varlığının nitel verilerle karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.	55
Tablo 17: Flynn kriterleri ile Pin sayısının incelenmesi	57
Tablo 18: Flynn kriterleri ile cinsiyet dağılımının incelenmesi	57
Tablo 19: Flynn kriterleri ile operasyon sonrası erken dönemde ölçülen rotasyonel deformite derecesinin incelenmesi	57

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1:Dirsek eklemine oluşturan kemik yapılar. (eOrthopod Patient Education Materials, Mosaic Medical Group, LLC.).....	4
Şekil 2:Dirsek eklemine oluşturan bağ dokular. (teachmeanatomy.info/upper-limb/joints/elbow-joint Wales/England).....	5
Şekil 3:Dirsek çevresinde bulunan vasküler yapılar. (eOrthopod Patient Education Materials, Mosaic Medical Group, LLC.).....	6
Şekil 4:Dirsek çevresinde bulunan sinirler. (eOrthopod Patient Education Materials, Mosaic Medical Group, LLC.)	8
Şekil 5:McRae yöntemine göre taşıma açısı ölçümü	11
Şekil 6:Dirsek eklemine standart AP ve lateral grafileri	12
Şekil 7:Baumann açısı ölçümü.....	13
Şekil 8:Henderson tarafından tanımlanan yöntemle rotasyonel deformitenin ölçülmesi.....	14
Şekil 9:A) Dirsek lateral grafisinde Anterior humeral çizginin belirlenmesi, B) Lateral humerokapitellar açı ölçümü, C) Humerokapitellar açı ölçümü, D) Koronoid çizginin belirlenmesi.....	15
Şekil 10:Residüel sagittal plan deformitesinin belirlenmesi	16
Şekil 11:Dirsek eklemine kemikleşme merkezlerin direkt grafide görülme zamanları (Pediatric supracondylar fractures of the distal humerus Jacob W. Brubacher Seth D. Dodds Curr Rev Musculoskelet Med (2008) 1:190–196)	17
Şekil 12:A) ekstansiyon tipi kırık, B) fleksiyon tipi kırık.....	21
Şekil 13:Gartland sınıflandırması. A) Tip I: deplase olmayan kırık, B) Tip II: anterior korteks kırık, posterior korteks ve periost sağlam, C) Tip III: anterior ve posterior korteks kırık, posterior periost sağlam, D) Tip IV: tamamen deplase kırık (Green's Skeletal Trauma in Children 6th Edition chapter 10 page 188)	22
Şekil 14:Volkmann iskemik kontraktürü (The practice of surgery Mumford, James Gregory, 1863-1914).....	29
Şekil 15:Myozitis ossifikans gelişmiş hastanın dirsek lateral grafisi.....	31
Şekil 16: McRae yöntemine göre taşıma açısı ölçümü	35
Şekil 17: Dirsek fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin ölçülmesi.....	35
Şekil 18: Karşılaştırmalı çekilen dirsek Ap ve Lateral grafileri. A) Sağlam dirsek AP grafisi, B) Sağlam dirsek lateral grafisi, C) Son muayenede çekirilen kırık dirsek AP grafisi, D) Son muayenede çekirilen kırık dirsek lateral grafisi	36
Şekil 19: Pin konfigürasyonlarımız. A) Medial ve lateralden birer K teli ile osteosentez, B) Medialden bir adet ve lateralden iki adet K teli ile osteosentez, C) Medial ve lateralden ikişer adet K teli ile osteosentez.....	47
Şekil 20: A) Ameliyat öncesinde AP dirsek grafisi, B) Ameliyat öncesinde lateral dirsek grafisi, C) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek AP grafisi D) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek lateral grafisi, E) Son kontrolde çekilen dirsek AP grafisi, F) Son kontrolde çekilen dirsek lateral grafisi,	61
Şekil 21:Son kontrolde hastanın eklem açıklığını ve taşıma açısını gösteren klinik fotoğraf....	61

Şekil 22: A) Ameliyat öncesinde AP dirsek grafisi, B) Ameliyat öncesinde lateral dirsek grafisi, C) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek AP grafisi D) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek lateral grafisi, E) Son kontrolde çekilen dirsek AP grafisi, F) Son kontrolde çekilen dirsek lateral grafisi, G) Son kontrolde taşıma açısını gösteren klinik fotoğraf, H) Son kontrolde dirsek fleksiyonunu gösteren klinik fotoğraf.....	62
Şekil 23: A) Ameliyat öncesinde AP dirsek grafisi, B) Ameliyat öncesinde lateral dirsek grafisi, C) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek AP grafisi D) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek lateral grafisi, E) Son kontrolde çekilen dirsek AP grafisi, F) Son kontrolde çekilen dirsek lateral grafisi, G) Son kontrolde taşıma açısını gösteren klinik fotoğraf, H) Son kontrolde sağlam dirsek fleksiyonunu gösteren klinik fotoğraf, I) Son kontrolde kırık dirseğin fleksiyonunu gösteren fotoğraf.....	63

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik No	Sayfa
Grafik 1: Hastaların cinsiyet dağılımı	38
Grafik 2:Kırık gelişen ekstremitelerin dağılımı	40
Grafik 3:Hastaların Gartland tiplerine göre dağılımı	41
Grafik 4:Kırıkların görüldüğü mevsimlere göre dağılım	44
Grafik 5: Uygulanan pin konfigürasyonunun dağılımı	47
Grafik 6: Flynn kozmetik kriterlerinin dağılımı.....	58
Grafik 7: Flynn fonksiyonel kriterlerinin dağılımı.....	58
Grafik 8:Ameliyat sonrasında eklem hareket açıklığının dönemsel incelenmesi	59
Grafik 9:Ameliyat sonrasında eklem hareket açıklığının Gartland tiplerine göre muayene tarihlerine göre incelenmesi	59

KISALTMALAR

AP	Anteroposterior
LHCA	Lateral humerokapitellar açısı
HCA	Humerokapitellar açısı
AHL	Anterior humeral çizgi

1. GİRİŞ

Suprakondiler humerus kırıkları, çocuk hastalarda klavikula ve önkol çift kırıkları sonrasında en sık görülen kırık türüdür(1). Çocuk hastalarda dirsek çevresi kırıklarının yaklaşık %60'ını oluşturur. Kırıkların en sık görüldüğü dönem 4-11 yaş aralığıdır ve erkek çocuklarda daha sık görülmektedir(2). Kırığın deplasman durumuna göre konservatif veya cerrahi yöntemlerle tedavi uygulanabilmektedir(1, 3).

Bu kırıklar sık görülmeleri, kırığın derecesine göre farklı tedavi yöntemlerinin varlığı, erken dönemde eşlik edebilecek kompartman sendromu, nörolojik ve vasküler yaralanmalar, ilerleyen dönemde deformite ve hareket kısıtlılığı gibi morbidite oluşturacak komplikasyonların görülebilmesi nedeniyle pediatrik travmalar arasında önemli bir grubu oluşturur(3, 4). Suprakondiler humerus kırıkları eşlik edebilecek nörovasküler yaralanma ve kompartman sendromu riski nedeniyle ortopedik aciller arasında yer almaktadır(1).

Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi ve redüksiyonun sağlanması bu bölgenin kompleks anatomik yapısından dolayı birçok güçlük içermektedir. Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinin kozmetik, radyolojik ve fonksiyonel sonuçları cerrahın bilgi ve deneyimi ile orantılıdır(4).

Çalışmamızın amacı suprakondiler humerus kırığı nedeniyle kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yapılan hastalarımızın radyolojik ve fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmek ve literatürle karşılaştırmaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 DİRSEK EKLEMİ ANATOMİSİ

Dirsek eklemi humeroulnar, humeroradial ve proksimal radioulnar eklemin birleşmesi sonucunda oluşur. Dirsek eklemine oluşturan üç eklem tek bir eklem kapsülü tarafından çevrelenmiş durumdadır.

Humeroulnar eklem incisura trochlearis ile trochlea humeri arasında oluşan ginglymus tipinde eklemdir. Bu eklemden tek eksenli fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapılmaktadır(5).

Humeroradial eklem fovea artikularis ile kapitellum arasında oluşan sferoid tipinde bir eklemdir. Bu eklemden fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri yapılmaktadır(5).

Proksimal radioulnar eklem ulnada bulunan incisura radialis ile radius başında bulunan dairesel eklem yüzü arasında oluşan pivot tip bir eklemdir. Bu eklem pronasyon ve supinasyon hareketlerinin yapılmasını sağlamaktadır. (6).

Dirsek eklemi en geniş hareket arkına fleksiyon ekstansiyon geçisi esnasında sahiptir. Humeroulnar eklem içerisinde yapılan bu hareket yetişkin bir bireyde 0-150 derece arasında gerçekleşmekte olup çocuklarda 10 derece hiperekstansiyona ulaşabilmektedir. Ekstansiyon hareketinin kısıtlayıcıları eklem kapsülü, olecranonun olecranon fossa içerisine teması, fleksör kas grubu ve eklemi destekleyen bağ yapılarıdır. Fleksiyon hareketinin kısıtlayıcıları triceps brachii kasında oluşan gerilme, biceps brachii kasında fleksiyona bağlı oluşan kalınlaşma, eklem kapsülü ve bağlar ile koronoid çıkıntının koronoid fossaya temasıdır. Supinasyon ve pronasyon hareketi ön kol nötral pozisyonda iken supinasyon yaklaşık 85 derece ve pronasyon yaklaşık 75 derece olarak yapılmaktadır(5-7).

Sağlam bireyde dirsek eklemi ekstansiyonda palpe edildiğinde her iki epikondil ve olekranon tek bir doğru üzerinde hissedilir. Dirsek eklemi fleksiyona alındığında olekranon tepesi distalde olacak biçimde medial ve lateral epikondiller üzerine birer nokta konulduğunda üçgen bir yapı oluşturmaktadır(8). Bu noktaların değişmesi durumunda dirsek eklemine oluşturan kemiklerde patolojik bir durum olabileceği konusunda klinisyeni uyarmalıdır.

2.1.1 Kemik Anatomisi

Humerusun distali koronal planda genişlerken sagittal planda ise yuvarlılığını kaybetmektedir. Humerus distalde medial ve lateral olmak üzere iki kolondan oluşmakta ve bu güçlü iki yapı arasında kemiğin zayıf noktasını oluşturan, anteriorda bulunan koronoid fossa ile posteriorda bulunan olekranon fossayı birbirinden ayıran köprü şeklinde ince bir kemik bulunmaktadır. Kolonların distalde eklem içerisinde kalan bölümlerine kondiler eklem dışında kalan kısımlarına epikondiler bölge denilmektedir(4).

Medial epikondilin yaklaşık 5 cm proksimalinde kemiğin ön yüzünde suprakondiler çıkıntı bulunmaktadır. Bu çıkıntıyla medial epikondil arasında bulunan fibroz bantın altından median sinir ve brakial arter geçmektedir. Medial epikondil lateral epikondilden daha büyük olup önkol fleksör kaslarının başlangıç yeridir. Medial epikondilin arka yüzündeki oluktan ulnar sinir geçmektedir.

Lateral kondilin radius ile eklem yaptığı yarım küre şeklindeki bölgeye kapitellum denilmektedir. Lateral epikondil yüzeyel önkol ekstansör kas grubunun başlangıç noktasıdır. Medial kondilin ulna ile eklem yaptığı alan ise daha büyük ve makara şeklinde, silindirik bir yapıya sahip olup troklea olarak adlandırılmaktadır. Trokleanın medial ve lateralinde belirgin çıkıntılar mevcuttur. Troklea laterale doğru eğimli şekilde olup bu konumu dirsek ekstansiyona alındığında taşıma açısı olarak isimlendirilen fizyolojik valgus açılanmasını oluşturur. Kapitellum ve troklea aşağı ve öne doğru eğim göstererek humerusun alt ucu ile yaklaşık 40 derecelik bir açılanma oluşturur ve buna humerokapitellar inklinasyon denilmektedir(8, 9).

Radiusun proksimali disk şeklinde bir baş ve distalinde M. biceps brachii tendonunun yapıştığı alanı içerir. Radius baş ve boynunun bir bölümü intrakapsülerdir. Radius başı kapitellum ve olecranonun sigmoid çentiği ile eklem yapar ve annuler ligament ile sarılıdır(8).

Ulna proksimali troklea ile eklem yapan semilunar çentiği oluşturan olecranon ve koronoid çıkıntıyı içerir. Olekranona M. Triceps Brachii tendonu genişleyerek yapışır. Ulna proksimaline yapışan diğer bir önemli yapı koronoid çıkıntının distal kısmına yapışan M. Brachialis tendonudur(8).



Şekil 1:Dirsek eklemine oluşturan kemik yapılar. (eOrthopod Patient Education Materials, Mosaic Medical Group, LLC.)

2.1.2 Eklem Kapsülü Ve Bağ Dokular

Dirsek eklemi humeroulnar, humeroradial ve proksimal radioulnar eklemi tek sinovial boşluk içinde tutan kapsüle sahiptir. Olekranon fossa, koronoid fossa ve radial fossa eklem içerisinde yer alırken, medial ve lateral epikondiller eklem dışarısında yer alan yapılardır. Eklem kapsülü, radiusa yapışma yerinde diğer bölgelerden daha geniş olup supinator adalenin altında radial başın daha rahat dönmesini sağlayan processus sacciforme adı verilen çıkıntıyı yapar(6, 10, 11).

Radial Kollateral Ligament

Lateral epikondilden başlar ve distalde üçe ayrılır. Radial kollateral ligamentin bir parçası radiusu önden çaprazlayarak, bir parçası ise radiusu arkadan çaprazlayarak ulnaya yapışır. Orta bölümü ise annuler ligamentin yapısına katılır. Lateral kollateral ligament radiusa yapışmaz, asıl görevi radius üst ucunu çevreleyerek radius ve ulna arasındaki bağlantının güçlendirilmesidir(6, 10, 11).

Ulnar Kollateral Ligament

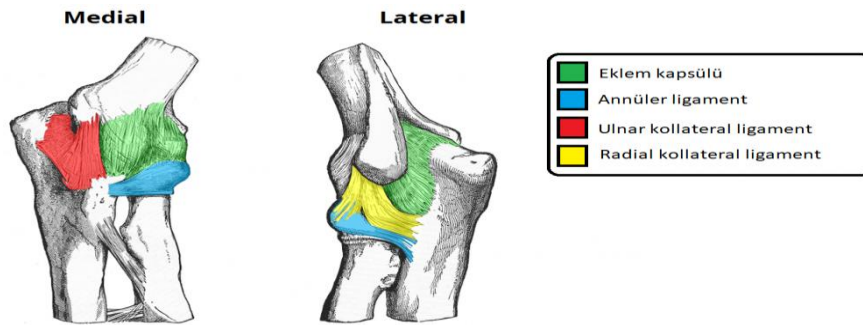
Medial epikondilin distalinden başlar, yapışma yerine doğru genişleme gösterip üçgensel yapıya dönüşür. Distalde iki parçaya ayrılır. Ön parçası koronoid çıkıntının medial yüzüne, arka parçası olekranon medialine yapışmaktadır. Dirsek ekstansiyonu sırasında ön parçası, fleksiyonu sırasında arka parçası gergin haldedir(12).

Kuadrat Ligament

Radial çentiğin distalinden ince bir bant şeklinde başlayarak annuler ligamentin distaline uzanarak yapışır. Esas görevi ulna ve radius arasındaki desteği arttırmaktır.

Annular Ligament

Radius başını çepeçevre sararak radius başının supinasyon ve pronasyon hareketleri esnasında ulnada bulunan radial çentik içerisinde kalmasını sağlamaktadır.

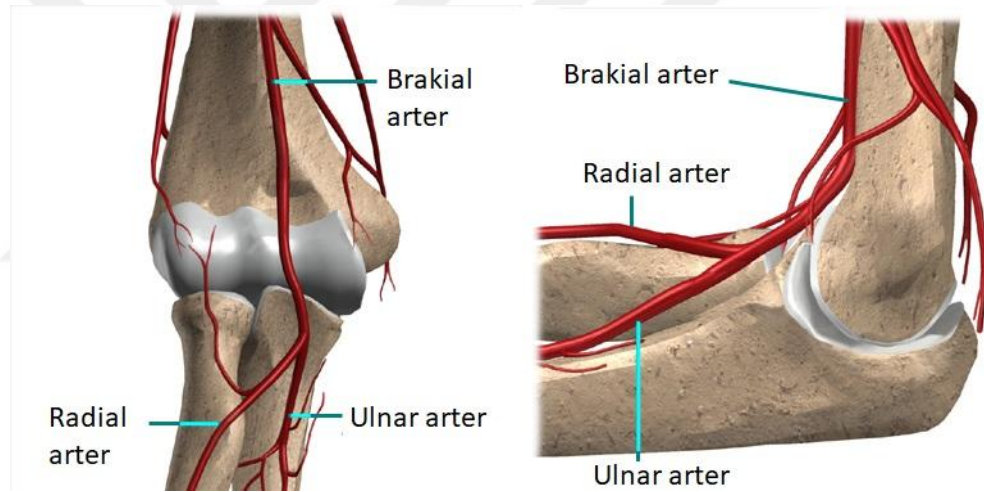


Şekil 2:Dirsek eklemine oluştan bağ dokular. (teachmeanatomy.info/upper-limb/joints/elbow-joint Wales/England)

2.2 VASKÜLER ANATOMİ

Brakial arter aksiller arterin koldaki devamıdır. Brakial arter teres major tendonunun distalinden başlayarak ilerler ve kubital fossayı geçtikten sonra radial ve ulnar arterleri oluşturur. Başlangıcında kolun medialinde yer alan brakial arter seyri esnasında kolun anterioruna geçer. Ayrıca dirsek ekleminin proksimalinde çok sayıda kollateral arter bulunmaktadır. Bu kollateral arterler sayesinde brakial arterde kesi olduğunda dahi ön kolun perfüzyonu devam etmektedir(6, 10, 13).

Venöz dönüş ise V. Basilica ve V. Cephalica başta olmak üzere yüzeysel ve derin venler ile sağlanmaktadır(14).



Şekil 3:Dirsek çevresinde bulunan vasküler yapılar. (eOrthopod Patient Education Materials, Mosaic Medical Group, LLC.)

2.3 NÖROLOJİK ANATOMİ

2.3.1 Median Sinir

Fossa aksillaris içerisinde radiks lateralis ve radiks medialisin birleşmesi ile oluşmaktadır. Kolda M. Biceps brachii'nin medialinde, A. Brachialis ve N. Ulnaris ile birlikte distale doğru uzanım göstermektedir. Kolun orta bölgelerinde brakial arteri ön tarafından çaprazlayarak mediale yönlenir. Median sinir dirsek ekleminin proksimalinde dal vermemektedir. Dirsek ekleminin anteriorunda biceps brachii tendonu medialinde

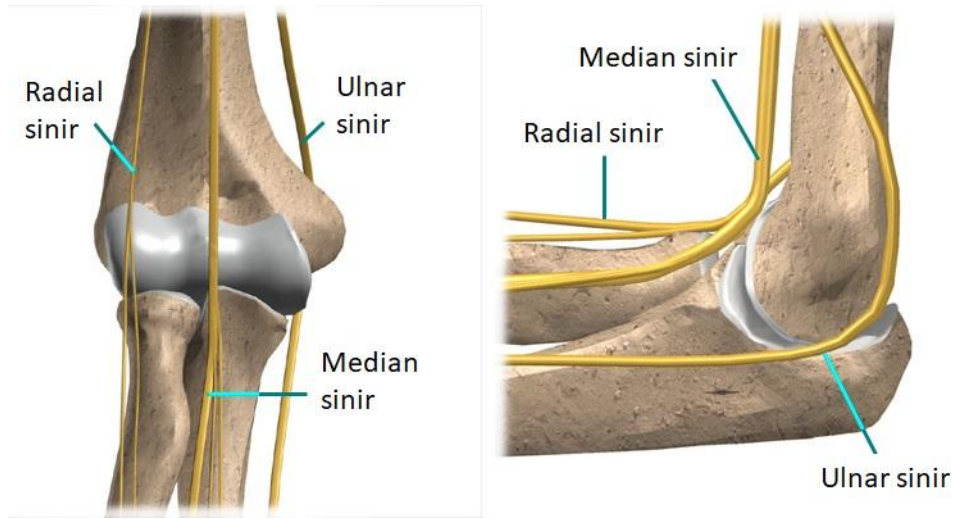
seyrederek dirsek eklemine geçer ve pronator teres kasının iki başı arasından önkola girer. Önkol derin ve yüzeysel kasları arasında orta hattan ilerleyerek el bileği seviyesine kadar uzanır(15-17). Suprakondiler humerus kırıklarında yaralanabilir. Travma esnasında yaralanması durumunda hastalarda motor ve duyu kayıpları oluşmaktadır. Hastalar ikinci ve üçüncü parmaklarına fleksiyon, birinci parmağına oppozisyon hareketini yaptırmazlar ve ebe eli görüntüsü oluşmaktadır. Duyu kaybı ilk üç parmakta ve dördüncü parmağın radial yarısında görülmektedir.

2.3.2 Ulnar Sinir

Ulnar sinir C7, C8 ve T1 in birleşmesi ile oluşmaktadır. Fossa aksillaris içerisinde aksiler arterin yanında, devamında ise kolun ortasına kadar brakial arter ve median sinirin medialinde seyreder. Dirsek eklemi seviyesinde medial epikondilin arkasında bulunan kendisine ait oluktan geçerek ön kola ilerler. Ulnar oluktan geçene kadar dirsek eklemi proksimalinde dal vermemektedir(6, 10, 11). Suprakondiler humerus kırıklarında redüksiyon esnasında veya medialden gönderilen K teli ile kırık tespiti esnasında zedelenebilir.

2.3.3 Radial Sinir

Posterior fasikülün dalı olarak C5, C6, C7, C8, T1 dallarından köken almaktadır. M. Triceps Brachii'nin posterior ve medial başları arasından humerusun posterioruna geçerek kemik üzerinde kendisine ait olukta seyreder ve humerusu dış taraftan dönerek her iki epikondili birleştiren hayali çizginin yaklaşık 5 cm proksimalinden kolun ön yüzüne çıkar. Kolun anteriorunda brakioradialis ve brakialis kasları arasındaki oluktan kubital fossya kadar devam eder ve burada uç dallarına ayrılmaktadır. Önkol ekstansör kaslarının ve abductor pollicis longus kasının motor siniridir. El düzeyinde sadece duyu dalları vardır. Suprakondiler humerus kırıklarının cerrahi tedavisi sırasında zedelenebilir.



Şekil 4:Dirsek çevresinde bulunan sinirler. (eOrthopod Patient Education Materials, Mosaic Medical Group, LLC.)

2.4 DİRSEK EKLEMİNİN BESLENMESİ

Dirsek eklemi beslenmesi ekstraosseöz ve intraosseöz olarak iki şekilde gerçekleşmektedir.

2.4.1 Ekstraosseöz Beslenme

Dirsek eklemi çevresinde bulunan yaygın arteriyel kollateral ağı sayesinde zengin arteriyel beslenme ağına sahiptir. Bu yapılardan en önemlisi aksiller arterin devamı olan brakial arterdir. Humerus alt ucunun beslenmesi daha çok posteriordan, anastomozlar yardımıyla olmaktadır ve epifizyal beslenme metafizyal beslenmeden bağımsız olarak gerçekleşmektedir.

2.4.2 İntraosseöz Beslenme

Humerusun distalini oluşturan lateral kondil ve trokleanın lateralini beslenmesi kondiler damarlar sayesinde olurken, trokleanın santral kesimini besleyen damarlar epifizin periferinden girerek fiz hattını çaprazlar ve beslemeyi sağlar. Kemiğin lateralini besleyen damarlar humerus distal metafizinin posteriorunda yerleşmiştir ve fizin periferine penetre olduktan sonra troklear çekirdeğin içinde sonlanır. Bu damarlar

travmaya karşı son derece hassastır. Kemiğin medialini besleyen damarlar ise medial troklear kristanın eklem yüzü içermeyen kısmında sonlanır. Trokleada sonlanan bu çoklu vasküler kaynaklar nedeniyle ossifikasyon fragmanite olarak gerçekleşmektedir. Sağlıklı bireylerde büyüme tamamlandığında metafizi ve diafizi besleyen damarlar arasında anastomozlar gelişmektedir(18).

2.5 DİRSEK EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Dirsek eklemine stabilite birçok faktörün uyum içerisinde çalışması ile oluşur. Bunlar eklemi oluşturan kemiklerin eklem yüzlerinin birbiriyle geometrik uyumu, kapsül ve bağlar, dirseği çevreleyen kas dokusunun dengeli çalışmasıdır(19).

Dirsek eklemi fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon ve supinasyon hareketlerinin yapıldığı bir eklemdir. Bu hareketlerden fleksiyon ve ekstansiyon hareketi menteşe tipi bir eklem olan humeroulnar ekleminde gerçekleşmektedir. Pronasyon ve supinasyon hareketi radioulnar eklem içerisinde gerçekleşmektedir. Sağlıklı bireylerde eklem hareket açıklığı fleksiyon ekstansiyon hareketlerinde 0-150 derece, önkol nötral pozisyonda iken supinasyon yaklaşık 85 derece ve pronasyon yaklaşık 75 derece olarak yapılmaktadır. Bununla birlikte günlük hayatta dirsek eklemine fonksiyonunda kayıp olmaması için fleksiyon ekstansiyon hareket arkının 30-130 derece, supinasyonun 50 dereceye ve pronasyonun 50 dereceye ulaşacak şekilde yapılabilmesi gerekir(20, 21).

Troklea yaklaşık 300 derece eklem yüzeyine sahip olan makara benzeri bir yapı olup olekranon ile uyum içerisinde. Trokleanın eklem yüzünün humerus aksına göre frontal planda yaklaşık 6 ile 8 derece arasında valgus tilti bulunmaktadır. Kondiller ve humerus arasında lateral plandan değerlendirildiğinde yaklaşık 30 ile 40 derece arasında bir anteriora yönelim mevcuttur. Olekranonda ise eklem uyumunun sağlanması amacıyla 30 derece posterior angulasyon bulunmaktadır. Humerusun distali aksiyel planda değerlendirildiğinde kondiller arası eklem yüzeyi yaklaşık 5 ile 7 derece arasında iç rotasyon halindedir(14, 20, 22, 23). Humerus distalinde bulunan anterior yönelim hem dirseğin posterior çıkıklarına karşı direnç sağlar hem de dirseğin fleksiyon ark genişliğinin artmasına yardımcı olmaktadır.

Dirsek ekleminin stabilizasyonu primer ve sekonder statik stabilizatör yapılar ve dinamik stabilizatör yapılar tarafından sağlanmaktadır.

Primer statik stabilizatör yapılar humeroulnar eklem, medial kollateral ligament ve lateral kollateral ligament kompleksinden oluşur. Medial kollateral ligament valgus gerilimlerine karşı direnç sağlarken lateral kollateral kompleksin parçası olan lateral ulnar kollateral ligmanet varus gerilimlerine karşı direnç sağlamaktadır. Sekonder statik stabilizatör yapılar ise radiokapitellar eklem, eklem kapsülü, fleksör ve ekstansör kasların başlangıçlarıdır.

Dinamik stabilizatör yapılar ise dirsek eklemini çaprazlayan kaslarca oluşturulmaktadır ve eklemin kompresif güçlere karşı olan stabilizasyonundan sorumludur. M. Anconeus, M. Brachialis, M. Triceps brachii ve M. Biceps brachii dinamik stabilizatör kaslardır(24).

Dirseğin valgus stabilitesi eklem fleksiyondayken ulnar kollateral ligament ve radius başı tarafından sağlanırken, eklem ekstansiyondayken ulnar kollateral ligament, radius başı ve anterior eklem kapsülü tarafından sağlanmaktadır. Dirseğin valgus stabilitesi 0 ve 30 derece fleksiyondayken test edilir(20, 22, 23).

Dirseğin varus stabilitesinden humeroulnar eklem, anterior eklem kapsülü ve radial kollateral ligament sorumludur. Varus stabilitesinde primer stabilizatör humeroulnar eklemdir.

Radius başı dirsekte yük transferine ve dirsek stabilitesinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Radius başının bu görevlerde maksimal katkısı dirsek ekstansiyonda ve ön kol pronasyon halinde olduğunda gerçekleşmektedir. Bu görevlerine karşın radius başı gerekli olduğu durumlarda çıkartılabilmektedir. Ulnar kollateral ligament intakt ve sağlam olduğunda eklem stabilizasyonunun radius başı eksize edildiğinde anlamlı derecede etkilemediği daha önce yapılan çeşitli yayınlarda ortaya konulmuştur. (14, 20, 22, 23).

2.6 DİRSEK TAŞIMA AÇISI

Dirseğin tam ekstansiyonda bulunduğu ve ön kolun tam supinasyona alındığı pozisyonda kol ve ön kol uzun eksenlerine paralel çizilen doğruların arasında kalan açıdır(25). Sağlıklı bireylerde yapılan değerlendirmeler sonucu 5 ile 20 derece arasında valgusta olduğu bulunmuştur(19). Bu açılanma sayesinde dirsek tam ekstansiyona alındığında eklem bel çukuruna denk gelmesi sağlanmakta ve bu sayede daha ağır yük taşınmasına olanak sağlanmaktadır. Kadın ve erkek cinsiyetler arasında bel çukurunun derinliğinin farklı olması nedeniyle açılanma farklılık göstermekte ve erkeklerde fizyolojik valgus açılanması daha az ortaya çıkmaktadır(21). Taşıma açısı Tükenmez ve ark. tarafından 2000 çocuk üzerinde yapılan çalışma neticesinde bireylerin dominant taraf dirseklerinde daha yüksek olarak bulunmuştur(26). Beals yaptığı bir çalışmada taşıma açısının bireyler arasında farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Taşıma açısı yaşla birlikte artış göstermektedir. Bir dirseğin taşıma açısı en iyi olarak karşı taraf dirsek ile karşılaştırıldığında ortaya çıkmaktadır(27).

Suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde redüksiyon tam olarak sağlanamazsa takip eden dönemlerde dirsek ekleminde varus veya valgus gibi açısal deformiteler ortaya çıkabilmektedir. Bu durum hastaların hem kozmetik hem fonksiyonel olarak kayıp yaşamalarına yol açmaktadır. Suprakondiler humerus kırık sonuçlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan Flynn kriterlerinin de temel kriterleri arasında taşıma açısında bozulmanın olup olmaması önem taşımaktadır.



Şekil 5:McRae yöntemine göre taşıma açısı ölçümü

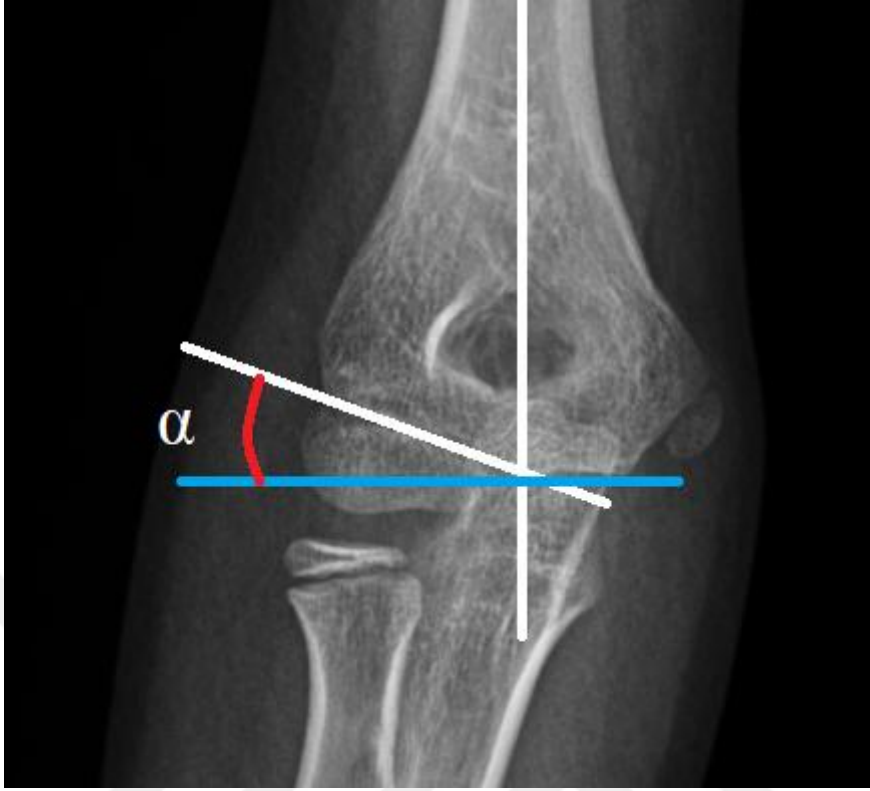
2.7 RADYOLOJİK ANATOMİ

Dirseğin çekilecek standart grafilerinde anteroposterior (AP) görüntü dirsek ekstansiyonda ve ön kol supinasyonda, lateral görüntü dirsek 90° fleksiyonda ve ön kol nötralde iken çekilir. Kırıktan şüphelenilen durumda uygun şekilde çekilmiş karşılaştırmalı AP ve lateral grafiler ile yeterli biçimde değerlendirilebilir. Gerekli olan durumlarda radius başı ve koronoidin değerlendirilmesi için oblik grafiler çektirilebilir.



Şekil 6:Dirsek ekleminin standart AP ve lateral grafileri

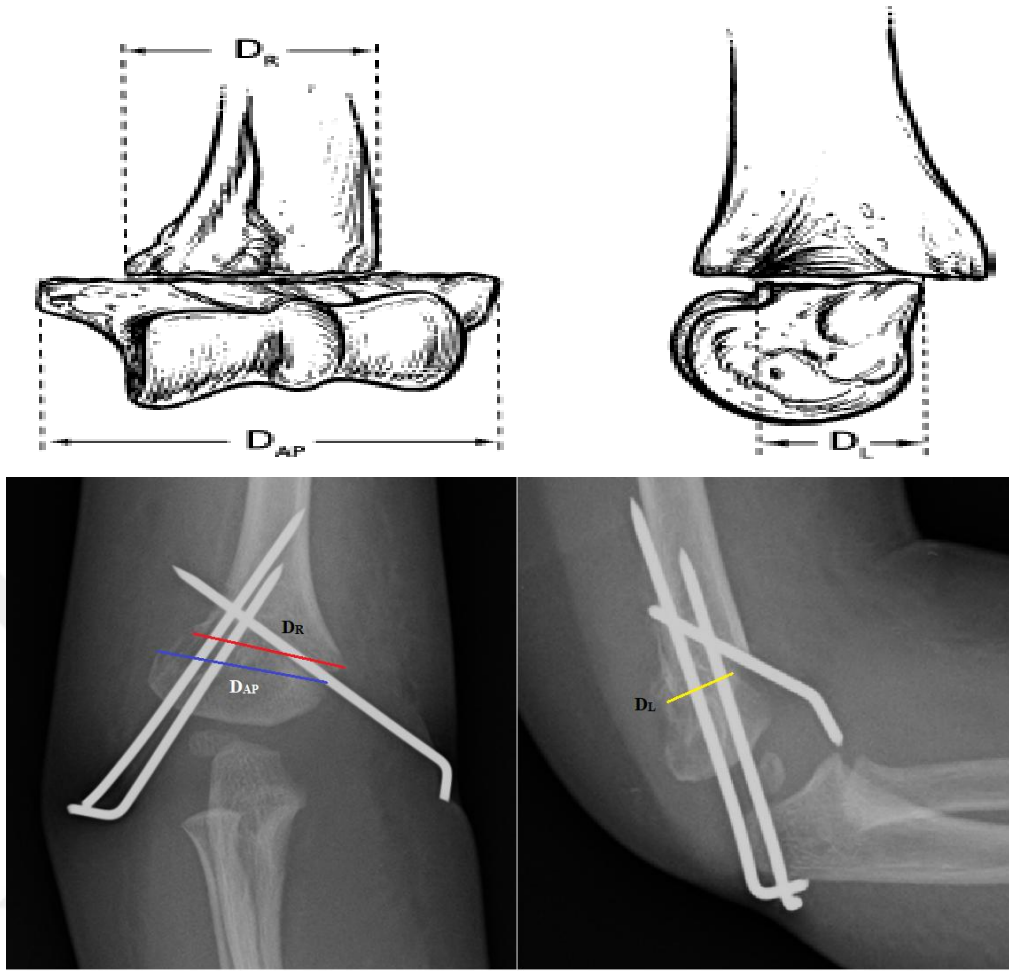
AP çekilmiş grafide baumann açısı ve medial epikondiler epifizeal açılar suprakondiler kırık değerlendirmesi için önemli belirteçlerdir. Baumann açısı kapitellumun fizi boyunca çizilen bir doğru ile humerusun longitudinal aksına dik olarak çizilen doğru arasında kalan açıdır. Williamson ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada açının $18\pm 4^\circ$ olduğu belirtilmiş ve sağlıklı bireylerin %95inde 26 ile 19 derece arasında değiştiği bildirilmiştir(28). Baumann açısı dirseğin pozisyonundan etkilenebilmektedir ve rotasyon olduğunda gerçeği yansıtmayabilir. Bu durumun azaltılması için dirsek tam ekstansiyona gelebiliyorsa tam ekstansiyon yaptırılmalıdır. Eğer dirsek tam ekstansiyona gelmiyorsa yanlış ölçüm yapılmaması için humerus distalinin gerçek AP grafisinin çekilmesi gerekmektedir. Karşılaştırma için en kolay yöntem hastanın sağlam dirseğine de gerçek AP grafi çektirilmesi veya aynı ölçümü sağlayabilmek için benzer rotasyonda çekilmesi olacaktır(29).



Şekil 7:Baumann açısı ölçümü

AP çekilen grafilerde redüksiyonun değerlendirilmesi için kullanılacak diğer açı ölçümü medial epifizeal açı ölçümüdür. Bu ölçüm medial epikondiler büyüme plağına paralel çizilen bir doğru ile humerusun uzun aksına paralel çizilen doğru arasında kalan açıdır. Medial kondiler büyüme plağı görünmeyen hastalarda medial metafizyel sınır kullanılabilir(30).

AP çekilen grafilerde değerlendirilebilecek diğer bir kriter rotasyonel deformite varlığıdır. Henderson tarafından yayınlanan deneysel bir çalışmada kırık modeli oluşturulmuş ve kırığın proksimali ile distali arasında beş derecelik rotasyonlar oluşturularak grafiler çekilmiş ve AP grafilerde kırığın proksimal ve distalinin uzunlukları ile lateral grafide kırık seviyesinin uzunluğu ölçülmüş ve matematiksel formül uygulanarak rotasyon derecesi elde edilmiştir(31).

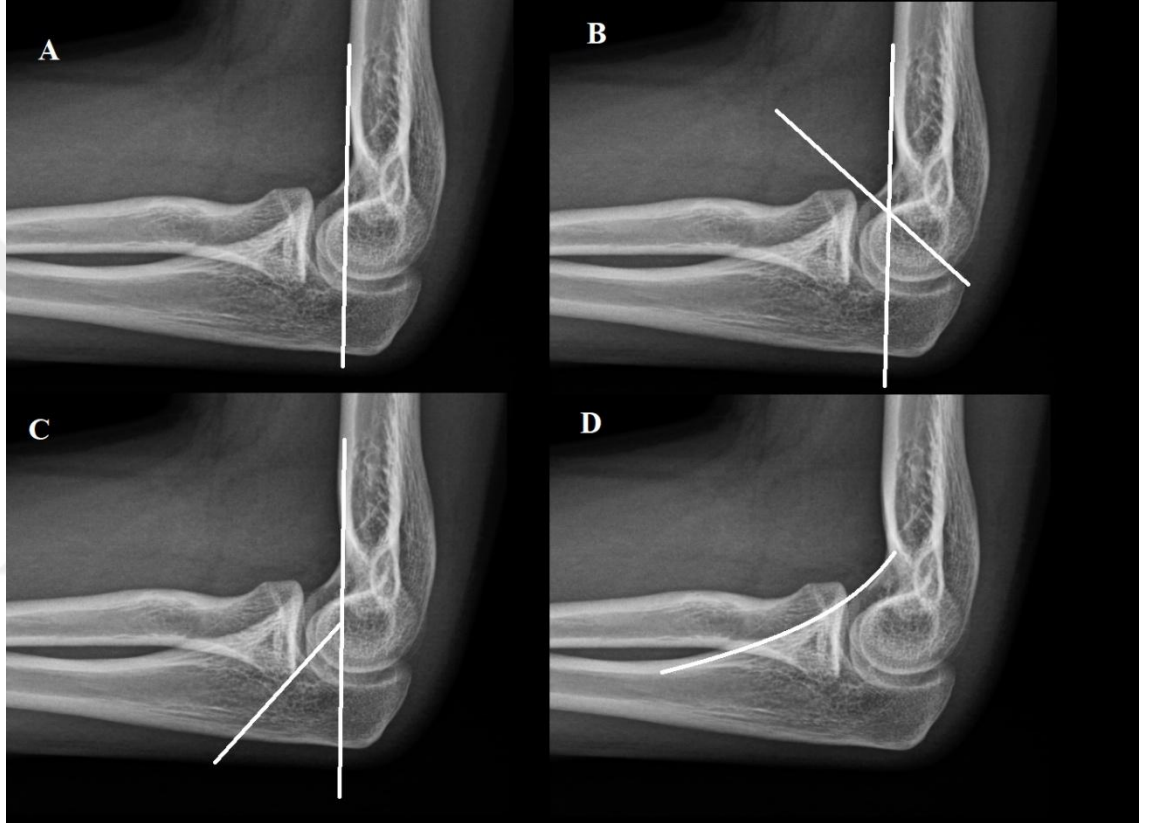


$$\text{Rotasyon Açısı} = \arccos \left[\frac{(D_R - D_L)}{(D_{AP} - D_L)} \right]$$

Şekil 8:Henderson tarafından tanımlanan yöntemle rotasyonel deformitenin ölçülmesi

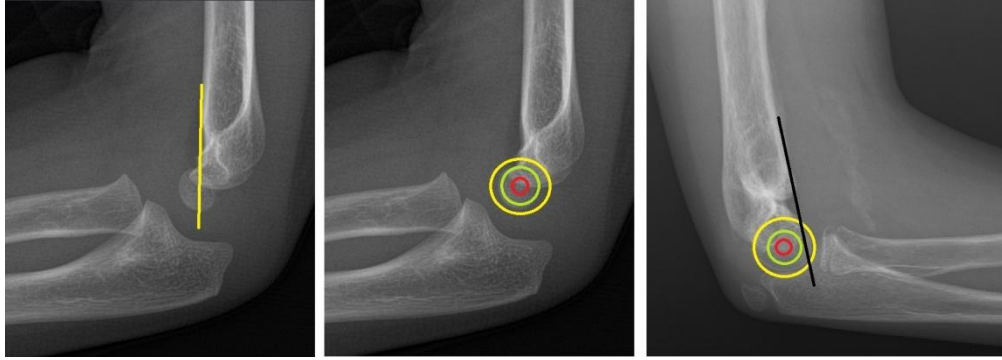
Humerokapitellar açı (HCA) ölçümü lateral grafide humerus distal şaftının ortasından çizilen bir doğru ile kapitellum ortasından çizilen doğrunun arasında kalan açının ölçümüyle belirlenmektedir. Simanovsky ve ark. 142 hasta üzerinde yaptığı bir çalışmada $41,6 \pm 5,6$ derece olarak bulmuştur(32). HCA posterior angulasyonda azalmakta, anterior angulasyonda ise artmaktadır(33). Diğer bir ölçüm ise lateral humerokapitellar açıdır, humerusun anterior korteksi ile kapitellum fizine paralel olarak çizilen çizgi arasında kalan açının ölçümüyle bulunur. Lateral humerokapitellar açının normal değeri $50,8 \pm 6,2$ derece olarak bulunmuştur(33, 34). Lateral grafide değerlendirilen bir başka belirteç ise anterior humeral çizgidir ve humerus şaftının anteriorundan çizilen bir doğrunun kapitellumun ortasından geçmesi gerekmektedir(35). Bu belirteç sadece tam lateral grafi elde edilmesi durumunda kullanılmaktadır. Skibo ve Reed yaptıkları bir çalışmada lateral grafide görülebilecek az miktarda rotasyonda bile

yanlış pozitif sonuç alınabileceğini belirtmişlerdir(36). Herman ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada 4 yaşından küçük çocuklarda çizginin kapitellumun anterior 1/3'ü içerisinde geçebileceği bildirilmiştir(37). Sagittal planda kullanılan diğer bir belirteç ise koronoidin uzanımına paralel olarak çizilip kapitellumun anterioruna teğet olarak geçen koronoid çizgidir.



Şekil 9:A) Dirsek lateral grafisinde Anterior humeral çizginin belirlenmesi, B) Lateral humerokapitellar açı ölçümü, C) Humerokapitellar açı ölçümü, D) Koronoid çizginin belirlenmesi

Yakın zamanda Silva ve ark. tarafından Tip II suprakondiler humerus kırığı olan 1107 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada lateral grafide rezidüel sagittal plan deformitesi incelenmiştir. Anterior humeral çizgiyi esas alan bu çalışmada humerusun anterior korteksinden çizilen çizginin kapitellumun merkezinden itibaren kesiştiği alan üç parçaya ayrılmıştır. Merkez ile %33 arası deformite yok, %34-%66 arası hafif deformite, %67-100 arası orta düzey deformite ve %100 ve yukarısı ise şiddetli deformite olarak değerlendirilmiştir(38).



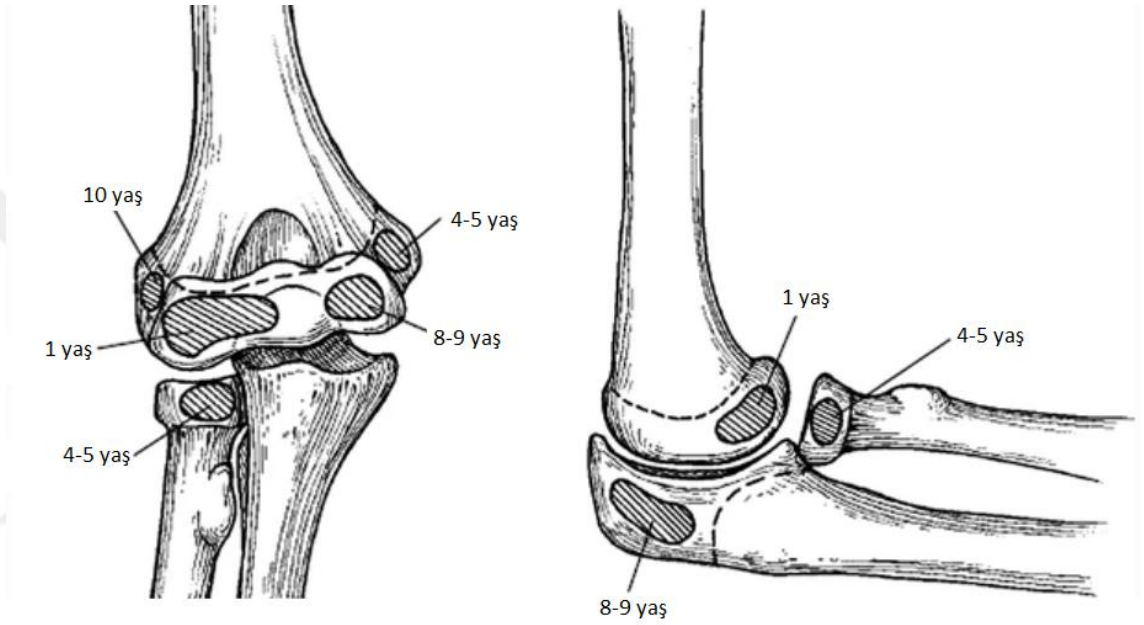
Şekil 10:Residüel sagittal plan deformitesinin belirlenmesi

2.8 BÜYÜME MERKEZLERİNİN KEMİKLEŞMESİ

Humerus alt ucunun kemikleşmesi yaş ile birlikte aşamalı olarak gerçekleşmektedir. Doğumda humerus alt ucunda belirgin olarak kemikleşmiş herhangi bir epifizyal merkez yoktur. Kapitellum yapılmış çeşitli çalışmalarda ilk kemikleşmiş epifizyal çekirdek olarak bildirilmiştir(1). Silberstein ve ark. tarafından yapılan çalışmada yaklaşık 6. ay içerisinde kemikleştiği belirtilmiştir(39). Haraldsson tarafından 1959 yılında yapılan klasik makalesinde kemikleşmenin doğumdan sonraki 1. ay içerisinde başladığı ancak 6. ay içerisinde görünür hale geldiği bildirilmiştir(40). Kapitellumun kemikleşmesini medial epikondil kemikleşmesi izlemektedir. Medial epikondil büyüme merkezinin kemikleşmesi hayatın yaklaşık 5. yılında görünür hale gelmekle birlikte 9 yaşına kadar görünmeyebilir(1). Medial epikondil, humerusun distal ucunda kendi kemikleşme merkezini oluştururken, kapitellum, troklea ve lateral epikondil tek bir kemikleşme merkezi oluşturur. Medial epikondil kemikleşmesini yaşamın yaklaşık 7. yılında belirgin hale gelen troklea kemikleşmesi izlemektedir. Distal humerus kemikleşme merkezlerinden en geç tamamlanan lateral epikondil olup 9 yaşına doğru belirgin hale gelmektedir(1). Kapitellum ve troklea yaklaşık 10 yaş civarında füzyon olmaya başlar. Daha sonra bu kombine kemikleşme merkezi lateral epikondil ile birleşir ve 13 yaş civarında distal humerus metafizi ile birleşirler ve bu birleşme artık distal humerus fizinde longitudinal uzamanın duracağına bir göstergesi sayılmaktadır. En son füzyon ise 14 ile 17 yaşlar arasında gözlenen medial epikondilin füzyonudur.

Radius başı medial epikondil ile eş zamanlı olarak kemikleşmeye başlamaktadır. Kızlarda ortalama 3,8 yaş, erkeklerde ise ortalama 4,5 yaş civarında görünür hale gelirler. 12 yaşında kapitelluma uyumlu olacak konkav halini almaktadır(18).

Ulna proksimalinin kemikleşmesi kızlarda ortalama 6,8 yaş, erkeklerde ise ortalama 8,8 yaş civarında görülmektedir(18).



Şekil 11:Dirsek eklemindeki kemikleşme merkezlerin direkt grafide görülme zamanları (Pediatric supracondylar fractures of the distal humerus Jacob W. Brubacher Seth D. Dodds Curr Rev Musculoskelet Med (2008) 1:190–196)

3. SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIKLARI

3.1 İNSİDANS

Suprakondiler humerus kırıkları sıklıkla hayatın ilk 10 yılında görülmektedir. Tüm pediatrik kırıkların yaklaşık %3 ile %16'sını oluşturmakta ve 7 yaş altındaki kırıkların %30'unu oluşturmaktadır(41-43). Suprakondiler humerus kırıkları tüm çocuk dirsek kırıklarının %60'ını oluşturmaktadır(1). Yaralanmanın mekanizmasına göre iki tür kırık oluşmaktadır. Ekstansiyon tipi kırıklar %95 oranında görülmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde bu kırıkların erkek çocuklarında daha fazla olduğu görülmekle birlikte yakın zamanlı çalışmalarda oranlar birbirine yaklaşmaktadır(2, 44). Yaz aylarında görülme oranlarında artış izlenmektedir. Etkilenen taraflar incelendiğinde dominant olmayan ekstremitenin daha fazla etkilendiği görülmüştür(45). Suprakondiler humerus kırıklarına %3 ile 13 oranında proksimal humerus, önkol, distal radius ve skafoid kırıkları da eşlik etmektedir(46).

Etyolojik etmenler incelendiğinde ilk sırada doğrudan veya dolaylı travmalar yer almaktadır. Yaşa göre etyolojik nedenlerin dağılımı incelendiğinde 3 yaştan büyük çocuklarda oyun esnasında düşmeler yer alırken, 3 yaş altında olan kırıklarda yüksekten düşme en sık neden olarak göze çarpmaktadır(2).

Çocuklarda bu bölgede metafizer kemiğin zayıf olması ve bağların daha esnek yapıda olması suprakondiler bölgeyi mekanik güçler karşısında zayıf kılar ve kırık oluşmasına imkan verir(1, 18). Suprakondiler humerus kırıkları humerus distal metafizinin kırığıdır ve kırık hattı humerus alt uç fizisine ulaşmaz(47).

Suprakondiler humerus kırıkları sıklıkla dirsek ekstansiyonda iken açık el üzerine düşme sonrasında oluşur(1). Bu pozisyonda ekstansiyonda ki olekranon, olekranon fossaya dayanarak zayıf olan bu bölgeye bir menteşe etkisi oluşturup kırığın oluşmasını sağlar. Aynı zamanda hiperekstansiyon pozisyonunda kol ve önkol kaslarının direnç gücü azalmaktadır(47).

Travma anında ön kolun supinasyon veya pronasyonda olması deplasman yönünü etkiler. Travma anında supinasyonda ki bir ön kolda öncelikle posteromedial periost yırtılacağından deplasman laterale doğru olmaktadır, pronasyondaki bir ön kolda deplasman mediale olacaktır(18). Suprakondiler humerus kırıkları daha çok posteromediale doğru deplase olmaktadır.

3.2 YARALANMA MEKANİZMASI

Suprakondiler humerus kırıkları hiperekstansiyon veya fleksiyonda zorlayıcı kuvvetlerin etkisi sonucu oluşmaktadır(48). Ekstansiyon tipi kırıklar daha sık görülen formu olup hiperekstansiyon pozisyonundaki dirseğin üzerine düşme sonrasında oluşmaktadır. Dirseğin hiperekstansiyonda bulunmasının tüm gücü zayıf olan olekranon fossaya yönlendirdiği düşünülmektedir. Henrikson tarafından yapılan bir çalışmada suprakondiler humerus kırığı geçiren çocukların kırık olmamış dirsekleri incelenmiş ve bu çocukların sağlam dirseklerinin ortalamaya göre daha fazla hiperekstansiyon kapasitesine sahip olduğu bulunmuştur(43). Diğer yazarlar ligamentöz gevşeklik ile üst ekstremite kırıklarının yeri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuş ve ligamentöz gevşekliğin varlığına bağlı olarak dirsekleri aşırı gerilme yeteneğine sahip çocukların suprakondiler humerus kırığı geçirme ihtimalinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır(49, 50). Eğer travma fleksiyondaki dirseğin üzerine düşme sonrasında oluşursa fleksiyon tipi kırık oluşmaktadır(21, 48).

3.3 TRAVMA BİYOMEKANİĞİ

Humerus alt ucuna hiperekstansiyon kuvveti uygulandığında fissür anterior korteksten başlar. Hiperekstansiyon kuvveti devam ettiğinde anterior periosteum anterior korteks üzerinde gerilir. Bu travma evre 1 kırık olarak tanımlanır(48, 51). Radyografik olarak incelendiğinde lateral grafide kapitellumun anterior inklinasyon açısında azalma görülmektedir.

Hiperekstansiyon kuvvetinin devam etmesi durumunda evre 2 kırık oluşur ve bu da distal fragmanın deplasman olmadan angulasyonu ile sonuçlanır. Evre 3 kırıklarda

anterior periosteum komplet olarak kopmakta ve distal fragman posteriora deplase olmaktadır. Posterior periosteum genellikle intakt olarak kalmakta ve kırığın kapalı redüksiyonunda menteşe olarak vazife yapmaktadır. Daha sıklıkla oluşan şekilde posteromediale deplasman olması durumunda medial periost intakt olarak kalmaktadır (48).

3.4 İLİŞKİLİ YARALANMALAR

3.4.1 Nörolojik Yaralanma

Suprakondiler humerus kırıkları %7 ile %15 arasında değişen nispeten yüksek sinir hasarı riski ile birlikte dir. Campbell ve arkadaşları tip 3 suprakondiler humerus kırığı ile başvuran 59 hastanın 24 tanesinde akut sinir yaralanması bulmuşlardır(52). En son yapılan metaanalizde nörolojik yaralanma oranı %11.3 olarak bildirilmiştir. Garg ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Tip 3 suprakondiler humerus kırıklarında nörolojik yaralanma oranı %12 olarak bulunmuştur(53).

Eski yayınlarda sinir yaralanması olan hastaların %45 inde radial sinir ve %32 sinde median sinir hasarı bildirilmiştir. Campbell tarafından anterior interosseöz ve median sinir yaralanması posterolateral deplasman ile ilişkili bulunmuştur(52). Radial sinir kırık fragman posteromediale deplase olduğunda yaralanmaktadır. Ulnar sinir %23 oranında ve en nadir yaralanan sinirdir. Ulnar sinirin travmatik yaralanması en sık fleksiyon tipi kırıklarda olmaktadır. Radial sinir yaralanmasının eski çalışmalarda daha sık görüldüğünün bildirilmesine rağmen yakın zamanda yapılan çalışmalarda anterior interosseöz sinirin en sık yaralanan sinir olduğu bildirilmiştir(52-55). Metafizler parça anteriora deplase olduğunda median sinir gerilir. Anatomik olarak anterior interosseöz sinir pronator teresin derin başı altında bulunan fibröz ark altında gerilme riski taşımaktadır. Bu sinir tamamen motor sinir olduğundan, yaralanmanın teşhisi, fleksör pollicis longus'un ve fleksör digitorum profundusun özel olarak incelenmesini gerektirir(56, 57).

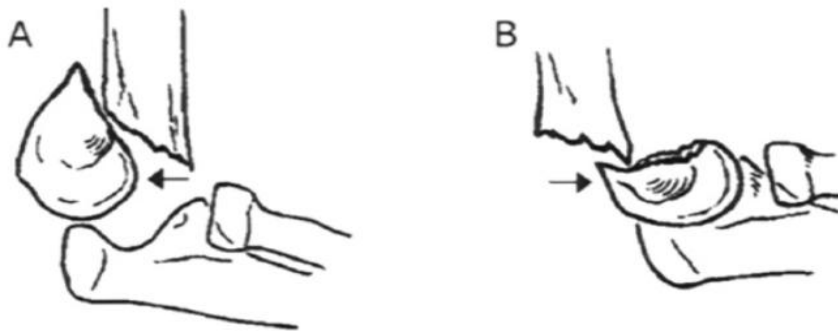
3.4.2 Vasküler Yaralanma

Suprakondiler humerus fraktürü ile ilişkili vasküler yaralanma sonuçları önemli olsa da, ekstremitenin kalıcı perfüzyon kaybı nadirdir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada 872 hastadan sadece 54 hastada (%6) nabızsız el bulunmuş olup bunların da sadece 5 tanesi cerrahi girişim gerektirmiştir. Brakialis kası brakial arteri korumaktadır. Anterior deplasman çok belirgin olursa brakialis kası yırtılabilir ve brakial artere sağladığı koruma etkisi ortadan kalkar(48, 55, 58). Brakial arterin kırık fragmanları arasında sıkışmadığı durumlarda kırık redüksiyonu oklüzyonu azaltır. İnkarere olmuş brakial artere genellikle redüksiyonu engelleyen median sinir sıkışması da eşlik edebilmektedir. Suprakondiler humerus kırığı redükte edilirken krepitasyon hissi alınamıyorsa, redüksiyon öncesi veya sonrasında radial nabızın defisiti varsa, redüksiyondan önce median veya anterior interosseöz sinir defisiti varsa bu hastalarda yumuşak doku inkarserasyonu konusunda klinisyeni şüphelendirmelidir(59, 60).

3.5 SINIFLANDIRMA

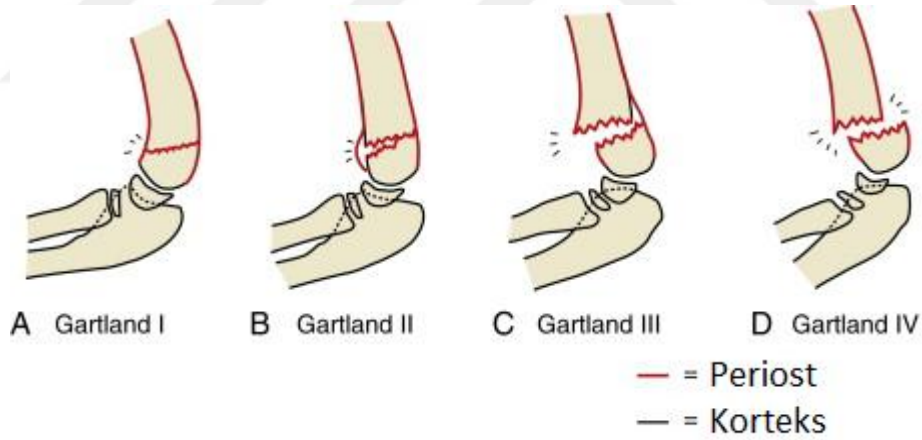
Suprakondiler humerus kırıklarında sınıflandırma en sık Gartland tarafından tanımlanan yöntemle yapılmakta ve distal fragmanın proksimal parçaya göre bulunduğu konuma göre yapılmaktadır(19, 25).

Suprakondiler humerus kırıkları ekstansiyon ve fleksiyon olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Ekstansiyon tipi kırıklar daha sık görülmektedir ve Gartland sınıflandırmasında deplasman miktarına göre değerlendirilmektedir(1, 61).



Şekil 12:A) ekstansiyon tipi kırık, B) fleksiyon tipi kırık

Tip 1 kırıklar deplasman göstermezler. Kırık hattı iyi çekilmiş bir lateral grafide görülebilir veya yağ yastıklarının incelenmesi ile tanı alabilir. Tip 2 kırıklar angulasyon göstermekle birlikte intakt posterior menteşeye sahiptirler. Radyolojik değerlendirmede kapitellumun normal değeri 30 derece olan anterior angulasyonu azalmıştır ve anterior humeral çizgi kapitellumun orta 1/3 kesiminden daha anterior bölgeden geçer. Tip 3 kırıklar tamamen deplase kırıklardır. Deplasman çoğunlukla posteromediale doğru olmaktadır. Wilkins tarafından Gartland sınıflandırması modifiye edilmiştir. Tip 2 kırıklar A ve B olarak iki alt gruba ayrılmıştır. Tip IIA kırıklar rotasyon ve translasyon göstermezken, Tip IIB kırıklar rotasyon ve translasyon gösterirler. Bu alt grupların klinik etkisi incelendiğinde Tip IIA kırıklar stabil kırıklar olup kapalı redüksiyon sonrası konservatif takip edilebilirken, Tip IIB kırıklar genellikle instabil kırıklardır ve redüksiyon sonrasında fiksasyona ihtiyaç duyar(46, 48). Leitch tarafından orijinal Gartland sınıflandırmasına yeni bir grup eklenmiştir. Tip IV kırıklar anterior ve posterior periostun yüksek enerjili travmaya veya aşırı redüksiyona zorlanmasına bağlı olarak tamamen kopması sonucunda oluşan mutlak instabil olan kırıklardır(62).



Şekil 13:Gartland sınıflandırması. A) Tip I: deplase olmayan kırık, B) Tip II: anterior korteks kırık, posterior korteks ve periost sağlam, C) Tip III: anterior ve posterior korteks kırık, posterior periost sağlam, D) Tip IV: tamamen deplase kırık (Green's Skeletal Trauma in Children 6th Edition chapter 10 page 188)

3.6 TANI

Tanı hastalardan alınacak iyi bir öykü, klinik bulguların değerlendirilmesi ve bunların radyolojik incelemeler ile desteklenmesiyle konulur.

Hastadan alınacak iyi bir öykü kırığın ekstansiyon veya fleksiyon tipi ayrımını sağlayabilir. Hastaneye başvurulmadan önce yapılan müdahaleler sorgulanıp hasta dosyasına kaydedilmelidir.

Yapılacak fizik muayenede her iki ekstremitte karşılaştırmalı olarak muayene edilmelidir. Sağlam bireyde dirsek eklemi ekstansiyonda palpe edildiğinde her iki epikondil ve olekranon tek bir doğru üzerinde hissedilir. Dirsek eklemi fleksiyona alındığında olekranon tepesi distalde olacak biçimde medial ve lateral epikondiller üzerine birer nokta konulduğunda üçgen bir yapı oluşturmaktadır(8). Bu noktaların değişmesi durumunda dirsek eklemi oluşturan kemiklerde patolojik bir durum olabileceği konusunda klinisyeni uyarmalıdır. Bunun yanı sıra deplase olan kırıklarda ekstremitte palpe edildiğinde patolojik hareket ve kırığa bağlı olarak krepitasyon olabilir. Deplase olmayan kırıklarda bölgesel şişlik, hassasiyet ve ağrı gözlenebilir. Kırık sonrasında gözlenebilecek ağrı ve şişlik deplasman miktarıyla korele olarak artmaktadır. Kırık sonrasında müdahaleye kadar geçen zaman arası arttıkça dirsek çevresinde ödem artmaktadır. Kırık esnasında dirsek çevresi vasküler yapılarda görülen sızıntı şeklinde kanamalar nedeniyle ekimoz ve bül oluşumu gözlenebilir. Kırıkların büyük çoğunluğu ekstansiyon tipinde ve bunların da önemli bir kısmı posteromedial deplasman gösterdiğinden ilk başvuru anında varusta ve iç rotasyonda ön kol görülebilir. Yapılacak fizik muayenenin en önemli aşaması nörolojik ve vasküler yaralanmaların tesbiti ve kayıt altına alınmasıdır. Hastalarda başvuru anında siyanoz, distal nabızların alınamaması, paralizi, soğuk ve soluk el varlığı dikkatle araştırılmalıdır(63).

Yapılacak vasküler muayene distal nabızların kontrol edilmesinin yanı sıra kapiller dolaşım durumunu da içermelidir. Dirsek çevresinin yanında ön kolda orantısız ağrı varlığı, pasif hareket ile ağrının artması kompartman sendromu açısından şüphelendirmelidir(9, 63).

3.7 TEDAVİ

Suprakondiler humerus kırığı ile birlikte soluk ve nabızsız eli olan hastalarda tedavi acil olarak yapılmalıdır. Kapalı, nörovasküler yaralanması olmayan suprakondiler humerus kırığı olan çocuklar ise kapalı redüksiyon sonrasında konservatif tedavi veya cerrahi ile başarılı olarak tedavi edilebilmektedir. Cerrahi tedaviler kapalı veya açık redüksiyon sonrasında Kirschner telleri ile yapılmaktadır.

Deplase suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde tercih edilen tedavi yöntemi kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme ile osteosentezdir. Birçok yazar çalışmalarında acil tedavi uygulanmasını önermektedir. Erken tedavinin avantajları olarak yumuşak doku şişliğinin az miktarda olması, kompartman sendromu, enfeksiyon, nörolojik yaralanma ve açık cerrahiye dönüş ihtimalinin azaltılması olarak bildirilmiştir(64). Ülkemizde yapılan bir çalışmada da her 5 saatlik gecikmenin açık cerrahiye geçiş oranını 4 kat arttırdığı ve 32 saatten geç gelen hastalarda kapalı redüksiyonun sağlanamadığı bildirilmiştir(60).

3.7.1 Tip I Suprakondiler Humerus Kırıkları

Tip 1 suprakondiler humerus kırıkları tipik olarak 3 veya 4 hafta dirsek 90 derece fleksiyonda uzun kol alçı atel immobilizasyonu ile tedavi edilirler. Posteriora doğru olan minimal angulasyonlar çocuklardaki remodelizasyon kapasitesinin yüksekliği nedeniyle kabul edilebilir. Normal bir dirsekte kapitellum anteriora doğru 30 derece açılanma gösterir. Tip 1 suprakondiler humerus kırıklarında kapitellum 20 dereceden daha fazla açılanmaktaysa ve anterior humeral çizgi kapitellum ile herhangi bir yerde kesişiyorsa redüksiyona gerek olmaz(48, 65). Genellikle tip 1 kırıklar hasta konforunun sağlanması ve kırık deplasmanın önlenmesi için ödemi olan hastalarda atel ile ve ödemi olmayan hastalarda alçı ile takip edilir. Tip 1 suprakondiler humerus kırıklarında medialde impaksiyon varsa redükte edilmelidir, eğer bu durum farkedilmez ve redükte edilmeden bırakılırsa kubitus varus deformitesi gelişebilir. De Boeck tarafından yapılan bir çalışmada medial impaksiyon bulunan tip 1 distal humerus kırıkları incelenmiş ve 13 hastada varus deformitesi geliştiği bulunmuştur(66).

Medialde bulunan kompresyon endişe verici düzeyde ise en iyi değerlendirme yöntemi anestezi altında dirseğin tam ekstansiyonda muayenesi ve her iki dirseğin Baumann açılarının karşılaştırılmasıdır. Baumann açısı pozisyonundan ve rotasyondan etkilenmekte ve doğru inceleme yapılmasını engelleyebilmektedir(67). Medial kompresyon var ise dirsek tam ekstansiyonda iken yapılacak traksiyon ile redüksiyon varus deformitesinin önlenmesi için mutlaka yapılmalıdır. Redüksiyon sonrasında ekstansiyonda uzun kol alçı veya tercihen medial kolonun instabil olması dolayısıyla tekrar oluşacak varus deformitesinin de engellenmesi için çapraz K teli ile fiksasyon uygulanmalıdır. K telleri ile osteosentez sağlandığında dirsek 80-90 derece arasında fleksiyonda 3 hafta süreyle atellenmelidir.

3.7.2 Tip II Suprakondiler Humerus Kırıkları

Bu kırıkların tedavisi halen net değildir. Tip IIa kırıklar deplase ancak rotasyon veya translasyon göstermeyen kırıklar olup kapalı redüksiyon ve alçılama ile başarıyla tedavi edilebilen kırıklardır(68). Bu kırıkların dizilimlerinde patoloji olup olmadığı koronal planda görülecek redüksiyon kayıplarında remodelizasyon imkanı olmadığı için yakın takip edilmelidir(48). Tip IIb kırıklar rotasyon ve translasyon gösterdiği için Tip III kırıklar gibi kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme ile tedavi edilmeli ve 60-80 derece fleksiyonda atellenmelidir(69, 70).

3.7.3 Tip III Suprakondiler Humerus Kırıkları

Tip III suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde altın standart yöntem kapalı redüksiyon ve perkütan pinlemedir. Tip III kırıklar daha ağır travmalar sonrasında oluşan, daha fazla ödem gelişen, daha zor redükte edilen ve nörovasküler yaralanmalar ile komplikasyonlara daha açık travmalardır. Bu kırıklarda fragmanlar tamamen deplase olmuştur. Hastaların birçoğunda proksimal ve distal fragmanlar arasında temas olmayıp posteriora küçük periost köprüleri mevcuttur(48). Tip III suprakondiler humerus kırıkları kapalı redüksiyon ve alçılama ile tedavi edildiklerinde kubitus varus gibi rezidüel deformiteler gelişmesine yatkın kırıklardır. Kurer ve Regan ile Pirone tarafından yapılan retrospektif çalışmalarda tamamen deplase olan

suprakondiler humerus kırıkları kapalı redüksiyon ve alçılama ile tedavi edildiklerinde, kapalı redüksiyon ve pinleme tedavi edilen hastalarla karşılaştırıldıklarında daha kötü sonuçlar bildirilmiştir(71, 72). Howard tarafından yayınlanan kanıta dayalı sistematik çalışmada tüm tip III kırıklarda, redükte edilemeyen tip II kırıklarda, nörovasküler yaralanmaların eşlik ettiği tip II kırıklarda en iyi tedavi yöntemi kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme olarak bildirilmiştir(73).

3.7.4 Tip IV Suprakondiler Humerus Kırıkları

Tip IV humerus kırıkları fleksiyon ve ekstansiyonda instabil olan kırıklardır ve periost anterior ve posteriorda total olarak ayrılmıştır. İntakt periost bulunmaması nedeniyle osteosentez gerekmektedir(48).

3.7.5 Fleksiyon Tipi Suprakondiler Humerus kırıkları

Ekstansiyon tipi kırıklardan farklı olarak bu kırıklar distal humerusun daha kalın olan bölgesinde oluştuğu için genellikle stabil kırıklardır. Buna karşın yalnızca kapalı redüksiyon ile tedavi edildiklerinde yüksek kubitüs varus deformitesi ile birlikte(74, 75). Bu nedenle yeterli redüksiyon ve pin ile osteosentez gerekmektedir.

Tamısı gecikmiş kırıklarda DeLee ve ark. ile Holda ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda sonuçlarının kötü olması nedeniyle agresif tedaviden kaçınılması ve olduğu pozisyonda pin ile osteosentez yapılması gerektiği bildirilmiştir(75, 76). Buna karşın Mizuno ve ark tarafından yapılan bir çalışmada posterior yaklaşımla yapılan açık redüksiyon ve osteosentez ile iyi sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir(77).

bu hastalarda osteosentez öncesinde nazik aksiyel traksiyon yapılarak dizilim sağlanmakta ve dirsek 90 derece fleksiyona alındıktan sonra ekstansiyon tipi suprakondiler humerus kırıkları gibi bir veya iki adet K teli ile osteosentez sağlanmaktadır. takiben dirsek atele alınarak takip edilir(4).

3.7.6 Açık Redüksiyon

Açık redüksiyon kapalı redüksiyon yöntemleriyle redükte edilemeyen kırıkların tedavisinde uygulanmaktadır. İntrartiküler parçalanması olan, açık kırık nedeniyle debridman ihtiyacı olan, redüksiyonu takiben nörovasküler araz gelişen hastalarda yapılmalıdır(48). Kapalı redüksiyonda başarısızlığın en sık nedeni fragmanlar arasına en sık brakialis kası olmak üzere yumuşak dokuların girmesidir(78). Fleuriau-Chateau ve ark. tarafından kapalı redüksiyon sağlanamaması nedeniyle açık redüksiyon yapılan 41 hastanın sonuçları incelenmiştir. Bu çalışmada redüksiyonun sağlanamama nedeni olarak en sık brakialis kasının proksimal parçanın distaline sıkışması bulunmuştur. Buna ek olarak radial ve median sinirde gerilme görülebilmektedir(79). Suprakondiler humerus kırıklarında iyi redüksiyonun sağlanamaması kötü sonuçlar ile birlikte dir. Bu nedenle kapalı redüksiyon sağlamak için tekrarlayan denemeler ve kötü bir dizilimin kabul edilmesinden se açık redüksiyon yapılması gerekmektedir. Cramer ve ark tarafından yapılan bir çalışmada açık redüksiyon yapılan hastalarda daha şiddetli travma geçirilmesine rağmen kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yapılan hastalarla benzer sonuçlar bildirilmiştir(80). Özkoc ve ark tarafından 99 hastanın incelendiği bir çalışmada 44 hasta açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi edilirken, 55 hasta kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme ile tedavi edilmiştir. İki grup karşılaştırıldığında açık redüksiyon yapılan grupta hafif derecede daha kötü sonuçlar elde edilmiştir. İki grup arasında kozmetik sonuçlarda farklılık izlenmemiştir. Bu çalışmanın sonucunda kapalı redüksiyonun tercih edilen bir tedavi yöntemi olduğu ancak doğru endikasyonla yapıldığında açık redüksiyonun da iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur(81). Yıldırım ve ark tarafından yapılan bir çalışmada iki kez kapalı redüksiyon denenmesine rağmen yeterli redüksiyonun sağlanamadığı hastalarda ve muayene esnasında krepitasyonun alınamaması nedeniyle yumuşak doku sıkışması düşünülen hastalarda açık redüksiyon uygulandığı bildirilmiştir(60).

3.8 KOMPLİKASYONLAR

Suprakondiler humerus kırıkları ve tedavileri sonucunda komplikasyonlar görülebilir. Erken dönem komplikasyonları travmanın kendisine ve tedaviye bağlı olarak oluşur. Vasküler yaralanmalar, kompartman sendromu, nörolojik defisit, erken dönemde redüksiyon kaybı ve pin dibi enfeksiyonlarını içerir. Geç komplikasyonlar ise kubitus varus, eklem sertliği, myositis ossifikans, kaynamama, osteonekroz ve hiperekstansiyon deformitesini içerir(48).

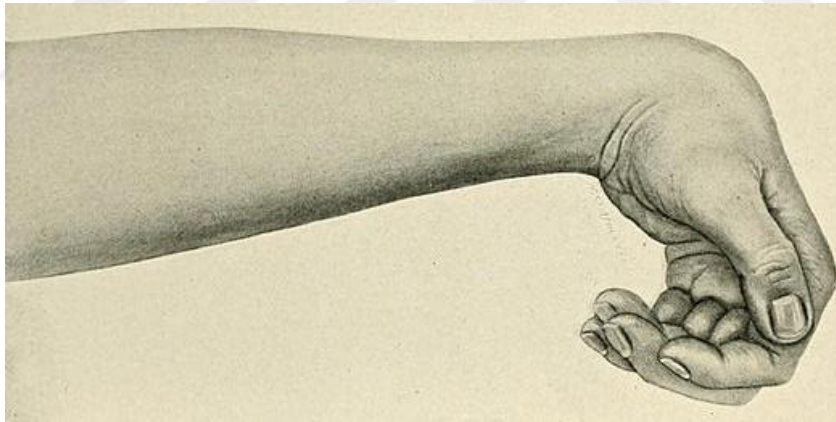
3.8.1 Vasküler Yaralanmalar

Gartland Tip III suprakondiler humerus kırıkları %38 e varan oranlarda vasküler yaralanmalar ile birlikte görülebilmektedir(82). Suprakondiler humerus kırığı olan hastalarda ilk başvuru anında distal nabızların alınamaması dirsek çevresinde yaygın kollateral damarların bulunması nedeniyle acil cerrahi endikasyonu oluşturmaz(18, 83). İlk başvuru anında ekstremitenin sıcak ve pembe renkte olması bunlara ek olarak hareketle orantısız ağrı olmaması perfüzyonun devamı ve iskemi gelişmediğini göstermesi açısından önemlidir. Eşlik edebilecek vasküler yaralanma düşünülüyor ise primer olarak kırık redükte edilmeli ve hastanın dolaşımı yeniden değerlendirilmelidir. Redüksiyon sonrasında hala vasküler yaralanma düşünülüyorsa acil eksplorasyon yapılmalıdır. Suprakondiler humerus kırıklarında redüksiyon sonrasında ön kol kompartman basıncının artmaması ve dolaşımın rahatlaması için dirseğin 90 derecen daha az fleksiyonda atellenmesi gerekmektedir(84, 85). Louahem ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada 210 deplase suprakondiler humerus kırığı olan hasta incelenmiş ve 26 hastada pembe nabızsız el olduğu görülmüş ve bu hastaların 21 tanesinde redüksiyon sonrasında nabızın geri döndüğü görülmüştür(86). Ramesh ve ark. tarafından yapılan çalışmada cerrahi eksplorasyonun; redüksiyon sonrasında perfüzyonun düzelmediği, ağrının azalmadığı ve nörolojik semptomların geliştiği hastalarda yapılması önerilmiştir. (87)

3.8.2 Volkmann İskemik Kontraktürü

Volkmann iskemik kontraktürü ön kol fleksor kas gruplarının fibrozisi ve buna bağlı gelişen kontraktürü nedeniyle el bileği ve parmaklarda görülen kompleks fleksiyon deformitesidir. İhmal edilmiş vasküler yaralanması olan hastalarda birinci günden sonra kırık hattı distalinde tablonun şiddetine göre venöz hatta arteriyel dolaşımın engellenmesi nedeniyle gelişen iskemik nekroz tablosunu tanımlar(7).

Bu hastalarda erken dönemde en önemli klinik tablo pasif hareketlerle görülen orantısız ağrıdır. Hastaların ameliyat sonrasında ani başlayan artmış analjezik ihtiyacı olması kooperasyonun yeterli derecede kurulamadığı çocuk hastalarda önemli bir belirteçtir. Tedaviye akut iskemi aşamasında başlanması fonksiyonel bir ekstremité sağlanması açısından önemli olup şüphe halinde önce sargılar açılır. Takip eden dönemde gereklilik halinde fasyatomi ve brakial arter ile median ve ulnar sinir eksplorasyonu yapılmalıdır.



Şekil 14:Volkmann iskemik kontraktürü (The practice of surgery Mumford, James Gregory, 1863-1914)

3.8.3 Nörolojik Yaralanmalar

Eşlik edecek nörolojik yaralanmalar ve komplikasyonların kırık hattında olan deplasmanın artışıyla orantılı olduğu gösterilmiştir(88). Yakın zamanda Babal tarafından yapılan 5154 hastanın incelendiği metaanaliz çalışmasında ve Garg tarafından yapılan tek merkezli 872 adet Tip III suprakondiler kırık hastasının incelendiği çalışmada ekstansiyon tipi kırıklarda yaklaşık %12 oranında eşlik eden

nörolojik yaralanma varlığı gösterilmiştir(53, 54). En sık yaralanan sinir vakaların 1/3ünde görülen anterior interosseöz sinir yaralanmasıdır. İkinci sırada radial sinir yaralanması görülür. Ulnar sinir yaralanması en az görülen yaralanmadır(53, 54).

Kırığın oluştuğu anda meydana gelen sinir yaralanmaları çoğu zaman nöropraksi şeklindedir. Motor fonksiyonların geri dönüşü tipik olarak 2 ile 3 ay arasında olmakta iken duyuşal fonksiyonların geri dönüşü yaklaşık olarak 6 ay civarında olmaktadır(53, 56, 89, 90). İlk 5 ay içerisinde klinik veya elektromyografik olarak iyileşme yönünde kanıt olmayan hastalar haricinde erken dönemde sinir eksplorasyonu önerilmemektedir(56, 91). Sinirin devamlılığında emin olduğu durumlarda nöroliz kronik palsy hastalarında oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Erken dönemde sinir eksplorasyonu hasarın kapalı redüksiyon veya pinleme sonrasında oluştuğu durumlarda endikedir. Bu hastalarda olabildiğince erken dönemde eksplorasyon yapıp sinir sıkıştığı bölgeden kurtarılmalı ve operasyonda yerleştirilen pinlere bağlı bir hasar varsa implantlar çıkartılmalıdır.(48)

3.8.4 Koronal Plan Deformiteleri

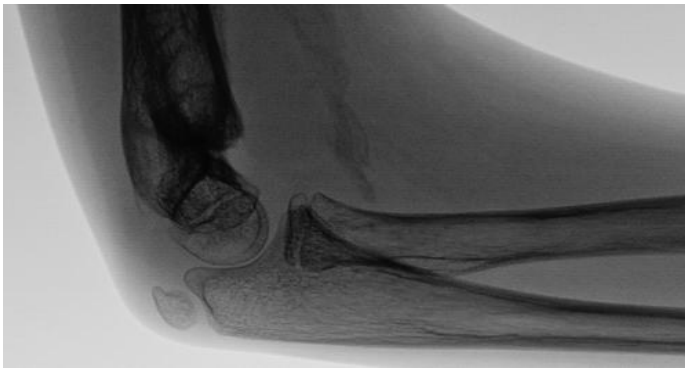
Pediyatrik suprakondiler humerus kırıklarında sekonder olarak en fazla karşılaşılan deformite kubitüs varustur(92). Önceden bu deformitenin kırık sonrasında büyüme plaklarında görülen duraklamaya bağlı olduğu düşünölmekteyken günümüzde asıl problemin yetersiz redüksiyon olduğu düşünölmektedir. Suprakondiler humerus kırıklarında en sık deplasman posteromediale doğru olmakta bu durum medial kolonda çökme ve lateral kolonda ayrışmaya yol açmakta ve ilerleyen dönemde kubitüs varus deformitesi ile sonuçlanmaktadır(92). Kubitüs varus deformitesi çoğu hastada ciddi fonksiyonel kısıtlamaya yol açmayan kozmetik problem oluşturur. Ancak takip eden dönemde deformiteye sekonder gecikmiş ulnar sinir arazı ve posterolateral rotatuar instabilite gibi komplikasyonlara yol açabilir(93, 94). Posterolateral deplasman ile başvuran hastalarda nadiren kubitüs valgus deformitesi oluşur. Bu deformitenin geliştiğı hastalarda da genellikle kozmetik problem oluşurken az bir kısmında ekstansiyon kısıtlılığı yapabilmektedir.(95)

3.8.5 Eklem Hareket Açıklığında Azalma

Suprakondiler humerus kırıklı hastalarda tedavi sonrasında genelde fleksiyon derecesinde azalma ortaya çıkmaktayken ön kolun supinasyon ve pronasyonunda azalma gözlenmez(96). Tedaviyi takiben ortaya çıkan fleksiyon kısıtlılığı distal fragmanın posteriora angule durmasından ve lateral humerokapiteller açının iyi restore edilememesinden kaynaklanmaktadır. Kapalı olarak redüksiyonun sağlanması amacıyla zorlayıcı ve mükerrer redüksiyon denenmesi, uzun süreli immobilizasyon, kırık kaynamasından sonra yapılan zorlayıcı pasif eklem hareketleri hareket kısıtlılığı ile sonuçlanmaktadır(18).

3.8.6 Myozitis Ossifikans

Kırığın tedavisini takip eden dönemde kırık hematomu içerisinde bulunan bağ doku hücrelerinin metaplaziye uğrayarak osteoblastik aktivite göstermeleri sonrasında oluşan nadir görülen bir komplikasyondur. Genellikle harekete başladıktan sonra zorlamalı fizik tedavi uygulanan hastalarda görülmekür. Yaklaşık iki yıl içerisinde kendisini sınırlayarak rezorbe olabilen oluşumlardır. Eklem hareketlerinde azalmaya yol açmayanlar haricinde eksize edilmelerine gerek yoktur. Cerrahi olarak eksizyon yapılacaksa en az bir yıl beklenilmesi gerekmektedir(18, 61).



Şekil 15: Myozitis ossifikans gelişmiş hastanın dirsek lateral grafisi

3.9 AMELİYAT SONRASI DEĞERLENDİRME

Tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem Flynn ve arkadaşları tarafından tanımlanan sistemdir.(18) Bu sistem temel olarak kozmetik ve fonksiyonel sonuçları inceler.

FLYNN KRİTERLERİ	Kozmetik Faktör: Taşıma Açısı değişimleri	Fonksiyonel Faktör: Hareket Genişliğinde Kayıp
Mükemmel	0-5 derece	0-5 derece
İyi	6-10 derece	6-10 derece
Orta	11-15 derece	11-15 derece
Kötü	15 derece ve üzeri	15 derece ve üzeri

Tablo 1:Flynn kriterleri

4. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda Mayıs 2006 ile Mart 2019 yılları arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ne suprakondiler humerus kırığı nedeniyle başvurmuş olan ve kapalı redüksiyonu takiben perkütan pinleme yöntemiyle ameliyat edilen ve son kontrol muayenesine gelen ekstansiyon tipinde 88 hastanın bulguları retrospektif olarak incelendi.

Çalışmaya Gartland tip 1 kırıklar, fleksiyon tipinde olan kırıklar, açık kırıklı hastalar, kapalı redüksiyonu takiben iyi redüksiyon sağlanamaması nedeniyle açık redüksiyon ihtiyacı oluşan hastalar, takip süresi 1 yıldan az olan hastalar, konjenital deformite ve kemik metabolizma hastalığı olan hastalar dahil edilmedi.

Hastaları değerlendirmeden önce hastanın adı, soyadı, cinsiyeti, protokol numarası, operasyon sırasındaki yaşı, kırık ekstremitesi, dominant ekstremitesi, kırık etyolojisi, dirsek eklem hareket genişlikleri, nörolojik muayeneleri, nabız muayenelerinin durumlarını içeren form hazırlandı. Hastaların kırık tipi, travma sonrası kaçınıcı günde ameliyat edildiği, ameliyat sonrası komplikasyon varlığı, bilateral taşıma açıları, humerokapitellar açıları, Baumann açıları, lateral humerokapitellar açıları hastane kayıtları değerlendirilerek kayıt altına alındı.

Çalışmamızın etik kurul onayı Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan 19-KAEK-247 proje numarası, 83116987-233 sayı numarası ile alınmıştır.

Pediyatrik Suprakondiler Humerus Kırıklarında Kapalı Redüksiyon ve Pinleme ile Opere Edilen Hastalarda Klinik ve Radyolojik Sonuçlarımız” ÇALIŞMASI HASTA DEĞERLENDİRME FORMU

TARİH:

TELEFON:

AD- SOYAD:

YAŞ:

AMELİYAT TARİHİ:

CİNSİYET:

DOMİNANT EKSTREMİTE:

KIRIK EKSTREMİTE:

GEÇİRİLEN TRAVMA ŞEKLİ:

EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI: SAĞ...../..... SOL...../.....

TAŞIMA AÇISI: SAĞ SAĞ...../..... SOL...../.....

SEMPATOM VARLIĞI: (OYUN OYNARKEN ZORLANMA, AĞRI, HAREKET KISITLILIĞI, GÜNLÜK İŞLERDE ZORLANMA)

ATEL KULLANIM SÜRESİ:

FLYNN KRİTERLERİ	Kozmetik Faktör: Taşıma Açısı değişimleri	Fonksiyonel Faktör: Hareket Genişliğinde Kayıp
Mükemmel	0-5 derece	0-5 derece
İyi	6-10 derece	6-10 derece
Orta	11-15 derece	11-15 derece
Kötü	15 derece ve üzeri	15 derece ve üzeri

4.1 KLİNİK DEĞERLENDİRME

Hastaların yapılan son muayenesinde ameliyat edilen ve sağlam kolların taşıma açıları McRae yöntemine uygun olarak dirsek eklemi tam ekstansiyonda ve önkol tam supinasyonda iken antekubital fossa merkez olacak şekilde yerleştirilen gonyometre ile ölçüldü. Yapılan ölçümler derece olarak kaydedildi ve her iki dirseğin arasında ki açı farkı taşıma açısı kaybı olarak kabul edildi. Bulunan taşıma açısı kaybı Flynn kriterlerine göre değerlendirildi.



Şekil 16: McRae yöntemine göre taşıma açısı ölçümü

Fleksiyon ve ekstansiyon hareket arkı her iki kolda karşılaştırmalı olarak ölçüldü. Ölçüm yine hasta ayakta iken ön kol tam supinasyon halinde iken maksimum fleksiyon ve ekstansiyon sağlandığında, ölçüm merkezi lateral epikondil olacak şekilde yerleştirilen gonyometre ile yapıldı. Yapılan iki ölçüm arasındaki fark hareket açıklığı kaybı olarak kaydedildi ve Flynn kriterlerine göre değerlendirildi.



Şekil 17: Dirsek fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin ölçülmesi

4.2 RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME

Son muayenelerini takiben hem sağlam hem de ameliyat edilen ekstremitelerin AP ve lateral grafileri çekildi ve bu grafiler kullanılarak Baumann açıları, humerokapitellar açıları, lateral humerokapitellar açıları, residüel sagittal plan deformite derecesi, rotasyonel deformite derecesi ölçülüp kaydedildi.



Şekil 18: Karşılaştırmalı çekilen dirsek Ap ve Lateral grafileri. A) Sağlam dirsek AP grafisi, B) Sağlam dirsek lateral grafisi, C) Son muayenede çektilen kırık dirsek AP grafisi, D) Son muayenede çektilen kırık dirsek lateral grafisi

4.3 CERRAHİ TEKNİK

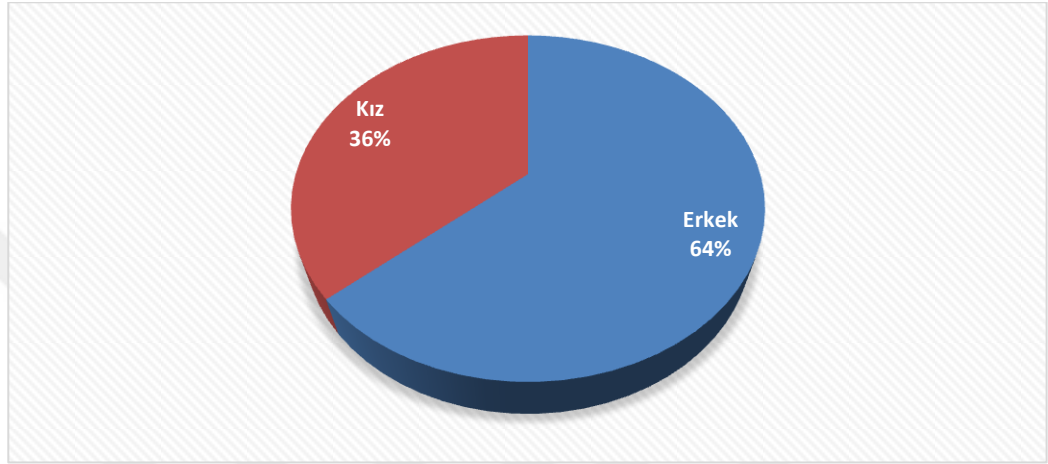
Hastalar Casiano tarafından tanımlanan yöntemle ameliyat edildi(97). Hasta cerrahi masada supin pozisyonda yatarken gerekli sterilizasyon ve örtünmeyi takiben dirsek eklemi ekstansiyona alınarak aksiyel traksiyon yapılarak medial ve lateral deplasman düzeltilir. Ardından cerrah dirseği maksimal fleksiyon yaptırırken deplasmanın yönüne bağlı olarak posteromedial deplasman varsa önkolu pronasyona, posterolateral deplasman varsa önkolu supinasyona alarak redüksiyonu sağlar. Ardından lateral epikondil üzerinden bir adet K teli gönderilir. Sonrasında dirsek fleksiyonu azaltılıp ulnar sinir posteriora sağılarak medial epikondil üzerinden ikinci K teli gönderilir. İki tel uygulandıktan sonra stabilite ve redüksiyon kontrol edildikten sonra stabilitenin durumuna göre ek tel gönderilir.

4.4 İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı analizler yapılmıştır. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama±standart sapma şeklinde; kategorik değişkenlere ilişkin veriler ise n (%) şeklinde verilmektedir. Nicel değişkenlerin gruplar arasındaki ortalamalarını karşılaştırırken İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik testi ve Tek Yönlü Varyans Analizinden yararlanılmaktadır. Nitel değişkenler arasındaki ilişki olup olmadığını değerlendirmek için çapraz tablolardan ve ki-kare testlerinden yararlanılmaktadır. p değerleri 0.05'den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Hesaplamalarda hazır istatistik yazılımı kullanılmıştır (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

5. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 88 hastanın 32(%36,4) tanesi kız, 56 (%63,6) tanesi erkekti. Hastalarımızın operasyon anındaki yaşları 1 ile 14 arasında değişmekteydi ve tüm grubun yaş ortalaması $6,03\pm 2,88$ yıl olarak bulundu.



Grafik 1: Hastaların cinsiyet dağılımı

Değişkenler	Cinsiyet		t	p
	Erkek (n=56)	Kız (n=32)		
Yaş	6,51±2,88	5,19±2,72	2,112	0,038
Pin Sayısı	2,48±0,6	2,63±0,71	1,003	0,318
Takip Süresi (Yıl)	5,36±2,69	4,8±2,3	0,989	0,325
Pin Çekme Zam. (Hf.)	6,32±1,28	5,91±1,2	1,496	0,138
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	4,16±0,87	4±0,67	0,902	0,369
Kırık HumCp Açığı	43,18±4,88	40,31±5,69	2,493	0,015
Kırık HumCp Açığı Lat	47,8±6,36	49,47±5,51	1,238	0,219
Baumann Açığı	21,68±3,8	20,84±4,38	0,937	0,351
Ameliyat Zam. (Saat)	7,13±6,75	12,56±17,54	2,074	0,041
Cerrahi Süresi (Dak.)	51,52±19,75	57,19±34,45	0,983	0,328
Kırık Taraf Rom	155,36±4,25	154,84±4,3	0,543	0,589
Kırık Taraf Taşıma Açığı	6,61±3,25	8,25±2,64	2,438	0,017

Tablo 2: Cinsiyete göre nicel verilerin değerlendirilmesi. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.

Cinsiyetlere göre gruplar oluşturulduğunda kızların yaşları 1 ile 11 arasındaydı ve ortalaması $5,19 \pm 2,72$ yıl olarak bulunurken, erkek çocukların yaşları 1 ile 13 arasındaydı ve ortalaması $6,51 \pm 2,68$ yıl olarak bulundu. Kız çocuklarında kırık gelişme yaşının anlamlı olarak daha düşük olduğu bulundu ($p=0,038$).

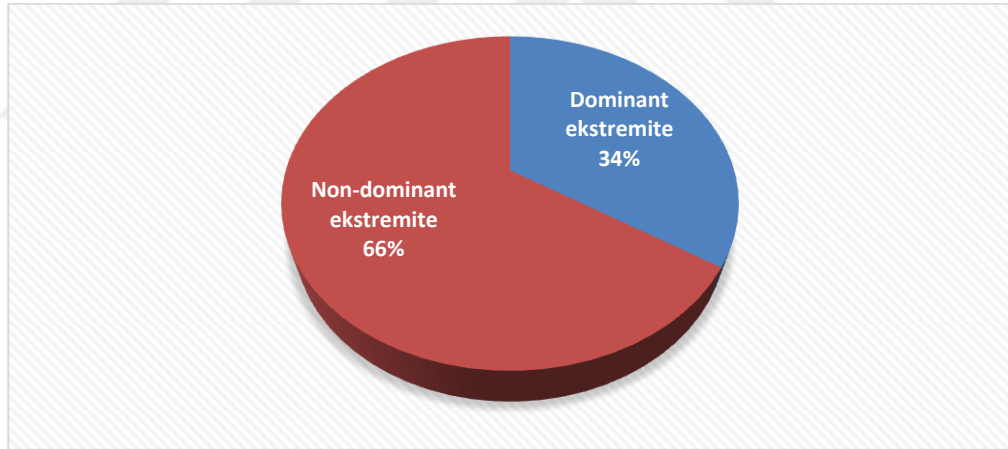
		Cinsiyet		χ^2	p
		Erkek (n=56)	Kız (n=32)		
Gartland Evrelemesi	2a	13(23,2)	10(31,3)	3,05	0,384
	2b	11(19,6)	4(12,5)		
	3	23(41,1)	16(50)		
	4	9(16,1)	2(6,3)		
Pin Sayısı	2	32(57,1)	16(50)	0,419	0,517
	2'den fazla	24(42,9)	16(50)		
Pin Konfigurasyonu	1+1	32(57,1)	16(50)	1,497	0,473
	2+1	24(42,9)	16(50)		
	2+2	32(57,1)	16(50)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	19(33,9)	11(34,4)	0,002	0,966
	Yok	37(66,1)	21(65,6)		
Rezidüel Sagittal Deformite	%33'ten az	27(48,2)	16(50)	0,403	0,940
	%33-%66	19(33,9)	9(28,1)		
	%66-%100	7(12,5)	5(15,6)		
	%100'den fazla	3(5,4)	2(6,3)		
Ameliyat Zamanı	İlk 12 saat	46(82,1)	20(62,5)	4,19	0,041*
	12 saat ve sonrası	10(17,9)	12(37,5)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	34(60,7)	19(59,4)	0,015	0,902
	60 dakika sonrası	22(39,3)	13(40,6)		
Mevsim İlişkisi	Kış	11(19,6)	4(12,5)	4,459	0,216
	İlkbahar	7(12,5)	9(28,1)		
	Yaz	25(44,6)	10(31,3)		
	Sonbahar	13(23,2)	9(28,1)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	52(92,9)	28(87,5)	1,283	0,526
	İyi	2(3,6)	3(9,4)		
	Orta	2(3,6)	1(3,1)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	51(91,1)	30(93,8)	0,2	0,655
	İyi	5(8,9)	2(6,3)		
Rotasyon Varlığı	Var	8(14,3)	5(15,6)	0,029	0,865
	Yok	48(85,7)	27(84,4)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	13(23,2)	10(31,3)	0,681	0,409
	Yok	43(76,8)	22(68,8)		

Tablo 3: Cinsiyete göre nitel değişkenlerin dağılımı. Veri n(%) ile sunulmaktadır. Ki-kare testi kullanıldı.

Hastaların ekstremitte dağılımları incelendiğinde 37 (%42) hastanın sağ, 51 (%58) hastanın sol dirseğinden kırık geçirdiği görüldü. Hastaların 71 (%80,7) tanesinde dominant ekstremitte sağ, 17 (%19,3) tanesinde sol taraftı. Kırıkların dominant ve non-dominant ekstremitte tutulumuna bakıldığında 30 (%34,1) hastada dominant taraf tutulurken, 58 (%65,9) hastada dominant olmayan ekstremitede kırık olduğu gözlemlendi. Hastaların dominant olmayan ekstremitesinde anlamlı olarak daha fazla kırık olduğu gözlemlendi(p=0,008).

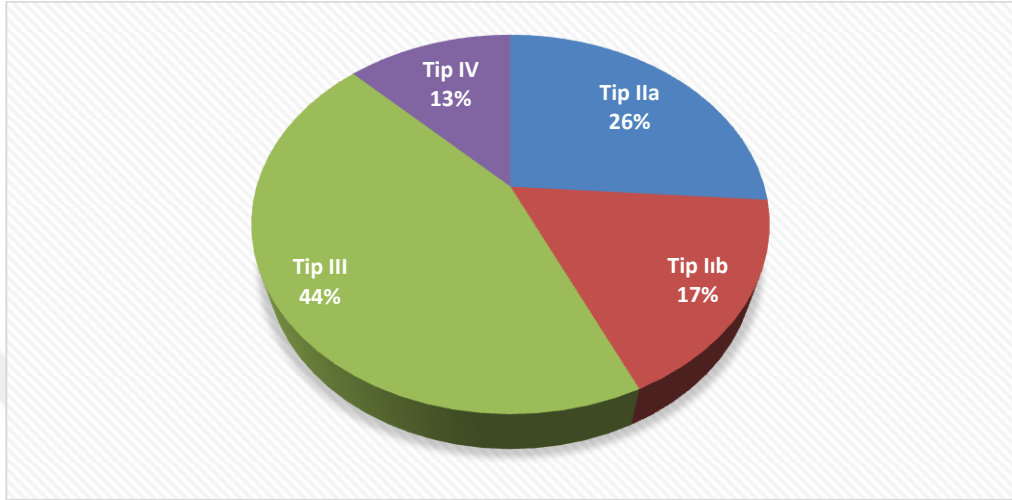
		Dominant Taraf		χ^2	p
		Sağ (n=71)	Sol (n=17)		
Kırık Taraf	Sağ	25(35,2)	12(70,6)	7,045	0,008
	Sol	46(64,8)	5(29,4)		

Tablo 4: Hastaların kırık geçirdikleri ekstremiteleri ile dominant ekstremitelerinin dağılımının incelenmesi. Ki-kare testi kullanıldı.



Grafik 2: Kırık gelişen ekstremitelerin dağılımı

Ameliyat edilen hastalarımızın Gartland sınıflandırmasına göre dağılımı incelendiğinde 23 (%26,1) hastanın Tip IIa, 15 (%17) hastanın Tip IIb, 39 (%44,3) hastanın Tip III ve 11 (%12,5) hastanın Tip IV olduğu görüldü.



Grafik 3:Hastaların Gartland tiplerine göre dağılımı

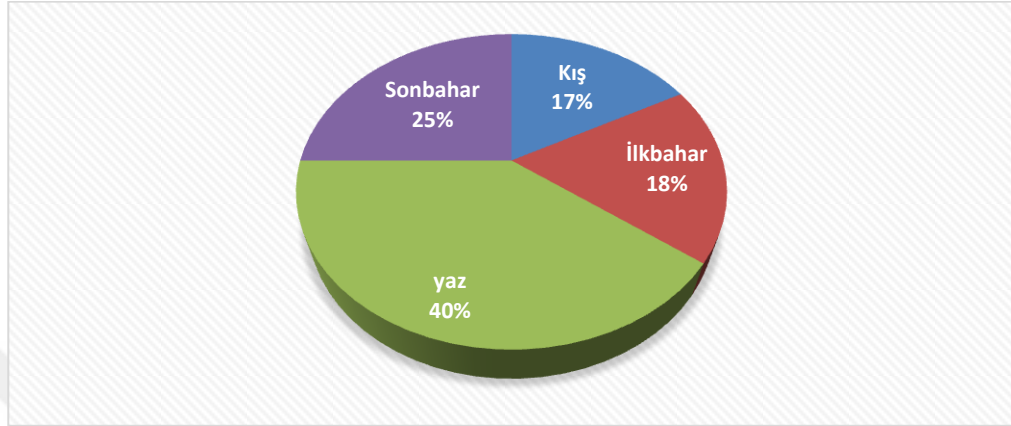
		Gartland Evrelemesi				χ^2	p
		2a(n=23)	2b(n=15)	3(n=39)	4(n=11)		
Cinsiyet	Erkek	13(56,5)	11(73,3)	23(59)	9(81,8)	3,05	0,384
	Kız	10(43,5)	4(26,7)	16(41)	2(18,2)		
Pin Sayısı	2	13(56,5)	10(66,7)	19(48,7)	6(54,5)	1,459	0,692
	2'den fazla	10(43,5)	5(33,3)	20(51,3)	5(45,5)		
Pin Konfigurasyonu	1+1	13(56,5)	10(66,7)	19(48,7)	6(54,5)	4,405	0,622
	2+1	10(43,5)	4(26,7)	15(38,5)	4(36,4)		
	2+2	0(0)	1(6,7)	5(12,8)	1(9,1)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	10(43,5)	4(26,7)	14(35,9)	2(18,2)	2,566	0,464
	Yok	13(56,5)	11(73,3)	25(64,1)	9(81,8)		
Taraf	Sağ	8(34,8)	9(60)	18(46,2)	2(18,2)	5,323	0,15
	Sol	15(65,2)	6(40)	21(53,8)	9(81,8)		
Rezidüel Sagittal Deformite	%33'ten az	15(65,2)	11(73,3)	15(38,5)	2(18,2)	20,782	0,014
	%33-%66	5(21,7)	2(13,3)	13(33,3)	8(72,7)		
	%66-%100	3(13)	2(13,3)	6(15,4)	1(9,1)		
	%100'den fazla	0(0)	0(0)	5(12,8)	0(0)		
Rezidüel Sagittal Deformite	%33'ten az	15(65,2)	11(73,3)	15(38,5)	2(18,2)	11,889	0,008
	%33'ten fazla	8(34,8)	4(26,7)	24(61,5)	9(81,8)		
Rezidüel Sagittal Deformite	%66'dan az	20(87)	13(86,7)	28(71,8)	10(90,9)	3,64	0,303
	%66'dan fazla	3(13)	2(13,3)	11(28,2)	1(9,1)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	17(73,9)	8(53,3)	24(61,5)	4(36,4)	4,739	0,192
	60 dakika ve sonrası	6(26,1)	7(46,7)	15(38,5)	7(63,6)		
Ameliyat Zamanı	İlk 12 saat	13(19,7)	11(16,7)	32(48,5)	10(15,2)	6,730	0,081
	12 saat sonrası	10(45,5)	4(18,2)	7(31,8)	1(4,5)		
Ameliyat Zamanı	İlk 8 saat	11(19,3)	10(17,5)	26(45,6)	10(17,5)	6,273	0,022
	8 saat sonrası	12(38,7)	5(16,1)	13(41,9)	1(3,2)		
Mevsim İlişkisi	Kış	1(4,3)	1(6,7)	12(30,8)	1(9,1)	11,171	0,264
	İlkbahar	6(26,1)	3(20)	5(12,8)	2(18,2)		
	Yaz	10(43,5)	7(46,7)	12(30,8)	6(54,5)		
	Sonbahar	6(26,1)	4(26,7)	10(25,6)	2(18,2)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	22(95,7)	13(86,7)	34(87,2)	11(100)	8,806	0,156
	İyi	1(4,3)	0(0)	4(10,3)	0(0)		
	Orta	0(0)	2(13,3)	1(2,6)	0(0)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	19(82,6)	13(86,7)	38(97,4)	11(100)	5,888	0,117
	İyi	4(17,4)	2(13,3)	1(2,6)	0(0)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	7(30,4)	3(20)	11(28,2)	2(18,2)	0,96	0,811

Tablo 5: Gartland sınıflandırmasına göre nitel değişkenlerin dağılımı. Tek yönlü varyans analizi kullanıldı.

		Sayı	Ortalama	Std.	F	p
Yaş	2a	23	6,65	2,93	8,236	0,000
	2b	15	5,80	2,75		
	3	39	4,88	2,47		
	4	11	9,09	1,70		
Pin Sayısı	2a	23	2,43	0,51	0,756	0,522
	2b	15	2,40	0,63		
	3	39	2,64	0,71		
	4	11	2,55	0,69		
Pin Çekme Zam. (Hf.)	2a	23	6,48	1,20	2,269	0,086
	2b	15	6,20	1,32		
	3	39	5,82	1,27		
	4	11	6,73	1,01		
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	2a	23	4,48	1,16	2,785	0,046
	2b	15	4,13	0,64		
	3	39	3,95	0,56		
	4	11	3,82	0,60		
Kırık HumCp Açığı	2a	23	39,82	4,68	4,056	0,010
	2b	15	40,20	6,04		
	3	39	43,79	5,15		
	4	11	43,72	4,05		
Kırık HumCp Açığı Lat	2a	23	50,39	5,45	3,595	0,017
	2b	15	49,13	6,13		
	3	39	46,20	6,19		
	4	11	51,09	4,63		
Baumann Açığı	2a	23	21,78	3,49	1,655	0,183
	2b	15	19,47	5,25		
	3	39	22,03	3,73		
	4	11	20,82	3,79		
Kırık Taraf Rom	2a	23	154,7	4,38	3,857	0,012
	2b	15	156	4,30		
	3	39	154,1	3,95		
	4	11	158,6	3,23		
Kırık Taraf Taşma Açığı	2a	23	7,61	1,62	3,435	0,021
	2b	15	5	4,64		
	3	39	7,51	3,12		
	4	11	8,27	1,68		

Tablo 6: Gartland sınıflandırmasına göre nicel değişkenlerin dağılımı. Tek yönlü varyans analizi kullanıldı

Operasyonların mevsimlere göre dağılımını incelendiğinde 15 (%17) hastanın kış aylarında, 16 (%18,2) hastanın ilkbahar aylarında, 35 (%39,8) hastanın yaz aylarında ve 22 (%25) hastanın sonbahar aylarında opere edildiği görülmüştür.



Grafik 4: Kırıkların görüldüğü mevsimlere göre dağılım

Hastaların ameliyat sonrasında takip süreleri 1 yıl ile 14 yıl arasında değişiyordu ve takip süresi ortalaması $5,15 \pm 2,55$ yıl olarak bulundu. Hastaların travmanın olduğu andan ameliyata alındığı saate kadar geçen süre alınan öykülerinden ve sistemde ki kayıtlarından incelendiğinde; travma sonrasında geçen sürenin 0 gün ile 4 gün arasında olduğu görüldü. Ortalaması $9,1 \pm 12,05$ saat olarak bulundu. Ameliyata alınma süreleri ilk 8 saat olanlar ve 8 saatten geç olanlar olmak üzere iki grupta incelendiğinde 57 (%64,7) hastanın ilk 8 saatte, 31 (%35,3) hastanın ise 8 saatten daha sonra opere edildiği görüldü.

		Operasyon Zamanı		χ^2	p
		İlk 8 Saat (n=57)	8 Saat Sonrası (n=31)		
Gartland Evrelemesi	2a	11(19,3)	12(38,7)	6,273	0,022
	2b	10(17,5)	5(16,1)		
	3	26(45,6)	13(41,9)		
	4	10(17,5)	1(3,2)		
Cinsiyet	Erkek	38(66,7)	18(58,1)	0,642	0,423
	Kız	19(33,3)	13(41,9)		
Pin Sayısı	2	31(54,4)	17(54,8)	0,002	0,968
	2'den fazla	26(45,6)	14(45,2)		
Pin Konfigurasyonu	1+1	31(54,4)	17(54,8)	1,597	0,589
	2+1	20(35,1)	13(41,9)		
	2+2	6(10,5)	1(3,2)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	20(35,1)	10(32,3)	0,072	0,789
	Yok	37(64,9)	21(67,7)		
Rezidüel Sagittal Deformite	%33'ten az	25(43,9)	18(58,1)	3,684	0,298
	%33-%66	19(33,3)	9(29)		
	%66-%100	8(14)	4(12,9)		
	%100'den fazla	5(8,8)	0(0)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	40(70,2)	13(41,9)	6,685	0,010
	60 dakika sonrası	17(29,8)	18(58,1)		
Mevsim İlişkisi	Kış	11(19,3)	4(12,9)	3,684	0,656
	İlkbahar	11(19,3)	5(16,1)		
	Yaz	23(40,4)	12(38,7)		
	Sonbahar	12(21,1)	10(32,3)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	51(89,5)	29(93,5)	1,718	0,424
	İyi	3(5,3)	2(6,5)		
	Orta	3(5,3)	0(0)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	53(93)	28(90,3)	0,194	0,660
	İyi	4(7)	3(9,7)		
Rotasyon Varlığı	Var	8(14)	5(16,1)	0,07	0,791
	Yok	49(86)	26(83,9)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	15(26,3)	8(25,8)	0,003	0,959
	Yok	42(73,7)	23(74,2)		

Tablo 7: Ameliyata alınma süresine göre nitel değişkenlerin dağılımı. Ki-kare testi kullanıldı.

Ameliyat süreleri incelendiğinde 20 dakika ile 150 dakika arasında sürdüğü görüldü. Cerrahi süresi ortalama $53,58 \pm 26,02$ dakika olarak bulundu. Operasyon süresi ile hastaların Gartland tiplerinin ilişkisi incelendiğinde Gartland Tip III ve IV olan hastaların Tip IIa ve Tip IIb olan hastalara göre anlamlı biçimde daha erken operasyona alındığı görüldü. ($p=0,022$)

Değişkenler	Operasyon Zamanı		t	p
	İlk 8 Saat (n=57)	8 Saat Sonrası (n=31)		
Yas	6,01±2,84	6,06±3	0,084	0,931
Pin Sayısı	2,56±0,68	2,48±0,57	0,539	0,592
Takip Süresi (Yıl)	4,96±2,48	5,52±2,68	0,982	0,329
Pin Çekme Zam. (Hf.)	6,21±1,28	6,1±1,25	0,402	0,689
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	4,05±0,64	4,19±1,05	0,785	0,435
Kırık HumCp Açığı	42,35±5,6	41,74±4,89	0,509	0,612
Kırık HumCp Açığı Lat	48,23±6,76	48,74±4,7	0,377	0,708
Baumann Açısı	21,32±4,15	21,48±3,83	0,187	0,853
Cerrahi Süresi (Dak.)	47,81±19,39	64,19±32,89	2,944	0,004
Kırık Taraf Rom	155,09±4,48	155,32±3,86	0,247	0,806
Kırık Taraf Taşıma Açığı	7,02±3,38	7,55±2,62	0,759	0,45

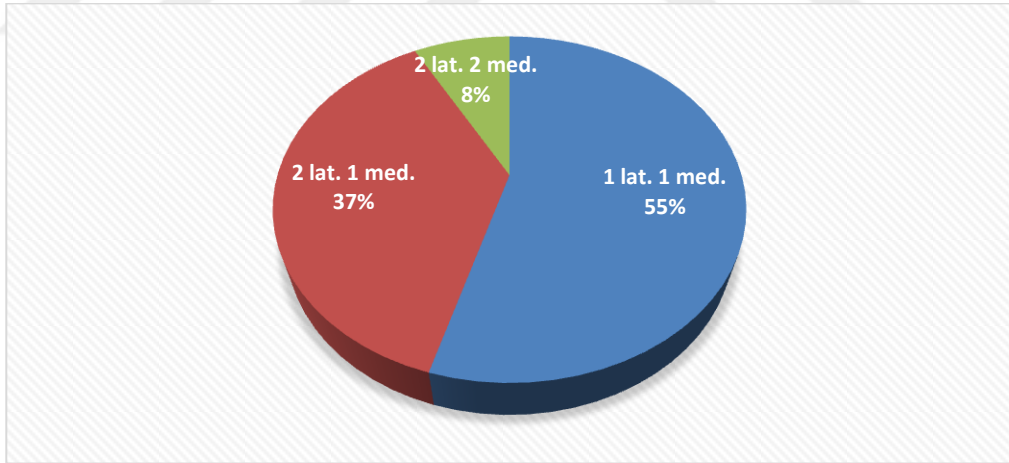
Tablo 8: Ameliyata alınma zamanına göre nicel verilen dağılımı. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.

Travmadan operasyona kadar geçen zaman ile operasyon süresi arasında ki ilişki incelendiğinde ilk 8 saat içerisinde operasyona alınan hastalarda cerrahi süre ortalama $47,81 \pm 19,39$ dakika iken 8 saatten sonra alınan hastalarda ortalama cerrahi süre $64,19 \pm 32,89$ olarak bulundu. Bu iki sonuç arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p= 0,004$).

Ameliyat edilen hastaların pin konfigürasyonları incelendiğinde çalışmamıza dahil edilen tüm hastalarda çapraz pin konfigürasyonu uygulandığı görüldü. 48 (%54,5) hastaya lateral ve medialden 1 adet K teli, 33 (%37,5) hastaya lateralden 2, medialden 1 adet K teli, 7 (%8) hastaya ise medial ve lateralden 2 adet K teli gönderildiği görüldü.



Şekil 19: Pin konfigürasyonlarımız. A) Medial ve lateralden birer K teli ile osteosentez, B) Medialden bir adet ve lateralden iki adet K teli ile osteosentez, C) Medial ve lateralden ikişer adet K teli ile osteosentez



Grafik 5: Uygulanan pin konfigürasyonunun dağılımı

Ameliyatta kullanılan pin sayısı iki (Grup 1) ve ikiden fazla (Grup 2) olmak üzere iki grup oluşturuldu. Grup 1'in yaş ortalaması $5,46 \pm 3$ yıl, Grup 2'nin yaş ortalaması $6,71 \pm 2,61$ yıl olarak bulundu. Grup 2'nin yaş ortalaması anlamlı olarak yüksek bulundu ($p = 0,041$).

Değişkenler		Pin Sayısı		χ^2	p
		2 (n=48)	2'den fazla (n=40)		
Gartland Evrelemesi	2a	13(27,1)	10(25)	1,459	0,692
	2b	10(20,8)	5(12,5)		
	3	19(39,6)	20(50)		
	4	6(12,5)	5(12,5)		
Cinsiyet	Erkek	32(66,7)	24(60)	0,419	0,517
	Kız	16(33,3)	16(40)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	19(39,6)	11(27,5)	1,418	0,234
	Yok	29(60,4)	29(72,5)		
RezidüelSagittal Deformite	%33'ten az	26(54,2)	17(42,5)	3,288	0,347
	%33-%66	16(33,3)	12(30)		
	%66-%100	4(8,3)	8(20)		
	%100'den fazla	2(4,2)	3(7,5)		
Ameliyat Zamanı	İlk 12 saat	37(77,1)	29(72,5)	0,244	0,621
	12 saat sonrası	11(22,9)	11(27,5)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	28(58,3)	25(62,5)	0,158	0,691
	60 dakika sonrası	20(41,7)	15(37,5)		
Mevsim İlişkisi	Kış	7(14,6)	8(20)	1,243	0,743
	İlkbahar	8(16,7)	8(20)		
	Yaz	19(39,6)	16(40)		
	Sonbahar	14(29,2)	8(20)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	44(91,7)	36(90)	0,611	0,736
	İyi	3(6,3)	2(5)		
	Orta	1(2,1)	2(5)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	43(89,6)	38(95)	0,874	0,448
	İyi	5(10,4)	2(5)		
Rotasyon Varlığı	Var	42(87,5)	33(82,5)	0,433	0,510
	Yok	6(12,5)	7(17,5)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	13(27,1)	10(25)	0,049	0,825
	Yok	35(72,9)	30(75)		

Tablo 9: Pin sayısı ile nitel verilerin karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.

Her iki grup pin çekme zamanı ve hareket başlama zamanı açısından karşılaştırıldığında Grup 1'de pin çekme zamanı ortalama $5,79 \pm 1,17$ hafta iken Grup 2'de $6,63 \pm 1,23$ hafta olarak bulundu. Grup 2'de bu süre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p=0,002$). Her iki grup hareket başlama zamanı açısından değerlendirildiğinde Grup 1'de hareket başlama zamanı ortalama $3,94 \pm 0,43$ hafta olarak bulunurken Grup 2'de $4,3 \pm 1,07$ hafta olarak bulundu. Grup 2'de hareket başlama zamanı anlamlı olarak yüksek olarak bulundu ($p=0,034$). Kırık ekstremitenin eklem hareket açıklığı Grup 1'de $154,79 \pm 4,37$ derece, Grup 2'de $155,63 \pm 4,11$ derece olarak bulundu ve anlamlı değişiklik saptanmadı ($p=0,363$).

Değişkenler	Pin Sayısı		t	p
	2 (n=48)	2'den fazla (n=40)		
Yaş	5,46±3	6,71±2,61	2,073	0,041
Takip Süresi (Yıl)	5,24±2,26	5,05±2,9	21,180	0,731
Pin Çekme Zam. (Hf.)	5,79±1,17	6,63±1,23	0,345	0,002
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	3,94±0,43	4,3±1,07	3,251	0,034
Kırık HumCp Açısı	41,44±4,65	42,97±6,02	2,153	0,18
Kırık HumCp Açısı Lat	47,52±5,28	49,48±6,85	0,226	0,135
Baumann Açısı	21,83±4,1	20,82±3,9	2,169	0,243
Ameliyat Zam. (Saat)	9,16±14,25	9,04±8,91	1,175	0,964
Cerrahi Süresi (Dak.)	52,6±24,08	54,75±28,44	0,045	0,702
Kırık Taraf Rom	154,79±4,37	155,63±4,11	0,383	0,363
Kırık Taraf Taşıma Açısı	7,15±3,14	7,27±3,15	0,200	0,848

Tablo 10: Pin sayısı ile nicel verilerin karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.

Ameliyat edilen çocukların lateral grafilerinde humerokapitellar açısı, lateral humerokapitellar açısı ve rezidüel sagittal plan deformitesi incelenmiştir. Humerokapitellar açısı değeri sağlam tarafta 42,93±3,1 derece, kırık tarafta 42,14±5,34 derece olarak ölçüldü. Lateral humerokapitellar açısı değeri sağlam ekstremitede 50,18±3,4 derece, kırık ekstremitede 48,41±6,09 derece olarak ölçüldü.

		Rezidüel Sagittal Deformite		χ^2	P
		%66'dan az (n=71)	%66'dan fazla (n=17)		
Gartland Evrelemesi	2a	20(28,2)	3(17,6)	3,64	0,303
	2b	13(18,3)	2(11,8)		
	3	28(39,4)	11(64,7)		
	4	10(14,1)	1(5,9)		
Cinsiyet	Erkek	46(64,8)	10(58,8)	0,211	0,646
	Kız	25(35,2)	7(41,2)		
Pin Sayısı	2	42(59,2)	6(35,3)	7,933	0,019
	2'den fazla	29(40,8)	11(64,7)		
Pin Konfigurasyonu	1+1	42(59,2)	6(35,3)	7,933	0,019
	2+1	26(36,6)	7(41,2)		
	2+2	3(4,2)	4(23,5)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	23(32,4)	7(41,2)	0,471	0,493
	Yok	48(67,6)	10(58,8)		
Taraf	Sağ	26(36,6)	11(64,7)	4,44	0,035
	Sol	45(63,4)	6(35,3)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	40(56,3)	13(76,5)	2,321	0,128
	60 dakika ve sonrası	31(43,7)	4(23,5)		
Mevsim İlişkisi	Kış	12(16,9)	3(17,6)	0,46	0,928
	İlkbahar	12(16,9)	4(23,5)		
	Yaz	29(40,8)	6(35,3)		
	Sonbahar	18(25,4)	4(23,5)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	64(90,1)	16(94,1)	0,744	0,689
	İyi	4(5,6)	1(5,9)		
	Orta	3(4,2)	0(0)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	65(91,5)	16(94,1)	0,124	0,725
	İyi	6(8,5)	1(5,9)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	17(23,9)	6(35,3)	0,915	0,366
	Yok	54(76,1)	11(64,7)		

Tablo 11: Rezidüel sagittal deformite varlığının nitel verilerle karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.

Rezidüel sagittal plan deformitesi 43 (%48,9) hastada evre 0, 28 (%31,8) hastada evre 1, 12 (%13,6) hastada evre 2 ve 5 (%5,7) hastada evre 3 olarak bulundu.

Değişkenler	Rezidü Sagittal Deformite		t	P
	%66'dan az (n=71)	%66'dan fazla (n=17)		
Yaş	5,81±2,95	6,94±2,44	1,465	0,147
Pin Sayısı	2,45±0,58	2,88±0,78	2,567	0,012
Takip Süresi (Yıl)	5,04±2,65	5,62±2,09	0,832	0,407
Pin Çekme Zam. (Hf.)	6,13±1,23	6,35±1,41	0,662	0,51
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	4,14±0,82	3,94±0,75	0,920	0,36
Kırık HumCp Açısı	42,51±4,95	40,59±6,69	1,336	0,185
Kırık HumCp Açısı Lat	47,86±5,31	50,71±8,43	1,753	0,083
Baumann Açısı	21,56±4,02	20,59±4,03	0,898	0,372
Ameliyat Zam. (Saat)	9,4±12,72	7,85±8,93	0,473	0,637
Cerrahi Süresi (Dak.)	54,08±24,13	51,47±33,58	0,370	0,712
Kırık Taraf Rom	155,56±4,19	153,53±4,24	1,794	0,076
Kırık Taraf Taşıma Açısı	7,07±3,39	7,76±1,6	0,821	0,414

Tablo 12: Rezidüel sagittal deformitenin nicel verilerle karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.

Değişkenler	Rezidüel Sagittal Deformite		t	P
	%33'ten az (n=43)	%33'ten fazla (n=45)		
Yaş	5,9±3,01	6,16±2,78	0,422	0,674
Pin Sayısı	2,44±0,59	2,62±0,68	1,322	0,19
Takip Süresi (Yıl)	5,36±2,78	4,96±2,34	0,742	0,46
Pin Çekme Zam. (Hf.)	6,14±1,08	6,2±1,42	0,224	0,824
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	4,21±0,86	4±0,74	1,226	0,224
Kırık HumCp Açısı	42,14±4,35	42,13±6,19	0,000	0,996
Kırık HumCp Açısı Lat	48,42±5,25	48,4±6,85	0,000	0,989
Baumann Açısı	21,19±3,65	21,56±4,38	0,429	0,669
Ameliyat Zam. (Saat)	8,86±7,49	9,33±15,28	0,182	0,855
Cerrahi Süresi (Dak.)	57,67±27,48	49,67±24,2	1,452	0,15
Kırık Taraf Rom	155,58±4,39	154,78±4,12	0,885	0,378
Kırık Taraf Taşıma Açısı	6,98±3,89	7,42±2,18	0,666	0,507

Tablo 13: Rezidüel sagittal deformitenin nicel verilerle karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.

Rezidüel sagittal plan deformitesi derecesi %66 dan az ve %66 dan fazla olmak üzere iki gruba ayrılıp istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında Grup 2'de rezidüel

sagittal plan deformitesinin anlamlı biçimde daha fazla geliştiği görüldü(p=0,019). Rezidüel sagittal plan deformitesi üzerine Gartland tiplerinin etkisi incelendiğinde; Tip Ila ve Tip Iib olan hastalarda, Tip III ve Tip IV hastalara göre anlamlı derecede daha az sagittal plan deformitesi geliştiği görüldü(p=0,001).

Residüel sagittal plan deformitesi derecesi %33'den az ve %33'den fazla olmak üzere iki gruba ayrılıp istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında Gartland Tip Ila ve Tip Iib olan hastalarda deformitenin daha az olduğu görüldü (p=0,008).

		Rezidüel Sagittal Deformite		χ^2	P
		%33'ten az (n=43)	%33'ten fazla (n=45)		
Gartland Evrelemesi	2a	15(34,9)	8(17,8)	11,889	0,008
	2b	11(25,6)	4(8,9)		
	3	15(34,9)	24(53,3)		
	4	2(4,7)	9(20)		
Cinsiyet	Erkek	27(62,8)	29(64,4)	0,026	0,872
	Kız	16(37,2)	16(35,6)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	15(34,9)	15(33,3)	0,024	0,878
	Yok	28(65,1)	30(66,7)		
Taraf	Sağ	16(37,2)	21(46,7)	0,807	0,369
	Sol	27(62,8)	24(53,3)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	21(48,8)	32(71,1)	4,554	0,033
	60 dakika sonrası	22(51,2)	13(28,9)		
Mevsim İlişkisi	Kış	8(18,6)	7(15,6)	0,918	0,821
	İlkbahar	8(18,6)	8(17,8)		
	Yaz	15(34,9)	20(44,4)		
	Sonbahar	12(27,9)	10(22,2)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	38(88,4)	42(93,3)	0,688	0,709
	İyi	3(7)	2(4,4)		
	Orta	2(4,7)	1(2,2)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	37(86)	44(97,8)	4,133	0,201
	İyi	6(14)	1(2,2)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	12(27,9)	11(24,4)	0,137	0,712
	Yok	31(72,1)	34(75,6)		

Tablo 14: Rezidüel sagittal deformite varlığının nitel verilerle karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen hastaların kırık taraf ve sağlam taraf taşıma açıları değerlendirildiğinde kırık tarafta ortalama $7,2\pm 3,13$ derece bulunurken, sağlam tarafta ortalama $7,83\pm 2,46$ derece olarak bulundu. Cinsiyetlere göre dağılım yapıldığında kız çocuklarda kırık tarafta ortalama $8,25\pm 2,64$ derece, sağlam tarafta ortalama $8,91\pm 1,82$ derece olarak bulunurken erkek çocuklarda kırık tarafta ortalama $6,61\pm 3,25$ derece sağlam tarafta ortalama $7,21\pm 2,57$ derece olarak bulundu. Bu değerler karşılaştırıldığında kız çocuklarında taşıma açısı hem kırık tarafta ($p=0,002$) hem de sağlam tarafta ($p=0,000$) anlamlı olarak daha yüksek bulundu. 3 erkek ve 1 kız hasta olmak üzere 4 hastamızda kubitüs varus deformitesi geliştiği gözlemlendi. Bu hastalarımızın iki tanesi Gartland Tip IIb iken diğer iki tanesi Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilmişti. Kubitüs varus gelişen hastalarımızın iki tanesinde ameliyat sonrası erken dönemde yapılan rotasyonel deformite ölçümünde 30 derece rotasyonel deformite olduğu gözlemlendi. Bu hastaların Flynn kozmetik kriterlerine göre incelemesi yapıldığında iki tanesi orta derece, iki tanesi ise iyi olarak bulunmuştur. Hastaların fonksiyonel sonuçları mükemmel olarak bulunmuştur.

Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen grafilerde Henderson ve ark. tarafından tanımlanan yöntemle AP ve lateral grafileri incelenerek yapılan ölçümlerle hastaların rotasyonel deformite varlıkları değerlendirilmiş ve bu deformitenin uzun dönemde kubitüs varus ve Flynn kozmetik kriterlerine olan etkisi incelenmiştir.

Değişkenler	Rotasyon Varlığı		t	p
	Var (n=13)	Yok (n=75)		
Yaş	5,5±3,35	6,12±2,8	0,715	0,477
Pin Sayısı	2,54±0,52	2,53±0,66	0,032	0,979
Takip Süresi (Yıl)	4,58±2,23	5,25±2,61	0,880	0,381
Pin Çekme Zam. (Hf.)	6,31±1,11	6,15±1,29	0,423	0,673
Hareket Baş. Zam. (Hf.)	4,23±0,6	4,08±0,83	0,623	0,535
Kırık HumCp Açısı	42,77±6,93	42,03±5,07	0,460	0,646
Kırık HumCp Açısı Lat	48,46±4,59	48,4±6,34	0,032	0,973
Baumann Açısı	19,08±4,09	21,77±3,9	2,287	0,025
Ameliyat Zam. (Saat)	8,62±8,32	9,19±12,63	0,158	0,876
Cerrahi Süresi (Dak.)	54,62±28,97	53,4±25,68	0,155	0,877
Kırık Taraf Rom	153,46±4,74	155,47±4,12	1,583	0,117
Kırık Taraf Taşıma Açısı	6,23±5,51	7,37±2,52	1,220	0,226

Tablo 15: Rotasyonel deformite varlığının nicel verilerle karşılaştırılması. İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi kullanıldı.

		Rotasyon Varlığı		χ^2	P
		Var (n=13)	Yok (n=75)		
Gartland Evrelemesi	2a	4(30,8)	19(25,3)	0,444	0,931
	2b	2(15,4)	13(17,3)		
	3	6(46,2)	33(44)		
	4	1(7,7)	10(13,3)		
Cinsiyet	Erkek	8(61,5)	48(64)	0,029	0,865
	Kız	5(38,5)	27(36)		
Pin Sayısı	2	6(46,2)	42(56)	0,433	0,510
	2'den fazla	7(53,8)	33(44)		
Pin Konfigurasyonu	1+1	6(46,2)	42(56)	2,497	0,287
	2+1	7(53,8)	26(34,7)		
	2+2	0(0)	7(9,3)		
Dominant Taraf Tutulumu	Var	8(61,5)	22(29,3)	5,114	0,024
	Yok	5(38,5)	53(70,7)		
Taraf	Sağ	9(69,2)	28(37,3)	4,626	0,031
	Sol	4(30,8)	47(62,7)		
Rezidüel Sagittal Deformite	%33'ten az	6(46,2)	37(49,3)	1,135	0,769
	%33-%66	5(38,5)	23(30,7)		
	%66-%100	2(15,4)	10(13,3)		
	%100'den fazla	0(0)	5(6,7)		
Ameliyat Süresi	60 dakika içinde	8(61,5)	45(60)	0,011	0,917
	60 dakika sonrası	5(38,5)	30(40)		
Mevsim İlişkisi	Kış	2(15,4)	13(17,3)	1,414	0,702
	İlkbahar	2(15,4)	14(18,7)		
	Yaz	7(53,8)	28(37,3)		
	Sonbahar	2(15,4)	20(26,7)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	9(69,2)	71(94,7)	18,205	0,000
	İyi	1(7,7)	4(5,3)		
	Orta	3(23,1)	0(0)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	11(84,6)	70(93,3)	1,15	0,284
	İyi	2(15,4)	5(6,7)		
Hareket Kısıtlılığı	Var	8(25,8)	15(26,3)	1,2	0,273
	Yok	23(74,2)	42(73,7)		

Tablo 16: Rotasyonel deformite varlığının nitel verilerle karşılaştırılması. Ki-kare testi kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen 88 hastanın 13(%14,77) tanesinde 10 derece ve üzerinde rotasyonel deformite olduğu bulunmuştur. Rotasyonel deformitesi mevcut olan 13 hastanın 9 tanesinde Flynn kozmetik kriteri mükemmel, 1 tanesinde iyi, 3 tanesinde orta olarak bulunmuştur. Rotasyonel deformitesi 10 derece altında olan 75 hastanın 71inde Flynn kozmetik kriteri mükemmel ve 4 tanesinde iyi olarak bulunmuştur. İki grup arasında istatistiksel inceleme yapıldığında 10 derece ve üzerinde rotasyonel deformitesi olan grupta Flynn kozmetik kriterlerinin anlamlı derecede farklı olduğu bulunmuştur($p=0,000$). Bu hastaların Baumann açı değişimine bakıldığında erken dönemde çekilen grafilerinde rotasyonel deformitesi olan çocuklarda ortalama Baumann açısı değeri $19,08\pm 4,09$ olarak bulunurken, rotasyonel deformitesi olmayan çocuklarda bu değer ortalama $21,77\pm 3,9$ derece olarak bulunmuştur. İki grup arasında ki farkın anlamlı olduğu görüldü($p=0,025$). Rotasyonel deformitesi olan hastalarda dominant taraf tutulumu ve kırık ekstremite tarafı incelendiğinde rotasyonel deformitesi olmayan grupla karşılaştırıldığında anlamlı olarak dominant ekstremite ($p=0,024$) ve sağ taraf ($p=0,031$) tutulumu olduğu görüldü.

Hastalarımızın son muayenede Baumann açı ölçümleri kırık ekstremitesine çektirilen direkt AP dirsek grafilerinden ölçüldü ve ortalama $21,38\pm 4,02$ derece olarak bulundu.

Flynn kriterlerine göre opere edilen hastalar incelendiğinde kozmetik sonuçlar açısından 80 (%90,9) hasta mükemmel, 5 (%5,7) hasta iyi, 3 (%3,4) hasta orta olarak değerlendirildi. Fonksiyonel sonuçlar incelendiğinde 81 (%92) hasta mükemmel, 7 (%8) hasta iyi olarak değerlendirildi. Hastalarımızın Flynn tarafından tanımlanan kozmetik ve fonksiyonel kriterlere göre incelemesi yapıldığında bu kriterlerin ameliyatta kullanılan K teli sayısı ve cinsiyet ile değişim göstermediği, sadece Flynn kozmetik kriterlerine göre inceleme yapıldığında ameliyat sonrası erken dönemde bulunan rotasyonel deformite varlığından etkilendiği görülmüştür.

		Pin Sayısı		χ^2	P
		2 (n=48)	2'den fazla (n=40)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	44(91,7)	36(90)	0,611	0,736
	İyi	3(6,3)	2(5)		
	Orta	1(2,1)	2(5)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	43(89,6)	38(95)	0,874	0,448
	İyi	5(10,4)	2(5)		

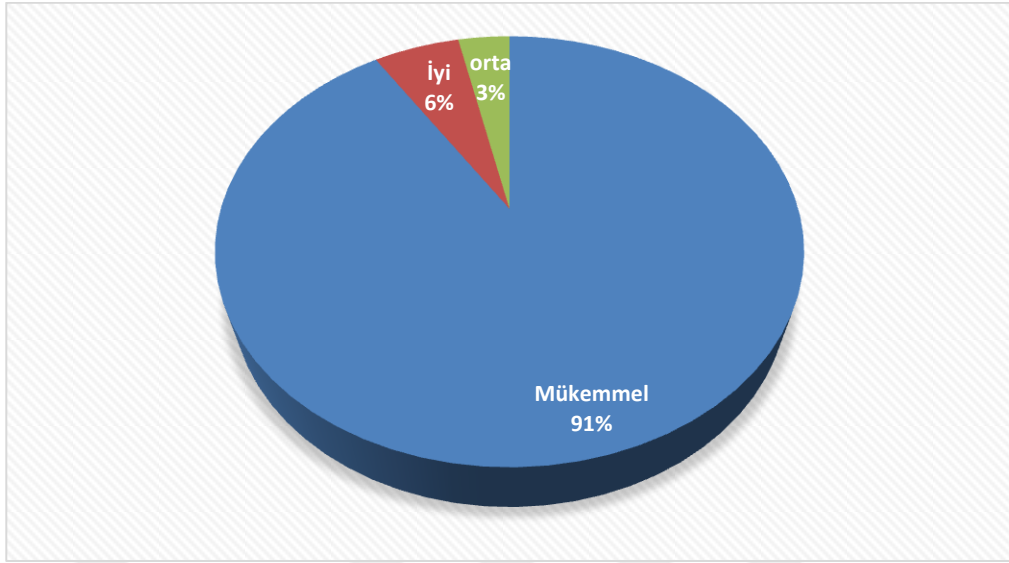
Tablo 17:Flynn kriterleri ile Pin sayısının incelenmesi

		Cinsiyet		χ^2	Erkek (n=56)
		Erkek (n=56)	Kız (n=32)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	52(92,9)	28(87,5)	1,283	0,526
	İyi	2(3,6)	3(9,4)		
	Orta	2(3,6)	1(3,1)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	51(91,1)	30(93,8)	0,2	0,655
	İyi	5(8,9)	2(6,3)		

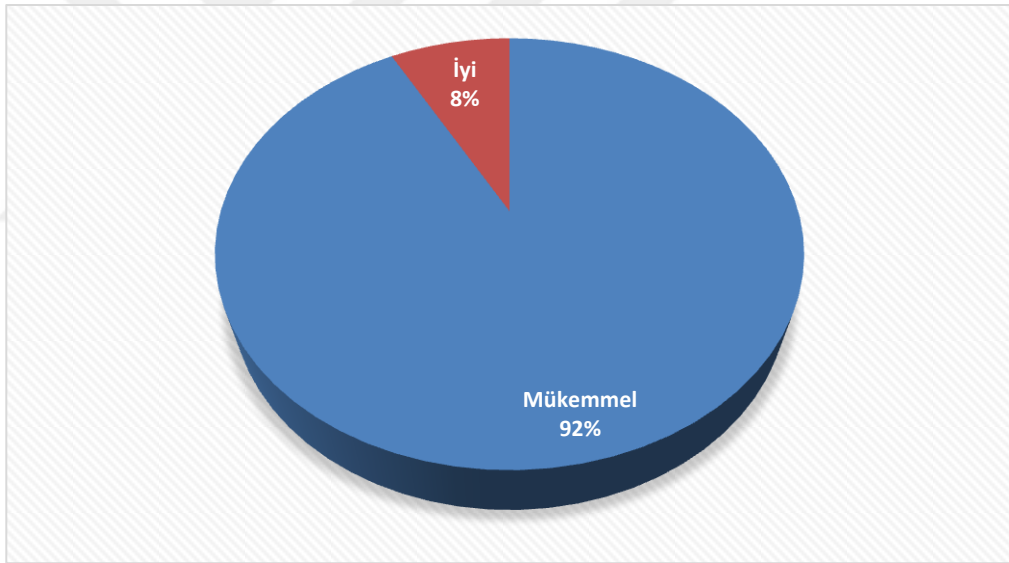
Tablo 18:Flynn kriterleri ile cinsiyet dağılımının incelenmesi

		Rotasyon Varlığı		χ^2	P
		Var (n=13)	Var (n=13)		
Flynn Kozmetik Değerlendirme	Mükemmel	9(69,2)	71(94,7)	18,205	0,000
	İyi	1(7,7)	4(5,3)		
	Orta	3(23,1)	0(0)		
Flynn Fonksiyonel Değerlendirme	Mükemmel	11(84,6)	70(93,3)	1,15	0,284
	İyi	2(15,4)	5(6,7)		

Tablo 19:Flynn kriterleri ile operasyon sonrası erken dönemde ölçülen rotasyonel deformite derecesinin incelenmesi

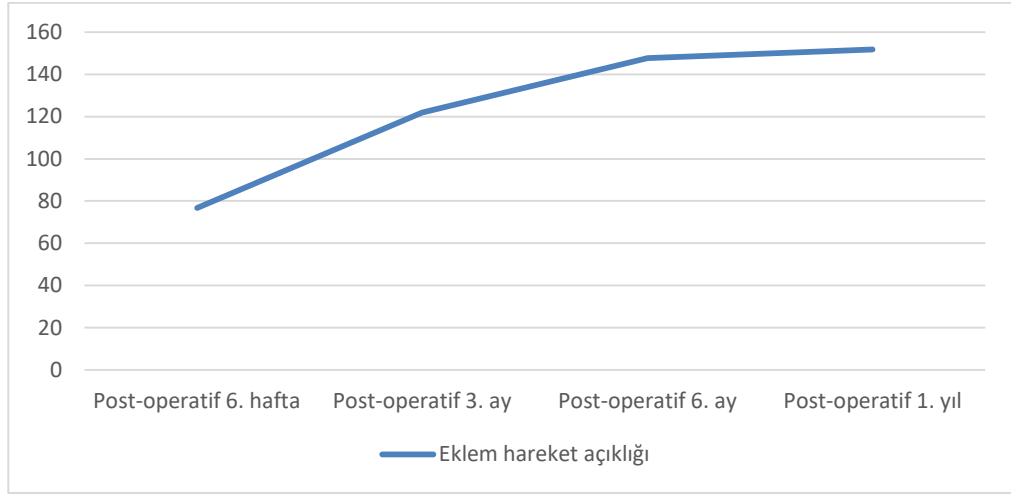


Grafik 6: Flynn kozmetik kriterlerinin dağılımı.



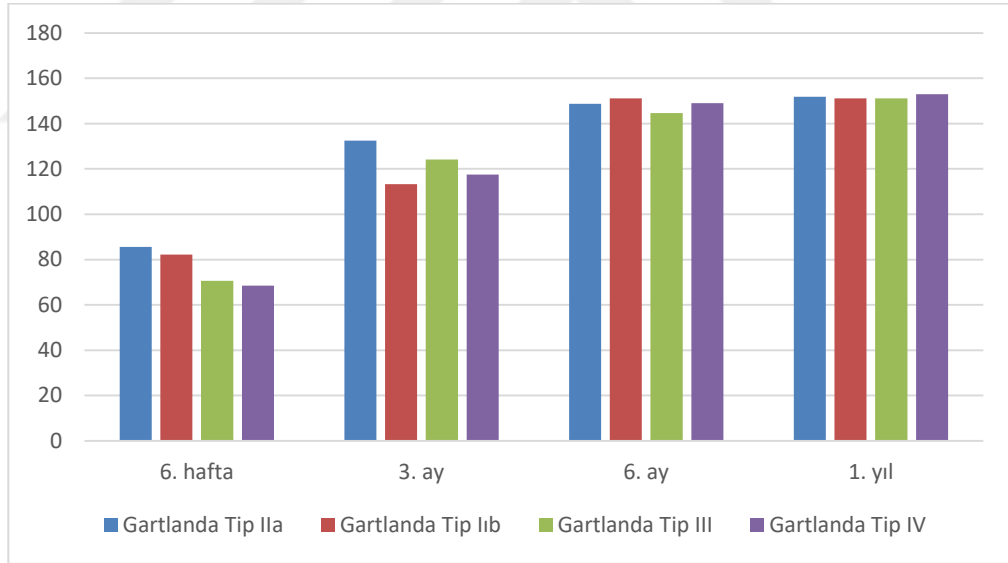
Grafik 7: Flynn fonksiyonel kriterlerinin dağılımı.

Ameliyat edilen 88 hastalarımızın kayıtları post-operatif 6. hafta, 3. ay, 6. ay ve 1. yıllarındaki eklem hareket açıklıkları sistem kayıtlarından incelendiğinde düzenli olarak maueyeneye gelen ve eklem hareket açıklığı ölçümleri düzenli olarak kayıt altına alınan 44 hasta olduğu gözlemlendi.



Grafik 8:Ameliyat sonrasında eklem hareket açıklığının dönemsel incelenmesi

Ortalama olarak $4,1\pm 0,8$ haftada hareket başladığı, postoperatif 6. haftada ortalama $78,84\pm 22,88$ derece, postoperatif 3. ayda $123,07\pm 21,08$ derece, postoperatif 6. ayda $147,59\pm 7,27$ derece ve postoperatif 1. yılda $152,31\pm 4,52$ dereceye ulaştığı görüldü.



Grafik 9:Ameliyat sonrasında eklem hareket açıklığının Gartland tiplerine göre muayene tarihlerine göre incelenmesi

Kırık tipinin muayene tarihlerine göre eklem hareket açıklığına etkisi incelendiğinde kırık tipi arttıkça eklem hareket açıklığının 6. hafta ve 3. ay kontrolünde hafif derecede olumsuz etkilendiği, ancak 6. ay ve 1. yıl kontrollerinde hareketlerin benzer hale geldiği görülmüştür.

Hastaların kayıtları incelendiğinde Gartland Tip IV kırık nedeniyle ameliyat edilen bir kız hasta ile Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilen bir erkek hasta olmak üzere 2 hastanın ameliyat öncesinde radial nabızlarının alınmadığı görüldü. Bu iki hastanın kapiller dolumunun mevcut olması ve iskemi bulguları olmaması nedeniyle cerrahi eksplorasyon yapılmamıştı. Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilen bir kız ve bir erkek 2 hastada median sinir arazı olduğu görüldü. Nörolojik ve vasküler yaralanması olan dört hastanın ameliyat sonrası dönemde tam düzelme gösterdiği görülmüştür. Gartland Tip Ila kırık nedeniyle lateralden iki adet ve medialden bir adet K teli kullanılarak osteosentez sağlanan bir hastada ameliyat sonrasında ulnar sinir arazı geliştiği görüldü. Bu hastamızda medialden gönderilen tel çekilmiş ve takiplerinde ulnar sinir arazı spontan gerilemiştir.

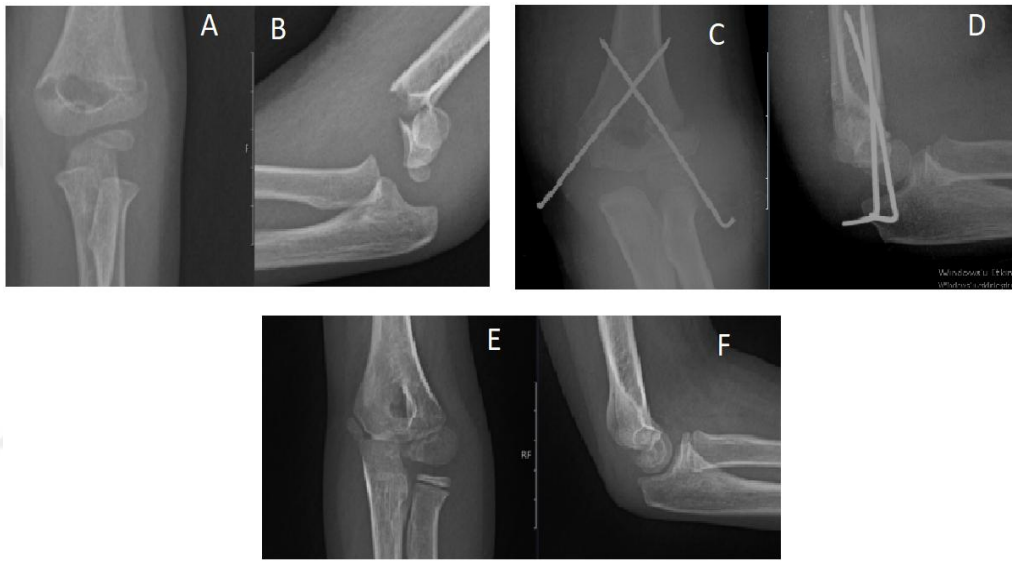
Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilen bir hastada ise ameliyat sonrasında eklem hareket kısıtlılığı nedeniyle fizik tedavi alma sonrasında heterotopik ossifikasyon geliştiği gözlenmiştir. Hastamızın son muayenesinde Flynn kozmetik skoru iyi olarak bulunurken fonksiyonel skoru mükemmel olarak bulundu. Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen grafisinde yapılan rotasyonel deformite incelemesinde 20 derece rotasyonel deformite olduğu gözlemlendi. Rezidüel sagittal plan deformitesi incelendiğinde %66dan fazla deformitesinin olduğu gözlemlendi.

Ameliyat edilen 88 hastanın 16 (%18,2) tanesinde pinler operasyon sonrasında gömülmüş ve 72 (%81,8) hastada ise cilt dışında bırakılmış ve gün aşırı pansuman ile takip edilmiştir. Pin uçları dışarıda bırakılan hastaların 3 tanesinde medial taraf pinlerde, 1 hastada ise lateral pin dibinde grade 1 enfeksiyon izlenmiş olup oral antibiyoterapi ve pansuman takibiyle tedavi edilmiştir.

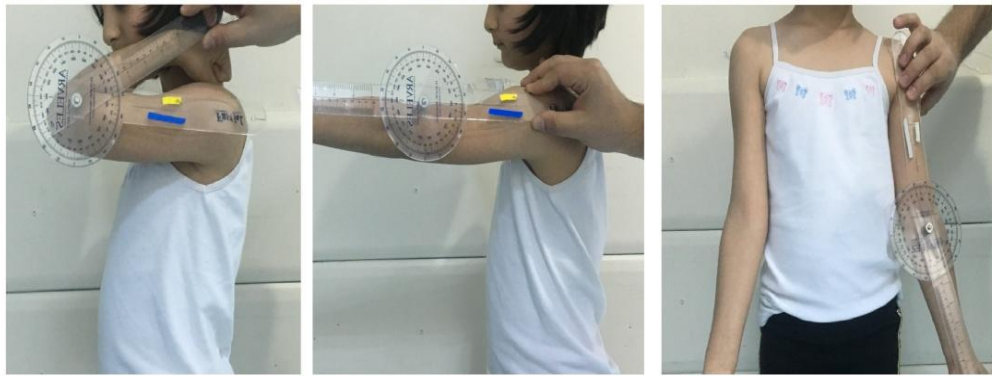
6. OLGU ÖRNEKLERİ

OLGU 1:

S.B. 8 yaşında kız hasta bisiklet sürerken düşme sonrasında Gartland Tip III suprakondiler humerus kırığı nedeniyle kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yapılarak ameliyat edilmişti. Hastamızın takip süresi 5 yıl.



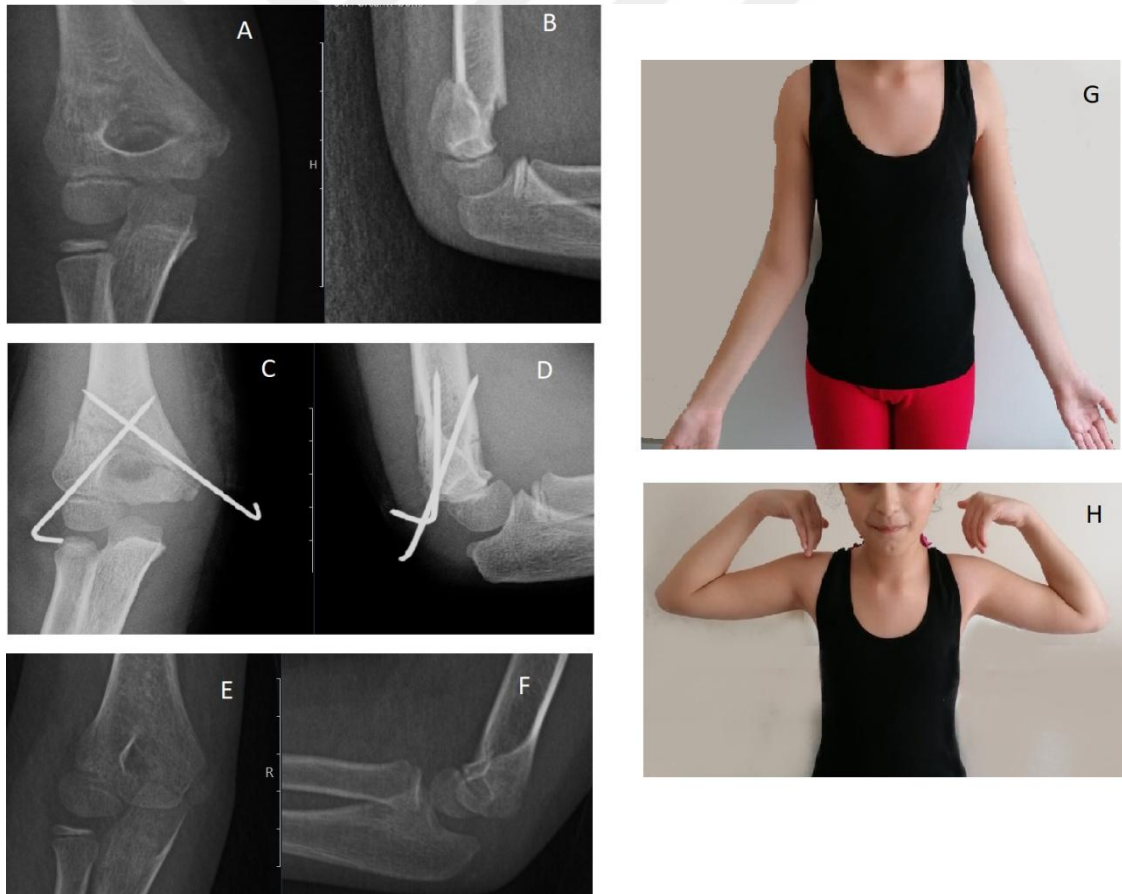
Şekil 20: A) Ameliyat öncesinde AP dirsek grafisi, B) Ameliyat öncesinde lateral dirsek grafisi, C) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek AP grafisi D) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek lateral grafisi, E) Son kontrolde çekilen dirsek AP grafisi, F) Son kontrolde çekilen dirsek lateral grafisi,



Şekil 21: Son kontrolde hastanın eklem açıklığını ve taşıma açısını gösteren klinik fotoğraf

OLGU 2:

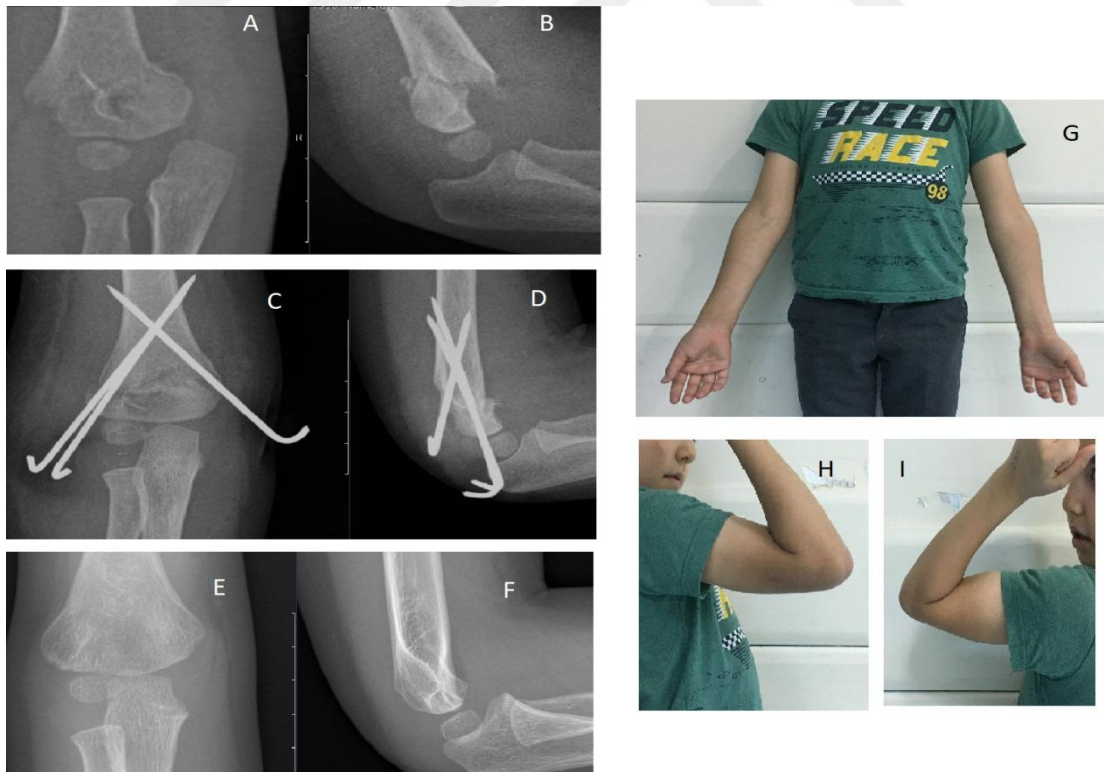
B.Y. 8 yaşında kız hasta. Bisiklet sürerken düşme sonrasında Gartland Tip Ila suprakondiler humerus kırığı nedeniyle kapalı redüksiyon sonrasında lateralden 1 adet ve medialden 1 adet K teli ile osteosentez sağlandı. Travma sonrası 12. Saatte ameliyata alınan hastamızın cerrahi süresi 60 dk olarak kayıt edilmiştir.. Ameliyat sonrası 4. Haftada hareket başlanan hastamızın pinleri osteosentezin 6. haftasında çekilmiştir. Rezidüel sagittal plan deformitesi ölçüldüğünde %33den az olduğu görülmüştür. Flynn tarafından tanımlanan kozmetik ve fonksiyonel skorlaması mükemmel olarak bulundu. Hastamızın takip süresi 2 yıl.



Şekil 22: A) Ameliyat öncesinde AP dirsek grafisi, B) Ameliyat öncesinde lateral dirsek grafisi, C) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek AP grafisi D) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek lateral grafisi, E) Son kontrolde çekilen dirsek AP grafisi, F) Son kontrolde çekilen dirsek lateral grafisi, G) Son kontrolde taşıma açısını gösteren klinik fotoğraf, H) Son kontrolde dirsek fleksiyonunu gösteren klinik fotoğraf

OLGU 3:

M.A.A. 5 yaşında erkek hasta. Römorktan düşme sonrasında sol dirseğinde Gartland Tip IIB suprakondiler humerus kırığı nedeniyle kapalı redüksiyon sonrasında lateralden 2 adet ve medialden 1 adet K teli ile osteosentez sağlandı. Travma sonrası 3. Saatte ameliyata alınan hastamızın cerrahi süresi 45 dk olarak kayıt edilmiştir. Ameliyat sonrası 4. Haftada hareket başlanan hastamızın pinleri osteosentezin 6. haftasında çekilmiştir. Rezidüel sagittal plan deformitesi ölçüldüğünde %33den az olduğu görülmüştür. Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen grafisinde rotasyonel deformitesi 30 derece olarak bulunmuştur. Son muayenede McRae yöntemine göre taşıma açısı ölçüldüğünde iki taraf arasında 13 derecelik fark bulunmuştur. Flynn tarafından tanımlanan kozmetik skoru orta olarak değerlendirilmiştir. Flynn fonksiyonel skorlaması mükemmel olarak bulundu. Hastamızın takip süresi 3 yıl.



Şekil 23: A) Ameliyat öncesinde AP dirsek grafisi, B) Ameliyat öncesinde lateral dirsek grafisi, C) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek AP grafisi D) Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen dirsek lateral grafisi, E) Son kontrolde çekilen dirsek AP grafisi, F) Son kontrolde çekilen dirsek lateral grafisi, G) Son kontrolde taşıma açısını gösteren klinik fotoğraf, H) Son kontrolde sağlam dirsek fleksiyonunu gösteren klinik fotoğraf, I) Son kontrolde kırık dirseğin fleksiyonunu gösteren fotoğraf

7. TARTIŞMA

Suprakondiler humerus kırıkları çocuklarda en sık 5-7 yaş arasında görülmektedir(1, 2, 98). Çalışmamıza dahil olan hastaların yaşları 1 ile 13 arasında değişmekle birlikte ortalama yaş $6,02 \pm 2,8$ yıl olarak bulunmuştur. Yaş ortalaması ve dağılımı literatürle uyumlu olarak bulunmuştur. Bu yaş ortalaması da Cheng ve ark. tarafından yapılan 403 hastanın incelendiği epidemiyolojik çalışmada ve Yıldırım ve ark. tarafından yapılan çalışmada bulunan sonuçla benzerlik göstermektedir(2, 60).

Çalışmamızda cinsiyetlere göre dağılım yapıldığında erkek çocukların yaş ortalaması $6,5 \pm 2,8$ yıl, kız çocukların yaş ortalaması $5,1 \pm 2,7$ yıl olarak bulunmuştur ve aralarındaki fark anlamlı olarak bulunmuştur. LiBrizzi ve ark. ile Patel ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda da benzer bir sonuç bulunmuş ve bu durum kız çocukların erkek çocuklara göre iskelet maturasyonun daha erken dönemde olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir(99, 100).

Literatürde bazı yayınlarda kız ve erkek çocuklar arasında orantısal olarak farklılık olmadığını bildiren yayınların (44, 101, 102) yanısıra birçok epidemiyolojik çalışmada erkek çocuklarda daha sık suprakondiler humerus kırığı geçirdiği görülmektedir (1, 2, 18, 63, 103, 104). Bizim çalışmamızda incelenen 88 hastanın 32 (%36,4) tanesi kız, 56 (%63,6) tanesi erkek hastadır. Erkek cinsiyetin orantısal olarak daha fazla olmasının erkek çocuklarının fiziksel olarak daha aktif olması ve ev dışında daha fazla oyun oynamalarına bağlı olabileceği düşünülmektedir(2).

Suprakondiler humerus kırıklarının sol dirsekte ve dominant olmayan ekstremitede daha sık görüldüğü literatürde bildirilmiştir(1, 2, 60, 63, 102, 105). Hastalarımızın dağılımı incelendiğinde 58 (%65,9) hastanın dominant olmayan ekstremitelerinden kırık geçirdiği ve dominant olmayan ekstremitede kırık görülme oranının anlamlı olarak yüksek olduğu ($p=0,008$) bulunmuştur. Klasik olarak suprakondiler humerus kırığı açık el üzerine düşme sonrasında oluştuğu bilinmektedir. Dominant olmayan ekstremitelerin fazla olması bir çok yayında travma anında

korunma amacıyla dominant olmayan ekstremitenin kullanılması nedeniyle olduğu belirtilmiştir(4).

Çocukların daha aktif oyun oynadıkları ve daha fazla ev dışarısında buldukları yaz mevsiminde ve sıcak günlerde suprakondiler humerus kırıkları daha sık görülmektedir(25, 30, 106, 107). Hastalarımızın başvuru tarihlerini mevsimsel olarak incelediğimizde 88 hastanın 35 (%39,8) tanesi yaz mevsiminde meydana geldiği görülmüştür. Sinikumpu ve ark. tarafından yayımlanan bir çalışmada sıcak ve kuru günlerde ev dışı aktivitelerin artmasına bağlı olarak suprakondiler humerus kırıklarının daha sık geliştiği bildirilmiştir(107).

Suprakondiler humerus kırıklarının %96 ile %98 arasında ekstansiyon tipi kırıklar olduğu bildirilmiştir (108). Ekstansiyon tipi kırıklar Gartland tarafından yapılan ilk sınıflandırmada üç tipte incelenmiştir(61). Bu sınıflamaya göre Tip I kırıklar deplasman göstermezler, Tip II kırıklar deplase kırıklardır ancak posterior korteks intakttır, Tip III kırıklarda kortikal devamlılık bozulmuş ve tamamen deplase olan kırıklardır(108). Leitch tarafından orijinal Gartland sınıflandırmasına yeni bir grup eklenmiştir. Tip IV kırıklar anterior ve posterior periostun yüksek enerjili travmaya veya aşırı redüksiyona zorlanmasına bağlı olarak tamamen kopması sonucunda oluşan mutlak instabil olan kırıklardır(62).

Çalışmamıza dahil olan hastaların 23 (%26,1) tanesi Tip IIa, 15 (%17) tanesi Tip IIb, 39 (%44,3) tanesi Tip III ve 11 (%12,5) tanesi Tip IV kırıklardır. Kırık tiplerinin nitel değerler ile incelemesi yapıldığında Gartland Tip III ve Tip IV kırıklarda Gartland Tip IIa ve Tip IIb kırıklara göre daha fazla rezidüel sagittal plan deformitesi görüldüğü gözlemlendi (p=0,004). Ayrıca rezidüel sagittal plan deformitesi %33den az ve %33den fazla olmak üzere iki gruba ayrılarak incelendiğinde benzer şekilde daha şiddetli kırık tiplerinde deformitenin daha fazla olduğu gözlemlendi. Bu durumun posterior periosteal destek ve bu bölgede bulunup humerus distalinin beslenmesini sağlayan anastomozların yaralanması nedeniyle olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kırığın şiddetiyle ameliyata alınma zamanı arasındaki ilişki incelendiğinde Tip III ve Tip IV kırıkların daha erken ameliyata alındığı görülmüştür. Abzug ve ark tarafından yapılan bir çalışmada daha şiddetli travma geçiren çocuklarda yumuşak doku şişliğinin daha fazla olması, kompartman sendromu gelişme riskinin yüksek olması ve uygun redüksiyonun sağlanmasının güç olması nedeniyle daha erken operasyona alınması gerektiği bildirilmiştir(41).

Çalışmamızda Gartland tipiyle yaş ilişkisine bakıldığında Gartland Tip IV kırıkların diğer tiplere göre daha ileri yaşta olduğu görülmüştür ($p=0,000$). Abbott ve ark, Fletcher ve ark ile Farnsworth ve ark tarafından yapılan çalışmalarda 4 yaşından sonra kırık görülen çocukların daha yüksek enerjili travmalara maruz kaldığını bunun da daha şiddetli kırık tipleri ve eşlik eden komplikasyonlarda artışa neden olduğunu bildirmişlerdir(44, 108, 109).

Son muayenede çektilen lateral grafiiler esas alınarak yapılan ölçümlerde Gartland Tip III kırığı olan hastalarda humerokapitellar açı değerlerinin Tip IIa kırıklara göre daha yüksek olduğu ($p=0,010$), lateral humerokapitellar açı değerlerinin ise Tip III kırıklarda daha düşük olduğu ($p=0,017$) görüldü. Bu sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında arasında ilişki bulunmadı. Bunun nedeni olarak da küçük çocuklarda kapitellum ossifikasyon merkezinin gelişiminin azlığına bağlı olarak oluşan ölçüm farklılığı olabileceği düşünöldü(33).

Çalışmamıza dahil edilen hastaların kırık tipiyle eklem hareket açıklığı arasında ki ilişkiye bakıldığında Gartland Tip IV kırığı olan hastaların son muayenelerinde ki eklem hareket açıklıklarının diğer gruplara göre daha iyi olduğu görülmüştür ($p=0,012$). Gartland Tip IV kırık nedeniyle ameliyat edilen hastaların özelliklerine bakıldığında bu hastaların sağlam dirseklerinin eklem hareket açıklıklarının daha fazla olduğu, yaş ortalamalarının daha yüksek olduğu ($p=0,000$) ve diğer hastalara göre daha erken hareket başladığı görülmüştür ($p=0,046$). Bu sonuçlarla birlikte değerlendirildiğinde yaşlarının daha büyük olması nedeniyle hareket başladıktan sonra tariflenen egzersizlere uyum kapasitesinin daha fazla olması, daha erken hareket başlanmış olması

ve bazal açıklıklarının yüksek olmasının eklem hareket açıklığı ortalamasının daha iyi olmasına etki ettiğini düşünmekteyiz.

Kırığın şiddetiyle taşıma açısı değerlendirilmiş olup Gartland Tip IV kırığı olan hastalarda ortalama taşıma açısı $8,27 \pm 1,68$ derece olarak diğer gruplara göre daha yüksek olarak bulunmuştur ($p=0,021$). Bunun nedeni olarak Taşıma açısıyla ilgili olarak Biradar ve ark ile Balasubramanian ve ark tarafından yapılan çalışmalarda taşıma açısının 15 yaşa kadar erkeklerde yıllık 0,42 derece kızlarda 0,6 derece arttığı gösterilmiştir(110, 111). Ancak bu hastaların sağlam dirseklerine bakıldığında ortalama taşıma açısı değerlerinin $8,27 \pm 1,74$ derece olduğu görülmüştür. Kırık tipi daha yüksek olan hastalarımızın yaşlarının daha yüksek olması dolayısıyla oluşacak olan artışa ve sağlam ekstremitede olan bazal taşıma açısının yüksek olmasına bağlamaktayız.

Travmanın oluşu ile operasyona alınma arasındaki sürenin ameliyatın tipi, ameliyatın süresi, ameliyat sonrasında komplikasyonlar üzerine etkileri literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Yıldırım ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada travmanın oluşundan operasyona kadar geçen süre ortalama 32 saat olarak bulunmuş ve her 5 saatlik gecikmenin açık redüksiyona geçilme riskini 4 kat artırdığını bildirmişlerdir(60). Leet ve ark. ile Mehlman ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda ortalama ameliyata alınma süresi 11,5 saat olarak bulunmuş ve iki çalışmada da komplikasyonlar açısından farklılık bulunmamıştır(64, 112). Hastalarımızın ortalama ameliyata alınma süresi 0 ile 4 gün arasında değişmekteydi ve ortalama $9,1 \pm 12,05$ saat olarak bulundu.

Hastalar 8 saatten önce ameliyat olanlar ve 8 saatten sonra ameliyat olanlar şeklinde iki gruba ayrılarak incelendiğinde 57 (%64,7) hastanın ilk 8 saatte, 31 (%35,3) hastanın ise 8 saatten daha sonra ameliyat edildiği görüldü. İlk 8 saat içerisinde ameliyata alınan hastalarda cerrahi süre ortalama $47,81 \pm 19,39$ dakika iken 8 saatten sonra alınan hastalarda ortalama cerrahi süre $64,19 \pm 32,89$ olarak bulundu. Bu iki sonuç arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,004$). Bu farklılığın geç başvuru veya tanıda geç kalınması durumunda dirsekte oluşacak şişlik ve kontraksiyona bağlı olarak redüksiyonun zorlaşması nedeniyle olduğu düşünülmektedir (60, 64).

Cerrahi süre uzamış olsa da uygun redüksiyonun elde edilmesine bağlı olarak hastalarımızda Flynn kozmetik ve fonksiyonel kriterleri, rezidüel sagittal plan deformitesi varlığı, pin konfigürasyonu ve sayısı açısından farklılık izlenmedi ve literatürle uyumlu olarak bulundu(113).

Suprakondiler humerus kırıklarında tedavinin amacı anatomik redüksiyonun sağlanması, stabil yapı elde edilmesi ve ameliyat sonrası dönemde deformite gelişiminin önlenmesidir(114). Tedavide en önemli konulardan biri pin konfigürasyonudur. Brauer ve Zions tarafından yapılan çalışmalarda torsiyonel kuvvetlere karşı en dirençli konfigürasyonun çapraz pinleme olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmalarda çapraz pinlemenin lateral paralel pinlemeden %37, lateral diverjan pinlemeden %80 daha stabil olduğu bildirilmiştir(115). Redüksiyon kaybı riskinin çapraz pinleme yapılan hastalarda yaklaşık %50 daha az olduğu bildirilmiştir(116). Skaggs tarafından lateral pin konfigürasyonunun değerlendirildiği bir çalışmada da tekniğine uygun olarak uygulandığında stabilite konusunda yetersizlik olmadığı bildirilmiştir(117). Aynı şekilde Yousri ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada lateral ve çapraz pin konfigürasyonları incelenmiş ve her iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır(118). Literatürde çapraz pin konfigürasyonu uygulanan hastalarda ulnar sinir hasarı riskinin daha yüksek olması nedeniyle konfigürasyon konusunda tartışma devam etmektedir. Woo ve ark tarafından 125 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada medial pin gönderilirken dirseğin yaklaşık 45 derece fleksiyona alınması ve cerrahın bir ile ulnar siniri posteriora ekarte ettiği yöntemle herhangi bir ulnar sinir yaralanması görülmediği bildirilmiştir(119). Ulnar sinir dirsek hafif ekstansiyona alındığında posteriora sublukse olacak ve posteriora sağıldığında yaralanma olasılığı azalacaktır.

Hastalarımızın tamamı çapraz pin konfigürasyonu ile opere edilmiştir. 48 hastaya lateral ve medialden birer adet; 33 (%37,5) hastaya lateralden 2 ve medialden 1 adet; 7 (%8) hastaya ise medial ve lateralden ikişer adet K teli gönderilmiştir. Bir hastada ameliyat sonrası dönemde ulnar sinir arazı geliştiği ve spontan remisyon gözlenmiştir. Ulnar sinir arazının tüm vakalarda çapraz pin konfigürasyonu kullanılmasına karşın sadece 1 hastada görülmesini hastalarımız opere edilirken lateralden gönderilen K telini takiben dirseği hafif ekstansiyona alıp ulnar siniri

posteriora ekarte ederek medial teli gönderdiğimiz klinik tecrübeye bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Zamzam ve ark. ile Afaque ve ark. tarafından yapılan pin sayısı ve konfigürasyon farklılıklarının incelendiği bir çalışmada iki lateral pin gönderilmesinin Gartland Tip II hastalar için uygun olduğu ancak Gartland Tip III hastalarda uygun olmadığı belirtilmiştir(120, 121). Pin sayısının incelendiği diğer çalışmada lateral konfigürasyon yapılan hastalar incelenmiş ve eğer yeterli stabilite elde edilemezse medial pin veya lateralden üçüncü pin gönderilmesi gerekebileceği belirtilmiştir.(114, 116, 122, 123)

Hastalar gönderilen pin sayısına göre iki pin gönderilen hastalar Grup 1 ve ikiden daha fazla tel gönderilen hastalar Grup 2 olacak şekilde iki gruba ayrılarak incelendiğinde hastaların 48 (%54,5) tanesi Grup 1, 40 (%45,5) tanesi Grup 2 içerisine dahil edildi. Grup 1’de yaş ortalaması $5,46 \pm 3$ yıl, Grup 2’de yaş ortalaması $6,71 \pm 2,61$ yıl olarak bulundu. Grup 2’nin yaş ortalaması anlamlı olarak yüksek bulundu($p=0,039$). Literatür incelendiğinde ameliyat içerisinde hastanın hem yaşının hem de humerusun distalinin büyüklüğüne ve bağlı cerrahlar tarafından pin sayısının fazla kullanıldığını belirten yayınlar mevcuttu(69, 123-125). İki grup pin çekme zamanı ve hareket başlama zamanı açısından karşılaştırıldığında tüm hastaların ortalama pin çekme süresi $6,17 \pm 1,26$ hafta olarak bulundu. Grup 1’de pin çekme zamanı ortalama $5,79 \pm 1,17$ hafta iken Grup 2’de $6,63 \pm 1,23$ hafta olarak bulundu. Grup 2’de bu süre anlamlı olarak yüksek bulundu($p=0,002$). Hastaların ortalama pin çekme zamanı literatürle uyumlu olarak bulundu(126-128). Her iki grup hareket başlama zamanı açısından değerlendirildiğinde genel ortalama $4,1 \pm 0,8$ hafta olarak bulundu. Grup 1’de hareket başlama zamanı ortalama $3,94 \pm 0,43$ hafta olarak bulunurken Grup 2’de $4,3 \pm 1,07$ hafta olarak bulundu. Grup 2’de hareket başlama zamanı anlamlı olarak yüksek olarak bulundu($p=0,034$). Hareket başlama zamanı literatür ile uyumlu olarak bulundu. Grup 2’de hem hareket başlama zamanının hem de tellerin çekilme zamanının yüksek olmasının nedeni olarak bu hastaların yaşlarının büyük, kırık tiplerinin yüksek olması nedeniyle stabilizasyonun zor sağlanması neticesinde redüksiyon kaybı riskinin azaltılması olduğu düşünülmektedir. Pin sayısı ile eklem hareket açıklığı, Gartland

tipleri, ameliyata kadar geçen süre, ameliyat süresi, eşlik eden nörovasküler yaralanmalar, Flynn kriterleri arasında anlamlı farklılık bulunmadı.

Yakın zamanda Silva ve ark. tarafından yapılan, minimum 8 haftalık takibi olan 1107 Tip II suprakondiler humerus kırığı hastasının incelendiği bir çalışmada; lateral grafi temel alınarak yapılan deformite ölçümünün eklem hareket açıklıklarına olan etkisi incelenmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastaların %10,2'sinde residüel deformite izlenmiştir. Deformite oluşan hastalarla olmayan hastalar karşılaştırıldığında eklem hareket açıklığı arasında 4 derece altında fark olduğu görülmüştür(38). Simanovsky ve ark. tarafından yapılan çalışmada 223 hasta incelenmiş, 30 hastada sagittal plan deformitesi saptanmış ve bu hastaların 8 tanesi kapalı redüksiyon sonrasında perkütan pinleme yapılmış olan hastalardır(129). Kurer ve ark. tarafından yapılan diğer çalışmada residüel sagittal plan deformitesine bağlı olarak total eklem hareket açıklığından ziyade yapılan fleksiyon miktarında kısıtlılık olduğunu bildirmişlerdir(18, 129). Bizim çalışmamızda kontrol muayenesinde çekilen lateral dirsek grafipleri değerlendirildiğinde hastalarımızın 71 tanesinde normal ve hafif düzeyde rezidüel sagittal plan deformitesi saptandı. 17 (%19,3) hastada orta ve ileri düzeyde sagittal plan deformitesi olduğu gözlemlendi. Bu sonuç literatüre göre hafif derecede yüksek olarak bulundu. Literatürde rezidüel sagittal plan deformitesinin incelendiği yayınların Gartland Tip I ve Tip II kırıklar incelenmesine karşın çalışmamıza dahil edilen 88 hastanın 50 tanesi Gartland Tip III ve Tip IV hastalardan oluşmaktaydı. Literatüre oranla daha yüksek rezidüel sagittal plan deformitesi oluşmasının nedeninin daha şiddetli kırıkların bulunduğu serimize bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Rezidüel sagittal plan deformitesi derecesi %33'den az ve %33'den fazla olmak üzere iki gruba ayrılıp istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında Gartland Tip IIa ve Tip IIb olan hastalarda deformitenin daha az olduğu görüldü ($p=0,008$). Literatürde bu konuyla ilgili bir kayıt bulunmadı ve bu sonuç travma sonrasında posterior periost desteğinin kaybının ve travmanın şiddetinin etkili olabileceğini düşündürmüştür.

Rezidüel sagittal plan deformitesi ile pin sayısı arasında ki ilişki incelendiğinde ikiden fazla pin gönderilen hastalarda anlamlı olarak orta ve ileri düzeyde sagittal plan

deformitesi geliştiği görülmüştür($p=0,019$). Stabilitenin daha zor sağlandığı hastalarda posterior periosteal desteğin kaybı ve redüksiyonun sağlanması için uygulanan manipülasyonlar nedeniyle fizde görülecek mikrotravmaların deformiteye yatkınlık oluşturabileceği düşünülmüştür.

Rezidüel sagittal plan deformitesi ile kırık ekstremite arasında ilişki incelendiğinde sağ dirseğinden kırık geçiren çocuklarda %66'dan daha fazla sagittal plan deformitesi geliştiği görüldü ($p=0,035$). Literatür incelendiğinde bu konuyla ilgili bir veri bulunamadı. Bu sonuç haricinde bakılan dominant ekstremite tutulumu, yaş ve cinsiyet ile arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu sonuçla alakalı daha geniş seriler üzerinde yapılacak bir çalışmaya ihtiyaç olacağını düşünmekteyiz.

Suprakondiler humerus kırıklarının cerrahi tedavisi sonrasında eklem hareket açıklığının ameliyattan sonraki 1 yılın sonunda 5 dereceden az kayıp olacak şekilde mükemmel sonuçlandığı bildirilmiştir(130). Zions tarafından yapılan açık redüksiyon ve pinleme ile tedavi edilmiş 42 hastanın incelendiği bir çalışma literatürde spesifik zaman dilimlerinde hareketlerin incelendiği tek çalışma olup cerrahi sonrasında 6. haftada 72 derece, 12. haftada 35 derece ve 1. yıl sonunda 5 derece kayıp olduğu bulunmuştur(130). Çalışmamıza dahil edilen 88 hastanın kayıtları incelendiğinde 44 hastamızın 6. hafta, 3. ay, 6. ay ve 1. yıl kontrollerine düzenli gelmiş olduğu gözlemlendi. Eklem hareket açıklıkları 6. haftada $78,84 \pm 22,88$ derece, 12. haftada $123,07 \pm 21,08$ derece, 6. ayda $147,59 \pm 7,27$ derece ve 1. yıl sonunda $152,31 \pm 4,52$ derece olarak bulunmuştur. Ayrıca 88 hastamızın son kontrollerinde yapılan muayenesinde kırık tarafta eklem hareket açıklığı $155,17 \pm 4,25$ derece, sağlam tarafta $156,02 \pm 4,37$ derece olarak bulundu. Bu değerler göz önüne alındığında eklem hareket açıklıklarında görülen kayıpların muayene tarihlerine göre değerlendirildiğinde Zions tarafından yapılan çalışmayla uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Taşıma açısı değişimleri suprakondiler humerus kırıklarının uzun dönem sonuçlarının değerlendirilmesinde kozmetik sonuçları etkileyen bir durumdur. Genellikle kubitüs varus gelişimiyle birliktelik gösterir. Kubitüs varus insidansı suprakondiler humerus kırıklarının tedavisinde modern yöntemlerin kullanılmaya

başlamasıyla birlikte %3lere kadar gerilemiştir(1, 44). Literatür incelendiğinde Flynn tarafından yayınlanan bir çalışmada ortalama 6,2 derecelik değişim bulunmuştur(98). Mehserle tarafından 33 hastanın incelendiği bir seride ise 2 hastada 10 derece ve üzerinde kayıp bildirilmiştir(131). Haddad ve ark tarafından yapılan bir çalışmada ise taşıma açısı değerleri bilateral normal olarak bulunmuştur(132). 88 hastamıza son muayenede Mc Rae yöntemine göre taşıma açısı ölçümleri yapıldığında 2 hastada 10 derece üzeri, 4 hastada 6-10 derece, 33 hastada 5 derece ve altında değişim olduğu gözlemlendi. Genel ortalamaya bakıldığında ise kırık taraf taşıma açısı $7,2\pm 3,13$ derece, sağlam taraf taşıma açısı $7,83\pm 2,46$ derece olarak bulundu. Bu değerler literatür ile karşılaştırıldığında uyumlu olarak bulunmuştur. Taşıma açısı değişimleri incelendiğinde cinsiyet ve Gartland tipleriyle arasında anlamlı ilişki olduğu gözlemlendi. Son muayenede ölçülen taşıma açısı değeri erkek hastalarda $6,61\pm 3,25$ derece olarak bulunurken, kız hastalarda $8,25\pm 2,64$ derece olarak bulunmuştur ($p=0,017$). Literatür incelendiğinde kız çocukların anatomik yapıları ve ligamentöz laksiteleri dolayısıyla taşıma açısı değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (110, 133). Gartland tiplerine göre taşıma açısı incelendiğinde Gartland Tip IV kırık nedeniyle opere edilen hastaların ortalama taşıma açısı $8,27\pm 1,68$ derece olarak bulunmuştur ($p=0,021$). Gartland tipinin taşıma açısı üzerine doğrudan ilişkisi ile ilgili olarak literatürde bir çalışma bulunamamıştır. Taşıma açısıyla ilgili olarak Biradar ve ark ile Balasubramanian ve ark tarafından yapılan çalışmalarda taşıma açısının 15 yaşa kadar erkeklerde yıllık 0,42 derece kızlarda 0,6 derece arttığı gösterilmiştir(110, 111). Ayrıca bu hastaların sağlam dirseklerine bakıldığında ortalama taşıma açısı değerlerinin $8,27\pm 1,74$ derece olduğu görülmüştür. Kırık tipi daha yüksek olan hastalarımızın yaşlarının daha yüksek olması dolayısıyla oluşacak olan artışa ve sağlam ekstremitede olan bazal taşıma açısının yüksek olmasına bağlamaktayız.

Redüksiyon sonrasında rotasyonel deformite varlığının incelenmesi konusunda literatürde yapılmış sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. En yakın zamanda yapılan çalışmada Henderson ve ark. kemik model üzerinde rotasyonel deformite ile kubitüs varus ilişkisi olacağı hipotezinden yola çıkarak bir çalışma yapmışlar ve 5 derecelik rotasyonlar yaparak grafiler çekmişler ve sonucunda aldıkları ölçümleri bir formüle tatbik etmişlerdir(31). Bu çalışmanın öncesinde Lönröth ve ark.(134) ile Gordon ve

ark.(69) tarafından da çalışmalar yapılmış ancak alınan sonuçlar derece olarak sonuç vermediği için geliştirilme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Hastalarımızın ameliyat sonrası erken dönemde çekilen grafilerinde rotasyonel ölçümler Henderson tarafından tariflenen yönteme uygun olarak yapıldı. Rotasyonel deformitesi 10 derece ve altında olanlar Grup 1, 10 derece ve üzerinde olanlar Grup 2 olarak ayrıldı. Grup 1’de Flynn kozmetik kriterlerinin anlamlı derecede tatminkar olduğu ($p=0,000$) ve Baumann açısının daha düşük olduğu görüldü ($p=0,025$). Bu sonuçlarla Henderson ve ark. tarafından yapılan çalışmayı retrospektif olarak klinik kullanıma uygulamış bulunmaktayız ve bu deneysel çalışmayı desteklemekteyiz. Biradar ve ark tarafında yapılan çalışmada belirtildiği gibi Baumann açı ölçümünün grafi çekiminde oluşacak rotasyondan etkilenebilmesi ve bu yöntemin gözlemciler arası benzerliğinin düşük olması (110), distal fragmanın rotasyonda olması nedeniyle optimal ölçümün elde edilememesi, kırık iyileşmesi sonrasında medial kolon devamlılığının yeterli olmamasına bağlı oluşacak dizilim bozukluğu nedeniyle meydana gelebileceğini düşünmekteyiz. Rotasyonel deformite olan hastaların dominant ekstremitte tutulumu incelendiğinde dominant ekstremitede kırık nedeniyle ameliyat edilen hastalarda daha fazla rotasyonel deformite olduğu bulunmuştur. Bu konuyla ilgili literatür incelendiğinde Lönroth ve ark. tarafından 1962 yılında yapılan 27 suprakondiler humerus kırığının incelendiği bir çalışmada dominant olmayan ekstremitelerde deformitenin daha fazla olduğu bulunmuştur(134). Literatürde bulunan rotasyonel deformite üzerine yapılmış klinik çalışmanın küçük seriden oluşması ve modern tedavi yöntemlerinden önce yapılmış olması nedeniyle bu açıdan daha büyük serilerde tekrar incelenmesinin faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Suprakondiler humerus kırıklarının ameliyat sonrası sonuçlarının değerlendirilmesi konusunda ilk çalışma 52 hasta üzerinde Flynn ve ark. tarafından 1974 yılında yapılmış ve hastalar kozmetik ve fonksiyonel olarak değerlendirilmiştir (98). Bu kriterleri kullanarak sonuçlarını bildiren çalışmalarda Flynn ve ark. 52 hastanın 51inde, Mehserle ve ark. 33 hastanın 31inde tatminkar sonuç elde etmişlerdir(98, 131). Çalışmamızda 88 hastamıza Flynn tarafından tanımlanan kozmetik ve fonksiyonel sonuçlar uygulandı. Mükemmel ve iyi sonuçlar tatminkar olarak belirlendi. Kozmetik sonuçlara bakıldığında 85(%96,5) hastada sonuçlar tatminkar olarak bulunurken fonksiyonel sonuçlar tüm hastalarda tatminkar olarak bulundu. Elde ettiğimiz sonuçlar

literatür ile uyumluymdu. Ameliyat edilen hastalarda klinik tecrübe, uygun cerrahi teknik ve iyi redüksiyon sağlanmasına bağlı olarak sonuçlarımızın iyi olduğunu düşünmekteyiz.

Suprakondiler humerus kırıkları sonrasında travmanın direkt etkisiyle veya iyatrojenik olarak nörolojik komplikasyonların gelişmesi literatürde kendine sıkça yer bulan bir konudur. Önceleri radial sinir hasarının daha sık olduğu bildirilirken yakın zamanda yapılan çalışmalarda hastaların yaklaşık %12sinde sinir yaralanması olduğu ve en sık median sinirin anterior interosseöz dalının yaralandığı en az ise ulnar sinir hasarının görüldüğü bildirilmiştir(53, 54, 89). Kırığa bağlı olarak gelişen sinir hasarı sıklıkla nöropraksi şeklinde olup spontan remisyon göstermektedir. Motor fonksiyonların geri dönüşü tipik olarak 2 ile 3 ay arasında olmakta iken duyuşal fonksiyonların geri dönüşü yaklaşık olarak 6 ay civarında olmaktadır(53, 56, 89).

Hastalarımızın kayıtları incelendiğinde Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilen bir kız ve bir erkek olmak üzere 2 hastada median sinir arazı olduğu görüldü. Bu hastalarımızın dominant olmayan ekstremitelerinden kırık geçirdiği görüldü. Hastalarımızın Flynn kozmetik ve fonksiyonel skorları mükemmel olarak bulunurken, rezidüel sagittal plan deformitesi 1 hastada %33den az, 1 hastada %33den fazla olarak bulundu. Dominant ekstremitesinde, Gartland Tip Ila kırık nedeniyle lateralden iki adet ve medialden bir adet K teli kullanılarak osteosentez sağlanan bir hastada ameliyat sonrasında ulnar sinir arazı geliştiği görüldü. bu hastamızın kayıtları incelendiğinde ameliyata kırık sonrası 24. saatte ameliyata alındığı ve cerrahi sürenin 75 dakika sürdüğü görülmüştür. Ulnar sinir arazı gelişen hastamızın medialden gönderilen K teli erken dönemde çekilmiştir. Ulnar sinir arazı gelişen hastamızın Flynn kozmetik ve fonksiyonler skorları mükemmel olarak bulunurken, rezidüel sagittal plan deformitesi %33den az olarak bulundu. Hastalarımızın kontrolünde Barret ve ark.(90) tarafından da 4409 hastanın incelendiği bir çalışmada bulunan sonuçlarla uyumlu olarak ilk 3 ay içerisinde spontan remisyon görülmüş ve eksplorasyon ihtiyacı olmamıştır.

Suprakondiler humerus kırığı ile başvuran hastalarda vasküler patolojiler %6-38 arasında değişen oranlarda görülmektedir(1, 82). Yapılan ilk değerlendirmede distal

nabızını alınamayan hastalarda elin perfüzyon durumu değerlendirilmeli ve redüksiyon sonrasında perfüzyon, ağrı ve iskemi gelişme durumu yakından takip edilmelidir(87). Çalışmamızda incelenen hastalarımızdan dominant olmayan ekstremitesinde Gartland Tip IV kırık nedeniyle ameliyat edilen bir kız hasta ile dominant ekstremitesinde Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilen bir erkek hasta olmak üzere 2 hastanın ameliyat öncesinde radial nabızlarının alınmadığı görüldü. Başvuru anında elin perfüzyon durumunun iyi olması nedeniyle eksplorasyon yapılmamış ve yapılan son kontrollerinde patoloji izlenmemiştir. Hastalarımızın Flynn kozmetik ve fonksiyonel skorları mükemmel olarak sonuçlanmış, rezidüel sagittal plan deformitesi 1 hastamızda %33'den az, 1 hastamızda ise %33'den fazla olarak bulunmuştur.

Miyozitis ossifikans zorlayıcı redüksiyon manevraları ve tedavi sonrasında eklem hareket kısıtlılığı olan hastalarda zorlayıcı egzersizler nedeniyle brakialis kasının etkilendiği nadir bir komplikasyondur. Literatür incelendiğinde Ağuş tarafından yapılan 26 hastalık bir seride 1 hastada, Solak tarafından yapılan 59 hastalık bir seride 2 olguda görülmüştür(135, 136). Çalışmamıza dahil edilen 88 hastamızdan sadece 1 hastamızda heterotopik ossifikasyon olduğu gözlemlendi. Bu hastamız 8 yaşında Gartland Tip III kırık nedeniyle ameliyat edilmişti. Osteosentez medial ve lateralden birer adet K teli ile sağlanmıştı. Hastamızın kayıtları incelendiğinde eklem hareket kısıtlılığı nedeniyle fizik tedavi uygulandığı görülmüştür. Hastamızın son muayenesinde Flynn kozmetik skoru iyi olarak bulunurken fonksiyonel skoru mükemmel olarak bulundu. Ameliyat sonrası erken dönemde çekilen grafisinde yapılan rotasyonel deformite incelemesinde 20 derece rotasyonel deformite olduğu gözlemlendi. Rezidüel sagittal plan deformitesi incelendiğinde %66dan fazla deformitesinin olduğu gözlemlendi.

Suprakondiler humerus kırıkları sonrasında pin dibi enfeksiyonu erken dönemde görülen en sık komplikasyondur. Pin dibi enfeksiyonu görülme sıklığının %3,6 ile %77 arasında görülebildiği bildirilmiştir(137). Çalışmamızda incelenen 88 hastanın 70'inde pinlerin uçları cilt dışarısında bırakılmış ve tüm hastalara rutin olarak gün aşırı pansuman önerilmiştir. Pinlerin cilt dışarısında bırakıldığı 70 hastanın 4 (%5,71) tanesinde pin dibi enfeksiyonu gelişmiştir ve tamamı pansuman takibi ve oral

antibiyoterapi ile başarılı olarak tedavi edilmiştir. Pin dibi enfeksiyonu gelişen hastalarımızın oranı literatür ile uyumlu olarak bulunmuştur.



8. SONUÇ

Suprakondiler humerus kırıkları önemli nörovasküler yapılara yakın olması nedeniyle genel olarak acil olarak değerlendirilen ve zaman kaybedilmeden opere edilmeye çalışılan kırıklardır. Çalışmamızda erken dönemde müdahale edilmiş olan hastalarda operasyon süresinin anlamlı olarak kısa olması da erken dönemde müdahalenin önemli avantajı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların yaşı küçük olduğunda Gartland tiplerinin düşük olduğu görülmüştür. 4 yaşından sonra daha ileri evrede Gartland tipleriyle karşılaşıldığı bilinmektedir. İleri evre kırık tipleriyle kısa ve uzun dönem komplikasyonların arttığı göz önüne alındığında yaşı büyük hasta geldiğinde başvuru anından itibaren bu risklerin en aza indirilmesi için hastanın yakın takip edilmesi önem taşıyacaktır.

Suprakondiler humerus kırıklarının hem çalışmamızda hem de literatürde yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde dominant olmayan ekstremitede daha fazla meydana geldiği görülmüştür. Bunun hastanın kendisini koruma mekanizması nedeniyle olduğu düşünülmüştür.

Uzun dönem takiplerinde koronal planda kubitus varus deformitesi ve sagittal planda ise residüel deformite oluşabilecek önemli komplikasyonlar olarak görülmektedir. Bu komplikasyonların mümkün olduğunca en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ameliyat içerisinde mümkün olan en anatomik redüksiyonun sağlanması amaçlanmalıdır.

Her ne kadar ideal pin konfigürasyonu tartışmalı olsa da yapılacak olan tespitin stabilitesi ve kemikte kaynama gelişene kadar bozulmaması önemlidir. Bu nedenle ameliyat içerisinde değerlendirme sonrasında stabiliteye katkı sağlayacaksa ek pin yerleştirilmeli fakat bu yerleştirme sırasında sagittal plan deformitesi gelişimi açısından dikkatli bir değerlendirme yapılmalıdır.

Operasyon içerisinde ve erken dönemde çekilen grafilerde rotasyonel deformite varlığı hesaplanabilir. Bu yöntemle değerlendirilen hastalarda 10 derece ve üzerinde

rotasyon olduğu durumlarda uzun dönemde kubitus varus gelişimi ve Flynn kozmetik skorlarında anlamlı etkisi olacağından ameliyat esnasında radyolojik değerlendirme morbiditenin önlenmesi açısından oldukça önemli görünmektedir.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların eklem hareket açıklıkları incelendiğinde Gartland Tip IV kırık nedeniyle ameliyat edilen hastaların eklem hareket açıklıklarının daha iyi olduğu görülmüştür. Bu kırıkların daha büyük çocuklarda görülmesi nedeniyle egzersize uyum derecesinin eklem hareket açıklığı açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç ışığında ortopedi uzmanlarının ameliyat sonrasında hasta ve ailesi ile egzersizin önemi konusunda işbirliği içerisinde olması fonksiyonel sonuçları anlamlı derecede artıracaktır.

Çalışmamızın eksikleri değerlendirildiğinde sadece kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yapılan hastaların incelenmiş olması, bu yöntemle osteosentez sağlanırken yalnızca çapraz pin konfigürasyonu olması karşılaştırma grubunun olmaması önemli bir dezavantajdır. Ayrıca hastaların radyolojik incelemesinde tek gözlemcinin olması bias riskinde artışa yol açması bakımından eksiklik olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hastaların büyük çoğunluğunun büyümesini tamamlamamış olması çalışmanın diğer bir eksikliğidir.

Suprakondiler humerus kırıkları ve tedavisi çocuk hastalarda sık karşılaşılmaması, kısa ve uzun dönemde ciddi morbidite oluşturabilecek komplikasyonlarla birlikte görülmesi nedeniyle önemli kırıklardır. Bu nedenle daha geniş hasta serilerinden oluşan, karşılaştırma gruplarının mevcut olduğu çalışmalara ihtiyaç duyulacaktır.

9. KAYNAKÇA

1. Kumar V, Singh A. Fracture supracondylar humerus: A review. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR. 2016;10(12):RE01.
2. Cheng JC, Lam TP, Maffulli N. Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children. Journal of Pediatric Orthopaedics B. 2001;10(1):63-7.
3. Hasler CC. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. European Journal of Trauma. 2001;27(1):1-15.
4. Green NE, Swiontkowski MF. Skeletal trauma in children: Elsevier Health Sciences; 2009.
5. C. M. Temel Anatomi. : Semih Ofset Matbacılık.; 2001.
6. Arıncı K, Elhan A. Anatomi (Hareket Sistemi). Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi. 1993:95-118.
7. Rıdvan E. Kırıklar, Eklem ve Diğer Yaralanmalar, Travmatoloji. 5 ed: Bizim Büro Basımevi Ankara 2002.
8. Hotchkiss RN. Fractures and dislocations of the elbow. Fractures in adults. 1996:929-1024.
9. Beaty J. The elbow region: general concepts in the pediatric patient. Rockwood and Wilkins' fractures in children. 2006:529-41.
10. Ahmet Ç. Anatomi, 4. Baskı Uludağ Üniversitesi Basımevi. 1994.
11. Kuran O. Sistematik anatomi: Filiz Kitabevi; 1983.
12. J. S. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. Münih--Viyana--Baltimor.; Urban & Schwarzenberg; 1990.
13. Hoppenfeld S. DP. Surgical Exposüres In Orthopaedics. (Ceviri: Prof.Dr. Uğur Şaylı). İstanbul: Güneş Kitabevi 2005.
14. K. AA. Ortopedik Travmatoloji. İstanbul.; Nobel Tıp Kitabevleri; 2002.
15. F. D. Anatomi ders kitabı 1988.
16. H. E. Clinical Anatomy. . London: Blackwell Scientific Publications; 1992. p. 207-15.
17. Williams PL. Gray's anatomy. Nervous system. 1995:1240-3.
18. James H. Beaty. Rocwood and Wilkins' Fractures in Children. 5th ed: Lippincott Williams&Wilkinson; 2001.
19. Frederick M PE. Arthroplasty of Shoulder and Elbow. Canale ST(ed), Campell's Operative Orthopaedics. 10th ed: Mosby; 2003.
20. Muayene ÇMO. İstanbul. Nobel tıp kitabevi. 1989;198.
21. V. O. Anatomi Ders Kitabı ve Atlas. Ankara1951.
22. Greenspan A. Orthopedic radiology: a practical approach. EUROPEAN RADIOLOGY. 2000;10(9):1514-.
23. Fornaski S RG, Thay QL. Anatomy and Biomechanics of the Elbow Joint. Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery 2003. 168-73 p.
24. Malagelada F, Dalmau-Pastor M, Vega J, Golano P. Elbow anatomy. Sports injuries: prevention, diagnosis, treatment and rehabilitation. 2014;2:527-53.

25. MO T. Tachdjian pediatric orthopedics. Philadelphia: Saunders. 1990:2009-82.
26. Tükenmez M, Demirel H, Perçin S, Tezeren G. Altı ve on dört yaş grubundaki 2000 çocukta ölçülen dirsek taşıma açısı değerleri. 2004.
27. Beals RK. The normal carrying angle of the elbow. A radiographic study of 422 patients. *Clinical orthopaedics and related research*. 1976(119):194-6.
28. Williamson DM, Coates CJ, Miller RK, Cole WG. Normal characteristics of the Baumann (humerocapitellar) angle: an aid in assessment of supracondylar fractures. *Journal of pediatric orthopedics*. 1992;12(5):636-9.
29. Aronson DD, Prager BI. Supracondylar fractures of the humerus in children. A modified technique for closed pinning. *Clinical orthopaedics and related research*. 1987(219):174-84.
30. Biyani A, Gupta S, Sharma J. Determination of medial epicondylar epiphyseal angle for supracondylar humeral fractures in children. *Journal of pediatric orthopedics*. 1993;13(1):94-7.
31. Henderson ER, Egol KA, van Bosse HJ, Schweitzer ME, Pettrone SK, Feldman DS. Calculation of rotational deformity in pediatric supracondylar humerus fractures. *Skeletal radiology*. 2007;36(3):229-35.
32. Simanovsky N, Lamdan R, Hiller N, Simanovsky N. The measurements and standardization of humerocondylar angle in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2008;28(4):463-5.
33. Rashid A, Abdul-Jabar HB, Bretherton CP, Majed A, Corner T. Sagittal Plane Malalignment in Paediatric Supracondylar Fractures of the Distal Humerus: A Review of the Literature. *Int J of Orth*. 2016;3(4):1-7.
34. Shank CF, Wiater BP, Pace JL, Jinguji TM, Schmale GA, Bittner RC, et al. The lateral capitellohumeral angle in normal children: mean, variation, and reliability in comparison to Baumann's angle. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2011;31(3):266-71.
35. Rogers LF, Malave Jr S, White H, Tachdjian MO. Plastic bowing, torus and greenstick supracondylar fractures of the humerus: radiographic clues to obscure fractures of the elbow in children. *Radiology*. 1978;128(1):145-50.
36. Skibo L, Reed M. A criterion for a true lateral radiograph of the elbow in children. *Canadian Association of Radiologists journal= Journal l'Association canadienne des radiologistes*. 1994;45(4):287-91.
37. Herman MJ, Boardman MJ, Hoover JR, Chafetz RS. Relationship of the anterior humeral line to the capitellar ossific nucleus: variability with age. *JBJS*. 2009;91(9):2188-93.
38. Silva M, Day MJ, Aceves-Martin B, Ebramzadeh E. Sagittal Plane Residual Deformity in Pediatric Type II Supracondylar Humerus Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2020.
39. Silberstein M, Brodeur A, Graviss E, Luisiri A. Some vagaries of the medial epicondyle. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1981;63(4):524-8.
40. Haraldsson S. The vascular pattern of a growing and fullgrown human epiphysis. *Cells Tissues Organs*. 1962;48(1-2):156-67.
41. Abzug JM, Herman MJ. Management of supracondylar humerus fractures in children: current concepts. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2012;20(2):69-77.
42. Cheng JC, Ng B, Ying S, Lam P. A 10-year study of the changes in the pattern and treatment of 6,493 fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1999;19(3):344-50.
43. Henrikson B. Supracondylar Fracture of the Humerus in Children 1966.

44. Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ. Etiology of supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998;18(1):38-42.
45. Skaggs DL. Elbow fractures in children: diagnosis and management. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1997;5(6):303-12.
46. O'Hara L, Barlow J, Clarke N. Displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Southamton General Hospital, England. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82:204-10.
47. T. C. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics Türkçe Baskı. . 3. baskı ed. İstanbul: Hayat Tıp Kitapçılık; 2007.
48. Mencio GA, Swionkowski MF. *Green's Skeletal Trauma in Children E-Book: Elsevier Health Sciences*; 2014.
49. Cheng J, Lam T, Shen W. Closed reduction and percutaneous pinning for type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Journal of orthopaedic trauma*. 1995;9(6):511-5.
50. Nork SE, Hennrikus WL, Loncarich DP, Gillingham BL, Lapinsky AS. Relationship between ligamentous laxity and the site of upper extremity fractures in children: extension supracondylar fracture versus distal forearm fracture. *Journal of pediatric orthopedics Part B*. 1999;8(2):90-2.
51. Abraham E, Powers T, Witt P, Ray RD. Experimental hyperextension supracondylar fractures in monkeys. *Clinical orthopaedics and related research*. 1982(171):309-18.
52. Campbell CC, Waters PM, Emans JB, Kasser JR, Millis MB. Neurovascular injury and displacement in type III supracondylar humerus fractures. *Journal of pediatric orthopedics*. 1995;15(1):47-52.
53. Garg S, Weller A, Larson AN, Fletcher ND, Kwon M, Schiller J, et al. Clinical characteristics of severe supracondylar humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2014;34(1):34-9.
54. Babal JC, Mehlman CT, Klein G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2010;30(3):253-63.
55. Cramer KE, Green NE, Devito DP. Incidence of anterior interosseous nerve palsy in supracondylar humerus fractures in children. *Journal of pediatric orthopedics*. 1993;13(4):502-5.
56. Jones ET, Louis DS. Median nerve injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *Clinical orthopaedics and related research*. 1980(150):181-6.
57. SPINNER M, SCHREIBER SN. Anterior interosseous-nerve paralysis as a complication of supracondylar fractures of the humerus in children. *JBJS*. 1969;51(8):1584-90.
58. Dormans JP, Squillante R, Sharf H. Acute neurovascular complications with supracondylar humerus fractures in children. *Journal of Hand Surgery*. 1995;20(1):1-4.
59. Mangat K, Martin A, Bache C. The 'pulseless pink' hand after supracondylar fracture of the humerus in children: the predictive value of nerve palsy. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2009;91(11):1521-5.
60. Yildirim AO, Unal VS, Oken OF, Gulcek M, Ozsular M, Ucaner A. Timing of surgical treatment for type III supracondylar humerus fractures in pediatric patients. *Journal of children's orthopaedics*. 2009;3(4):265-9.

61. Gartland J. Management of supracondylar fractures in children. *Surg Gynecol Obstet.* 1959;109:145-54.
62. Leitch K, Kay R, Femino J, Tolo V, Storer S, Skaggs D. Treatment of multidirectionally unstable supracondylar humeral fractures in children: a modified Gartland type-IV fracture. *JBJS.* 2006;88(5):980-5.
63. Vaquero-Picado A, González-Morán G, Moraleda L. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *EFORT open reviews.* 2018;3(10):526-40.
64. Mehlman CT, Strub WM, Roy DR, Wall EJ, Crawford AH. The effect of surgical timing on the perioperative complications of treatment of supracondylar humeral fractures in children. *JBJS.* 2001;83(3):323.
65. Rang M, Moseley C, Roberts J, Wenger D, Wilkins K. Symposium: management of displaced supracondylar fractures of the humerus. *Contemp Orthop.* 1989;18(4):497.
66. De HB, De PS, Penders W, De DR. Supracondylar elbow fractures with impaction of the medial condyle in children. *Journal of pediatric orthopedics.* 1995;15(4):444-8.
67. Mohammad S, Rymaszewski L, Runciman J. The Baumann angle in supracondylar fractures of the distal humerus in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 1999;19(1):65-9.
68. Parikh SN, Wall EJ, Foad S, Wiersema B, Nolte B. Displaced type II extension supracondylar humerus fractures: do they all need pinning? *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2004;24(4):380-4.
69. Gordon JE, Patton CM, Luhmann SJ, Bassett GS, Schoenecker PL. Fracture stability after pinning of displaced supracondylar distal humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics.* 2001;21(3):313-8.
70. Skaggs DL, Mirzayan R. The posterior fat pad sign in association with occult fracture of the elbow in children. *JBJS.* 1999;81(10):1429-33.
71. Kurer M, Regan M. Completely displaced supracondylar fracture of the humerus in children. A review of 1708 comparable cases. *Clinical orthopaedics and related research.* 1990(256):205-14.
72. Pirone A, Graham H, Krajbich JI. Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1988;70(5):641-50.
73. Howard A, Mulpuri K, Abel MF, Braun S, Bueche M, Epps H, et al. The treatment of pediatric supracondylar humerus fractures. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2012;20(5):320-7.
74. De Jager L, Hoffman E. Fracture-separation of the distal humeral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery British volume.* 1991;73(1):143-6.
75. Holda ME, LaMont R. Epiphyseal separation of the distal end of the humerus with medial displacement. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1980;62(1):52-7.
76. DeLee J, Wilkins K, Rogers L, Rockwood C. Fracture-separation of the distal humeral epiphysis. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1980;62(1):46-51.
77. Mizuno K, Hirohata K, Kashiwagi D. Fracture-separation of the distal humeral epiphysis in young children. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 1979;61(4):570-3.

78. Archibeck MJ, Scott SM, Peters CL. Brachialis muscle entrapment in displaced supracondylar humerus fractures: a technique of closed reduction and report of initial results. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1997;17(3):298-302.
79. Fleuriau-Chateau P, McIntyre W, Letts M. An analysis of open reduction of irreducible supracondylar fractures of the humerus in children. *Canadian journal of surgery*. 1998;41(2):112.
80. Cramer KE, Devito DP, Green NE. Comparison of closed reduction and percutaneous pinning versus open reduction and percutaneous pinning in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Journal of orthopaedic trauma*. 1992;6(4):407-12.
81. Özkoc G, Gonc U, Kayaalp A, Teker K, Peker TT. Displaced supracondylar humeral fractures in children: open reduction vs. closed reduction and pinning. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2004;124(8):547-51.
82. Kumar R, Trikha V, Malhotra R. A study of vascular injuries in pediatric supracondylar humeral fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2001;9(2):37-40.
83. Damelsson L, Petterssox H. Open reduction and pin fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1980;51(1-6):249-55.
84. Freedman KB, Bernstein J. Current concepts review-sample size and statistical power in clinical orthopaedic research. *JBJS*. 1999;81(10):1454-60.
85. Lyons JP, Ashley E, Hoffer MM. Ulnar nerve palsies after percutaneous cross-pinning of supracondylar fractures in children's elbows. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1998;18(1):43-5.
86. Louahem DM, Nebunescu A, Canavese F, Dimeglio A. Neurovascular complications and severe displacement in supracondylar humerus fractures in children: defensive or offensive strategy? *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2006;15(1):51-7.
87. Ramesh P, Avadhani A, Shetty AP, Dheenadhayalan J, Rajasekaran S. Management of acute 'pink pulseless' hand in pediatric supracondylar fractures of the humerus. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2011;20(3):124-8.
88. Kiyoshige Y. Critical displacement of neural injuries in supracondylar humeral fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1999;19(6):816.
89. McGraw JJ, Akbarnia BA, Hanel DP, Keppler L, Burdge RE. Neurological complications resulting from supracondylar fractures of the humerus in children. *Journal of pediatric orthopedics*. 1986;6(6):647-50.
90. Barrett KK, Skaggs DL, Sawyer JR, Andras L, Moisan A, Goodbody C, et al. Supracondylar humeral fractures with isolated anterior interosseous nerve injuries: is urgent treatment necessary? *JBJS*. 2014;96(21):1793-7.
91. Culp R, Osterman A, Davidson R, Skirven T, Bora JF. Neural injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1990;72(8):1211-5.
92. Koudstaal MJ, de Ridder VA, de Lange S, Ulrich C. Pediatric supracondylar humerus fractures: the anterior approach. *Journal of orthopaedic trauma*. 2002;16(6):409-12.
93. O'Driscoll SW, Spinner RJ, McKee MD, Kibler WB, Hill Hastings I, Morrey BF, et al. Tardy posterolateral rotatory instability of the elbow due to cubitus varus. *JBJS*. 2001;83(9):1358-69.

94. Gurkan I, Bayrakci K, Tasbas B, Daglar B, Gunel U, Ucaner A. Posterior instability of the shoulder after supracondylar fractures recovered with cubitus varus deformity. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;22(2):198-202.
95. De HB, De PS. Valgus deformity following supracondylar elbow fractures in children. *Acta orthopaedica belgica*. 1997;63(4):240-4.
96. Bhende HS. Clinical measurement of varus-valgus deformity after supracondylar fracture of the humerus. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1994;76(2):329-30.
97. Casiano E. Reduction and fixation by pinning “banderillero”-style fractures of the humerus at the elbow in children, . *Mil Med* 125:262–264,. 1960.
98. Flynn JC, Matthews JG, Benoit RL. Blind Pinning of Displaced Supracondylar Fractures of the Humerus in Children: SIXTEEN YEARS'EXPERIENCE WITH LONG-TERM FOLLOW-UP. *JBJS*. 1974;56(2):263-72.
99. LiBrizzi CL, Klyce W, Ibaseta A, Shannon C, Lee RJ. Sex-based differences in pediatric supracondylar humerus fractures. *Medicine*. 2020;99(20):e20267.
100. Patel B, Reed M, Patel S. Gender-specific pattern differences of the ossification centers in the pediatric elbow. *Pediatric radiology*. 2009;39(3):226-31.
101. Weiland AJ, Meyer S, Tolo V, Berg H, Mueller J. Surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. Analysis of fifty-two cases followed for five to fifteen years. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1978;60(5):657-61.
102. Mangwani J, Nadarajah R, Paterson J. Supracondylar humeral fractures in children: TEN YEARS'EXPERIENCE IN A TEACHING HOSPITAL. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2006;88(3):362-5.
103. Gurkan V, Orhun H, Akca O, Ercan T, Ozel S. Treatment of pediatric displaced supracondylar humerus fractures by fixation with two cross K-wires following reduction achieved after cutting the triceps muscle in a reverse V-shape. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2008;42(3):154-60.
104. Turhan E, Aksoy C, Ege A, Bayar A, Keser S, Alpaslan M. Sagittal plane analysis of the open and closed methods in children with displaced supracondylar fractures of the humerus (a radiological study). *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2008;128(7):739-44.
105. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *JBJS*. 2008;90(5):1121-32.
106. Minkowitz B, Busch MT. Supracondylar humerus fractures. Current trends and controversies. *The Orthopedic clinics of North America*. 1994;25(4):581-94.
107. Sinikumpu J-J, Pokka T, Hyvönen H, Ruuhela R, Serlo W. Supracondylar humerus fractures in children: the effect of weather conditions on their risk. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2017;27(2):243-50.
108. Abbott MD, Buchler L, Loder RT, Caltoum CB. Gartland type III supracondylar humerus fractures: outcome and complications as related to operative timing and pin configuration. *Journal of children's orthopaedics*. 2014;8(6):473-7.
109. Fletcher ND, Schiller JR, Garg S, Weller A, Larson AN, Kwon M, et al. Increased severity of type III supracondylar humerus fractures in the preteen population. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012;32(6):567-72.
110. Biradar RK, Khan SA. Intraoperative assessment of Baumann’s angle and carrying angles are very good prognostic predictors in the treatment of type III supracondylar humerus fractures in children. 2017.

111. Balasubramanian P, Madhuri V, Muliyl J. Carrying angle in children: a normative study. *Journal of pediatric orthopaedics B*. 2006;15(1):37-40.
112. Leet AI, Frisancho J, Ebramzadeh E. Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;22(2):203-7.
113. Moratelli L, Santarosa H, Katayama A, Belangero W. Influence of time to surgery and pin fixation (lateral or crossed) on Flynn's criteria in Gartland type II and III supracondylar fracture: A retrospective study on 129 patients. *Journal of Musculoskeletal Surgery and Research*. 2019;3(4):342-5.
114. Gottschalk HP, Sagoo D, Glaser D, Doan J, Edmonds EW, Schlechter J. Biomechanical analysis of pin placement for pediatric supracondylar humerus fractures: does starting point, pin size, and number matter? *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012;32(5):445-51.
115. Zionts LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1994;76(2):253-6.
116. Brauer CA, Lee BM, Bae DS, Waters PM, Kocher MS. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2007;27(2):181-6.
117. Skaggs DL, Cluck MW, Mostofi A, Flynn JM, Kay RM. Lateral-Entry Pin Fixation in the Management of Supracondylar Fractures in Children. *JBJS*. 2004;86(4):702-7.
118. Yousri T, Tarassoli P, Whitehouse M, Monsell F, Khan W. Systematic review of randomized controlled trials comparing efficacy of crossed versus lateral K-wire fixation in extension type Gartland type III supracondylar fractures of the humerus in children. *Ortop Traumatol Rehabil*. 2012;14(5):397-405.
119. Woo CY, Ho HL, Ashik MBZ, Lim KBL. Paediatric supracondylar humeral fractures: a technique for safe medial pin passage with zero incidence of iatrogenic ulnar nerve injury. *Singapore medical journal*. 2018;59(2):94.
120. Zamzam MM, Bakarman KA. Treatment of displaced supracondylar humeral fractures among children: crossed versus lateral pinning. *Injury*. 2009;40(6):625-30.
121. Afaque SF, Singh A, Maharjan R, Ranjan R, Panda AK, Mishra A. Comparison of clinic-radiological outcome of cross pinning versus lateral pinning for displaced supracondylar fracture of humerus in children: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2020;11(2):259-63.
122. Lee SS, Mahar AT, Miesen D, Newton PO. Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;22(4):440-3.
123. Zenios M, Ramachandran M, Milne B, Little D, Smith N. Intraoperative stability testing of lateral-entry pin fixation of pediatric supracondylar humeral fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2007;27(6):695-702.
124. Srikumaran U, Tan EW, Erkula G, Leet AI, Ain MC, Sponseller PD. Pin size influences sagittal alignment in percutaneously pinned pediatric supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2010;30(8):792-8.
125. Schlechter JA, Dempewolf M. The utility of radiographs prior to pin removal after operative treatment of supracondylar humerus fractures in children. *Journal of children's orthopaedics*. 2015;9(4):303-6.
126. Brubacher JW, Dodds SD. Pediatric supracondylar fractures of the distal humerus. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2008;1(3-4):190-6.

127. Garg S, Bloch N, Cyr M, Carry P. Routine radiographs at time of pin removal after closed reduction and percutaneous pinning for type 2 supracondylar humerus fractures do not change management: a retrospective cohort study. *Journal of children's orthopaedics*. 2016;10(4):329-33.
128. Rupp M, Schäfer C, Heiss C, Alt V. Pinning of supracondylar fractures in children—Strategies to avoid complications. *Injury*. 2019;50:S2-S9.
129. Simanovsky N, Lamdan R, Mosheiff R, Simanovsky N. Underreduced Supracondylar Fracture of the Humerus in Children: Clinical Significance at Skeletal Maturity. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2007;27(7):733-8.
130. Zions LE, Woodson CJ, Manjra N, Zalavras C. Time of return of elbow motion after percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2009;467(8):2007-10.
131. Mehserle WL, Meehan PL. Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus (type III) with closed reduction and percutaneous cross-pin fixation. *Journal of pediatric orthopedics*. 1991;11(6):705-11.
132. RJ. H. Supracondylar Fractures of The Humerus. *The Elbow*. 1982:p:173-84
133. Potter HP. The obliquity of the arm of the female in extension. The relation of the forearm with the upper arm in flexion. *Journal of anatomy and physiology*. 1895;29(Pt 4):488.
134. Lönroth H. Measurement of rotational displacement in supracondylar fractures of the humerus. *Acta radiologica*. 1962(1):65-70.
135. Solak S, Aydın E. Comparison of two percutaneous pinning methods for the treatment of the pediatric type III supracondylar humerus fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2003;12(5):346-9.
136. Ağuş H, Kalenderer Ö, Kayalı C. Çocuk suprakondiler humerus kırıklarında kapalı redüksiyon ve perkütanöz çivileme sonuçlarımız. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 1999;33:18-22.
137. Lu D, Wang T, Chen H, Sun L-J. Management of pin tract infection in pediatric supracondylar humerus fractures: a comparative study of three methods. *European journal of pediatrics*. 2017;176(5):615-20.