



T.C.

MERSİN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI

**SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIĞI NEDENİYLE CERRAHİ
TEDAVİ GÖRMÜŞ OLAN ÇOCUKLARDA YENİ BİR FİZİK
MUAYENE YÖNTEMİ İLE REZİDÜ ROTASYONEL
DEFORMİTENİN VE SONUÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Ali GÖÇER

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Metin Manouchehr ESKANDARI

MERSİN – 2017



T.C.

MERSİN ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI

**SUPRAKONDİLER HUMERUS KIRIĞI NEDENİYLE CERRAHİ
TEDAVİ GÖRMÜŞ OLAN ÇOCUKLARDA YENİ BİR FİZİK
MUAYENE YÖNTEMİ İLE REZİDÜ ROTASYONEL
DEFORMİTENİN VE SONUÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Ali GÖÇER

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Metin Manouchehr ESKANDARI

MERSİN – 2017

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince insani, mesleki ve ahlaki açıdan her konuda örnek aldığım, mesleğimizin etik değerlerini koruyan ve bizlere öğreten, samimiyetini ve hayata dair tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen, en zor zamanlarımda bana her konuda destek olan, tezimin sorumluluğunu dahi alarak ve benden daha çok emek sarfederek, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, kelimelere sığamayacak kadar değerli tez hocam Prof. Dr. Metin Manouchehr ESKANDARİ'ye;

Uzmanlık eğitimim sürecinde bana Ortopedi ve Travmatoloji alanında mesleki yetkinliğimi kazandıran, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, her zaman bir ağabey bir arkadaş gibi yaklaşan, asistanı olmaktan onur ve gurur duyduğum, saygıdeğer ve kıymetli hocalarım Prof. Dr. Fehmi KUYURTAR, Prof. Dr. F. Volkan ÖZTUNA, Prof. Dr. Abtullah MİLCAN, Prof. Dr. Cengiz YILMAZ, Prof. Dr. İrfan AYAN ve Doç. Dr. Mehmet ÇOLAK'a;

Her konuda bana destek olan, zor ve sıkıntılı anlarımda bana moral veren, tezimin çalışma aşamasında hem fikirleriyle hem de gece-gündüz demeden benimle birlikte çalışarak baskı aşamasına kadar dahi yaptıkları büyük katkılarla tezimin son haline gelmesini sağlayan, her zaman öz ağabeyim gibi gördüğüm Dr. Velat ÇELİK ve Dr. Kadir UZEL'e;

Asistanlık sürecinde birlikte çalışmaktan her zaman keyif aldığım, acı ve tatlı birçok anıyı birlikte geride bıraktığım, en kıdemlisinden en kıdemsizine kadar sürekli bana birşeyler katan uzman ağabeylerim ve araştırma görevlisi çalışma arkadaşlarıma;

Tez çalışmam sırasında yardımları bulunan poliklinik sekreteri arkadaşlarıma, fotoğrafların elde edilmesinde büyük katkıları olan Nezih OKTAY ve Mustafa YİĞİT'e, asistanlık sürem boyunca birlikte çalıştığım servis ve yoğun bakım hemşirelerine, ameliyathane ve servis personellerine, temizlik personellerine ve kat sekreteri arkadaşlarıma;

Tez çalışmamda kullanılan verilerin düzenlenip istatistiksel analizlerinin yapılmasında katkıları bulunan AEK istatistik ekibine ve büyük emekleri bulunan Ece TÜRKER'e;

Beni bugünlere getiren, en iyi şekilde yetiştirmek için varını yoğunu ortaya koymuş, maddi ve manevi, her zaman ve her konuda tereddütsüz bana destek olarak hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, evlatları olmaktan gurur duyduğum ve güç aldığım, canım ANNEM, BABAM ve kardeşim NUSRET'e;

Tanıştığım andan itibaren hayatımın seyrine ince dokunuşları ile büyük bir ivme kazandıran, en mutlu ya da en zor günlerimde bile bir an olsun beni yalnız bırakmayan, kardom Andaç ve KOLUKISA ailesine;

Birçok güzel anıyı paylaşarak geride bıraktığım, nöbetlerimde bile beni yalnız bırakmayan sevgili arkadaşlarıma;

Sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Dr. Ali GÖÇER

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	3
İÇİNDEKİLER.....	5
ÖZET	5
ABSTRACT.....	9
GİRİŞ ve AMAÇ	13
GENEL BİLGİLER	15
1. TANIM ve TARİHÇE.....	15
2. ANATOMİ.....	16
2.1 DİRSEK EKLEMİNİN KEMİK YAPI ANATOMİSİ.....	16
2.1.1 HUMERUS DİSTAL UCU	16
2.1.2 RADIUS PROKSİMAL UCU	18
2.1.3 ULNA PROKSİMAL UCU	19
2.2 DİRSEK BÖLGESİNİN KEMİKLEŞMESİ.....	20
2.3. EKLEM YAPISI VE BAĞLAR.....	22
2.3.1 EKLEM YAPISI.....	22
2.3.2 EKLEM KAPSÜLÜ ve SİNOVİYAL MEMBRAN	23
2.3.3 DİRSEK EKLEMİNİN BAĞLARI	23
2.4 SİNİRLER.....	27
2.4.1 Muskulokutan Sinir (C5-C6-C7).....	27
2.4.2 Medial Antebrakiyal Kutanöz Sinir (C8-T1).....	27
2.4.3 Medial Brakiyal Kutanöz Sinir (Wrisberg Siniri) (C8-T1).....	28
2.4.4 Median Sinir (C5-C6-C7-C8-T1).....	28
2.4.5 Ulnar Sinir (C7-C8-T1)	28
2.4.6 Radial Sinir (C5-C6-C7-C8-T1)	29
2.5 DAMARLAR.....	30
2.5.1 KEMİK DIŞI BESLENME	30
2.5.2 KEMİK İÇİ BESLENME.....	31
2.6 KASLAR	32
2.6.1 KOL KASLARI	32
2.7 ANATOMİK VARYASYONLAR.....	34
2.7.1 PROCESSUS SUPRACONDYLARİS	34

2.7.2	FORAMEN SUPRATROCHLEARİS	34
2.7.3	OS SUPRATROCHLEARE DORSALE	34
3.	TOPIKAL ANATOMİ.....	35
4.	DİRSEK EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ	37
4.1	KEMİK - EKLEM STABİLİTESİ ve BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ	37
4.2	STATİK YUMUŞAK DOKU STABİLİTESİ ve BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ.....	40
4.3	AKTİF YUMUŞAK DOKU STABİLİZATÖRLERİ ve BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ... ..	42
5.	HUMERUS SUPRAKONDİLER KIRIKLARININ İNSİDANSI.....	44
6.	ETYOLOJİ ve KIRIK MEKANİZMASI.....	45
7.	SINIFLANDIRMALAR	48
7.1	EKSTENSİYON TİPİ KIRIK SINIFLAMASI.....	48
7.2	FLEKSİYON TİPİ KIRIK SINIFLAMASI	50
8.	KLİNİK VE RADYOLOJİK BULGULAR.....	52
8.1	FİZİK MUAYENE BULGULARI.....	52
8.2	RADYOLOJİK BULGULAR	53
8.2.1	Antero-Posterior Grafinin Değerlendirilmesi	54
8.2.2	Lateral Grafinin Değerlendirilmesi.....	57
8.3	AYIRICI TANILAR.....	59
9.	TEDAVİ	60
9.1	Acil Tedavi.....	60
9.2	Kaymamış (Tip 1) Kırıkların Tedavisi.....	61
9.4	Tamamen Kaymış, Deplase (Tip 3) Kırıkların Tedavisi	62
9.4.1	Traksiyon.....	62
9.4.2	Kapalı Redüksiyon ve Alçılama	63
9.4.3	Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Pinleme	63
9.5	Geç Başvuran veya Kötü Redüksiyonlu Kırıkların Tedavisi.....	67
10.	KOMPLİKASYONLAR	68
10.1	Erken Dönem Komplikasyonlar	68
10.1.1	Damar Yaralanması.....	68
10.1.2	Kompartman Sendromu	69
10.1.3	Periferik Sinir Yaralanması	70
10.1.4	Pin Dibi Enfeksiyonu.....	71
10.2	Geç Komplikasyonlar	71
10.2.1	Miyozitis Ossifikans ve Dirsek Sertliği	71

10.2.2	Kaynamama.....	71
10.2.3	Osteonekroz	72
10.2.4	Dirsek Bölgesi Deformiteleri.....	72
GEREÇ VE YÖNTEM.....		75
BULGULAR		89
TARTIŞMA.....		114
SONUÇLAR.....		130
TABLOLAR DİZİNİ		145
GRAFİKLER DİZİNİ.....		145



ÖZET

Amaç

Humerus suprakondiler kırıkları çocukluk döneminin sık görülen ve ciddi komplikasyonlara yol açan kırıklardır. Bu kırıklardan sonra geç dönemde belirginleşebilen dirsek bölgesi deformiteleri kozmetik açıdan kötü görünümün yanı sıra fonksiyonel kayıplar ve ek komplikasyonlara yol açabilirler. Bu deformitelerin en sık karşılaşılanı kubitüs varustur. Kubitüs varus, isminin uyandırdığı zihinsel algıdan farklı olarak, sadece tek ve koronal planlı bir deformite değildir. Aksiyel planda iç rotasyon ve sagittal planda hiperekstensiyon, eşlik eden deformite bileşenleridir. Literatürde dirsek bölgesi deformitelerinin rotasyonel plan bileşenlerinin önemine sıkça vurgu yapılmasına rağmen ölçülmeleri ve değerlendirilmeleri yönünde sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışmaların çoğu iyonizan ışın maruziyeti gerektiren bilgisayarlı tomografi temellidir. Fizik muayeneye dayanan tek çalışma Yamamoto tarafından tanımlanmış ancak yaygınlık kazanmamıştır. Bu çalışmada güncel dijital teknolojilerden yararlanılarak çocuk suprakondiler kırıkları sonrası distal fragmanın rotasyonel pozisyonunun ölçülmesi için ışın maruziyeti gerektirmeyen tekrarlanabilir bir ölçüm tekniği geliştirmeyi ve elde edilen verilerin klinik sonuçlarla ilişkisini araştırmayı amaçladık.

Yöntem

Bu çalışma Ocak 2009 – Aralık 2015 tarihleri arasında Gartland tip 2 ve 3 deplase humerus suprakondiler kırığı için ameliyat edilmiş, ameliyat yaşları $5,6 \pm 2,85$, son kontrol esnasında yaşları $10,4 \pm 3,3$, ortalama takip süreleri $59,5 \pm 21,7$ ay olan 28 erkek ve 17 kız olmak üzere 45 hastada yapıldı. Son kontrolde olgular eklem hareketleri, kas güçleri ve nörovasküler durum açısından muayene edildi ve kozmetik-fonksiyonel statüye dayalı Flynn kriterlerine göre skorlama yapıldı. Standardize klinik görüntü almak için tasarlanan düzenek yardımıyla dirsek ekstensiyon ve önkol supinasyonda taşıma açısı (f-TA); dirsek fleksiyonda ve önkol supinasyonda kol-önkol açısı (f-KÖA); omuz maksimum pasif dış rotasyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda ve önkol supinasyonda transepikondiler-yer düzlemi açısı ($f90^\circ$ -RDA) ve omuz maksimum pasif dış rotasyonda, dirsek tam fleksiyonda ve önkol supinasyonda transepikondiler-yer düzlemi açısı (fTF-RDA) ölçülebilecek şekilde dijital fotoğraflar elde edildi. Ayrıca Yamamoto'nun rotasyonel deformite tayini için tanımladığı pozisyonda da fotoğraf

(fY-RDA) elde edildi. Yukarıda belirtilen açılar ile birlikte olguların son kontrollerindeki radyografik humeroulnar (rHUA), Baumann(rBA), metafizodiyafizer (rMDA) ve lateral humerokapitellar (rLHKA) açılar ile trokleokapitellar indeks (rTCI) üç ayrı gözlemci tarafından birbirinden bağımsız olarak ölçüldü. Ölçümler, gözlemciler arası uyum açısından analiz edildi. Daha sonra ölçümlerin birbirileri, olguların Flynn klinik sonuçları, tespitite kullanılan K teli sayısı ve olguların ameliyat yaşı-takip süreleri kombinasyonu ile ilişkileri analiz edildi.

Bulgular

Fotoğrafik açı ölçümlerinin hepsinde istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0,05$) gözlemciler arası uyum bulunurken en yüksek korelasyon fTF-RDA ölçümlerinde bulundu ($r>0,80$ ve $0,80<Kappa<0,90$). Tüm radyografik ölçümlerde istatistiksel açıdan anlamlı ($p<0,05$) gözlemciler arası uyum bulundu.

Parametreler arası ilişkiye bakıldığında fotoğrafik aksiyel plan ölçümlerinden $f90^{\circ}$ -RDA ile fTF-RDA arasında anlamlı ($p<0,05$) ilişki saptandı. Koronal plana ait parametreler olan f-TA, rHUA, rBA, rMDA ve rTCI birbirleri ile anlamlı ($p<0,05$) ilişki içerisindeydiler. Aksiyel ve koronal plan ölçümlerinden sadece fTF-RDA ile rMDA arasında istatistiksel olarak ters yönde anlamlı ($p=0,021$) ancak zayıf ($r= -0.343$) bir korelasyon ilişkisi bulundu. Sagittal plan ölçümü olan rLHKA'nın ne aksiyel ne de koronal plan ölçümleri ile anlamlı ilişkisi yoktu ($p>0,05$).

Olguların son kontroldeki Flynn klinik sonuçları ile rBA hariç diğer tüm koronal plan ölçümleri (fTA, rHUA, rMDA ve rTCI) anlamlı korelasyon ilişkisi ($p<0,05$) gösteriyordu. Flynn klinik sonuçları ile aksiyel ve sagittal plan ölçümleri arasında anlamlı ilişki saptanmadı.

Tespitte kullanılan K teli sayısı ile aksiyel plan ölçümlerinden fY-RDA arasında bulunan anlamlı ilişki ($p=0,04$) dışında bu parametre ile diğer hiçbir aksiyel, koronal ya da sagittal ölçüm arasında anlamlı ilişki saptanmadı.

Çalışmaya dahil edilen olgular ameliyat yaşı ve takip süresi temelinde yaş $<5,5$ yıl, takip süresi <60 (Grup A); yaş $<5,5$ yıl, takip süresi >60 ay (Grup B); yaş $>5,5$ yıl, takip süresi <60 aydan kısa (Grup C) ve yaş $>5,5$ yıl, takip süresi >60 ay (Grup D) olmak üzere 4 gruba ayrıldı. Bu gruplar tüm ölçümler açısından birbirleriyle kıyaslandığında Grup A ile Grup D arasında rHUA açısından istatistiksel olarak

anlamli fark saptandi ($p=0,043$). Diğer radyografik ve fotoğrafik ölçümler yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tartışma ve Sonuç

Yeni bir klinik değerlendirme tekniği tanımlayan bu çalışmanın planı, yüksek iç tutarlılık ve dış geçerlilik hedeflenerek kurgulanmıştır. Bu amaç için özel tasarımı fotoğraf çekim masası ve dijital açı ölçüm yazılımının kullanılması, çalışmanın temel gayesi olan aksiyel plan çekimlerinde ekstremite pozisyonunun standardize edilmesi ve tüm ölçümlerin normal ve kırık geçirmiş ekstremitelere mukayeseli yapılması çalışma planındaki temel unsurlardır. Literatür ile yapılan karşılaştırmada çalışma grubumuzun yaş, cinsiyet, taraf, kırık tipi ve tespit şekli itibarıyla humerus suprakondiler kırık geçiren çocuk popülasyonunu temsil ettiği anlaşılmaktadır. Fotoğrafik ve radyografik ölçümlerin tamamında gözlemciler arası uyum bulunması kullanılan teknikler ile bu ölçümlerin güvenilir, tekrarlanabilir ve normalden küçük farkları gösterebilecek hassasiyette yapılabildiğini göstermiştir.

Farklı parametreler arası ilişki analizleri temelinde bu çalışmada tanımladığımız aksiyel plan ölçüm tekniklerinin literatürde bulunan tek klinik rotasyonel değerlendirme yöntemi olan Yamamoto yöntemine göre daha etkin ve basit olduğu sonucuna vardık. Koronal plana ait fotoğrafik ve radyografik tüm parametreler arasında anlamlı korelasyon ilişkisi bulunması nedeniyle rezidü deformite açısından subklinik seyreden olgularımızda temel açısal değişimin koronal planda olduğuna kanaat getirdik. Kullanılan yöntemlerin bu plandaki küçük açısal değişimleri dahil gösterebileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda yapılan ölçümlerin klinik sonuçlar ile ilişkisinin analizi temelinde Flynn klinik değerlendirme kriterlerinin aksiyel plan deformitelerini yansıtamadığı, dolayısıyla bu yönden daha kapsayıcı kriterlerin tanımlanmasına gereksinim olabileceği sonucuna vardık.

Ölçülen açıların zamana ilişkin parametrelerle ilişkisinin analizi temelinde çocukların ameliyat yaşı ve takip süresi büyüdükçe klinik açıdan belirgin olmazsa da radyografik humeroulnar açı bakımından daha iyi sonuçlar elde edilebileceği kanısına vardık.

Sonuç olarak bu çalışmada tanımlanan dijital fotoğraflama yöntemi ile, dirseğin rotasyonel plan dahil olmak üzere, olası deformitelere dair açı ölçümlerinde

standardizasyon sorunlarının çözümlenebileceği, birden fazla gözlemci için görüntü sağlanabileceği, tekrarlanabilir ve güvenilir düzeyde dijital ölçümler ve arşivleme yapılabileceği kanısına vardık.



ABSTRACT

Objective

Humerus supracondylar fractures in children are common and may lead to serious complications. Deformity in the region of elbow as one of the late complications of these fractures causes cosmetic and functional problems and additional secondary complications. The most frequent deformity after these fractures is cubitus varus. Although its name resembles a single coronal plan deformity but internal rotation and hyperextension are its components in axial and sagittal planes. In literature there are frequent emphases on the importance of axial plane component of the cubitus varus deformity. But the number of the studies dealing with its measurement and evaluation is few. The most of these studies use computer tomography an ionizing irradiation technique for evaluation of axial plane deformities. The single physical examination technique has been described by Yamamoto, although it has not gain wide application. Using current digital technologies, development of a reproducible technique to measure the amount of malrotations of the distal fragment after paediatric humerus supracondylar fractures with no need of ionizing irradiation was the aim of this study.

Materials and Methods

This study was done in 28 boys and 17 girls who were operated for their humerus supracondylar fractures between January 2009 and December 2015. All patients had displaced Gartland type 2 or 3 fractures. Their mean ages during operation were 5.6 ± 2.85 years and at their last control were 10.4 ± 3.3 years. The mean follow-up period was 59.5 ± 21.7 months. In the last control patients were evaluated for their joints' range of motions, muscle strengths and neurovascular status. Cosmetic and functional results were evaluated due to Flynn criteria. To obtain standardized clinical photographs a positioning stand was developed. With the aid of that stand digital photographs was obtained. These were photographic carrying angle (p-CA) while elbow in full extension and forearm in supination; arm-forearm angle (pAFA) while elbow in flexion and forearm in supination; transepicondylar-horizon angle while shoulder in full passive external rotation, elbow in 90° flexion and forearm in supination (p 90° -RDA) and transepicondylar-horizon angle while shoulder in full passive external rotation, elbow in full flexion and forearm in supination (pFF-RDA). A digital photograph was also obtained while patient was in Yamamoto's

position to evaluate Yamamoto's rotational deformity angle (pY-RDA). The angles listed above along with radiographical angles of humeroulnar (rHUA), Baumann (rBA), metaphysodiaphyseal (rMDA), lateral humerocapitellar (rLHCA) angles and trocleocapitellar index (rTCI) in latest radiographs of the patients were evaluated independently by 3 different observers. Results of the measurements were analysed regarding inter-observer correlations. Also correlations among different measurements, results of the measurements with Flynn clinical results, the number of K wires which were used for fracture fixation and combination of operation age-follow up period were analysed.

Results

There were statistically significant inter-observer correlation ($p < 0.05$) for all photographic measurements. The highest correlation was obtained in pFF-RDA measurement. Also for all radiographical measurements inter-observer correlations were significant ($p < 0.05$).

Regarding the analysis of the relationships among different measurements, there was significant correlation between axial plane measurements of p90°-RDA and pFF-RDA ($p < 0.05$). All coronal plane measurements had significant correlations ($p < 0.05$) with each other. Among axial and coronal planes' measurements only there was a statistically significant ($p = 0.021$) but weak ($r = -0.343$) reverse relationship between pFF-RDA and rMDA. As a sagittal plane measurement, rLHCA showed no relationship with no one of axial or coronal plane measurements ($p > 0.05$).

Clinical results according to Flynn criteria showed significant correlation ($p < 0.05$) with coronal plane measurements except rBA. There were no correlation among Flynn results and axial or sagittal plane measurements.

The number of K wires used for fracture fixation showed a significant correlation ($p = 0.04$) with pY-RDA. It had no correlation with other measured parameters.

To analyse the relationship among time-related parameters and measurements, patients were divided into four groups due to their age at operation time and duration of follow up period. These groups were patients with operation age < 5.5 and follow up period < 60 months (group A); age < 5.5 and follow up > 60 months (Group B); age > 5.5 and follow up < 60 months (Group C) and age > 5.5 and

follow up >60 months (Group D). These groups were compared regarding all measurements. Due to these analyses there were significant difference between Groups A and D regarding rHUA ($p=0.043$). There were no differences regarding other measurements among the groups ($p>0.05$).

Discussion and Outcome

As this study aimed to describe a new evaluation technique, its plan was formed to reach high internal consistency and external validity. For these aims a special designed photography stand and digital angle measurement software were used. For measurement of axial plane angles, position of the evaluated extremities was standardized and measurements in all patients were performed in both fractured and normal extremities. Comparing with the literature, our study group can represent children with humerus supracondylar fracture regarding age, sex, involved side, fracture type and undergone treatment method.

There was statistically significant inter-observer correlation for all photographical and radiographical measurements. This results show that measurements of above mentioned parameters by the means described in this study are reliable and reproducible with satisfying sensitivity to show even small differences.

Upon our results we can state that the measurement techniques of rotational deformity described in this study are more effective and simple than the single previously described technique of Yamamoto. As there were significant correlations among all coronal plane measurements, either photographical or radiographical, we conclude that although the degree of deformity in our patients was sub-clinic but the main plane of residual deformity was coronal. Used techniques could be able to identify even small amounts of angulation in this plane.

As there were no relationships among the axial plane measurements with Flynn clinical results, we can state that Flynn criteria does not represent rotational deformities thus this criteria might need development so that it cover all planes' deformities.

Analyses of the relationships among measured angles and time related parameters showed that as the operation age and follow up period of patients

increases better radiographical humeroulnar angles can be obtained. Better radiographical results do not necessarily mean better clinically evident results.



GİRİŞ ve AMAÇ

Erişkinlere göre daha çok travmaya maruz kalabilen çocuk yaş grubunun kırıkları, farklılaşan yaşam koşullarına paralel olarak değişim göstermektedir. Günümüzde sosyal yaşam alanlarının çoğalması, hobi ve sportif faaliyetlerin artması ve ebeveynlerin çalışma hayatındaki yoğun tempoları zemininde çocuklara ilgilerinin azalması gibi faktörler kaza ve yaralanmaların artmasına yol açmıştır. Çocuk yaralanmalarının başlıca mekanizmaları; ev içi düşme, oyun parkı kazaları, spor yaralanmaları, yüksekten düşmeler, bisiklet kazaları, trafik kazaları ve çocuk istismarıdır. Hemen her zaman düşme nedeniyle meydana gelen dirsek çevresi kırıkları, ön kol distal kırıklarından sonra en sık görülen çocuk kırıklarıdır. Dirsek çevresi kırıklarının önemli bir bölümünü suprakondiler humerus kırıkları oluşturmaktadır. Bu kırıklar çocukların yürümeye başlamasıyla birlikte görülmeye başlar. Kızlarda 9, erkeklerde 11 yaşından sonra görülme sıklığı oldukça azalır.

Çocuk suprakondiler humerus kırıklarının kalıcı nörovasküler yaralanma, dirsekte açısal ve rotasyonel deformite oluşturma riskleri yüksektir. Geç dönemde belirginleşen deformiteler, kozmetik açıdan kötü görüntünün yanı sıra fonksiyonel kısıtlılıklara ve ek komplikasyonlara da zemin hazırlarlar. Geçmişte kırık sonrası dönemde çocuğun büyümesi ile belirginleşen bu deformitelerin, humerus distal fizis yaralanması nedeniyle oluştuğu düşünülüyordu. Ancak son yıllarda deformitenin gelişmesindeki ana nedenin, kırığın kötü pozisyonda kaynaması olduğu ortaya konmuştur. Bu deformitelerin en sık görüleni kubitüs varustur. Kubitüs varusun yalnızca koronal plan deformitesi olmadığı, hiperekstensiyon ve iç rotasyon bileşenlerinin de eşlik ettiği üç boyutlu bir deformite olduğu kabul edilmektedir. Günümüzde kubitüs varusun düzeltici cerrahisinde, deformiteyi her yönüyle ele alan multiplanar osteotomi seçenekleri ön plana çıkmaktadır. Literatürde humerus suprakondiler kırık sonrası dirsek bölgesinde oluşabilen deformitelerin koronal ve sagittal plan bileşenlerinin değerlendirilmesi için birçok klinik ve radyografik yöntem tanımlanmasına rağmen rotasyonel komponentlerin değerlendirilmesine yönelik az sayıda çalışma söz konusudur. Günümüzde rotasyonel deformitelerin tayininde çoğunlukla yüksek dozda iyonizan radyasyona maruz bırakan bilgisayarlı tomografiler (BT) ve bu deformitelerin ölçümü için hazırlanmış yazılımlar kullanılmaktadır.

Bu çalışmada humerus suprakondiler kırığı nedeniyle cerrahi tedavi uygulanmış olan çocuklarda dijital görüntüleme teknolojilerini kullanarak olası

rotasyonel deformitelerin değerlendirilmesi için yeni bir yöntem tanımlanmaktadır. Bu yöntemle elde edilen rotasyonel deformiteye ilişkin verilerin gözlemciler arası uyumluluğunun tayini, bu verilerin tercih edilmiş tespit yöntemi, hastaların yaşı, takip suresi, klinik ve radyografik olarak değerlendirilen koronal ve sagittal plan deformiteleri ve tedavi sonuçlarıyla ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.



GENEL BİLGİLER

1. TANIM ve TARİHÇE

Humerusun distal metafizer kırıklarına, suprakondiler humerus kırıkları (SKHK) adı verilir. Distalde fizis hattını geçmeyen, eklem dışı kırıklardır. Medial ve lateral kolonlar ile birlikte olekranon fossayı içine alan kırık hattına sahiptir.

Çocukluk çağı SKHK'na ait ilk bilgiler, M.S. 4 yüzyılda Hipokrat tarafından yazılmıştır. Literatürde ise ilk olarak 1634 yılında Pare ve 1769 yılında Pott'un, bu kırıkların tedavi yöntemleri ile ilgili bildirimleri yer almaktadır. De Sault 1800'lü yılların sonlarında, suprakondiler humerus kırıklarından sonra ortaya çıkan komplikasyonların doğal sonuç olmadığını, tedavideki uygulama hatalarına bağlı olduğunu ileri sürmüştür.^{1,2,3}

Çocuk SKHK'nın tedavisinde geçmişte farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler arasında sargılar, atel ve alçılar, cilt ve iskelet traksiyonları, açık ve kapalı redüksiyon ile çeşitli içten tespit araçlarını saymak mümkündür. Önkoldan cilt traksiyonu ilk kez 1883 yılında Stimson tarafından uygulanmıştır.³ Bu yöntem çeşitli modifikasyonlara uğrayarak Magnuson ve Graham tarafından dirsek 90 derecedeyken yana doğru çekme pozisyonuyla son şeklini almıştır. İskelet traksiyonu tekniğinden ilk olarak 1920'lerde Baumann ve Groves bahsetmişlerdir. Palmer, 1978 yılında çok delikli ve kanatlı vidaları geliştirmiş, iskelet traksiyonunu bu vidalar yardımıyla uygulamıştır. Kapalı redüksiyon ilk olarak Müller tarafından 1939'da tanımlanmış, Swanson ise 1948 yılında iç ve dış epikondillerden birer adet çapraz Kirschner (K) teli geçirerek tespit sağlamayı denemiştir. Casiano 1961'de, bu tekniği çocuklarda uyguladığını bildirmiştir. Sonraki yıllarda Fowles ve Flynn (1974) ve Arino'nun (1977) kapalı redüksiyon ve perkütan K teli ile tespit sonucunda iyi sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir. Açık redüksiyon ilk olarak 1937'de McLennon tarafından tanımlanmıştır. Sandegard (1943) ve Madsen (1955) açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile ekstansiyon kısıtlılığı nedeniyle kötü sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Carcassone (1972), Ramsey ve Griz (1973), Hart (1977) ve Danielsson (1980) dikkatli disseksiyon ile iyi sonuçlar elde edildiğini yayımlamışlardır. Ülkemizde yapılan ilk cerrahi girişim 1953 yılında Derviş Manizade tarafından uygulanmış ve vida ile tespit sağlanmıştır.^{1,2,3}

2. ANATOMİ

Humerus alt ucu, dirsek eklemine oluşturmak üzere radius ve ulna proksimal uçları ile eklenir. Bu bölgedeki kırıklar en çok dirsek fonksiyonlarını etkilerler. Dirsek eklemi; kemik, tendon, ligament ve nörovasküler yapıların yakın ilişkide bulunduğu, karmaşık bir anatomik bölgedir. Eklem iştirak eden 3 kemiğin birbirleri ile uyumlu eklem yüzeyleri ve çevresindeki statik ile dinamik yapıdaki yumuşak doku stabilizatörlerinin bileşkesi dirsek stabilitesinin temellerini oluşturur. Dirsek eklemi, humeroulnar, humeroradial ve proksimal radioulnar eklem olmak üzere ortak bir kapsül ile sarılmış 3 ayrı eklemden oluşur.

2.1 DİRSEK EKLEMİNİN KEMİK YAPI ANATOMİSİ

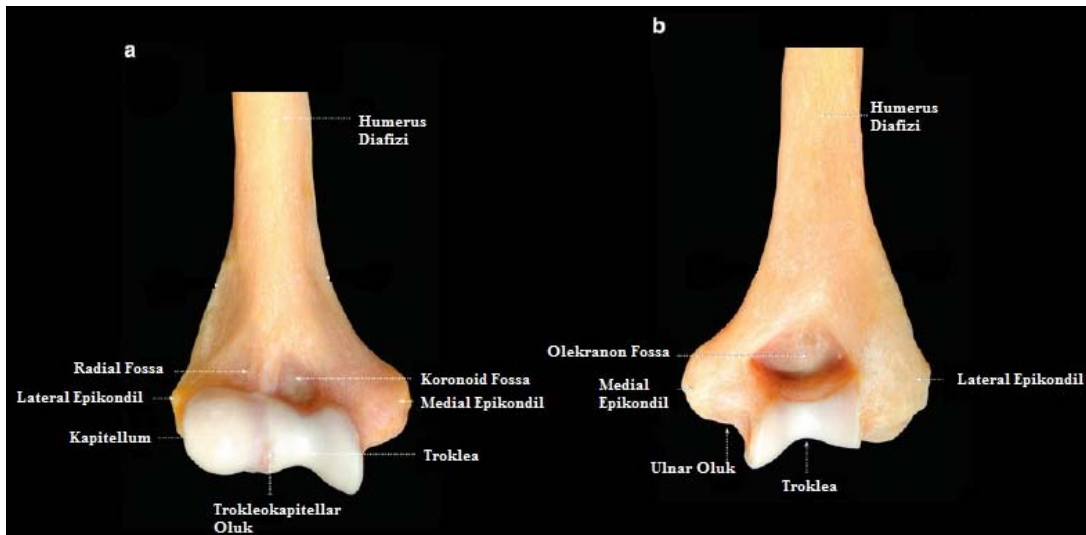
2.1.1 HUMERUS DİSTAL UCU

Humerusun alt ucunda dört çıkıntı ve üç çukurluk bulunduğu göze çarpar. Alt uçtaki yapıya humeral kondil (**condylus humeri**) adı verilir.⁴ Humeral kondil, önkol kemiklerinin proksimalleriyle eklem yapacak şekle ve eklem yüzlerine sahiptir. Humerus distalinin dış tarafında radius başı ile eklem yapan kapitellum (**capitulum humeri**) ve iç kısmında ulna proksimali ile eklem yapan troklea (**trochlea humeri**) çıkıntıları bulunur (Şekil 1). Kapitellum küre şeklinde bir yapıya sahiptir.^{4,5,6} Ön ve alt yüzde hiyalin kıkırdak ile kaplıyken arka yüzü kıkırdaktan yoksundur. Radius başı, rotasyon hareketlerini ekstensiyonda iken kapitellumun eklem yüzünün inferior yüzünde, fleksiyonda iken anterior yüzünde yapar.⁸ Kapitellum, humerus distal ucunda öne ve aşağı doğru olan yönelimiyle humerus uzun aksına yaklaşık 30-40 derecelik bir açı yapar. Buna **humerokapitellar inklinasyon açısı** denir.^{5,7,9,10,32} Trokleanın ortasında, dirsek eklemine fleksiyon aksına dik olmak yerine anterolateralden posteromediale uzanan heliks şeklinde **troklear oluk** adı verilen oblik sığ bir oluk bulunur.^{5,10} Bu oluk trokleanın iç ve dış taraflarında makara kenarını andıran birer çıkıntı oluşturur. Medialdeki çıkıntı, lateraldekine göre daha kalın ve daha aşağıya uzamış durumdadır. Lateraldeki çıkıntı, kapitellumdan **trokleokapitellar oluk (sulcus trochleocapitellaris)** ile ayrılır.⁶ Trokleanın koronal plandaki aksı, humerus longitudinal aksına göre yaklaşık olarak erkeklerde 94 derece, kadınlarda 98 derece valgus pozisyonundadır. Bu da taşıma açısının oluşmasına katkıda bulunur.⁸ Trokleanın eklem yüzeyi yaklaşık 300 derece hiyalin kıkırdak ile kaplıdır.^{4,5,6,7,8,10,23} Humerus distal ucunda, troklea ve kapitellum birleşerek humerus kondilini ve ortak eklem yüzünü oluşturur.^{4,5,6} Bu ortak eklem

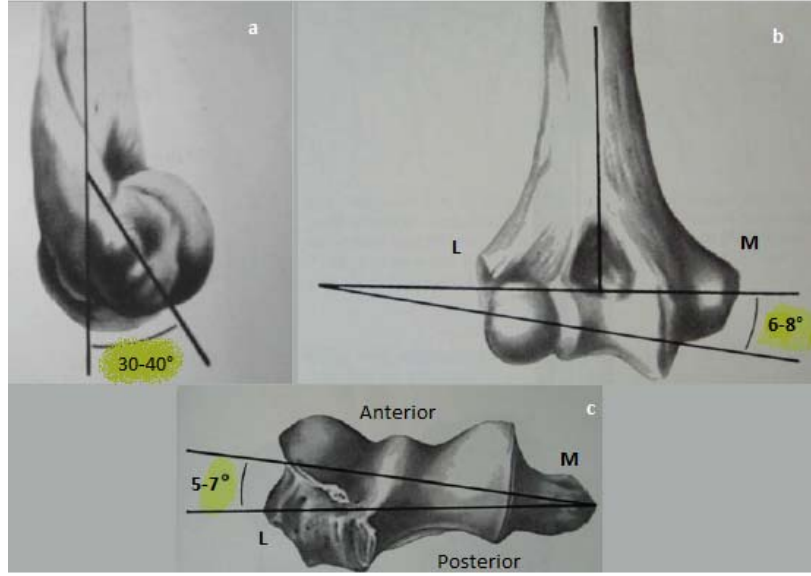
yüzü humeral epikondillere göre yaklaşık 5-7 derece iç rotasyondadır ve ortalama 6-8 derece valgus tilti vardır (Şekil 2).^{5,32}

Distal humerus ayrıca kolonlar şeklinde tanımlanabilir. Medial kolon, humerus diafizinden 45 derece açıyla ayrılarak trokleanın 1 cm proksimalinde medial epikondili (**epicondylus medialis**) oluşturur. Lateral kolon ise humerustan 20 derece açıyla ayrılır ve lateral epikondili (**epicondylus lateralis**) oluşturur.²⁶ Lateral epikondil, lateral kollateral ligament ve ekstensör-supinatör kas kitlesinin başlangıç noktasıdır. Medial epikondil ise medial kollateral ligament ve fleksör-pronator kas kitlesinin başlangıcını oluşturur.^{4,5,6,10} Medial epikondil, lateral epikondilden daha çıkıntılıdır ve arkasında **sulcus nervi ulnaris** adı verilen bir oluk bulunur. Bu oluk yukarıdan aşağı ve arkadan öne doğru oblik bir seyir gösterir ve içinden ulnar sinir geçer (Şekil 1).^{4,5,6}

Humerus distalinin ön yüzünde iki, arka yüzünde ise bir adet çukurluk bulunur. Ön yüzde radius başının yerleşeceği radial fossa (**fossa radialis**) ile ulnar koronoid çıkıntısının yerleşeceği koronoid fossa (**fossa coronoidea**) bulunur. Bu fossalar, dirseğin tam fleksiyona gelebilmesine olanak sağlar. Humerus distalinin arka yüzünde, dirsek ekstensiyonda iken olekranonun yerleştiği olekranon fossa (**fossa olecrani**) bulunmaktadır. Bu çukurluk ise dirseğin tam ekstensiyona gelmesine olanak sağlar (Şekil 1).^{4,6}



Şekil 1: Distal humerusun anatomik yapısı. **A.** Ön yüzü **B.** Arka yüzü



Şekil 2: Humerus distalinin yapısal açıları **A.** Humerokapitellar inklinasyon açısı **B.** Distal eklem yüzünün valgus tilti **C.** Distal eklem yüzünün iç rotasyonu

2.1.2 RADIUS PROKSİMAL UCU

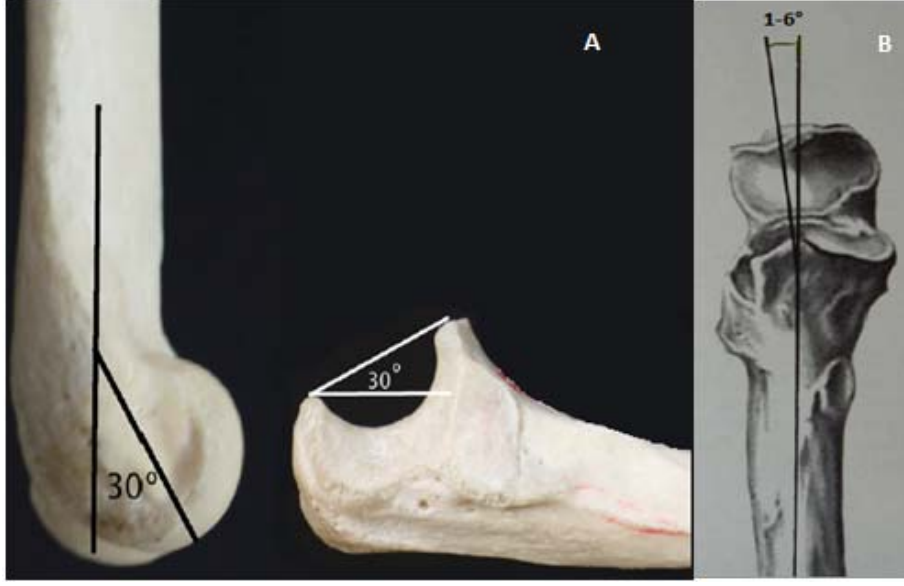
Radiusun en proksimalinde bulunan radius başı (**caput radii**), dirsek eklemine oluşturan kemikler arasında distalde ve lateralde bulunur. Radius başının konkav bir disk şeklindeki üst yüzeyine **fovea articularis radii** adı verilir. Radius başının çevresi 7-8 mm yüksekliğinde silindirik yapıda bir eklem yüzü olan **circumferentia articularis radii** ile kaplıdır. Bu eklem yüzünün, ulna ile eklem yapan iç yüzü daha geniş, annular bağ ile eklem yapan dış yüzü daha dardır. Bu nedenle radius başı tam dairesel değil, eliptiktir. Circumferentia articularis radii, ulnanın proksimalinde radial çentik (**incisura radialis**) ile eklem yapar.^{4,6} Bu çentik, 75-90 derecelik pronasyon ve 85-90 derecelik supinasyon hareketlerine olanak sağlayan, 60-80 derecelik (ort. 70 derece) bir ark yapar.¹⁰ Fovea articularis radii'nin yaklaşık 40 derecelik kısmı ile circumferentia articularis radii'nin 240 derecelik kısmı hyalin kıkırdak ile kaplıdır. Circumferentia articularis radii'nin anterolateral 1/3 lük kısmında kıkırdak bulunmaz. Ayrıca bu alanda subkondral kemik de yoktur. Radius proksimal uç kırıkları en çok bu noktadan gelişir.^{4,5,6,7,10} Radius başını gövdeyle birleştiren daralmış, ince ve kısa olan kısma radius boynu (**collum radii**) adı verilir. Radius boynunun altında, ön ve iç yanda bulunan pürtüklü çıkıntı **tuberositas radii** olarak isimlendirilir. Radius boynu,

radius cisminde göre tuberositas radii'nin seviyesinden ancak tuberositas radii'ye tam zıt doğrultuda ortalama 15 derecelik açı oluşturur. ^{4,5,7,32}

2.1.3 ULNA PROKSİMAL UCU

Ulna üst ucu, radius proksimal ucuna oranla dirsek ekleminde daha geniş yer tutar. Ulna proksimalinde iki çıkıntı ve eklem yüzü oluşturan iki de çentik bulunur. Ulna üst ucunda açıklığı öne ve dış yana bakan derin çentikli yapı troklear çentik (**incisura trochlearis**) olarak adlandırılır. Troklear çentiğin üzerinde bulunan kılavuz çıkıntı (**guiding ridge**), troklear oluğa oturarak eklem yapar. Troklear çentiğin üst tarafını olekranon, alt kısmını ise koronoid çıkıntı (**processus coronoideus**) sınırlar. Olekranon üst ucuna triceps brachii kas tendonu tutunarak sonlanır. Olekranonun arka yüzü düzdür ve hemen cilt altında bulunur. Koronoid çıkıntının alt ve ön kısmında **tuberositas ulnae** adı verilen pürtüklü alan bulunur. Buraya brakial kas tendonu yapışarak sonlanır. Koronoid çıkıntının dış tarafında radial çentik (**incisura radialis**) bulunur. Bu çentik circumferentia articularis radii ile eklenmiştir. ^{4,6}

Troklear çentik dairesel nitelikte değildir. Özellikle lateral planda bakıldığında eliptik yapıda olduğu görülür. Bu durum eklem ortasındaki boşluğu da açıklar. Popülasyonun çoğunluğunda (%63) troklear çentik yağ dokusu içeren transvers bir bölme ile ikiye ayrılmıştır. Böylece troklear çentik içinde ön yüzü koronoid çıkıntı üzerinde, arka yüzü olekranon üzerinde iki ayrı eklem yüzü vardır. Bu transvers bölmede kırık ve subkondral kemik olmadığı için olekranon kırıkları en çok bu seviyeden gerçekleşir. Bu durum, olekranon kırıkları sonrası dirsek eklemi artrozunun çok nadir görülmesini açıklar. Troklear çentiğin yaklaşık 190 derecelik bir kavsi vardır. Troklear çentiğin açıklığı, ulna cisminde dik açıda değil, 30 derece posteriora eğilimlidir. Böylece kapitellum ve troklea eklem yüzlerinin öne doğru oluşturduğu 30 derecelik inklinasyon açısı ile uyum gösterir. Bu uyum olmasaydı, dirsekte tam ekstensiyon mümkün olmazdı. Bu uyumun anatomik olarak düzeltilemediği patolojilerde ekstensiyon kaybı görülme olasılığı yüksektir. Ön yüzden bakıldığında ulna cisminin, ulna üst ucuna göre 1-6 derece (ort. 4 derece) valgusta olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu da taşıma açısının oluşmasına önemli katkı sağlar. ^{5,7,10,32}



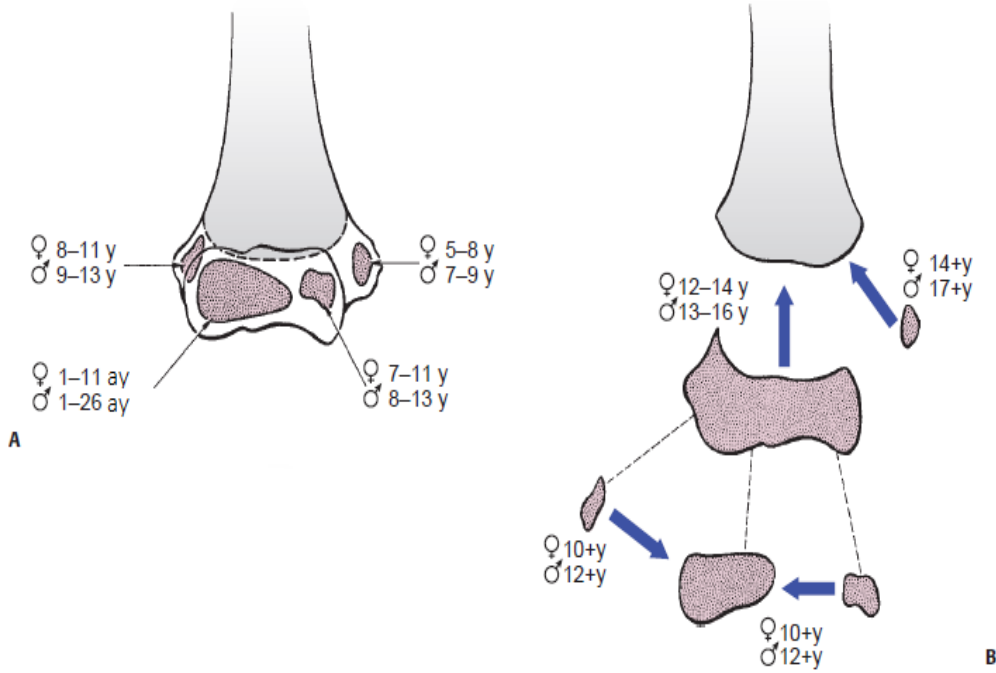
Şekil 3: Humerus distali ile ulna proksimali arasındaki uyum ve proksimal ulna yapısı **A.** Sagittal planda humerus distal ve ulna proksimal ucu uyumu **B.** Ulna cisminin proksimal uca göre valgus oryantasyonu

2.2 DİRSEK BÖLGESİNİN KEMİKLEŞMESİ

Humerus distalinin kemikleşme merkezlerinin direk grafide görülmeye başlama ve birleşme yaşları birbirinden farklıdır. Lateral kondilin kemikleşme merkezi çoğunlukla 1 yaşından önce görünür ancak 18-24 aylara kadar gecikme olabilir. Daha önce simetrik iken, lateral kondilin kemikleşme çekirdeğinin radyografik olarak görünmeye başlamasıyla distal humerus metafizer sınırı asimetric bir görünüme bürünür.⁸ Kapitellum, troklea ile yaklaşık 13-14 yaşlarında birleşir.^{5,29} Medial epikondilin kemikleşme merkezi ortalama 5-7 yaşlarında ortaya çıkar. Troklea, 8-10 yaş civarında düzensiz ve çok merkezli olarak kemikleşmeye başlayabilir. Humerus cismi ile yaklaşık 16 yaşlarında birleşir.^{5,29,30} Distal humerusta, son olarak lateral epikondil kemikleşir. Yaklaşık 10 yaş civarında küçük, ayrı bir merkez olarak görülür ve daha sonra 12-13 yaşlarında lateral kondille hızla birleşir. Humerus cismi ile birleşmesi 15 yaşlarına kadar sürer.^{5,11,29} Kapitellum, lateral epikondil ve trochlea, büyümenin tamamlanmasından hemen önce birleşir ve tek bir epifizyal merkez oluşturur. Ortak epifizyal merkez, daha sonra distal humerus metafizi ile birleşir.

Ancak medial epikondilin 19 yaşına kadar metafizle birleşmediği görülebilmektedir.¹¹ (Şekil-4)

Radius başı, medial epikondil ile benzer zamanlarda kemikleşmeye başlar. Radius başının kemikleşme merkezi, ortalama 3,8 yaşında kız çocuklarının yaklaşık yarısında görülmeye başlarken erkeklerde ise ancak ortalama 4,5 yaşında bu oranlarda görülür. Kemikleşme merkezi ilk görülmeye başladığı sırada elips şeklindedir. Proksimal metafizinin oblik olması nedeniyle laterale doğru genişler. Kemikleşme merkezi olgunlaştıkça yassılaştır ve 12 yaş civarında ise kapitellum karşısında konkav bir hal alır.¹¹ Yaklaşık 16 yaşlarında radius cismi ile birleşir. Proksimal ulna metafizinin gelişimi aşamalıdır. Olekranonun son kısmı, 9 yaşlarında görülmeye başlar ve ikincil kemikleşme merkezinden kemikleşir. Ulna cismi ile birleşmesi ise 12-13 yaşlarında başlar ve 15 yaşına kadar devam eder.^{5,11,29,30}



Şekil 4: Distal humerus ikincil kemikleşme merkezlerinin gelişimi ve birleşmesi
A. Kızlarda ve erkeklerde kemikleşme başlangıç yaşları gösterilmektedir. **B.** Bu merkezlerin kızlarda ve erkeklerde birleşme yaşları gösterilmektedir.

Dirsekteki ossifikasyon evreleri; **K**apitellum, **R**adius başı, **İ**nternal (Medial) Epikondil, **T**roklea, **O**lekranon, **E**ksternal (Lateral) Epikondil şeklinde sıralanır. Öğrenme kolaylığı açısından K-R-İ-T-O-E olarak ifade edilir. Cheng ve ark. 1577 Çinli

çocuğun dirsek radyografilerini inceledikleri çalışmada, kemikleşme sırasının erkek ve kızlarda aynı olduğunu ancak erkeklerde kızlara göre, kapitellum hariç, her kemikleşme merkezinin ortalama 2 yıl geciktiğini saptamışlardır. Dirsekteki ossifikasyon sırasının ise kapitellum, radius başı, medial epikondil, olekranon, troklea ve lateral epikondil şeklinde oluştuğunu savunmuşlardır.²⁸ (Tablo 1)

Tablo 1: Cheng ve ark. yaptığı çalışmaya ait dirsekteki kemikleşme sırası ve zamanı

	Erkek	Kız
Kapitellum	1 yaş	1 yaş
Radius Başı	5 yaş	6 yaş
Medial Epikondil	5 yaş	7,5 yaş
Olekranon	8,7 yaş	10,5 yaş
Troklea	9 yaş	10,7 yaş
Lateral Epikondil	10 yaş	12 yaş

2.3. EKLEM YAPISI VE BAĞLAR

2.3.1 EKLEM YAPISI

Dirsek eklemi, üç eklemin birleşiminden oluşan ve tek bir eklem kapsülü ile çevrili olan kompozit (**art.composita**) tipte bir eklemdir.⁴ Humeroulnar ve humeroradial eklemler, fleksiyon-ekstensiyon hareketini sağlarken, proksimal radioulnar eklem, distal radioulnar eklem ile birlikte hareket ederek önkolun supinasyon-pronasyon hareketlerini sağlar.^{4,6,10}

2.3.1.1 Humeroulnar Eklem

Humeroulnar eklem, dirsek ekleminin temelini oluşturan **art. ginglymus** tipi bir eklemdir. Ulna proksimalindeki troklear çentik, humerus distal ucunda troklea üzerindeki sığ oluğa oturarak eklem yapar.^{4,6,10}

2.3.1.2 Humeroradial Eklem

Kapitellum ile fovea radialis arasında oluşan eklemdir. Yapısı itibariyle **art. spherioidea** tipinde bir eklemdir. Radius başı, ulna proksimaliyle de eklem yaptığı için iki eksen üzerinde hareket serbestliği vardır.^{4,6,10}

2.3.1.3 Proksimal Radioulnar Eklem

Radius başında bulunan circumferentia articularis radii ile ulna'nın incisura radialis adı verilen çentiği arasında oluşan eklemdir. Yapısı itibariyle **art. trochoidea** tipinde bir eklemdir.^{4,6,10}

2.3.2 EKLEM KAPSÜLÜ ve SİNOVİYAL MEMBRAN

Eklem kapsülünün ön kısmı fibröz yapıda olup ince bir yapıya sahiptir.^{6,7} Anterior kapsül, humerus distalinde medial epikondil, radial fossa ve koronoid fossadan başlar. Eklem distalinde ise koronoid çıkıntının ön yüzü ile annüler ligamente tutunur. İç ve dış taraflarda ise kollateral ligamentlerin yapısına karışır. Yüzeyel lifleri oblik seyrederken, derin lifleri transvers seyreder.^{4,6,7} Eklem kapsülünün arka yüzü de fibröz yapıdadır ve kapsülün ön kısmına göre daha incedir. Lateral epikondilden medial epikondile kadar kapitellumun arka üst kenarı ile olekranon fossanın üst kenarına tutunur. Distalde ise ulnar troklear çentiğin kenarlarına ve annüler ligamente tutunur.^{4,6,7}

Dirsek eklemi, 80 derece fleksiyonda iken eklem içi 25-30ml sıvı alabilecek en geniş hacmine ulaşır. Eklem içi effüzyon gibi nedenlerle basıncın arttığı durumlarda dirsek en az ağrı hissedilen bu pozisyona alınır.^{5,6,10}

Eklem arteriyel beslenmesi; brakial arterin dalları olan superior ve inferior ulnar kollateral arter, derin brakiyal arterin dalları olan medial ve radial kollateral arter, radyal arterin dalları olan rekürren radyal arter, rekürren interosseöz arter, ulnar arterin dalları olan anterior ve posterior ulnar rekürren arterlerin oluşturdukları **rete articularis cubiti**'den sağlanır. Venöz drenajı, arterlerle aynı isimli venler yoluyla olur. Eklem ön iç kısmını muskulokutanöz sinir, arka ve ön dış kısımlarını radial sinir ve arka iç kısmını ise ulnar sinir innerve eder.⁴

2.3.3 DİRSEK EKLEMİNİN BAĞLARI

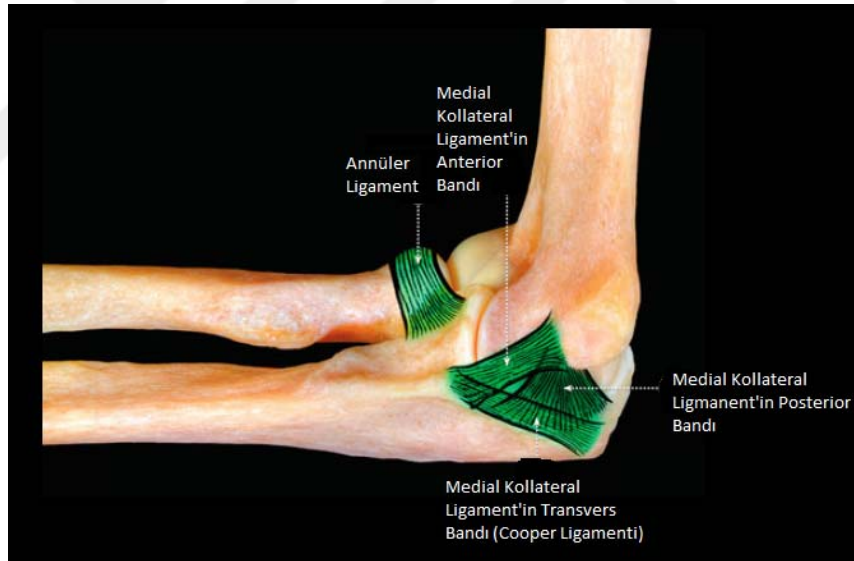
2.3.3.1 Medial Kollateral Ligament Kompleksi

Medial kollateral ligament (MKL) kompleksi, üçgen şeklinde ve kalın bir bant halinde bulunmaktadır.^{4,5} Anterior, posterior ve transvers yönlerde seyreden 3 ayrı bant tarafından oluşturulur. Anterior bant (aMKL), daha kalın olmakla birlikte klinik ve fonksiyonel olarak MKL'in en önemli parçasıdır.^{5,6,7,9,10,12,13,23} Medial epikondilin ön ve alt kısmındaki izometrik noktadan başlayarak koronoid çıkıntının iç kenarına doğru oblik bir seyirle uzanır.^{5,6,9} Anterior bant, dirseğe gelen valgus kuvvetlerine karşı

koyan ana ligamentöz stabilizatördür. Anterior bant da kendi içinde anterior ve posterior bant olmak üzere 2 parçadan oluşur.^{5,12,13}

Posterior bant, genellikle eklem kapsülünün kalınlaşması şeklinde görülür. Medial epikondilin arka ve alt kısmından başlayarak troklear çentiğin ortasının iç yüzeyinde sonlanır. Posterior bant, izometrik değildir ve en çok dirsek eklemi 90 derece fleksiyonda iken gözlenebilir.^{5,10,12} Transvers bant ise anterior ve posterior bantların distal yapışma noktaları arasında yer alır. Transvers bantın diğer adı **Cooper Ligamenti**'dir. Anterior ve posterior bantlar dirsek eklem stabilitesine katkıda bulunurken Cooper ligamentinin bilinen herhangi bir fonksiyonu ve eklem stabilitesine katkısı yoktur (Şekil 5).^{5,10,12,13}

Ochi ve ark, anterior ve posterior bantların arasında, dirseğin fleksiyonuyla izometrik olan, merkezi bir bant tanımlamışlardır. Bu bandı, bütün fleksiyon derecelerinde sabit kalarak gerginliğini koruduğundan, MKL rekonstrüksiyonlarında kılavuz olarak önermişlerdir.¹⁴



Şekil 5: Medial kollateral ligament ve ligamenti oluşturan bantlar

2.3.3.2 Lateral Kollateral Ligament Kompleksi

Lateral kollateral ligament (LKL) kompleksi, MKL kompleksine göre daha çok varyasyon göstermekte ve daha az anlaşılması bulunmaktadır. Bu kompleksi oluşturan tüm bağlar bir bütün olarak hareket eder. Tepesi lateral epikondilden başlayan bir

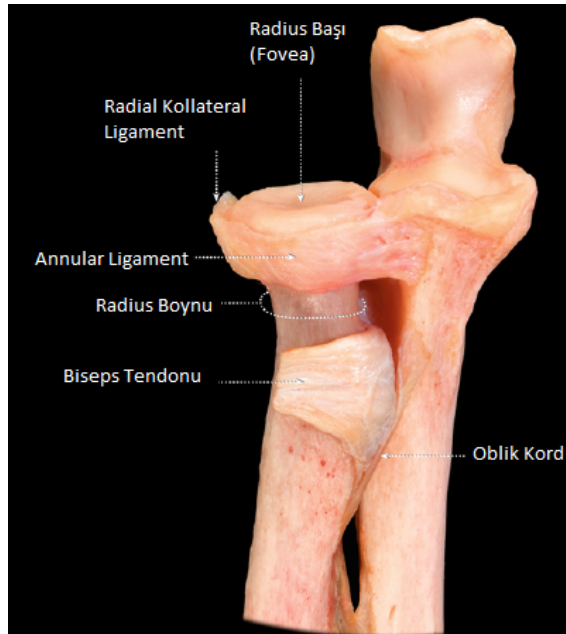
yelpaze şeklindedir. Dirseğe gelen varus stresine karşı direnç gösteren ve posterolateral rotasyonel instabiliteyi engelleyen en önemli stabilizatör yapıdır.
4,5,7,9,13,23

2.3.3.2.1 Radial Kollateral Ligament (RKL)

Lateral kollateral ligament kompleksinin ön bölümünü oluşturur. Direkt olarak lateral epikondilden başlar ve distalde annular ligamentin lifleri ile birleşerek kaynaşır (Şekil 6). Supinator kasın başlangıç noktasını oluşturur. Radial kollateral bağın başlangıç noktası, dirsek ekleminin rotasyon ekseninin merkezine yakın geçtiği için, dirsek ekleminin tüm hareketleri boyunca gerginliği tekdüzedir.^{5,7,13}

2.3.3.2.2 Annular Ligament

Ulna üst ucunda, radial çentiğin ön kenarından başlayarak radius başının tamamını dairesel biçimde sarmal ve arka kenarında sonlanır (Şekil 6).^{4,5,6,7} Oluşan dairenin alt çevresi, üst çevresine göre daha dar olduğu için radius başı aşağıya doğru çıkamaz.¹ Bu bağ, radius başının radial çentik içinde kalmasını sağlayan ve proksimal radioulnar eklemin stabilitesinden sorumlu olan en önemli yapıdır. Bu dairesel osteofibröz yapının, 1/5'i radial çentik, 4/5'i annular ligament tarafından oluşturulur.^{5,6,7}



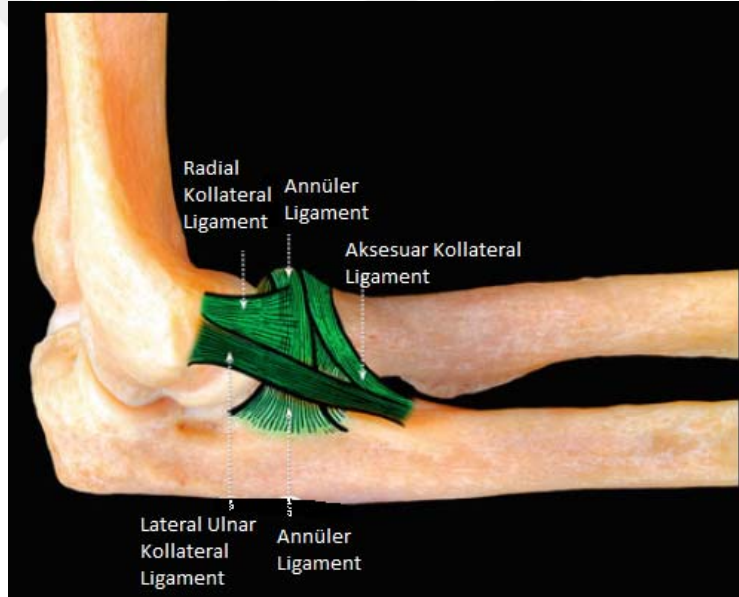
Şekil 6: Proksimal radioulnar eklem ve çevresindeki ligamentöz yapılar

2.3.3.2.3 Lateral Ulnar Kollateral Ligament (LUKL)

Lateral Ulnar Kollateral Ligament, lateral epikondilden başlayarak, annüler ligamentin lifleri ile kaynaşır (Şekil 7). Annüler ligamentin üzerinden geçen ve distalde ulnaya uzanan LUKL lifleri, supinator kasın yapıştığı tüberkülde sonlanır. Başlangıçta LKL kompleksi içinde başlayan bu lifler, distaldeki sonlanma yerinde varyasyonlar gösterse de net ve ayrı olarak görülebilir.^{5,7} Lateral ulnar kollateral ligament, posterolateral rotatuar instabilitenin engellenmesinde ve varus stresine karşı koymada çok önemli bir role sahiptir.¹⁶ Ancak tek başına yokluğu yalnızca minör bir laksite ortaya çıkarır.¹³

2.3.3.2.4 Aksesuar Lateral Kollateral Ligament

Annular ligamentin alt kenarı ile kaynaşacak şekilde bir seyir gösterir (Şekil 7). Bu bağ Morrey ve ark'na göre %4-10 oranında bulunur. Görevi ise varus stresine karşı annüler bağı daha fazla stabilize etmektir.⁷



Şekil 7: Lateral kollateral ligament kompleksi

2.3.3.3 DİĞER BAĞLAR VE ANATOMİK YAPILAR

2.3.3.3.1 Oblik Kord (Chorda Obliqua Ligamenti)

Supinator kasın derin başının üzerini örten fasyadan köken alan ince fibröz bir banttır. Ulnar tuberositanın dış tarafından aşağı ve dışa doğru seyrederek radial

tuberositanın alt kısmına tutunur. Lifleri, önkolda interosseöz membranın liflerine paralel olarak seyreder. Önemli bir fonksiyonu olmadığı düşünülse de, supinasyonda gerilir ve kontraktürünün önkol supinasyon kısıtlılığına yol açması mümkündür.^{6,7}

2.3.3.3.2 Kuadrat (Quadrat) Ligament

Ulna ile annular bağ arasındaki eklem kapsülünün üzerinde bulunan dikdörtgen şeklinde bir bağıdır. Radyal çentiğin alt kısmından başlayarak radius boynunun iç kısmına kadar uzanır. Bu bağ, **Denuce bağı** olarak da adlandırılır. Bağın ön kısmı, tam supinasyon esnasında proksimal radioulnar eklem stabilizasyonuna katkıda bulunur.^{6,7}

2.3.3.3.3 Derin Fasya

Yoğun ve elastik yapıda olmayan, kalın bir membrandır. Dirsek çevresindeki kasları önden ve arkadan sarar. Ön yüzde biceps braki kasından ayrılan lifler, bu fasyaya katılarak güçlendirir. Oluşan bu yapıya **lacertus fibrosus** denir. Bu kuvvetli yapı, suprakondiler humerus kırıklarında antekubital fossadaki damar ve sinir yapılarını hematoma aracılığı ile sıkıştırır. Arkada ise, bu fasya triceps braki kasını sararak olekranona tutunur. Derin fasyanın iç ve dış kısımlarından intermusküler septumlar ayrılarak ön ve arka kas gruplarını ayırırlar.^{6,17,18}

2.4 SİNİRLER

2.4.1 Muskulokutan Sinir (C5-C6-C7)

Lateral kordun, pektoralis minör kasının alt kenarı hizasında ikiye ayrılan dallarından ince olanıdır. Korakobrakiyal kasa dalı verir ve bu kasa delerek biceps braki kası ile brakial kası arasından aşağı doğru ilerler. Bu üç kasa innerve eden musküler dallarını verir. Kubital fossada brakial fasyayı delerek yüzeyelleşir ve sonra **lateral antebrakiyal kutanöz sinir** adıyla devam eder. Muskulokutan sinir felcinde biceps braki ve korakobrakiyal kası tamamen çalışmaz. Brakial kası ise aynı zamanda radial sinirden de innerve edildiği için kasın yalnızca gücü azalır. Önkolun fleksiyon ve supinasyonu zayıflar ve önkolun lateralinin duyusu kaybolur.^{4,6}

2.4.2 Medial Antebrakiyal Kutanöz Sinir (C8-T1)

Aksiller arterin medialinde, medial kordtan ayrılarak önkolun iç yanında dağılan ince bir duyu dalıdır. Aksiller fossa hizasında brakial fasyayı delerek yüzeyelleşen dalları biceps braki kasını örten cildin duyusunu taşır. Brakial arterin iç yanında

distale doğru ilerler. Kolun ortasında bazilik venin brakial fasyayı delerek çıktığı foramenden geçerek yüzeyelleşir.^{4,6}

2.4.3 Medial Brakial Kutanöz Sinir (Wrisberg Siniri) (C8-T1)

Medial kordtan ayrılarak aksiller venin iç tarafında ilerler. Kolun ortasında brakial fasyayı delerek yüzeyelleşir. Kolun iç tarafını örten cildin duyusunu taşır.^{4,6}

2.4.4 Median Sinir (C5-C6-C7-C8-T1)

Aksiller fossada lateral ve medial kordların, aksiller arterin üzerinde birleşmesi median siniri oluşturur. Kolda hiç dal vermeden biceps kası ve brakialis kası arasında, brakial arter ile birlikte ilerler. Aksiller fossada aksiller arterin ön tarafında bulunurken, aşağı doğru ilerledikçe brakial arterin dış kısmında yer alır. Kolun orta kısmında brakial arteri ön yüzünde çaprazlayarak iç tarafa doğru yönelir ve kolun medial kısmında ilerler. Dirsek ekleminin proksimalinde bisipital aponözü delerek yüzeyelleşir. Burada pronator teres kasına giden medial epikondiler dalını verir. Kubital fossada da brakial arterin medialinde yer alır. Burada sadece dirsek eklemine dal verir. Kubital fossadan sonra pronator teres kasının iki başı arasından girer ve bu kası innerve eder. Burada sıkışması halinde **pronator sendrom** gelişir. Median sinir, önkolun proksimalinde lateral epikondilin 5-8 cm distalinde **anterior interosseöz sinir (AİS)** dalını verir ve bu dal interosseöz membranın önünde anterior interosseöz arter ile birlikte el bileğine kadar uzanır. AİS, 2 ve 3. parmakların fleksör digitorum profundus (FDP), fleksör pollicis longus (FPL) ve pronator quadratus (PQ) kaslarının motor innervasyonunu yapar.^{4,6}

2.4.5 Ulnar Sinir (C7-C8-T1)

Medial fasikülden ayrılarak kolun distaline doğru ilerler. Aksiller fossada aksiller arterin iç yanında, kolda median sinir ve brakial arterin iç yanında yer alır. Kolun ortasında intermusküler septumu deler ve kolun arka kısmına geçer. Triceps kasının iç kenarına yaslanarak medial epikondilin arkasındaki ulnar oluk içinden devam eder. Bu seviyeye kadar kolda hiçbir yan dal vermez. Dirsek seviyesinde artiküler dallarını verir. Bu dallar dirsek eklemine ulaşır. Medial epikondilin distalinde iki adet musküler dal verir. Birisi fleksör karpi ulnaris kasına, diğeri ise 3.ve 4. parmakların FDP kaslarına motor innervasyon sağlar. Dirsek seviyesinden sonra fleksör karpi ulnaris (FCU) kasının iki başı arasından geçerek önkola ulaşır. Önkolun orta kısmında FCU ile FDP kasları arasında seyrederek. Önkolun distal yarısında ulnar

arter ile birlikte, onun iç yanında ilerler. El bileğinin 5 cm proksimalinde ise dorsal ve palmar olmak üzere iki dal daha verir. Palmar dal elde yüzeyel ve derin dallar olmak üzere uç dallarına ayrılır. Yüzeyel dal, palmaris brevis kasına somatomotor dal verdikten sonra elin ulnar tarafı ile 4.parmağın ulnar yarısı ve 5.parmağın duyu innervasyonunu yapar. Derin dalı ise yalnızca motor dal olup elin intrinsek kasların çoğunu innerve eder. ^{4,6}

2.4.6 Radial Sinir (C5-C6-C7-C8-T1)

Posterior kord, aksiller sinir dalını verdikten sonra radial sinir olarak devam eder. Brakiyal pleksusun en kalın dalıdır. Aksiller arterin arkasında, latissimus dorsi tendonu ile teres major kasını önden çaprazlayarak distale ilerler. Radial sinir, aksillada triseps braki kasının her üç başına da motor dallar verir. Bu seviyede kolun dirseğe kadar olan arka yüzünün duyusunu taşıyan **posterior brakiyal kutanöz sinir** dalını da vermektedir. Radial sinir, triseps braki kasının uzun ve medial başları arasından kıvrılarak humerusun arka yüzündeki radial sinir oluşu içinde, derin brakiyal arter ile birlikte seyrederek. Radial sinir oluşunda dört dal verir. Bunlar, kolun alt kısmının dış yarısının duyusunu taşıyan **inferior lateral brakiyal kutanöz sinir**, önkolun arka yüzünün ortasını örten cildin duyusunu taşıyan **posterior antebrakiyal kutanöz sinir** ile triseps braki kasının medial ve lateral başlarına verdiği 2 adet motor dallardır. Radial sinir, humerusun distal 1/3'ü seviyesinde dış taraftan kıvrılarak kolun ön tarafına doğru yönelir. Dirsek ekleminin proksimalinde, lateral intermusküler septumu delerek brakioradialis ve brakiyalis kaslarının arasındaki olukta ilerler. Brakioradialis ile ekstensör karpi radialis kaslarına ve brakiyalis kasının az bir kısmına birer dal verir. Radial sinir, lateral epikondilin ön tarafında derin ve yüzeyel olmak üzere iki dala ayrılır. Yüzeyel dal, radial sinirin önkolda verdiği duysal lifleri taşıyan dalıdır. Brakioradialis kasının altında, önkolun dış yan yüzüne dağılır ve başparmağın ekstensörlerinin yüzeyelinden geçerek el bileğinin dorsal yüzüne ulaşır. Önkolda radial arter ile komşuluğu bulunur. Yüzeyel dal, tamamen duysal lifler taşır. El dorsalinin radial kısmının ve ilk üç parmağın dorsal duyusunu iletir. Derin dal, supinatör kası delerek radiusun lateralinden dolanır ve önkolun dorsal kısmına geçer. Derin ve yüzeyel ekstensör kaslar arasında posterior interosseöz arter ile birlikte seyrederek. Proksimalde önkolun dorsalindeki kaslara motor dallar verir. Bu dalları verdikçe incelen sinir interosseöz membran ve ekstensör pollicis longus arasında

Posterior İnterosseöz sinir (PIS) adını alarak ilerler. El bileğinin dorsalinde interkarpal ve metakarpofalangeal eklemlere verdiği duyu dalları ile sonlanır. ^{4,6,17,18}

2.5 DAMARLAR

Aksiller arter, pektoralis major kasının alt kenarını geçer ve aksiller fossadan çıktıktan sonra **brakiyal arter** adını alır. Brakiyal arter kolda, biceps braki kasının iç yanında ilerler. Kubital fossada, biceps kasının fasyası olan bisipital aponözün altından çaprazlayarak geçer. Radius boynu hizasında **radial arter** ve **ulnar arter** adı verilen uç dallarına ayrılır. Diğer önemli dalları ise; derin brakiyal arter, süperior ulnar kollateral arter, inferior ulnar kollateral arter ve koldaki kasları besleyen musküler dallardır. **Derin brakiyal arter**, brakiyal arterin ilk ve en kalın dalıdır. Humerusun arka yüzünde radial sinir oluşunda radial sinir ile birlikte ilerleyerek dirsek eklemine kadar uzanır.⁴

Brakiyal arterin uç dalları olan radial ve ulnar arterlerden gelen rekürren radial arter ve rekürren ulnar arter dalları ile brakiyal arterin yan dalları arasında dirsek çevresi bölgede yoğun anastomozlar vardır. Bu anastomozlar sayesinde brakiyal arter, uç dallarına ayrılmadan hemen önce gerekli olması halinde bağlanılabilir. Bu durumda önkol ve elin beslenmesi, brakiyal arterin yan dallarının oluşturduğu bu anastomozlar sayesinde sağlanabilir. Brakiyal arterin, derin brakiyal arteri verdikten sonra bağlanması durumunda distal dolaşım, derin brakiyal arter ile süperior ve inferior ulnar kollateral arterler arasındaki anastomoz yoluyla olur. Ancak derin brakiyal arter dalını vermeden önce bağlanması tehlikelidir. Çünkü o seviyede brakiyal arter ile aksiller arter arasında bir anastomoz ağı yoktur.⁴

Üst ekstremité venleri, derin ve yüzeysel olmak üzere iki grup halindedir. Yüzeysel venler birbirleriyle ve derin venlerle anastomozlar yapar. Yüzeysel venler; el dorsalindeki rete venosum dorsale manus'un proksimale doğru iki uca ayrılan radial tarafta v.cephalica, ulnar tarafta v.basilica'dır. Elin palmar yüzündeki ven ağı ise kolun medialinde v.mediana antebrachii ismini alarak yüzeysel ven grubunda yer alır. ⁴

2.5.1 KEMİK DIŞI BESLENME

Dirsek çevresindeki zengin arteryel ağın ana hattı brakiyal arterdir. Distal humerusun arteryel beslenmesinin çoğu, posteriorda bulunan anastomozlardan sağlanır. Damarların epifize girişinin yerleşimiyle ilgili üç ana özellik vardır. İlk olarak;

ikincil kemikleşme merkezlerinin metafizyel damarlarla herhangi bir ilişkisi yoktur. İkincisi; damarlar kemik içine eklem yüzlerinden girmezler. Sonuncusu ise; damarlar eklem kapsülüne yalnızca kemikle birleşme noktalarından girerler.¹¹

2.5.2 KEMİK İÇİ BESLENME

Humerusun ana besleyici arteri distal humerusun hemen proksimalinde sonlanmaktadır. Bu nedenle distal humerusun beslenmesi, göreceli olarak lokal osseöz peforator nutrisyonel damarlarla sağlanır. Dirseği besleyen 3 ana damar ağı vardır. Bunlar lateral, medial ve posteriordur. Derin brakiyal arterin dalları olan radial ve medial kollateral arterler, asendan interosseöz ve radial rekkürren arterlerle anastomoz yaparak kapitellumu posteriordan besleyen lateral arkadı oluştururlar. Medial arkad, temel olarak brakiyal arterin dalı olan inferior ulnar kollateral arterden oluşturulur. Trokleaya giden damarlar bu arkaddan çıkar.⁸

Büyümekte olan humerus distalindeki lateral kondil içinde iki tip arteryel yapı gözlenmiştir. Bu damarlar eklem kapsülünün arka kısmında, kapsülün yapışma noktasının dış tarafından ve eklem kıkırdağının proksimalinden giriş yapar. Kemikleşmesi tamamlanmamış kıkırdağı delerek kemikleşme merkezine doğru ilerler. Epifiz içindeki bu damarlar kemikleşme merkezinde birbirleri ile ilişkilidir ancak metafizyel damarlarla veya kemikleşmesi tamamlanmamış kondroepifiz içindeki damarlarla irtibatları yoktur. Bu damarlar uç damarlardır.¹¹

Lateral kondilin kemikleşme merkezi trokleanın dış kısmına kadar uzanır. Trokleanın dış kenarının beslenmesi bu kondiler damarlardan sağlanır. Medial kenar uzun bir süre kemikleşmeden kalır. Trokleanın tamamına yakın kısmı eklem kıkırdağı ile kaplıdır ve kapsül içidir. Bu nedenle trokleanın kemikleşme merkezini besleyen damarlar epifize girmek için fizis hattının uzağından geçmelidir. Trokleanın medial kısmının kemikleşme merkezine iki kaynaktan vasküler destek sağlanır. Lateral taraftaki arter, humerus alt ucunda metafizin posterior yüzünden girer ve troklear çekirdekte sonlanır. Trokleayı besleyen damarların uç damar olmasından dolayı fizis kırıklarında veya humerus distal metafizi boyunca oluşan kırıklarda kolayca yaralanabilir. Bu damarın yaralanmasıyla trokleanın büyümekte olan lateral kemikleşme merkezinin beslenmesi büyük oranda azalır. İç taraftaki arter ise trokleanın medial kenarının eklem dışı olan kısmından girer. Trokleaya parçalı bir görüntü veren çoklu kemikleşme merkezlerinin gelişiminden bu çoklu vasküler beslenme sorumludur. Büyüme tamamlandığında epifizyel ve metafizyel damarlar

serbestçe anastomoz yaparlar. Humerus cisminin merkezini besleyen damarlar, iskelet gelişimi tamamlanmış bireylerde humerusun distal epikondiler bölgelerine kadar ulaşır. ¹¹

2.6 KASLAR

Dirsek çevresinde dört ana kas grubu vardır. Bunlar kolda anterior ve posterior, önkolda da lateral ekstensör-supinatör kas grubu ve medial fleksör-pronator kas gruplarıdır.

Primer dirsek fleksör kasları; brakiyalis, biceps braki ve brakiyorradialis kaslarıdır. Dirsek ekleminin 50 derece ve sonrasındaki fleksiyon derecelerinde görev yapan sekonder dirsek fleksör kasları ise; pronator teres, ekstensör karpi radialis longus ve fleksör karpi radialis kaslarıdır. Primer dirsek ekstensör kasları; triceps braki (medial, lateral ve uzun başları) ve ankoneus kaslarıdır. Sekonder dirsek ekstensör kasları ise; FCU ve ekstensör karpi ulnaris (ECU) kaslarıdır. Önkolun pronasyon hareketi primer olarak pronator teres ile sekonder olarak PQ kasları ile gerçekleştirilir. Önkolun supinasyonu ise esas olarak biceps brakii kasıyla sağlanır. Supinator kası supinasyonu destekleyen yardımcı kaktır. ⁵

2.6.1 KOL KASLARI

Kolun derin fasyası, humerus cisminde medial ve lateral kenarlara tuturak humerus distaline kadar uzanır. Lateral epikondilden deltoid kasın tendonuna kadar uzanan kısmına **lateral intermusküler septum** adını alır. Medial epikondilden başlayarak ve teres major kasının tendonuna kadar uzanan kısmına ise **medial intermusküler septum** adını alır. Bu fasya uzantılarının anteriorunda fleksör kaslar, posteriorunda ise ekstensör kaslar yerleşir. Fleksör grup kaslar; biceps braki, brakiyalis ve korakobrakiyalis kaslarıdır. Ekstensör kas grubunu ise triceps braki kası tek başına oluşturur. ^{4,6}

2.6.1.1 Fleksör Grup Kaslar

Biceps braki kasının uzun ve kısa olmak üzere iki başı vardır. Kısa başı, skapulanın korakoid çıkıntısından başlar, uzun başı ise supraglenoidal tuberkulumdan başlar. Kasın iki başının birleşmesinden sonra tendonu, radial tuberositaya yapışır. Kasa ait bazı aponörotik lifler önkolun üst kısmında aşağı ve içe doğru uzanır ve böylece lacertus fibrosusu oluşturarak önkol derin fasyasına tutunur. Biceps braki, önkolun en kuvvetli supinator kasıdır. Kol sabit olduğunda önkola, önkol

sabit olduğunda kola fleksiyon yaptırır. Brakiyalis kası, humerus ön yüzünün alt yarısından başlar ve biceps braki kasının derininde yer alır. Dirsek ekleminin ön yüzünden geçerek ulnar tuberositaya yapışır. Önkola fleksiyon, önkol sabit ise kola fleksiyon yaptırır. Korakobrakiyalis kası ise kolun üst ve iç kısmında bulunur. Biceps braki kasının kısa başı ile birlikte skapulanın korakoid çıkıntısından başlar. Humerusun minör tüberkülün kristasının alt kısmına yapışır. Kola fleksiyon ve adduksiyon hareketini yaptırır. Anterior grup kaslarının tamamı muskükokutan sinir tarafından innerve edilir.^{4,6}

2.6.1.2 Ekstensör Grup Kaslar

Triseps braki kası kolun arka yüzünde bulunan tek kastır. Kasın uzun, medial ve lateral olmak üzere üç başı vardır. Uzun başı, skapulanın infraglenoidal tuberkulumundan başlar ve humerus arka yüzünde diğer iki baş arasında distale doğru ilerler. Lateral başı, humerus dış kenarından başlar. Medial başı ise humerus cisminin arka yüzünden başlar. Bu başların hepsi dirsek eklemine geçerek olekranonda ortak bir tendon ile sonlanır. Medial başın doğrudan olekranona tutunan lifleri de vardır. Önkolun en kuvvetli ekstensör kasıdır. Kasın tamamı radial sinir tarafından innerve edilir. Ankoneus kası da dirsek ekstensörü olarak tanımlanmıştır. Lateral epikondilden başlar, ulna proksimalinin posterolateraline yapışan üçgen şeklinde bir kastır. Ancak fonksiyonu tam olarak anlaşılamamıştır. Subankoneus kası, triseps braki kasının derin liflerinden ayrılan ve dirsek eklemi fibröz kapsülünün üst kısmına tutunan zayıf kas lifleridir. Önkolun ekstensiyonu sırasında eklem kapsülünü gerip yukarı doğru çekerek eklem aralığına girmesini engeller.^{4,6,32}

2.6.2 ÖNKOL KASLARI

Önkol fasyası, derin fasyanın bir parçasıdır. Proksimalde medial ve lateral epikondillere yapışır, distalde ise radius ve ulnaya yapışır. Koldaki derin fasyanın devamı niteliğindedir. Önkolu bir kılıf gibi sarar ve kasların aralarına bölmeler gönderir. Radius, ulna ve interosseöz membran önkolu iki bölüme ayırır. Önkol volar yüzünde fleksör kaslar, dorsal yüzünde ise ekstensör kaslar yer alır. Her iki bölümde de yüzeysel ve derin kaslar arasında ince fasyal aralıklar bulunmaktadır. Medial epikondile yapışan volar kaslar; FCU, PL, FCR, FDS, PT'dir. Fleksör karpisi ulnaris dışındaki tüm kaslar median sinir tarafından innerve edilir. Lateral epikondile yapışan dorsal kaslar; brakioradialis, ECRL, ECRB, EDC, ECU ve supinator kastır. Bütün dorsal kaslar radial sinir tarafından innerve edilir.^{4,6}

2.7 ANATOMİK VARYASYONLAR

2.7.1 PROCESSUS SUPRACONDYLARİS

Humerus distalinin anteromedialinde bulunan, **avian spur** olarak da adlandırılan, küçük kemiksel çıkıntıdır. Toplumda %1-3 oranında görülen bu anatomik varyasyonun boyutları 7,7-12,3mm arasında değişkenlik göstermektedir. Daha çok erkeklerde ve sol üst ekstremitede medial epikondilin 5-7 cm proksimalinde rastlanır. Bazen bu çıkıntı ile medial epikondil arasında bir bağ uzanır. Bu bağa **Struthers bağı** denir. Bu çıkıntı genellikle asemptomatiktir, ancak bazen kırılabilir ya da median sinir sıkışmasına neden olabilir.^{7,25}

2.7.2 FORAMEN SUPRATROCHLEARİS

Toplumda bazı olgularda olekranon fossa ile troklear fossa arasında görülebilen açıklıktır. Genellikle klinik bir önemi yoktur.¹⁹

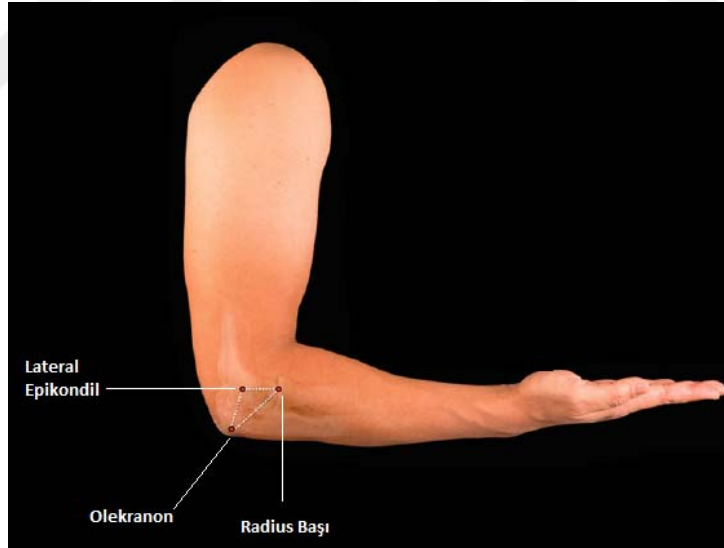
2.7.3 OS SUPRATROCHLEARE DORSALE

Olekranon fossada bulunabilen, aksesuar kemik çıkıntıdır. Sıklıkla erkeklerde ve dominant kolda bulunur. Eklem içinde bulunan bu çıkıntının üzeri sinoviya ile kaplıdır. Genellikle asemptomatiktir. Tesadüfen rastlanır. Ancak bazı zamanlarda ağrı veya mekanik blok nedeniyle ekstensiyon kaybına yol açabilir. Semptomatik olduğu zamanlarda bu çıkıntı genişlemiş olarak görülür ve **madalyon görüntüsü** verir.²⁵

3. TOPIKAL ANATOMİ

Dirsek eklemi üzerinde anatomik bazı referans noktaları vardır. Dirseğin ön yüzünde biceps braki kası ve antekubital fossanın sınırları, arka-dış yüzde triceps braki kası ile brakioradialis kası arasındaki aralık kolaylıkla hissedilebilir.¹⁹ Dirseğin önünde; medialde pronator teres kası, lateralde brakioradialis kası birbirine yaklaşılarak 'V' şeklinde bir aralık oluştururlar. Antekübital fossa adı verilen bu çukurda, brakialis kasının iç kısmında, brachial arter ve venler, daha medialde median sinir bulunur.⁶

Sagittal planda uçlarını radius başı, lateral epikondil ve olekranonun oluşturduğu üçgen şeklindeki alan direk lateral artroskopik portal için güvenli saha olarak kullanılır. Yumuşak nokta olarak adlandırılan bu alandan eklem içi aspirasyon da yapılabilmektedir (Şekil 8). Bu üçgenin merkezinden geçen iğne yalnızca ankoneus kasını ve eklem kapsülünü geçerek eklem ulaşır.¹⁹ Dirseğin medial yüzünde ise medial epikondil palpe edilebilir bir çıkıntı oluşturur. Medial epikondilin posteriorunda ulnar oluk içerisinde ulnar sinir palpe edilebilmektedir.^{6,19}



Şekil 8: Dirseğin lateral yüzündeki girişim alanı ve sınırlarını belirleyen palpe edilebilir anatomik noktalar

Dirsek ekleminde olekranon, medial ve lateral epikondiller çok rahatlıkla palpe edilebilirler. Olekranonun en üst noktası, dirsek tam ekstensiyonda iken humerusun her iki epikondilini birleştiren çizginin üzerinde bulunur. Bu üç nokta, dirsek 90 derece fleksiyona getirildiğinde bir eşkenar üçgenin köşeleri halini alırlar (Şekil 9).^{6,19}



Şekil 9: Dirsekte epikondiller arasındaki çizgi ve olekranon arasındaki ilişki **A.** Dirsek ekstensiyondayken olekranon tepesi her iki epikondil arasındaki çizgi üzerinde yer alır. **B.** Dirsek 90 derece fleksiyonda iken her iki epikondil ve olekranon tepesi arasında eşkenar üçgen oluşur.

4. DİRSEK EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

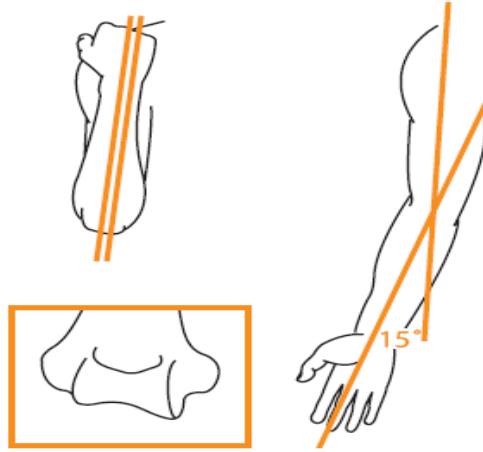
Dirsek eklemi, humerus distali ile radius ve ulna proksimal uçlarının geometrik yapısı ve eklem yüzeylerinin birbirleriyle uyumu sayesinde doğal bir stabiliteye sahiptir. Bunların yanı sıra normal bir dirsekte, kapsül ve ligamentlerin bütünlüğü ile dengeli bir kas yapısı stabilitenin varlığı için gereklidir.

4.1 KEMİK - EKLEM STABİLİTESİ ve BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

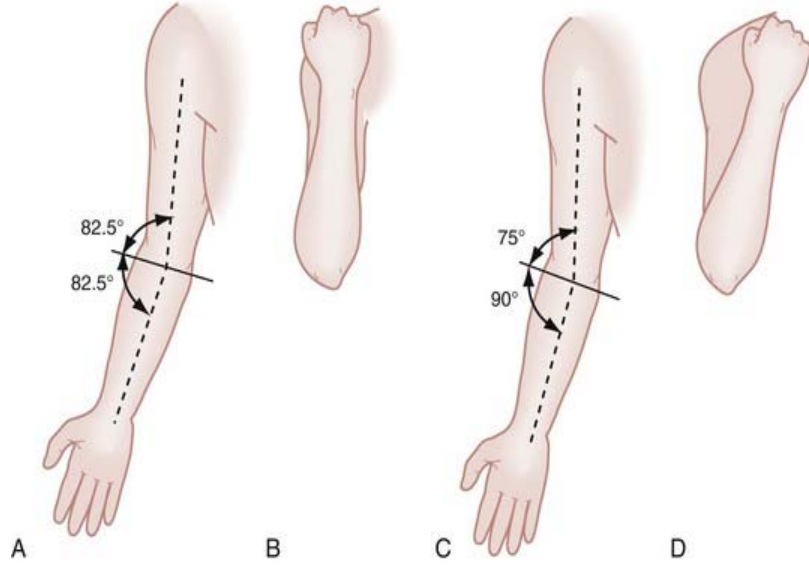
Dirseğin 3 eklemden oluşan kompleks yapısı, dirsek eklemine 2 farklı yönde hareket serbestliği verir. Fleksiyon ve ekstensiyon hareketi, ulna proksimal ucunun humerus distali etrafındaki rotasyonu, supinasyon ve pronasyon hareketi ise radiusun ulnaya göre rotasyonu ile gerçekleşir. Humeroulnar ve humeroradial eklemler, hafif bir hiperekstensiyondan yaklaşık 150 derece fleksiyona kadar geniş bir hareket aralı sağlar. Kadınlarda, hiperekstensiyon miktarı 20 dereceye kadar varabilir. Dirsek ekstensiyonu, olekranonun olekranon fossaya oturması, anterior kapsül, aMKL ve fleksör kas tonusu ile sınırlanır. Dirseğin fleksiyonu ise radiusun radial fossaya oturması, koronoid çıkıntısının koronoid fossaya oturması, kolun anterior kas kitlesi ve triceps kasının tonusu ile sınırlanır. Çoğunlukla kolun pasif hareketi ile daha fazla fleksiyon derecesi elde edilir. Dirseğin fonksiyonel hareket aralığı, fleksiyon ve ekstensiyon yönünde yaklaşık 30 ile 130 derece arasındadır.^{5,10,13,21,22,23,31}

Dirsek eklemi ekstensiyonda iken, ulna uzun aksı ile humerus uzun aksı aynı doğrultuda değildir. Önkolun, dirsek ekstensiyonda ve supinasyonda iken kolun orta hattına göre valgus yönünde oluşturduğu açıya **taşıma açısı** denir. Taşıma açısı, rotasyon aksının valgus tilti ve ulna cisminin olekranona göre valgus oryantasyonu sonucu oluşur. Erkeklerde ortalama 11-14 derece, kadınlarda ise 14-16 derecedir. Dirsek ekstensiyonda iken taşıma açısı en yüksek derecesine ulaşır. Önkolun hangi açıda olursa olsun pronasyonda olması, gerçek taşıma açısı ölçümüne olanak sağlamaz.^{5,20,21,23} Taşıma açısı, kadınlarda pelvis genişliğinin erkeklerden fazla olması nedeniyle kolun vücuda çarpmadan rahat salınımı için daha fazladır. Ayrıca dirsek ekstensiyonda iken daha geniş objeleri taşıma imkânı sağlar.^{5,20,21,31} Çocuklardaki taşıma açısı, erişkinlere göre daha düşük ve ortalama 6 derecedir. Çocuklarda taşıma açısının düşük olması, suprakondiler humerus kırıkları sonrası tedavide oluşan malpozisyondan bir ölçüde koruyucudur.^{5,20,21,27} Trokleanın spiral oryantasyonu nedeniyle rotasyon aksı oblik bir seyir gösterir. Ayrıca trokleanın bu eğik eksen, fleksiyon yaparken ulnayı döndürerek humerus eksenine ile aynı dizilim

doğrultusuna getirmektedir (Şekil 10)^{5,10,20,21,23,31,32} Fleksiyon-ektensiyon aksı, humerus uzun aksı ile önkol uzun aksı arasındaki geniş açıyı ikiye bölen açıortay üzerinde, medial-lateral epikondiler çizgiye göre ortalama 3-5 derece iç rotasyonda ve humerus uzun aksına göre 4-8 derece valgusta bulunur.(Şekil 11)^{20,21,23,31} Taşıma açısının farklı fleksiyon derecelerinde varyasyonlarının olmasının nedeni, fleksiyon aksının medial-lateral düzleme göre taşıma açısının yarısı kadar daha proksimalde ve lateralde olmasından kaynaklanır. Örnek olarak, taşıma açısı 12 derece ise rotasyon aksı transvers düzleme göre 6 derecelik açısal bir düzlem üzerinde bulunur.^{20,21,32} Farklı fleksiyon derecelerinde gerek aktif gerekse pasif, supinasyon ve pronasyon hareketleri ile fleksiyon aksı sürekli değişkenlik gösterir.^{23,32} Bu değişkenliğin nedeni de troklear oluşun oblik yapısından kaynaklanır. Rotasyon aksı yaklaşık 2,5 mm ve 3-4 derece değişkenlik göstermektedir.^{23,31}

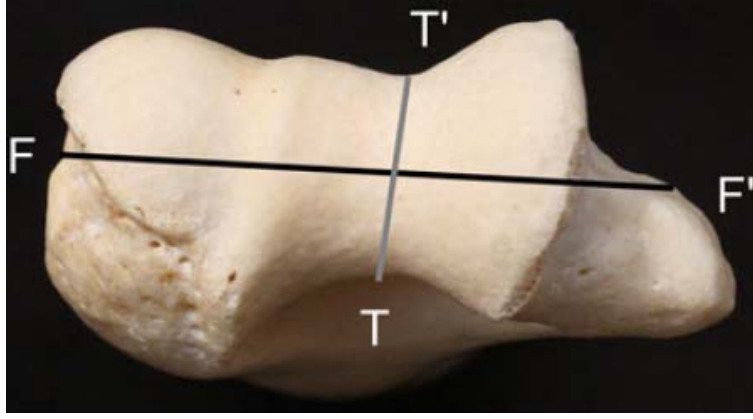


Şekil 10: Humerus distal ucunun spiral oryantasyonu nedeniyle fleksiyon ve ekstensiyonda oluşan farklı kol-önkol açıları



Şekil 11: Dirsek ekleminin fleksiyon-ekstensiyon aksı ve biyomekaniği
A. Dirsek ekleminin fleksiyon-ekstensiyon aksı humerus uzun aksı ile önkol uzun aksı arasındaki açığı ikiye böler **B.** Böylece dirsek fleksiyona geldiğinde bu akslar birbirine üzerine kapanmış olur. **C.** Eğer fleksiyon-ekstensiyon aksı önkol uzun eksenine dik olsaydı **D.** Dirsek fleksiyona geldiğinde önkol, kola göre varusa giderek uzaklaşırdı.

Dirseğin rotasyonel hareketlerinin merkezi eksternal beliryeciler ile saptanabilir. Bu merkez, sagittal planda humerus uzun aksının anteriorunda kalır ve anterior humeral korteks ile eş çizgi üzerindedir. Kapitellumun dış kenarı ile troklea arasında iç içe geçmiş konsantrik arkların kesişimlerinden oluşan, 2-3 mm çapındaki dairesel sınırın içinde yer alır. Medial epikondilin anteroinferior yüzünde kalan, kapitellum merkezi ile troklear oluğun çizdiği yayın merkezi arasında bulunan çizgi üzerindedir. (Şekil 12) ^{5,10,13,21,22,23,32}



Şekil 12: Fleksiyon Aksı (F-F'), medial epikondilin anteroinferior yüzünden geçer; Troklear oluk yönelimi ve spinal oryantasyonu (T-T')

Radiokapitellar ve proksimal radioulnar eklem, yaklaşık 180 dereceye varan supinasyon ve pronasyon hareketlerine izin verir. Bu hareketin arkının, yaklaşık 75-90 derecesi pronasyon, 85-90 derecesi supinasyon ile oluşur. Günlük yaşamdaki fonksiyonel supinasyon ve pronasyon arka 100 derecedir. Birçok işlem 50 derece supinasyon ve 50 derece pronasyon hareketleri arasında yapılabilir ancak rahatlıkla cep telefonu ve klavye kullanmak için her iki yönde 80 derece harekete ihtiyaç duyulmaktadır. Supinasyon-pronasyon hareketinin rotasyon merkezi, kapitellumun merkezinden başlar, distalde ulna stilodine ve sonrasında 5.parmağa geçer.^{5,10,13,20,21,23} Önkol rotasyonu sırasında radiusun hareketli ve ulnanın sabit olduğu yaygın olarak kabul ediliyor olsa da radiusun rotasyon aksı ulnanın rotasyon aksına oblik olması nedeniyle sağlam bağ yapısı ve kapsülü olan dirseklerde önkol rotasyonu ile ulnada yaklaşık 6 derece aksiyel rotasyon olduğu saptanmıştır.³¹ Radius başı, ulna üzerinde sirkümdiksiyon hareketi yapar. Pronasyon esnasında ulnada abduksiyon ve fleksiyon, radiusta ise proksimale doğru hareket gözlenir. Supinasyon esnasında ise ulnada adduksiyon ve ekstensiyon gözlenirken, radiusun distale hareketi gözlenmektedir.^{5,10,13,20,21,23}

4.2 STATİK YUMUŞAK DOKU STABİLİTESİ ve BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Dirsek ekleminin kapsülü, anterior ve posteriorda ince, medialde ve lateralde bağ komplekslerine karıştığı için daha kalın yapıdadır. Kapsülün anterior kısmı

ekstensiyonda gergin, posterior kısmı ise fleksiyonda gergindir. Eklem kapsülü, dirsek stabilitesine katkısını en çok dirsek ekstensiyonda iken sağlar.⁵

Dirsek ekleminde aMKL, valgus kuvvetlerinin ana sınırlayıcı ve posteromedial stabilitede rol oynayan primer stabilizatördür. Anterior MKL'in anterior bandı dirsek ekstensiyonda iken, posterior bandı ise dirsek fleksiyonda iken valgus stresine karşı koyar. Dirseğe 30-90 derece fleksiyonda iken gelen valgus yüklenmelerinde aMKL'in anterior bandı, 90-120 derece fleksiyonunda gelen valgus yüklenmelerinde ise posterior bandı gerilerek karşı koyar. Posterior aMKL'in valgus stabilitesine katkısı az gibi görünse de posteromedial rotatuar instabilitenin önlenmesinde önemli bir rol oynar. Medial kollateral ligamentin medial epikondildeki başlangıç noktası fleksiyon yönündeki rotasyon merkezinin posteriorundan geçtiği için "cam effect" görülür.^{12,13,23} Bu etkide, ligament gerginliği dirseğin hareket arkı boyunca değişiklik gösterir. Ayrıca dirsek tam ekstensiyondan fleksiyon sonuna doğru gittikçe ligament uzunluğu da artış gösterir. Bu nedenle anterior aMKL ekstensiyonda gergin, fleksiyonda gevşek iken; posterior aMKL fleksiyonda gergin ekstensiyonda gevşektir. Anterior MKL'nin total kesilmesi halinde dirsek en çok 70 derece fleksiyonda iken valgus stresine karşı anstabil olmaktadır.^{5,13} Ochi ve ark her iki bant arasında, rekonstrüksiyonlarda kılavuzluk edebilecek derin ve orta bir bant daha tanımlamışlardır.¹⁴ Posterior MKL izometrik değildir, bu nedenle 65 derece fleksiyondan tam fleksiyona gelene kadarki yüksek fleksiyon derecelerinde gergindir. Morrey ve ark bu bandın kesilmesi halinde bile belirgin bir valgus instabilitesi olmadığını göstermişlerdir.¹⁵

Lateral kollateral ligament kompleksi, bir bütün olarak hareket eder. Dirsek ekleminin varus stresine ve dış rotasyon kuvvetlerine karşı direnç gösteren primer sınırlayıcısıdır.²³ Bu kompleksin lateral kondildeki başlangıç noktası fleksiyon aksının rotasyon merkezinden geçtiği için izometriktir ve "cam effect" görülmez. Bu nedenle hareket arkı ile değişmeyen, daha standart bir stabilite sağlar. Radial kollateral ligament, dirseğin tüm hareket arkı boyunca gergin kalır.⁵ Lateral kollateral ligament kompleksinin tamamının yaralanması durumunda dirsekte varus instabilitesi, posterolateral rotatuar instabilite ve radius başının posteriora subluksasyonu meydana gelir.²³ O'Driscoll ve ark'na göre LUKL, varus stesi ve posterolateral rotatuar instabiliteye karşı primer sınırlayıcıdır.⁵ Lateral ulnar kollateral ligament, ulnada sonlandığı için humeroulnar eklemin lateral stabilizasyonu bu bağ ile sağlanır.

Annular ligamentin de varus ve valgus stabilitesinde önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir.^{5,7,13,23} Annuler ligamentin ön lifleri supinasyon sırasında gerilir, arka yüzünü oluşturan lifler ise pronasyonda gerilir.^{5,7,13} Sağlam bir annular ligament varlığında, koronal plan instabilitesi veya posterolateral rotatuar instabilite ortaya çıkarmak için RKL ve LUKL'nin birlikte kesilmesi gerekmektedir. Her iki ligamentin yaralanmış olması halinde posterolateral rotatuar instabilitenin önlenmesi için yalnızca LUKL'in rekonstrüksiyonu yeterlidir. Yalnızca annular ligamentin ya da LUKL'nin kesilmesi de büyük bir instabilite ortaya çıkarmaz. Ancak radius başı eksizyonu ve LKL kompleksinin birlikte çıkarılması ciddi bir varus ve eksternal rotasyon instabilitesi ortaya çıkarmaktadır.^{13,23} Eklem yüzeylerinin uyumu, kapsül ve bağların varus/valgus instabilitelerine olan katkıları Tablo 2'de verilmiştir.¹⁰

Tablo 2: Anatomik yapıların dirseğin fleksiyon ve ekstensiyon pozisyonlarında varus/valgus stabilitesine olan katkıları

Dirsek Pozisyonu	Anatomik Yapılar	Varus Deplasmanına Karşı Direnç	Valgus Deplasmanına Karşı Direnç
EKSTENSİYON	MKL	-	%30
	LKL	%15	-
	Kapsül	%30	%40
	Eklem Yüzü	%55	%30
FLEKSİYON	MKL	-	%55
	LKL	%10	-
	Eklem Yüzü	%75	%35

4.3 AKTİF YUMUŞAK DOKU STABİLİZATÖRLERİ ve BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Eklemi çaprazlayan kaslar dinamik stabilizatörlerdir. Dirsek eklemine geçen her kas, eklem hareket kuvveti kazandırır ve eklem yüzlerini birarada tutan dinamik kuvvetler oluşturarak eklem stabilitesine katkıda bulunur. Triseps, biceps ve

brakiyalis kasları dirsek eklemine en büyük kompresif kuvvetleri uygulayan kaslardır. Dirseğin tüm hareketlerinde brakiyalis kası aktiftir ve dinamik stabilizasyon sağlayarak posterior dislokasyonu önler.^{5,13,23}



5. HUMERUS SUPRAKONDİLER KIRIKLARININ İNSİDANSI

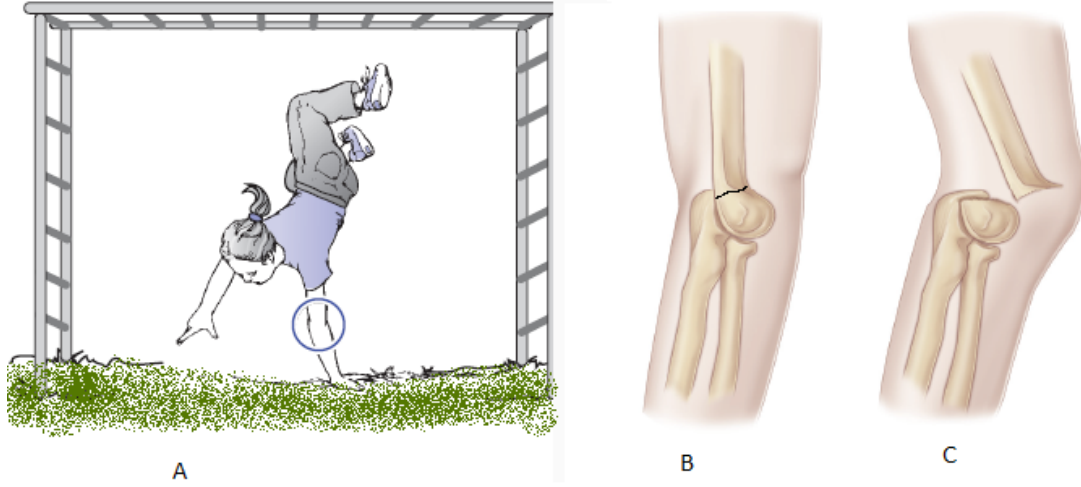
Suprakondiler humerus kırıkları her 100.000 çocuğun 177.3'ünde görülmektedir ve tüm çocuk kırıklarının %3'ünü oluşturur.^{34,36,42} Çocuklarda üst ekstremitede en sık yaralanma türü önkol distal uç kırıklarıdır. Suprakondiler humerus kırıkları ise ikinci sırada yer alır.^{11,41} Çocuk ve adölesanlardaki dirsek yaralanmaları, erişkinlere göre daha siktir. Dirsek kırıkları, tüm üst ekstremitte kırıklarının %7-9'unu oluşturmakla birlikte, bu kırıkların %86'sını distal humerus kırıkları oluşturur.¹¹ Suprakondiler humerus kırıkları, dirsek kırıkları arasında en sık görülen kırık tipidir.^{35,36,42} Tüm dirsek kırıkları arasında %55-75 (ort %58) oranında görülür. İkinci sırada lateral kondil kırıkları yer alır.^{11,36}

Suprakondiler humerus kırıkları en sık 5-7 (ort.6.7) yaşları arasında görülür.^{11,40,41,43,44,45,46,47} Pek çok çalışmada suprakondiler humerus kırığının erkeklerde (%59.5) daha fazla görüldüğü bildirilmesine rağmen son zamanlarda erkek ve kızlarda görülme oranı neredeyse eşitlenmiştir.^{11,40,42,45,47} Üstelik Houshian ve ark yaptıkları çalışmada bu kırıkların kızlarda %54 oranında görüldüğünü bildirmişlerdir.^{35,36} Kızlarda 9, erkeklerde 11 yaşından sonra suprakondiler humerus kırığı görülme insidansı düşmektedir.⁴⁶ Suprakondiler humerus kırıkları genellikle non-dominant ya da sol kolda (%60.8) daha sık görülür.^{11,35,37,40,41,44,46,48} Suprakondiler humerus kırıkları, yaz aylarında (Haziran-Eylül) daha sık görülür.^{35,37,47} Okul çağındaki çocukların ise kırıkları daha çok okul tatilleri sırasında gelişen kazalar sonucu olur.^{40,41}

6. ETYOLOJİ ve KIRIK MEKANİZMASI

Suprakondiler kırıklara çoğunlukla oyun alanlarında ve ev içinde yatak veya kanepeden düşmeler sonucu rastlanır.^{36,46} Üç yaşından küçük çocuklar daha çok ev içi düşme sebebiyle, 4 yaşından büyükler ise oyun alanında düşme sebebiyle başvururlar (Şekil 13). Diğer nedenler yüksekten düşmeler, bisikletten düşmeler, trafik kazaları, çocuk istismarlarıdır.

Çocuklardaki tüm kırıkların %65-75'ini üst ekstremité kırıkları oluşturur.¹¹ Yaralanmaların büyük çoğunluğu dirsek tam ekstensiyondayken açık el üzerine düşme ile gerçekleşir. Suprakondiler humerus kırıklarında, distal kırık fragmanın posteriora deplase olmasıyla **ekstensiyon tipi kırıklar (%95-99)** meydana gelir. Nadiren dirsek fleksiyondayken düşme ya da dirsek arkasına doğrudan gelen darbeler nedeniyle kırık fragman anteriora deplase olarak **fleksiyon tipi kırıklar (%1-5)** meydana gelir.^{11,33,37,45}



Şekil 13: Suprakondiler humerus kırığı oluş mekanizması **A.** Tırmanma çubuklarından açık el üzerine düşme **B.** Aksiyel yüklenme ile ilk kırık olekranon fossanın tepesinde başlar **C.** Ekstensiyon tipi kırık örneği

Humerus distalinde medial ve lateral kolonlar arasında, arkada olekranon fossa, önde koronoid fossanın oluşturduğu ince kemik segment bulunur. Bölgenin en ince kısmı olekranon fossanın tepesidir. Yaşamın ilk 10 yılında distal humerus metafizinin, vücudun diğer kısımlarına karşı göreceli olarak zayıf olması nedeniyle

mekanik streslere direnci azdır. Kırıklar genelde bu ince ve zayıf segmentten kaynaklanır. ⁴⁴

Dirsek hiperekstensiyonda iken olekranon, olekranon fossayla birleşir. Açık el üzerine düşme sonucu dirsekte hiperekstensiyonda kitlenme olur. Düşme etkisiyle meydana gelen aksiyel yüklenme kuvveti, olekranonun dayanak noktası olan olekranon fossanın tepesine iletilir. Bükücü kuvvetlerin etkisiyle suprakondiler alanda eğilme olur ve en zayıf nokta olan dayanak noktasından başlayarak medial ve lateral kolonlarda kırık oluşturur. Eş zamanlı olarak eklem kapsülünün ön kısmının proksimal yapışma yeri gerilerek ekstensiyon tipi kırığın deplase olmasına katkıda bulunur. Ekstensiyon tipi kırıklarda periostun ön kısmı yırtılır. Arka kısmı ise sağlam kalırsa menteşe görevi görerek aşırı deplasmanı önler ve redüksiyon sağlandıktan sonra stabilizeye katkıda bulunur. Medial ve lateral periost bütünlüğü ise deplasman yönü dikkate alınarak değerlendirilebilir. Hangi yöne deplase olduysa genellikle o taraftaki periostun sağlam olduğu varsayılır. Genellikle proksimal parça öne kayar. Periostun arka bölümünün de yırtılması sonucunda kırık tamamen instabil hale gelir. Dirsek fleksiyondayken kırık olma olasılığı daha azdır. Çünkü brakiyalis, biceps ve triceps kasları fleksiyondayken dirsek stabilitesine daha çok katkıda bulunur. Dirsek tam ekstensiyondayken fleksör kasların travmaya karşı mekanik direnci en aza inmektedir. Çocuklarda ligament laksitesinin olması, hiperekstensiyonu arttırdığı için suprakondiler kırıkların oluşmasında predispozan faktör olarak kabul edilmekle beraber böyle bir etkinin olduğu henüz tam netlik kazanmamıştır. ^{11,44}

Birçok çalışmada distal fragmanın posteromediale (%75) deplasmanı, posterolateral deplasmandan daha sık görüldüğü rapor edilmiştir. Kırığın deplasman yönü, proksimal metafizyel fragmanın penetrasyonunu öngörebilmek adına önemlidir. Düşme esnasında önkol supinasyonda ise aksiyel yüklenme kuvvetleri medialden geçeceği için posteromedial periost yırtılır ve distal parça posterolaterale deplase olur. Eğer önkol pronasyonda iken açık el üzerine düşme olursa aksiyel yüklenme kuvvetleri lateralden geçeceği için posterolateral periost yırtılır ve distal parça posteromediale deplase olur. Distal fragmanın mediale deplasmanı ile radial sinir yaralanması olabilir. Laterale deplasmanı ile median sinir ve brakiyal arter risk altında kalır. Distal kırık fragmanda, koronal ve sagittal yönde oluşan deplasmanların yanı sıra horizontal ve rotasyonel şekil değişiklikleri de görülebilir. Sıklıkla distal fragman iç rotasyona uğrar. ¹¹ Çocuklarda gerek ekstensiyon tipi gerekse de fleksiyon tipi kırıklarda kırık hattı çoğunlukla transversdir. Erişkinlerde ise bilinmeyen nedenlerle

kırık hattı oblik olmaktadır. Rotasyona bağlı olarak daha fazla açılanma gösteren oblik kırıklar, transvers kırıklara göre daha instabildir.³³

Çocukluk ağı suprakondiler kırıklarına eşlik eden ipsilateral st ekstremitte kırıklarının sıklık oranı %1-5'tir ve çoğunlukla distal radius kırıklarıdır.^{11,33} Farnsworth ve ark inceledikleri 391 SKHK'na yaklaşık %11 oranında eşlik eden diğer kemik kırıkları tespit etmişlerdir. Bunlar %50 nkol kırıkları, %20 karşı taraf humerus kırığı ve azalan sırayla kafa, yüz, el ve pelvis yaralanmalarıdır.³⁷



7. SINIFLANDIRMALAR

Suprakondiler humerus kırıkları öncelikle ekstensiyon veya fleksiyon tipinde olmalarına göre 2 sınıfa ayrılır. Daha sonra radyografik olarak kırığın kayma derecelerine göre sınıflandırılırlar.

7.1 EKSTENSİYON TİPİ KIRIK SINIFLAMASI

İlk radyografik sınıflama 1931 yılında Felsenreich tarafından yapılmışsa da SKHK ile ilgili en yaygın olarak kullanılan sınıflama 1959 yılında **Gartland** tarafından yapılmıştır. Daha sonra Wilkins 1984 yılında bu sistemi modifiye etmiştir. Günümüzde en yaygın kullanılan ve geçerliliği en yüksek olan sınıflama **Wilkins-Modifiye Gartland** sınıflamasıdır.^{49,50} Bununla birlikte suprakondiler humerus kırıkları ile ilgili birçok sınıflama yapılmıştır.

Gartland Sınıflaması: Gartland kırıkları distal fragmanın kayma miktarına göre 3'e ayırmıştır.³³

Tip 1: Kaymamış veya minimal kaymış kırıklar

Tip 2: Arka korteks sağlam kalarak, distal fragman posteriora yer değiştirmiştir.

Tip 3: Tamamen posteriora deplase olmuş, kortikal bağlantısı olmayan kırıklar

Wilkins-Modifiye Gartland Sınıflaması: Bu sınıflamada, Gartland sınıflamasına ek olarak kayma ile birlikte rotasyon olup olmamasına göre subgruplara ayrılmıştır.^{45,49,51}

Tip 1: Kaymamış veya minimal kaymış kırıklar

Tip 2A: Arka korteks sağlam kalarak, distal fragman posteriora yer değiştirmiştir ancak distal fragmanda rotasyon veya translasyon yoktur. Lateralden bakıldığında anterior humeral çizgi kapitellumdan geçmez.

Tip 2B: Arka korteks sağlam kalarak, distal fragman posteriora yer değiştirmiştir, distal fragmanda horizontal rotasyon ve/veya translasyon vardır. Lateralden bakıldığında anterior humeral çizgi kapitellumdan geçmez.

Tip 3: Tamamen posteriora deplase olmuş, kortikal bağlantısı olmayan kırıklar

Wilkins, ayrıca tip 3 kırıkları da koronal düzlemde kaymasına göre (posteromedial veya posterolateral) ikiye ayırmıştır.³³ Tip 3 kırıklarda kortikal bağlantı olmasa da posterior periost sağlam kalarak bir miktar menteşe etkisini devam ettirir.⁵²

Tip 3A: Posteromediale deplasman gösteren, kortikal bağlantısı olmayan kırıklar

Tip 3B: Posterolaterale deplasman gösteren, kortikal bağlantısı olmayan kırıklar

Leitch ve ark ise 2006 yılında Wilkins-Modifiye Gartland sınıflamasına katkıda bulunarak dördüncü bir kırık tipi tariflemişlerdir.⁵²

Tip 4: Her yöne, tamamen anstabil (posteriorda menteşe etkisi kalmayan, her yönde periostal yırtılma ile seyreden) kırıklar

Mubarak ve Davids Sınıflaması: Bu sınıflamada SKHK iki gruba ayrılmıştır.³³

Tip 1A: Parçalı olmayan, kayma olmamış, çökme veya açılanma göstermeyen kırıklar

Tip 1B: Koronal düzlemde kayma, medial kolonda parçalanma veya kollaps görülen, sagittal planda hafif hiperekstensiyondaki kırıkları

Felsenreich Sınıflaması: Üç gruba ayrılır.¹

Tip 1: Açılanma yoktur veya çok azdır. Kemik tam kırılmamıştır.

Tip 2: Açılanma vardır fakat kırık uçları birbirinden ayrılmamıştır.

Tip 3: Kayma çoktur. Uçlar birbirinden ayrılmıştır.

Lagrange ve Rigault Sınıflaması: Lagrange ve Rigault bu sınıflamayı 1962 yılında yapmıştır. Bu sınıflama Fransa ve Fransızca konuşulan ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir sınıflamadır. Bu sınıflama, ekstensiyon tipi kırıkları 5 gruba ayırır.^{51,53}

Tip 1: Deplase olmayan kırıklar

Tip 2: Ön ve arka korteksin birlikte kırıldığı, deplase olmayan veya minimal deplase kırıklar

Tip 3: Proksimal ve distal fragmanlar arasında bağlantı bulunan deplase kırıklar

Tip 4: Aşırı kaymış, proksimal ve distal fragmanlar arasında bağlantı bulunmayan deplase kırıklar

Tip 5: Metafizodiafizler bölgede bulunan yüksek suprakondiler kırıklar

Bahk ve ark.'nın Kırık Paternine Göre Sınıflaması: Bahk ve ark, literatürdeki sınıflamalarda yaygın olarak koronal ve sagittal planlarda transvers kabul edilen kırıkların gerçekte farklı kırık paternlerine sahip olduğunu ve bunun stabilite üzerine etkili olduğunu öne sürmüşlerdir.

Koronal plandaki 4 kırık paterni: Transvers, Lateral oblik, Medial oblik, Yüksek seviyeli kırıklar

Sagittal plandaki 2 kırık paterni: Düşük seviyeli sagittal, Yüksek seviyeli sagittal

Koronal planda 10 dereceden daha yüksek açılardaki oblik kırıklarda daha fazla parçalanma ve kollaps görüldüğünü savunmuşlar, ayrıca bu kırıkların radyografik olarak rotasyonel malunionla ve daha kötü kozmetik sonuçlarla iyileştiğini bildirmişlerdir. Sagittal planda ise 20 dereceden daha yüksek açılardaki oblik kırıkların da daha ekstensiyonda malunion ile iyileştiklerini ve kötü kozmetik sonuçlar ortaya çıkardığını rapor etmişlerdir.^{11,33,54}

7.2 FLEKSİYON TİPİ KIRIK SINIFLAMASI

Fleksiyon tipi kırıklar daha nadir görüldükleri için yapılan çalışmalar sınırlı kalmıştır. Ancak Gartland'ın 1959 yılında SKHK için yaptığı sınıflama fleksiyon tipi kırıklar için de kullanılabilir.³³

Gartland Sınıflaması:³³

Tip 1: Kaymamış veya minimal kaymış kırıklar

Tip 2: Ön korteks sağlam kalarak, distal fragman anteriora yer değiştirmiştir.

Tip 3: Tamamen anteriora deplase olmuş, kortikal bağlantısı olmayan anstabil kırıklar

Leitch ve ark ise Gartland sınıflamasına katkıda bulunarak dördüncü bir kırık tipi tariflemişlerdir.⁵² **Tip 4:** Her yöne, tamamen anstabil (anteriora menteşe etkisi kalmayan, her yönde periostal yırtılma ile seyreden) kırıklar

Pirone Sınıflaması: Fleksiyon tipi kırıklarda Pirone ve ark'nın tanımladığı sınıflama da sık kullanılır.^{38,60}

Tip 1: Deplase olmayan, ayrışmamış kırıklar

Tip 2A: Açılanması olan ancak tam ayrışmamış kırıklar

Tip 2B: Kısmen deplase olmuş kırıklar

Tip 3: Tamamen deplase olmuş, ayrışma gösteren kırıklar

AO Travma çalışma grubu ise, suprakondiler humerus kırıklarında, distal fragmanın kayma yönünden bağımsız, basit, klinik olarak geçerli ve standardize edilmiş bir sınıflama ortaya koymayı hedeflemiştir.⁵¹

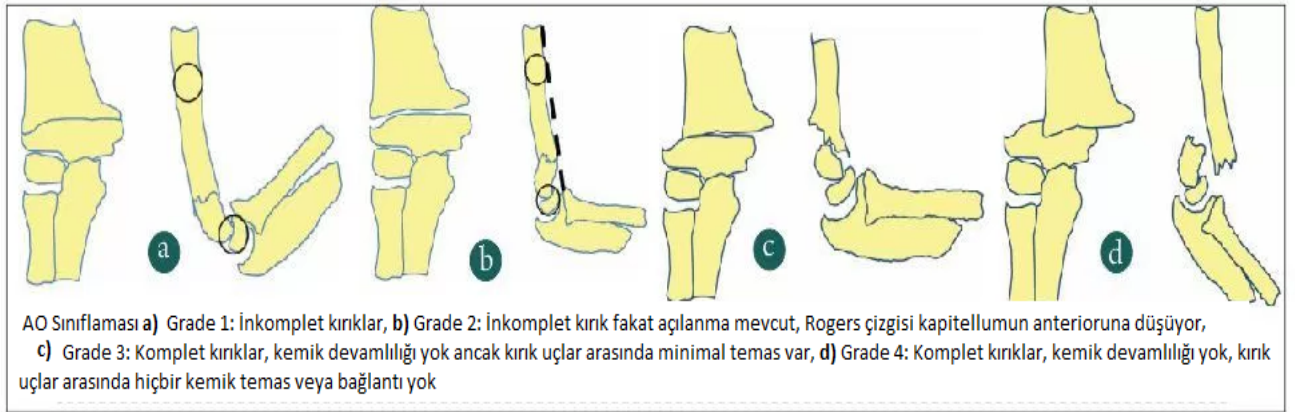
AO Sınıflaması: Suprakondiler humerus kırıkları deplasman derecesine göre 4 gruba ayrılır. (Şekil 14)

Evre 1: İnkomplet kırıklardır. Rogers çizgisi (anterior humeral çizgi) kapitellum merkezinden geçer. AP grafide varus veya valgus açılanması 2mm'den fazla değildir.

Evre 2: İnkomplet kırık fakat açılanma vardır. Ekstensiyon veya fleksiyon tipi kırık olabilir. Rogers çizgisi kapitellum'dan geçmez. AP grafide 2mm'den fazla varus veya valgus açılanması vardır.

Evre 3: Komplet kırıklardır. Proksimal ve distal fragmanlar arasında kortikal devamlılık yoktur ancak birbirleri arasında az bile olsa temas vardır.

Evre 4: Komplet kırıklardır. Proksimal ve distal fragmanlar arasında kortikal devamlılık ve temas yoktur.



Şekil 14: Çocuk suprakondiler humerus kırıklarında AO Sınıflaması

8. KLİNİK VE RADYOLOJİK BULGULAR

8.1 FİZİK MUAYENE BULGULARI

Humerus suprakondiler kırıklarının tanısı öykü, fizik muayene ve sonrasında çekilen direkt radyografilerin değerlendirilmesiyle konulur. Dirsek ağrısı ile başvuran hastada, yakınmanın olduğu ekstremitenin tamamı değerlendirilmelidir. Çocuklarda düşme sonrası üst ekstremitenin kullanılmasından kaçınma ve kolda ağrı, muhtemel bir önkol ya da dirsek kırığını akla getirmelidir. Suprakondiler humerus kırıklarında fizik muayene bulguları, kırığın tipine göre değişkenlik gösterir.^{11,33,44}

Ayrılmamış tip 1 kırıklarda dirsekte ödem ve cilt gerginliği az da olsa görülür. Ayrıca humerus distalinde ağrı, palpasyonla hem medialde hem de lateralde hassasiyet ve dirsekte hareket kısıtlılığı vardır. Açılanma gösteren tip 2 kırıklarda ise dirsekteki ödem daha belirgindir. Antekubital fossadaki çukurluk çoğunlukla kaybolur ve dirsekte hareket kısıtlılığı vardır. Bu tip kırıklar, tam ayrılmış tip 3 kırıklara göre daha stabil olduğu için patolojik hareket ve aşırı deformite görülmez. Tam ayrışma gösteren tip 3 kırıklarda ise dirsekte çok belirgin ödem ve deformite görülür. Ayrıca kırık fragmanları üst üste binebilir ve ekstremitede kısıtlılık ile birlikte dirsekte “**S konfigürasyonu**” görülebilir. Dirseğin karakteristik görüntüsü olan taşıma açısı, distal fragmanın mediale veya laterale translasyonu ile değişebilir. Dirseğin posteriorunda konkavite oluşur. Bu hastalarda dirsek çoğunlukla semifleksiyonda ve önkol pronasyondadır. Bu tip kırıklar instabil olduğu için patolojik hareket ve krepitasyon alınır. Ancak krepitasyon almak için yapılacak manevra, iyatrojenik nörovasküler yaralanmalara sebebiyet verebileceği için sakıncalıdır. Ekstensiyon tipi kırıklarda proksimal kırık fragman, brakiyalis kasını delerek anteriorda cildin dermis tabakasına kadar penetre olup ciltte kırışıklık ve hemoraji oluşturabilir. Buna **gamze belirtisi (dimple sign)** denir. Ciltte gamzeleşmenin görülmesi, ciddi bir yumuşak doku travması ile birlikte kapalı redüksiyonun zor olacağını göstergesidir.^{11,33,44} Travmadan saatler sonra kırık hattında oluşan kanama sonucu antekubital bölgede basınç artışı nedeniyle ciltte büller oluşmaya başlar. Kırık bölgesinde ekimozlar görülebilir. Yaralanmanın derecesine bağlı olarak kırık bölgesinin dışında da ekimoz görülebilir. Cilt yüzeyinde görülen en küçük noktasal kanamalar dahi açık kırık olduğunu akla getirmelidir.^{11,33,44}

Suprakondiler humerus kırıklarında tedavi öncesi nörovasküler muayene önemlidir. Küçük çocuklarda nörolojik muayene yapmak oldukça zordur. Ancak yine

de motor ve duyu muayenesi dikkatli biçimde yapılarak kaydedilmelidir. Duyu muayenesinde, radial sinir, median sinir ve ulnar sinir ayrı ayrı değerlendirilmelidir.^{11,33,44} Dolaşımın değerlendirilmesi en önemli muayenedir. Vasküler muayenede radial ve ulnar nabızların palpasyonu yapılmalıdır. Ayrıca kapiller dolum, elin rengi ve sıcaklığı da değerlendirilmelidir. Distal nabızların palpe ediliyor olması, elin sıcak ve renginin pembe olması normal muayene bulgularıdır. Brakiyal arter normal koşullarda brakiyalis kası tarafından korunur, ancak ağır travma ile proksimal kırık fragman brakiyalis kasını delerek brakiyal arteri doğrudan yaralayabilir. Vasküler yaralanma varlığında, elin sıcak ve pembe olmasına karşılık radial nabız kaybolabilir (nabızsız, pembe el) ya da elin perfüzyonu tamamen azalarak soğuk ve siyanoze görünümde olabilir.^{11,33,44,62} Fizik muayene sırasında önkolda kompartman sendromu gelişebileceği akıldan çıkarılmamalıdır.^{11,33,44}

Fizik muayane tamamlandıktan sonra hastanın travmaya maruz kalan ekstremitesi, uzun kol atele alınarak radyografik tetkikleri için Radyoloji bölümüne gönderilir.

8.2 RADYOLOJİK BULGULAR

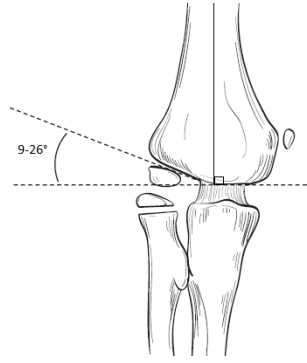
Açık el üzerine düşmüş, ağrılı ve ekstremitelerini kullanmaktan kaçınan bütün çocuklarda radyografik değerlendirme yapılmalıdır. Bütün ekstremitenin standart **Antero-Posterior (AP)** ve **lateral grafileri** çekilmelidir. Büyüme çağındaki bu popülasyon içinde, çocukların yaş gruplarına ve anatomik varyasyonlara göre epifizyel hatların farklılık göstermesi nedeniyle, yanılıgıları azaltmak için, radyografiler sağlam ekstremiteler ile karşılaştırmalı çekilmelidir. Standart AP grafisi, dirsek tam ekstensiyonda ve önkol supinasyonda iken çekilir. Lateral grafi ise, dirsek 90 derece fleksiyonda ve önkol nötral pozisyonda iken çekilir. Lateral grafi, humerusun anatomik pozisyonunda çekilir ve dirsek dış rotasyona alınmamalıdır. Travmaya uğramış bir ekstremitede standart grafileri elde etmek ve dirseği tam ekstensiyona almak güç olabilir. Böyle bir durumda distal humerusun gerçek AP görüntüsü çekilmelidir. Hastanın dirseği tolere edebildiği kadar ekstensiyona getirilir, humerusun yer düzlemine paralel olacak biçimde kaset üzerine yerleşmesi sağlanır ve yer düzlemine dik açıyla çekim yapılarak distal humerusun gerçek AP görüntüsü elde edilir. Bu grafi, dirseğin standart AP görüntüsünden daha doğru bilgi verir ve açısal dizilimi değerlendirme hatalarını en aza indirir. Standart radyografilerin yeteri kadar bilgi vermediği durumlarda iç ve dış oblik grafiler tanıda yardımcı olabilir.^{11,33,34,44}

8.2.1 Antero-Posterior Grafinin Değerlendirilmesi

Rutin çekilen, standart AP grafilerde genellikle beş kriter değerlendirilir. Bunlar; Baumann açısı (BA), humeroulnar açı (radyografik taşıma açısı), trokleokapitellar indeks (TCI), metafizodiafizler açısı (MDA), medial epikondiler açıdır.

Baumann Açısı: Standart AP grafilerde ölçülür. İlk olarak 1929 yılında Ernst Baumann tarafından tarif edilmiştir. Baumann açısı, humerusun uzun eksenine ile lateral kondilin fiziyel çizgisi arasındaki açıdır (Şekil 15). Bu açının normal değerleri 9-26 derecedir. Williamson ve ark BA'nın ortalama değerini 18 derece olarak saptamışlardır.^{33,34,44,55,57,58,59} Her iki dirsek için standardize edilerek çekilen grafiler karşılıklı değerlendirildiğinde tutarlı bir ölçümdür.¹¹ Ancak normal değer aralığının çok geniş olması ve radyografik pozisyon değişikliklerinden çokca etkilenmesi nedeniyle tedavinin değerlendirilmesinde güvenilirliği sınırlıdır.³³ Baumann açısı, normal dirseklerde klinik taşıma açısının tahmininde prediktiftir.⁵⁵ Ancak Mohammad ve ark, BA'nın, deplase suprakondiler humerus kırıklarının tedavisi sonrası taşıma açısı için, hatalı bir gösterge olarak saptamışlardır. Kırığın distal fragmanının rotasyonunun, BA'nın yansımalarını değiştirdiği bulunmuştur.^{11,56} Webb ve Sherman ise taşıma açısıyla BA arasında uyum olduğunu ancak küçük çocuklarda ve gençlerde ölçüm hatalarının arttığını, bu açının kullanımını sadece normal dirseklerle mukayese amacı için tavsiye etmişlerdir.⁴⁸ Ayrıca radyografik çekim esnasında röntgen tüpünün sağa veya sola 30 derece açılanması BA'ı 5 dereceye kadar değiştirir. Kolun her 10 derecelik internal veya eksternal rotasyonu da BA'da 5 derecelik değişime sebep olur. Dodge ve ark tüpün sefao-kaudal yönde 20 dereceden fazla açılanması halinde BA'nın tamamıyla hatalı çıkacağını ve ölçümlerin geçersiz olduğunu savunmuşlardır.^{11,48}

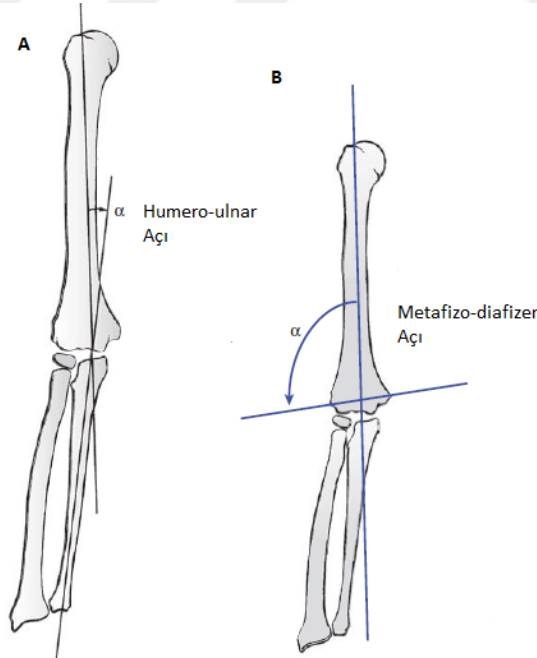
Taşıma açısının net olarak ölçülebilmesi için dirseğin tam ekstensiyonda ve supinasyonda olması gerekmektedir. Bu durum SKHK'lı hastalar için pre-operatif ve erken post-operatif dönemde pek mümkün olmayabilir. Ancak distal humerusun gerçek AP görüntüsünde ölçülebilen BA, dirseğe tam ekstensiyon yaptırmayı gerektirmez.⁵⁵ Bu nedenle BA gerek tanı için gerekse redüksiyon sonrası koronal plandaki açılanmasını ve rotasyonel deformiteyi saptamada kullanılan yararlı bir parametredir. Baumann açısındaki 5 derecelik değişim, klinik taşıma açısında 2 derecelik değişime karşılık gelir. Baumann açısı 9 derecenin altına düşmediği sürece kubitus varus meydana gelmez.⁴⁸



Şekil 15: Baumann açısı ölçümü

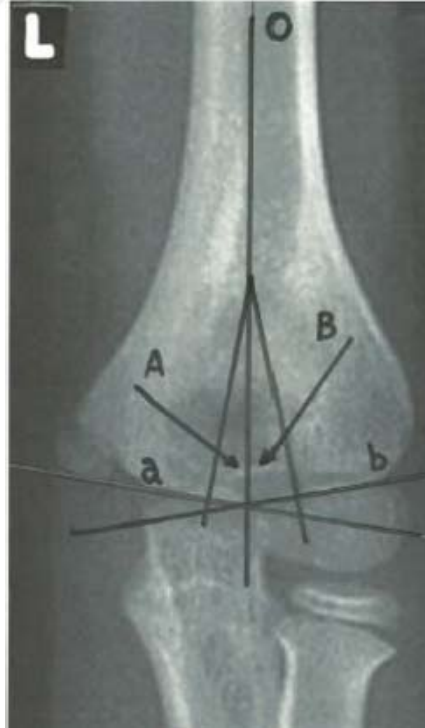
Humero-ulnar Açısı: Dirsek tam ekstensiyonda ve önkol supinasyonda iken çekilen AP grafilerde humerus cisminin uzun aksı ile ulna cisminin uzun aksı arasındaki açıdır (Şekil 16).^{11,34} Adölesan çağıdaki çocuklarda fizislerin kapanması nedeniyle taşıma açısını belirlemede önem taşır.⁴⁸

Metafizodiafizer Açısı: Humerus cismini uzunlamasına ikiye ayıran çizgi ile distal humerusun metafizinin en geniş noktalarını birleştiren çizgi arasındaki açıdır (Şekil 16). Lateral epikondil ile humerusun ortasından geçen çizgi arasında kalan açı değerlendirilir. Normal bir dirsekte 90 (87-93) derecedir.^{11,48,70,73}



Şekil 16: **A.** Humero-ulnar açı ölçümü **B.** Metafizo-diafizer açı ölçümü

Trokleokapitellar İndeks: Standart AP grafilerde ölçülen kapitellar ve troklear açılar temelinde değerlendirilir. Troklear açı, troklear fiziyel yüzeye dik çizilen çizgi ile humerus orta hattı arasında kalan açıdır. Kapitellar açı ise, lateral kondilin fiziyel hattına dik çizilen çizgi ile humerus orta hattı arasında kalan açıdır. Trokleokapitellar indeks, troklear açının kapitellar açığa oranı ile elde edilir (Şekil 17). Normal dirseklerde troklear açı, kapitellar açının yaklaşık yarısı kadardır. Trokleokapitellar indeksin normal aralığı 0,25 ile 0,8 arasında olmakla birlikte ortalama 0,45'tir. Bu değer 0,25'e yaklaştıkça dirseğin hafif valgusta olduğunu ifade eder. İndeks 0,8'e yaklaştıkça nötrale daha yakın olduğu düşünülür. Normal dirseklerde çoğunlukla 0,8'in üzerine çıkmaz. Kubitus varuslu dirseklerde ise, 1'in üzerine çıkmaktadır. Hatta kapitellar açı diğer yöne doğru kayar ve ölçüm elde edilemez. Böyle durumlarda TCI genel olarak 1 olarak kabul edilmektedir. Kubitus valguslu dirseklerde ise 0,2'nin altında bulunmaktadır. Bu açığı tanımlayan Gorelick ve ark, kendi çalışmalarında diğer dirseklerle karşılaştırmaya gerek olmadığını savunmuşlardır. Medial humeral metafizin yuvarlak olması ve trokleanın spiral oryantasyonu nedeniyle, 3 yaşından küçük çocuklarda ölçüm zorluğu olabilmektedir. Ayrıca 13 yaş sonrası büyüme plaklarının kaybolması nedeniyle büyük çocuklarda çoğu zaman ölçüm yapılamaz.⁶⁹



Şekil 17: Trokleokapitellar indeks ölçümü **A.** Troklear açı **B.** Kapitellar Açığı, **a.** Troklear büyüme plağı yüzeyi, **b.** Lateral kondil fiziyel hattı

Medial Epikondiler Epifizer Açısı: Dirsek tam ekstensiyonda ve ön kol supinasyonda iken çekilen AP grafilerde humerusun diafiz ve metafizinin orta noktasından geçen humerus uzun eksen çizgisi ile bu çizgiden medial epikondilin epifizine uzanan çizgi arasında kalan açı, medial epikondiler epifizer (MEE) açısıdır. Medial epikondilleri ossifiye olmamış çocuklarda bu çizgi humerus alt ucunun distal ve medial kenarı boyunca düz çizilir. Biyani ve ark tarafından 1993 yılında tanımlanan bu açı, BA'na alternatif olarak tarif edilmiştir. Distal humerus metafizinin, 3 yaşın altında mediale doğru yuvarlaklaşması ve 12 yaş sonrası medial epikondiler plağın kapanıp sınırlarının kaybolması nedeniyle bu ölçümün yapılması tavsiye edilmez. Ancak çalışmanın yazarlarına göre, SKHK'nın büyük çoğunluğunun 10 yaşın altında görülmesi nedeniyle bu açının kullanımındaki sınırlılıklar azdır.^{34,61}

8.2.2 Lateral Grafinin Değerlendirilmesi

Standart lateral radyografilerde; gözyaşı damlası figürü, lateral humerokapitellar açı (LHKA), anterior humeral çizgi, anterior koronid çizgi ve yağ yastıkçığı bulguları değerlendirilir. Dirseğin kemikleşme sürecinin bazı sapmaları, lateral grafilerde yanlışlıkla kırık olarak değerlendirilebilir.¹¹

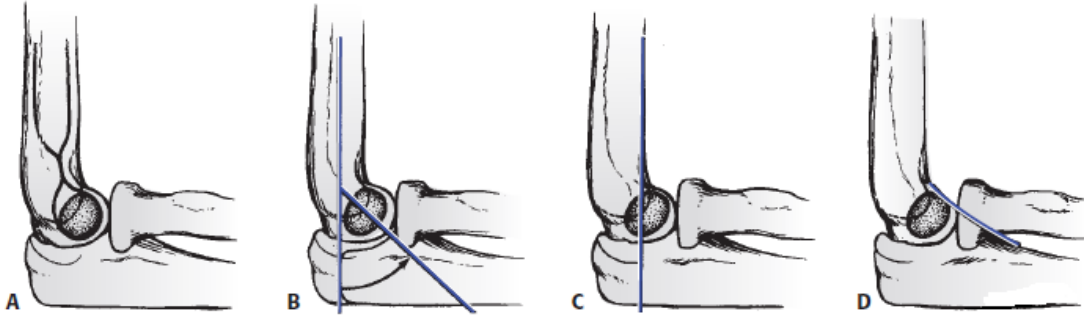
Gözyaşı damlası figürü: Kapitellumun kemikleşme merkezi, distal humerusun lateral grafideki yansımasının üzerinde gözyaşı damlasına benzeyen daire şeklinde bir görüntü oluşturur (Şekil 18). Distal humerusun lateral grafideki görüntüsü kum saatine de benzetilebilir. Gözyaşı damlasını oluşturan anteriordaki koyu çizgi, koronoid oluğun arka kenarına karşılık gelir. Posterior koyu çizgi ise olekranon oluğunun ön kısmına karşılık gelir. Standart bir lateral grafide gözyaşı figürü iyi tanımlanabiliyor olmalıdır. Bu figürün bozulması veya belirginliğinin kaybolması, kırıkta kayma olduğunda veya kötü röntgen pozisyonuna bağlı olarak görülür.^{11,33}

Lateral Humerokapitellar Açısı: Lateral grafide humerus ve kapitellumun uzun aksları arasındaki açığa LHKA denir (Şekil 18). Bu açı yaklaşık 40 derece olmalıdır. Distal fragmanın posteriora doğru açıldığı ekstensiyon tipi kırıklarda bu açı azalır. Fleksiyon tipi kırıklarda ise artar.^{11,33}

Anterior Humeral Çizgi: Lateral grafide, distal humerus shaftının ön kenarı boyunca çizilen bu çizgi, kapitellumun kemikleşme merkezinin orta 1/3'lük kısmından geçmelidir (Şekil 18). Bu çizgi anterior humeral çizgi veya **Rogers çizgisi** olarak

adlandırılır. Anterior humeral çizgi, kapitellumun kemikleşme merkezinin anterior 1/3'lük kısmından veya anteriorundan geçmesi, distal fragmanın posteriora açılanması olduğunu gösterir. Rogers ve ark anterior humeral çizginin okült kırıkları saptamada en güvenilir bulgu olduğunu bildirmişlerdir.^{11,33}

Koronoid Çizgi: Dirsek lateral grafisinde, koronoid çıkıntının anterior kenarı boyunca proksimale doğru uzatılan çizgi, humerus lateral kondilinin anterior kısmına teğet geçmelidir (Şekil 18). Ekstensiyon tipi kırıklarda lateral kondilin kemikleşme merkezi, koronoid çizgisinin posteriorunda kalır. Fleksiyon tipi kırıklarda ise, bu çizgi lateral kondilin anterior yüzünün arkasından geçer.^{11,33}



Şekil 18: Lateral grafide değerlendirilen ve ölçülen parametreler **A.** Distal humerus lateral grafideki gözyaşı bulgusu **B.** Lateral kondilin humerus cismi ile yaptığı açı **C.** Anterior humeral çizgi (Rogers çizgisi) **D.** Koronoid çizgi

Yağ Yastıkçığı (FatPad) Bulgusu: Yağ yastıkçıklarının dirseğin ana yapıları üzerinde yerleştiği 3 bölge vardır. Bunlardan herhangi birinin deplasmanı gizli bir kırığın göstergesi olabilir. Yağ yastıkçıklarının deplase olabilmesi için kapsülün yırtılmamış olması gerekir. Bir yağ yastığı bulgusu dirsekte effüzyon olduğunu düşündürür. Yağ yastıkçıklarından ilki anteriorda koronoid fossa, ikincisi posteriorda olekranon fossanın sarılı olduğu kapsül üzerinde uzanır ve üçüncüsü ise proksimal radiusun kapsülle sarıldığı yerde supinator kasın üzerinde uzanan yağ yastıkçığıdır.

11

Olekranon (posterior) yağ yastıkçığı, olekranon fossanın derin olması nedeniyle tamamen fossa içinde yer alır. Normal bir dirseğin lateral grafilerinde, dirsek eklemi 90 derece fleksiyonda iken görülmez. Ancak distal humerusa ait gizli bir kırıkta, spontan redükte olmuş bir dirsek çıkığı sonrası veya enfeksiyon nedeniyle

kapsülün effüzyon ile gerilmesi posterior yağ yastığı bulgusunun görünür olmasına sebep olur. Koronoid (anterior) yağ yastıkçığı, anteriora deplase olabilir. Koronoid fossa sığ olduğu için bu yağ yastıkçığı kemik sınırlarına çok yakın yerleşimlidir. Normal bir dirseğin lateral grafilerinde, distal humerusun anteriorunda üçgen bir radyolusen alan olarak görülür. Brodeur ve ark koronoid yağ yastıkçığının az miktardaki effüzyonlara, olekranon yağ yastıkçığından daha duyarlı olduğunu göstermişlerdir. Corbett'in dirsek kırıklarına yönelik yaptığı derlemesi, posterior yağ yastıkçığı deplase ise olguların tamamına yakınında kırığın olduğunu ancak anterior yağ yastıkçığının tek başına deplasmanının, kırık olmaksızın da görülebildiğini göstermiştir. Supinator yağ yastıkçığı, supinator kasın ön tarafında yer alır ve proksimal radiusun etrafını dolandır.¹¹

8.3 AYIRICI TANILAR

Travma sonrası çocukların dirseklerinde oluşabilecek farklı patolojiler, bu bölgedeki anatomik yapıların yakın komşulukları nedeniyle birbirlerine benzer klinik bulgular verebilir. Özellikle pediatrik hasta grubunda anamnez, öykü alma ve fizik muayenedeki güçlükler, deneyimsiz hekimler için tanı koymayı zorlaştırır. Dirsek travması sonrası ortaya çıkan ağrı, ailelerin hekime başvurularındaki ilk ve en sık nedendir. Bununla birlikte birçok dirsek travmalı olguda hareket kısıtlılığı ve yumuşak doku ödemi de görülmektedir. Deplase olmayan SKHK'nın ayırıcı tanısında; humerus alt uç büyüme plağı kırıkları, lateral kondil kırıkları, medial epikondiler kırık, olekranon kırıkları, radius başı ve boynu kırıkları, humerus alt uç T-kondiler kırıklar, humeroulnar çıkıklar, radiohumeral eklem çıkıkları, dirsek bölgesinin inflamatuvar hastalıkları ve dirsek eklemi hemartrozu yer almaktadır.¹¹ Kaymış SKHK'nın ayırıcı tanısında dirsek çıkığı ve humerus alt uç büyüme plağı kırıklarına dikkat edilmelidir. Gerçek dirsek çıkıkları çocuklarda nadir görülür. Dirsek çıkıkları genellikle daha büyük çocuklarda, medial epikondil kırıklarıyla birlikte görülür. Humerus alt uç büyüme plağı kırıkları ise 2 yaşından küçük çocuklarda SKHK'dan daha sık görülmekle birlikte 2 yaşından sonra nadir görülürler.³³

9. TEDAVİ

Çocuk SKHK'nın tedavisinde öykü, fizik muayene ve radyografik bulgular dikkatlice değerlendirilmelidir. Tedavinin başarılı olması için anatomik redüksiyon gereklidir. Geçmişte bu kırığa ait kötü kaynama ve deformite gelişmesinin nedeninin, kırığın yetersiz redüksiyonu değil, distal humerus fizis büyümesinin durmasıyla ilişkili olduğu düşünülmüdü. Pediatrik SKHK'nın tedavisinde kırığın tipine, ayrılma derecesine, yumuşak doku ödemine ve nörovasküler yaralanma olup olmasına göre farklı yöntemler tercih edilebilir.⁴⁸

9.1 Acil Tedavi

Deplase olmuş SKHK'da ana tedaviye karar verilene kadar ilk müdahale acilde yapılmalıdır. Radyografiler, ekstremitelere atele alınmadan önce ya da radyolüsen bir atele alınarak elde edilmelidir.³³ Kırığın bulunduğu ekstremitelere olduğu pozisyonda ya da rahat bir pozisyonda, yaklaşık 20-40 derece fleksiyonda iken sıkı bandaj veya sargıdan kaçınılarak atele alınmalıdır.^{11,44} Kırığın bulunduğu ekstremitenin distali iskemik görünüyorsa atel öncesi mutlaka kırığın pozisyonu daha uygun bir hale getirilmelidir. Ekstremitelere hemen traksiyona alınarak koronal plandaki deformite düzeltilir, ardından proksimal ve distal parçaların uygun dizilimi sağlanabilir. Bu basit manevra ile çoğunlukla elin dolaşımı düzeltilir.³³ Aşırı fleksiyon veya ekstensiyon ekstremitenin dolaşımını risk altına alabilir ya da kompartman basıncını arttırabilir. Atele alınmadan önce ve alındıktan sonra mutlaka dolaşım kontrolü yapılmalıdır.^{11,44} Cilt bütünlüğü, duyu ve motor fonksiyonlar değerlendirilerek kaydedilmelidir. Atel uygulandıktan sonra ekstremitelere nazikçe elevasyona alınmalıdır. Hastada açık kırık mevcutsa bir an önce tetanoz profilaksisi ve intravenöz antibiyoterapi uygulanmalıdır.^{11,33,38,44} Geçmişte vasküler yaralanma, kompartman sendromu ve olası sinir hasarı nedeniyle bu kırıklar acil olarak tedavi edilmiştir. Ancak acil tedavi konsepti zaman içinde değişmektedir. Gupta ve ark, Mehlman ve ark ve Lee ve ark acil tedavi (<8 saat) ve hızlı tedavi (>8 saat, <24 saat) arasında açık redüksiyon gereksinimi, hastanede kalış süresi, tatmin etmeyen sonuçlar veya intraoperatif komplikasyonlar açısından fark bulamamışlardır. Bu yazarlara göre, tedavinin aciliyeti ve uygun tedavi yöntemi cerraha bağlıdır. İlk 24 saat içinde uygulanan doğru tedaviler ile büyük oranda başarı sağlanabilir.⁴⁸

9.2 Kaymamış (Tip 1) Kırıkların Tedavisi

Tip 1 kırıklarda genellikle periost sağlam kaldığı için kırıkta kendisinden kaynaklı bir stabilizasyon vardır. Bu nedenle kaymamış kırıklarda tedavi kolay ve tartışmadan uzaktır. Yaklaşık olarak 3 hafta süreyle uygulanan alçı ateli tespiti yeterlidir. Kaymamış kırıklarda önkol nötral pozisyonda ve dirsek 60-90 derece fleksiyonda iken posteriordan uygulanan uzun kol alçı atel tespiti tercih edilir. Eğer dirsekte yaygın ödem yok ise sirküler alçı da tercih edilebilir ancak kompartman sendromu bulguları ve elevasyon konusundaki hassasiyet hakkında aile yeterince bilgilendirilmelidir. Dirsek asla 90 dereceden daha fazla fleksiyona getirilmemelidir. Baumann açısının 10 dereceden az olmaması ve lateral grafide anterior humeral çizginin kapitellumdan geçiyor olması kabul edilebilir redüksiyon pozisyonudur. Kaymamış SKHK'da da aşırı ödem ve buna bağlı kompartman sendromu olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.^{11,33,38}

9.3 Asgari Kaymış (Tip 2) Kırıkların Tedavisi

Asgari ölçüde deplasman gösteren tip 2 kırıklarda tedavi konusu tartışmalı görünse de son zamanlarda literatürdeki eğilim konservatif yöntemlerdence cerrahi girişim lehinedir. Malunion oluşmasını önlemek için uygun ve anatomik redüksiyon gereklidir.^{11,33,44}

Alçı ile tedavi edilecek hastalarda dirsek en az 120 derece fleksiyonda iken redüksiyon sürdürülebilir. Hiperfleksiyonda takip edilen hastaların dirseklerinde şişliğin artması ve kompartman sendromu gelişmesi gibi potansiyel riskler bulunmaktadır. Bu nedenle dolaşım güvenliği için 90 dereceden daha az fleksiyon ve supinasyon pozisyonu önerilmektedir. Dirsekte, 90 derecenin altındaki fleksiyon derecelerinde redüksiyonun sürdürülebilmesi için perkütan pinleme faydalı olabilmektedir. Tip 2 kırıklarda lateralden 2 adet pinleme yeterli olabilmektedir ancak redüksiyonun sürdürülebilmesi için distal parçadan geçen pinler karşı korteksi de yakalamalıdır. Bu kırıklarda posterior korteks devamlılığı vardır ve kapalı redüksiyon yapılırken posteriordan menteşe etkisi oluşturarak başarılı ve stabil bir redüksiyon elde edilir. Bu nedenle çapraz pinleme gerekmemektedir. Hastanın kolunda belirgin şişlik olması, fleksiyon ile dolaşımın kaybolması, nörovasküler hasarlanma, kırık hattında aşırı açılanma ve eşlik eden ek yaralanmaların varlığı pinleme ile stabilizasyon endikasyonu oluşturur. Ayrıca medial kolonda çökme veya parçalı kırık olması kırığın görüldüğünden daha anstabil olduğuna işaret eder. Bu olgularda

kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme yapılmadığı takdirde varus ve hiperekstensiyona kayarak kötü sonuçlar oluşturur.^{11,33,38,44,48,62}

9.4 Tamamen Kaymış, Deplase (Tip 3) Kırıkların Tedavisi

Tamamen kaymış kırıkların tedavisinde çeşitli seçenekler mevcuttur. Bu kırıklarda mutlaka redüksiyon uygulanmalıdır. Tamamen deplase kırıklarda da kapalı redüksiyon sağlanabilmektedir. Kırığın kaynamasına kadar geçen sürede tespit konusunda farklı alternatifler bulunmaktadır. Bunlar: (1) Cilt ya da iskelet traksiyonu (2) kapalı redüksiyon ve alçılama (3) kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme (4) açık redüksiyon ve internal fiksasyon.

9.4.1 Traksiyon

Suprakondiler humerus kırıkları için traksiyon yöntemleri modern merkezlerin büyük çoğunluğunda tedavi amacı ile nadiren uygulanan tedavilerdir. Traksiyon endikasyonları; kırığın aşırı parçalı olması, hastada anesteziye engel durum olması, cerrahın tecrübesizliği ve definitif tedavi öncesinde şişliğin azalmasını beklemek için geçici tedavi olarak sıralanabilir.^{11,38,44}

Dunlop, dirsek 65 derece fleksiyonda, Magnuson ise dirsek 90 derece fleksiyonda iken kolun yana, ön kolun tavana doğru çekilerek uygulanan cilt traksiyon sistemlerini geliştirmişlerdir. Bosanquet ve Middleton, tam ekstensiyonda cilt traksiyonu ile iyi sonuçlar rapor etmişlerdir. Cilt traksiyonu ile takip edilen vakalarda %9 ile %33 oranlarında kubitus varus deformitesi geliştiği bildirilmiştir. Ayrıca tedavi sırasında gelişen cilt problemleri ve redüksiyonun sürdürülmesindeki zorluklar nedeniyle iskelet traksiyonu daha çok tercih edilmektedir.^{1,11,48}

İskelet traksiyonu uygulamalarında baş üstü (overhead) traksiyon yöntemi daha çok tercih edilir. Palmer, 1978 yılında çok delikli kanatlı vidaları kullanmıştır.⁶³ Rush, 1983 yılında yayınladığı 20 olguluk serisinde, Palmer yöntemi ile baş üstü traksiyon uyguladığı hastaların %15'inde kubitus varus geliştiğini bildirmiştir. Hastaların 6 yıllık takiplerinde ise bu oran %25'e çıkmıştır. Her ne kadar traksiyon tedavileri ile iyi sonuçlar bildirilse de 14-22 günlük hastane takibi gerektirdiğinden, mesleki pratiğimizde çok tercih edilen yöntemler değildir.¹¹

9.4.2 Kapalı Redüksiyon ve Alçılama

Alçı ile tespitinin avantajları, ortopedistler tarafından kolay uygulanabilir olması ve iyatrojenik enfeksiyon riski olmamasıdır. Bu nedenle bazı hekimler tedavide öncelikle kapalı redüksiyon ve alçı tespitini uygular, perkütan pinlemeyi alçı tespitinin takibinde redüksiyon kaybına uğrayan kırıkların tedavisinde tercih ederler.^{11,33}

Deplase olmuş tip 3 kırıklar instabil olduğundan, alçı ile immobilizasyonda dirseğin aşırı fleksiyonda tutulması gereklidir. Çünkü bu kırıklarda, 120 derecede ve yüksek fleksiyon derecelerinde posterior periost ve triseps kası gergin olduğu için distal fragmanı proksimal fragmana kilitler. Ancak daha düşük derecelerde fleksiyonda tutulursa posterior periost gevşer ve bu sebeple distal fragman deplasman ve rotasyon eğiliminde olur. Dirsek eklemi, 120 derece fleksiyonda dolaşım bozukluğu oluşmadan tutulabilirse alçılama primer tedavi olarak kullanılabilir. Ancak yüksek fleksiyon derecelerinde alçılama dirsekte şişlik, kompartman sendromu, dolaşım bozukluğu ve Volkmann iskemik kontraktürü gelişme riskini artırır. Volkmann iskemik kontraktürünün tedaviden bağımsız olarak tüm suprakondiler kırıklarda gelişebilme olasılığı bulunmaktadır ancak sıkı bir sirküler alçı uygulamasını takiben bu risk daha da artmaktadır. Alçı tedavisinin takibinde yaşanabilecek diğer bir potansiyel sorun ise redüksiyon kaybıdır. Takiplerde, alçı içinde şişliğin gerilemesi sonucu alçıda kaçınılmaz olarak gevşeme görülür. Bunun sonucunda distal parça tekrar ekstensiyona gelir ve redüksiyon bozulur. Redüksiyon kaybı ve tekrarlayan manipülasyonların yapılması sıklıkla fiziste hasar ve dirsekte hareket kısıtlılığına neden olduğu rapor edilmiştir. Koronal eğim, posteriora desplasman ve horizontal rotasyonun kombinasyonu, kubitus varus'un 3 boyutlu deformitesiyle sonuçlanır.^{11,33,48,62}

9.4.3 Kapalı Redüksiyon ve Perkütan Pinleme

Deplase SKHK'nın tedavisinde en sık kullanılan yöntemdir. Bu kırıkların birçoğu, modern tedavi merkezlerinde kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme ile tedavi edilir. Kırık açık olmadıkça kapalı redüksiyon ilk denenmesi gereken yöntemdir. Ancak yumuşak doku hasarını ve ödemi arttıracak sert ve tekrarlayan manipülasyonlar uygulanmaz.^{11,33}

Kapalı Redüksiyon: İlk olarak koronal plan deformitesi düzeltilmelidir. Kırık bölgesinin medial tarafında oluşmuş bir impaksiyon da, koronal eğim yaratarak varus

tiltine neden olabilir. Koronal plan düzeltilmesi ile birlikte BA da düzeltilmiş olur. Önkol, posteromediale kaymış kırıklarda pronasyona, posterolaterale kaymış kırıklarda supinasyona alınmalıdır (Dirsek fleksiyundayken başparmak, distal fragmanın kayma yönünü göstermelidir). Önkol pronasyona alındığında posteromediale kayan distal fragmanın medial periostu intakt olduğu için gerilerek kilitlenir ve stabilite sağlar. Çoğunlukla kayma yönü posteromedial yönüne doğrudur ve bununla birlikte distal fragmanda iç rotasyon vardır. Distal fragman eksternal rotasyona alınarak distal fragmanın medial kolonu ile proksimal fragmanın medial kolonu buluşturulur ve dizilim sağlanmış olur. Ön-arka görüntülerde BA'nın düzelmesi (genellikle >10 derece), oblik görüntülerde medial ve lateral kolonların intakt görünümde olması, lateral görüntüde anterior humeral çizginin kapitellumun üçte bir orta bölümünden geçiyor olması başarılı bir redüksiyon elde edildiğini gösterir. Ancak AP ve lateral grafilerde deplase görünümlerin yanı sıra anteriora yerleşik yarım ay ve balık kuyruğu işaretleri, açılanma ve rotasyonun olduğu başarısız redüksiyonları göstermektedir.

Ekstansiyon tipi kırıklarda, posterolaterale doğru aşırı kaymış instabil kırıkların redüksiyonu, posteromediale kayan kırıkların redüksiyonundan daha zordur. Çünkü bazen, posteromediale kayan kırıklarda uygulanan pronasyonun yumuşak dokuları gerginleştirerek sağladığı stabilite, posterolaterale kayan kırıklarda önkol supinasyona alınsa bile sağlanamayabilir. Redüksiyon sırasında dirsek hiperfleksiyona getirilirken distal fragman valgusa kayabilir. Böyle bir durumda dirsek fleksiyona alınırken dirseğe varus kuvveti uygulanmalıdır ve 90 dereceden daha fazla fleksiyona getirilmemelidir. ^{11,33,48,62}

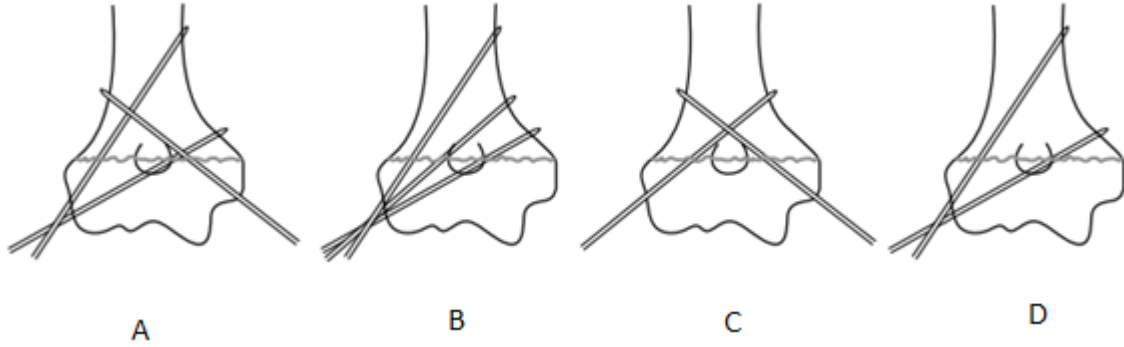
Perkütan Pinleme: Perkütan pinlemede, medial ve lateralden ya da sadece lateralden yerleştirilen 2 veya 3 adet 1.5mm (0,062 inç)'lik düz K telleri ile tespit sağlanır. İki yaşından küçük çocuklarda daha ince teller kullanılabilir. Kırık redüksiyonunu takiben ilk olarak çoğunlukla lateral pinleme yapılır. Ancak posterolaterale kayan kırıklarda bazen ilk teli medialden göndermek gerekebilir. Teller, kollateral ligamentlerin orjinlerinden gönderilebilirler. Ancak daha distalden gönderilirlerse, kollateral ligamentlerin içinden geçer ve dirseğin ekstensiyona gelmesine engel olurlar. Perkütan pinlemede kırığın şekli ve tellerin birbirlerine göre konumları da önemlidir. Tellerin kırık hattını aynı noktadan geçmemesine dikkat edilmelidir. Tellerin kırık hattını geçme noktalarında, aralarında belirgin bir mesafe

bulunması rotasyonel stabiliteyi arttırır. Gerek çapraz gerekse paralel pinleme yapılacaksa, teller kırık hattını 3 eşit parçaya bölecek şekilde yerleştirilmelidir.

Wilkins, redüksiyona yardımcı olacağı için başlangıç telini medialden yerleştirmeyi önermiştir. Çapraz tel konfigürasyonunda, lateral ve medial epikondiller üzerinden giriş yapılır. Teller kırık hattının proksimalinde, olekranon fossanın üzerinde çaprazlaşmalıdır. Hiperfleksiyonda ulnar sinir anteriora sublukse olduğu için medialden tel yerleştirmeden önce olası bir ulnar sinir yaralanmasını oluşturmamak için dirseğin fleksiyonu 90 dereceden daha az (tercihen 45-60 derece) bir açığa indirilir. Hiperfleksiyonla ulnar sinir subluksasyon prevalansı, yenidoğan ve 5 yaş arası çocuklarda %17.7, 6-10 yaş arası çocuklarda ise %7.7'dir. Bazı cerrahlar, medial epikondil üzerinden 1.5-3 cm'lik insizyon yaparak künt disseksiyonlar ile medial epikondile ulaşır, pin girişinde ulnar sinir olmadığını teyit etmeyi tercih ediyorlar. Ulnar sinir, çivi nedeniyle yaralanmamış olsa bile çivinin yakın komşuluğu nedeniyle bile yaralanma riski taşıyabilir.^{11,33,62,64}

Çeşitli biyomekanik çalışmalarda çapraz pinlemenin, torsiyonel gerilmeye karşı en dayanıklı tespiti sağladığı gösterilmiş olsa da son zamanlarda literatürde tamamen lateralden pinleme ile de oldukça başarılı sonuçlar alınabildiğini gösteren çalışmalar yayınlanmıştır. Lateral pinlemede, rotasyonel stabiliteyi sağlayabilmek için K telleri ya paralel olarak ya da birbirinden uzaklaşan (diverjant) şekilde yerleştirilmelidir. Lee ve ark diverjant pinlemenin, ekstensiyon ve valgus kuvvetlerine karşı çapraz pinlemeden daha kuvvetli olduğunu ve varus kuvvetlerine karşı aynı güçte direnç gösterdiğini savunmuştur. Fiksasyon tamamlandıktan sonra proksimal humerustan tutularak kol sallanır, eğer redüksiyon kaybı olmaz ise tespitin stabil olduğu düşünülür. Buna sallama (shake) testi denir. Eğer stabilite yetersiz ise üçüncü tel medialden veya lateralden yerleştirilebilir. Bloom ve ark tam anatomik redüksiyon ve stabilite sağlanamayan kırıklar için üç tel yerleştirmeyi önermiş, bunu da 3 adet lateral veya 2 adet lateral, 1 adet medial pinleme olarak tarif etmişlerdir. Biyomekanik olarak 3 tel ile tespitin, en az çapraz pinleme kadar güçlü olduğunu savunmuşlardır. Zions ve ark çapraz pinlemenin, lateralden 3 adet pinlemeye göre daha dayanıklı olduğunu ancak sonuçlar üzerinde belirgin bir fark olmadığını belirtmiştir. Skaggs ve ark, lateral pinleme ile tedavi edilen 124 vakalık seride, kötü kaynama ve fiksasyon kaybı yaşamadıklarını rapor etmişlerdir. Gordon ve ark da tip 3, instabil kırıklarda iki tel ile yapılan tespitin yetersiz olduğunun intraoperatif farkedilmesi durumunda üçüncü tel

ile fiksasyonu önermişlerdir. Mubarek ve ark ile Larson ve ark ise iki adet lateral ve bir adet medial pinlemenin en stabil tespit şekli olduğunu savunmuşlardır (Şekil 19).
11,33,38,48,62,64,65,79,80



Şekil 19: Tespitte kullanılan pin konfigürasyonları **A.** Üç K teli ile çapraz pinleme, **B.** Üç K teli ile lateral girişli pinleme, **C.** İki K teli ile çapraz pinleme, **D.** İki K teli ile lateral girişli diverjant pinleme

9.4.4 Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon

Önceleri SKHK'nın tedavisinde açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ARİF) yöntemi, tedavi sonrasında oluşacak komplikasyon olasılıklarının yüksek olduğu düşünülerek sınırlı koşullarda tercih edilirdi. Ancak son yıllarda yapılan yayınlarda, ARİF ile mükemmel sonuçlar alındığı bildirilmiştir.^{18,34} Suprakondiler humerus kırığında, kapalı redüksiyon esnasında veya sonrasında oluşan dolaşım bozukluğu ve elde iskemi bulgularının görülmesi, açık kırıklar ve kapalı yöntemlerle yeterli redüksiyonun sağlanamaması gibi durumlarda ARİF endikasyonu doğar. Bir veya iki kez kapalı redüksiyon denemesi ile başarılı olunamaması halinde ARİF tercih edilmelidir çünkü tekrarlayan manipülasyonlar fiziyel hasara sebep olabilmektedir. Kapalı redüksiyon esnasında elde iskemi bulguları oluşuyorsa, brakiyal arteri değerlendirmek için anterior yaklaşım tercih edilmelidir.^{33,48}

Açık kırıklarda acil cerrahi debridman düşünülmelidir. Yaranın boyutu küçük olsa bile açık yıkama ve debridman endikasyonu vardır. Genellikle metafizyel sivri kırık uçları, anteriorda yaralanmaya neden olur. Nörovasküler bant hemen cilt altında ve metafizyel parçaların üzerinde olduğu için cilt insizyonu yaparken dahi dikkatli olunmalıdır. Debridman sonrasında kırık fiksasyonu, perkütan pinleme, internal ya da

eksternal fiksasyon ile elde edilebilir.^{11,33,48} Slongo ve ark açık kırıklarda, kompartman sendromu riski bulunan, 30 dereceden yüksek sagittal oblik kırıklarda, klasik yöntemlerle kapalı redüksiyon yapılamayan, K teli ile yeterli stabilizasyonun sağlanamadığı anstabil olgularda, kolun lateralinden uygulanan eksternal fiksatörün uygun bir yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir.⁶⁶

Açık redüksiyon ve internal fiksasyon yapılan cerrahi girişimler sonrası en sık karşılaşılan komplikasyon eklem sertliği ve buna bağlı azalmış eklem hareketidir. Enfeksiyon, vasküler yaralanma, kubitus varus ve miyozitis ossifikans diğer komplikasyonlar arasındadır.^{11,33,48} Mazzini ve ark, 194 yayını derledikleri çalışmada hareket kısıtlılığı açısından en kötü sonuçların posterior girişimler sonrası olduğunu raporlamışlar. En iyi fonksiyonel sonuçların ise medial veya lateral girişimler sonrasında elde edildiğini tespit etmişler.⁴² Posterior girişimler ayrıca vasküler yetersizliklere de yol açabileceğinden, trokleada osteonekroza neden olabilirler. Kumar ve ark, brakiyal arterin zedelendiği durumlarda anteromedial yaklaşım tercih etmişler. Reitmann ve ark, kırık hangi yöne kaymış ise tam tersi yönde girişim uygulamışlar. Yaklaşımın zedelenmiş periost yönünden yapılması ile daha az devaskülarizasyon ve periost hasarı oluştuğunu ifade etmişlerdir.⁴⁸ Uygun debridman, antibiyoterapi, kabul edilebilir redüksiyon ve yeterli fiksasyon ile açık kırıklardaki komplikasyon oranı ile anstabil kapalı kırıkların komplikasyon oranları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.³³

9.5 Geç Başvuran veya Kötü Redüksiyonlu Kırıkların Tedavisi

Geç başvuran olgularda tedavi seçimi hastanın yaşına, nörovasküler muayenesine, yumuşak doku durumuna, deformite miktarına ve cerrahın seçimine göre değişebilmektedir. Kırık pozisyonu uygun olmayan olgularda remodelizasyon potansiyelinin düşük olması nedeniyle spontan düzelme beklenmez. Suprakondiler kırıklarda, psödoartroz gelişse dahi işlevsel kısıtlılık nadiren görülmektedir.³³

10. KOMPLİKASYONLAR

Suprakondiler humerus kırıklarının komplikasyonları erken ve geç dönem komplikasyonlar olarak sınıflandırılabilir. Erken dönem komplikasyonları arasında; damar yaralanması, periferik sinir yaralanması, kompartman sendromu, post-operatif pin dibi enfeksiyonları, redüksiyon kaybı yer alır. Geç komplikasyonların arasında en sık görüleni kubitus varus deformitesidir. Diğer geç dönem komplikasyonları ise; dirsek güçsüzlüğü, miyozitis ossifikans, kaynamama, osteonekroz, kubitus valgus ve hiperekstensiyon deformitesidir.^{11,33,48,62}

10.1 Erken Dönem Komplikasyonlar

10.1.1 Damar Yaralanması

Suprakondiler humerus kırıkları sonrası hastaların yaklaşık %10'unda brakial arter yaralanması görülmektedir.^{44,48} Damar yaralanması doğrudan ya da dolaylı olarak gelişebilir. Kırığa bağlı gelişen doğrudan yaralanmalarda brakial arter tam rüptürü olabilir, damar kırık fragmanlar arasında sıkışabilir ya da damar duvarında intimal hasar oluşabilir. Özellikle posterolateral deplasman gösteren kırıklarda median sinir yaralanması ile birlikte brakial arter yaralanması daha sık görülür. Dolaylı yaralanma ise damarın bası altında kalmasıyla oluşur. Bası etkisi de vasküler nedenli kalıcı sekellere yol açabilir.³³ Üst ekstremitede kollateral dolaşımın iyi olması nedeniyle, distal nabız kaybı acil bir durum değildir. Ancak nabız kaybıyla birlikte elde gözlenen belirgin iskemi varlığında öncelikle dirsek ekstensiyona getirilerek dizilim düzeltilmelidir. Dizilimin düzeltilmesine rağmen iskemisi devam eden hastalara 20-40 derecede uzun kol atel uygulanmalı ve hızlı bir şekilde ameliyathaneye alınarak acil redüksiyon ve tespit yapılmalıdır.^{11,33,44,62} Kapalı redüksiyon sonrası iskemi düzelmiyorsa anterior girişim ile brakial arter eksplorasyonu yapılır. İskemi süresi uzun ve kompartman basıncı yüksek olan olgularda fasyatomi de unutulmamalıdır.^{11,33,48} Elin kapiller dolaşımının iyi olduğu, iskemi bulgularının gerilediği ancak nabızın henüz dönmediği olgularda brakial arter için ek girişim gerekmemektedir. Tedavi seçenekleri arasında gözlem, non-invazif incelemeler, arteriyografi ve eksplorasyon yer alır. Sabhawal ve ark brakial artere yapılan erken cerrahi revaskülarizasyon ile yüksek oranda asemptomatik reoklüzyon ve rezidüel stenoz geliştiğini bildirmişlerdir. İnvaziv bir girişime karar vermeden önce damar ve sinir fonksiyonlarının sık sık kontrol edilmesini önermişlerdir.⁶⁷

10.1.2 Kompartman Sendromu

Kompartman sendromu, suprakondiler kırıklı olgularda sık olmayan ve yaklaşık %0.1 ile %0.3 oranlarında görülen ciddi bir komplikasyondur. Akut kompartman sendromunun en önemli sebebi, kas fasyaları arasındaki basınç artışıdır. Tedavi edilmeyen iskemi olgularında, kas ödemi artar, kapalı fasyal yapraklar arasındaki basınç artar, kan akımı azalır ve kas nekrozu gelişir. Tutulan kasların dokusunda geri dönüşsüz değişiklikler ve fibrozis oluşur. İskemik felç sonucu oluşan kontraktürlere **Volkman iskemik kontraktürü** adı verilir. Önkolun fleksör kaslarında başlayan nekroz, daha sonra elin intrinsik kaslarında da görülür. Yaklaşık 1-2 gün içinde hareket kısıtlılığı ve kontraktür oluşmaya başlar. Dirsek fleksiyonda, önkol pronasyonda, el bileği fleksiyonda, metakarpofalangeal eklemler hiperekstensiyonda ve interfalangeal eklemler fleksiyon pozisyonunda sabitleşen bir deformite oluşur.^{11,33,44}

Genellikle yüksek enerjili travmalardan sonra oluşan kompartman sendromu, uygun takip ve müdahaleye rağmen de gelişebilir. Beraberinde, özellikle önkol kemik kırıkları gibi ek kırık varlığında kompartman sendromu gelişme riski daha da artar. Direk kas hasarı gibi yumuşak doku travmaları, arteriyel akımın azalması, venöz dönüşün engellenmesi, dirseğin hiperfleksiyon pozisyonunda kalması gibi durumlar da kompartman sendromu gelişmesine zemin hazırlar. Kompartman sendromu, düşük enerjili travmalarda, nabızlar alınıyor olsa bile gelişebilir.¹¹ Kompartman sendromu düşünülen bir hastada, kompartman üzerinde artmış şişlik, kırığa göre orantısız ağrı duyulması, pasif parmak hareketlerine karşı direnç oluşması ve ağrının giderek artması gibi kardinal bulgular tanı koydurucudur. Klasik bulguları tanımlanmıştır. Bunlar; ağrı (**Pain**), solukluk (**Pallor**), nabızsızlık (**Pulselessness**), uyuşukluk (**Paresthesias**), felçlik (**Paralysis**)'dir. Zaman içerisinde nabızsızlık bulgusu "Nabız var" (Pulse Present) şeklinde değiştirilmiştir. Herhalükarda bu bulgular kompartman sendromunun erken döneminde tanıya pek yardımcı olmazlar. Mubarak ve Carroll, kompartman sendromu klinik bulguları saptanan hastada kompartman içi basınç 30mmHg'yi aşıyorsa fasyatomi önermişlerdir. Kompartman basıncı önkolun proksimal 1/3'ünden ölçülür. Heppenstall ve ark ise diastolik basınç ile intra-kompartmantal basınç arasındaki farkın (ΔP) eşik değerinin 30mmHg olduğunu ve daha düşük olması halinde fasyatomi endikasyonu doğduğunu bildirmişlerdir.¹¹ Kompartman sendromu, acil cerrahi gerektiren bir durumdur. Kompartman sendromu

düşünülen bir olguda ilk yaklaşım kolu saran bütün sargıların uzaklaştırılmasıdır. Dirsek mutlaka ekstensiyona alınmalıdır. Ekstremitedeki arteriyel dolaşımın 4 saatten daha uzun süre bozulmuş olması da acil fasyatomi endikasyonudur. Fasyatomiden sonra yara genellikle açık bırakılır. Primer ya da cilt grefti ile yaranın kapatılması 5 ile 7. günler arasında yapılmalıdır.^{11,48}

10.1.3 Periferik Sinir Yaralanması

Suprakondiler humerus kırıklarına %10-15 oranında periferik sinir yaralanmaları eşlik eder. Periferik sinirlerden radial sinir, ulnar sinir, median sinir ve onun dalı olan AİS hasarları görülebilir. Birden fazla sinir yaralanması da görülebilir. Daha önceleri ekstensiyon tipi kırıklarda en sık radial sinir yaralanması olduğu düşünülürken, Spinner ve Schreiber, AİS'in daha fazla yaralandığını gösterdiler. En sık AİS (%5,3), ikinci sıklıkta radial sinir (%4,5), takiben median sinir (%3,3), ulnar sinir (%2,3) yaralanmaktadır. Distal fragmanın kayma yönü ne tür bir sinir yaralanması olduğu yönünde bir fikir vermektedir. Posteromedial deplasmanlarda çoğunlukla radial sinir yaralanması görülür. Deplasmanın posterolaterale doğru olması halinde nörovasküler bant proksimal fragmanın üzerinde gerilir. Bu durumda median sinir veya AİS yaralanması ya da her ikisinin birden yaralanması görülebilir. Kırığa bağlı olarak gelişen periferik sinir yaralanmalarında ulnar sinir yaralanması daha az görülür. Ulnar sinir yaralanmaları daha çok fleksiyon tipi kırıklarda görülmektedir.^{11,33,44,62}

Kapalı kırık sonrası oluşmuş periferik sinir yaralanmalarında, açık redüksiyon ve eksplorasyon gerekmemektedir. Sinir fonksiyonları çoğunlukla birkaç ay sonra geri döner.^{11,44,48} Suprakondiler kırıklı olgularda, uzun dönem sonrası görülen nörolojik defisitlerin en önemli nedeni perinöral fibrozis ve kırık kallusunda sinir sıkışmasıdır. Kallus dokusu içinde sıkışmış sinirin yaptığı deliğe **Metev bulgusu** adı verilir. Sinir hasarı oluşturmuş ve redükte edilemeyen kırıklarda, kırık uçlarının siniri tuzaklamaması için açık redüksiyon ve eksplorasyon endikasyonu vardır. Yaklaşık 5 ay sonra geri dönüş olmayan olgularda sinir bütünlüğünün korunup korunmadığını incelemek için elektromiyografik (EMG) inceleme yapmak gerekir. Yapılan EMG incelemelerde hasarın devam ettiği saptanırsa nöroliz endikasyonu vardır.^{11,33,48}

Suprakondiler humerus kırıklı hastaların tedavisi esnasında iyatrojenik sinir yaralanması oranları %1-15 olarak rapor edilmiştir. Tip 3 suprakondiler kırıkların incelendiği geniş bir çalışmada iyatrojenik radial sinir yaralanmalarının %1'in altında

olduğu gösterilmiştir. Ulnar sinir ise medial epikondil ve olekranon arasındaki oluktan ilerler. Bu nedenle medial epikondile pin yerleştirilmesi sırasında yaralanmaya açıktır. Medial pinleme yapılarak, cerrahi tedavi sonrası oluşmuş ulnar sinir yaralanmalarında medialdeki telin çekilmesi ve uygun pozisyonda yeniden yerleştirilmesi ya da sadece lateralden pinleme önerilmektedir. Ulnar sinirin, iyatrojenik yaralanmalarında erken dönem rutin ekplorasyon önerilmemektedir. Ulnar nöropatiyi tedavi etmektense, ulnar sinir hasarı oluşumunu önlemeye çalışmak daha uygun bir yaklaşımdır.¹¹

10.1.4 Pin Dibi Enfeksiyonu

Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme ile tedavi edilen suprakondiler humerus kırıklarında pin dibi enfeksiyon oranları %1-2.5 arasında bildirilmektedir. Skaggs ve ark, K teli ile fiksasyon yaptıkları 124 suprakondiler humerus kırıklı hastada, yalnızca bir hastada pin dibi enfeksiyonu görmüşlerdir. Pin dibi enfeksiyonları çoğu zaman K telinin uzaklaştırılması ve oral antibiyoterapi ile tedavi edilebilmektedir.¹¹

10.2 Geç Komplikasyonlar

10.2.1 Miyozitis Ossifikans ve Dirsek Sertliği

Dirsek eklemi hareket açıklığı, en erken 6-8. haftalarda değerlendirilir. Çoğunlukla 10-15 derecenin üzerinde fleksiyon ya da ekstensiyon kısıtlılığı görülmez. Dirsekte gözlemlenen belirgin bir sertlik durumunda, evde eklem hareket açıklığı egzersizleri başlanır. Hafif sertlikler genellikle birkaç ay içinde açılır. Ancak bazı hastalarda daha enerjik fizik tedavi yöntemleri gerekebilir. Cerrahi gerektiren kalıcı sertlik nadiren görülmektedir.³³ Miyozitis ossifikans ise suprakondiler humerus kırıkları sonrası nadir olarak görülür. Açık redüksiyon sonrası görüldüğü düşünülür. Ancak ameliyat sonrası dönemde zorlayıcı hareketler ve zorlayıcı fizik tedavi de miyozitis ossifikansa sebep olmaktadır. Bu komplikasyonda erken cerrahi tedavinin yeri yoktur.^{11,33}

10.2.2 Kaynamama

Humerus distal metafizi, iyi vaskülarize olan bir alan olduğu için burada oluşan patolojiler hızlı iyileşme eğilimindedir. Suprakondiler humerus kırıklarında kaynamama oldukça nadir görülür. Kaynamamaya neden olan etkenler; enfeksiyon, devaskülarizasyon ve yumuşak doku kaybıdır.¹¹

10.2.3 Osteonekroz

Suprakondiler kırık sonrası trokleada osteonekroz görülebildiği bildirilmiştir. Trokleanın kanlanması iki ayrı kaynaktan sağlanmaktadır. Birisi lateralden gelen küçük bir arter, diğeri ise medial kondilin fizisinden geçerek medial kristayı besleyen başka bir arter tarafından beslenmektedir. Kırık hattı çok distalden geçerse arteryel yaralanmayı takiben kemikleşme merkezi hasarı oluşur. Bunun neticesinde balık kuyruğu deformitesi gelişir. Kıkırdak nekrozunun tanısı manyetik rezonans görüntüleme ile konulur. Bu olguların tamamına yakınında kubitüs varus gelişmektedir. Posterior açık yaklaşım ile osteonekroz gelişimi sıklığı artmaktadır. Troklea osteonekrozunun semptomları aylar ya da yıllar sonra oluşmaz. Hareket kaybı oluşması, osteonekrozun boyutuyla ilişkilidir. Karakteristik radyografik bulguların oluşması ile kilitleme olabilmektedir.¹¹

10.2.4 Dirsek Bölgesi Deformiteleri

Kubitüs varus ve kubitüs valgus, suprakondiler humerus kırıklarının en sık karşılaşılan geç komplikasyonlarıdır. Kubitüs varus, aynı zamanda “**tüfek kabzası**” deformitesi olarak da adlandırılır.¹¹ Posteromediale kaymış kırıklar varus açılanmasına, posterolaterale kaymış kırıklar ise valgus açılanmasına neden olmaktadır. Posteromedial kırıkların daha fazla olması nedeniyle kubitüs varus deformitesi valgus deformitesine göre daha sıktır.³³ Daha önceleri dirsekteki kubitüs varus ya da valgusun distal humerus fizisinin büyümesinin durmasından kaynaklı olduğu düşünülürdü. Ancak son yıllarda gerçek nedenin kırığın uygunsuz redüksiyonu ve kötü kaynaması olduğu düşünülmektedir.^{33,44} Bu deformiteler dirsek ekleminin hareket düzlemine dik planda olmaları ve humerus büyümesinin sadece %20'sinin distal uçtan gerçekleşmesi nedenleri ile düşük remodelizasyon potansiyellerine sahipler. Kubitüs varus defomitesi gelişmesinin bir diğer nedeni troklea osteonekrozudur. Troklea osteonekrozunu takiben hızlı ilerleyen, malign kubitüs varus deformitesi gelişir. ^{11,34}

Kubitüs varus, kırık sonrası ancak 6-12. aylarda bariz hale gelen; distal humerusun varus, iç rotasyon ve hiperekstensiyon malpozisyon komponentlerini bir arada barındıran üç boyutlu bir deformitedir.^{39,68} Kubitüs varusun oluşumunda lateralde kırık hattının açılması, medial kolonda impaksiyon, distal fragmanın mediale deplasmanı ve rotasyonu sorumlu tutulmaktadır.¹¹ Smith ve ark, çalışmalarının sonucunda taşıma açısındaki değişimindeki en önemli faktörün distal fragmanın

varus tilti olduğunu belirtmişlerdir. Bu yazarlar, distal fragmanın rotasyonunun doğrudan kubitus varusa neden olmadığı, ancak varus tiltine yönlendiren en önemli etken olduğunu savunmuşlardır.^{33,48} Ayrıca distal fragmanın rotasyonu ve hiperekstensiyonu, kötü kaynama sonucu oluşan kozmetik deformiteyi arttırabildiğini savunmuşlardır.³³

Kubitus varus veya valgus deformitelerinin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntem taşıma açısının ölçülmesidir. Temelde bir klinik muayene bulgusu olan taşıma açısı, deformitenin koronal plan komponentine dayalıdır. Dirsek hareketleri ile değişkenlik gösteren bu dinamik açı, dirsek fleksiyonuyla küçülürken, hiperekstensiyonla belirginleşir. Deformitelerin koronal plan komponentlerine yönelik birçok direk radyografik ölçüm de tanımlanmıştır. Bunlar arasında rutinde en çok kullanılanlar humeroulnar açı ya da humerus-dirsek-el bileği açısı, BA, MDA, MEE açı ve TCI yer almaktadır. Taşıma açısının bireyler arası, cinsiyet ve yaşa göre geniş farklılık göstermesi nedeniyle hem klinik ve hem de radyografik koronal plan deformitesi ölçümlerinde normal olan dirsek ile karşılaştırılarak değerlendirilme gereklidir. Hiperekstensiyon başta olmak üzere deformitelerin sagittal plandaki komponentlerinin değerlendirilmesi için LHKA kullanılır.³³ Kubitus varusun önemli bir komponenti olan distal fragmanın malrotasyonunun değerlendirilmesi için literatürde sınırlı sayıda yöntem tanımlama çabaları söz konusu olmuştur. Bunun nedeni rotasyonel bileşenin klinik muayene ya da direk radyografik yöntemlerle değerlendirilmesinin zorluğudur.

Kubitus varus ve valgus nadiren işlevsel kısıtlılığa yol açan, temelde kozmetik sorun olarak algılanan deformitelerdir. Bu durumlarda dirsek eklemine hareket açıklığı çoğunlukla değişmez. Ancak kubitus varus deformitesinde, distal fragmanın varus ve hiperekstensiyonda olması fleksiyon kısıtlılığına yol açabilir.³³ Dirseğin hem varus hem de valgus deformiteleri geç dönem ulnar sinir bası nöropatisine yol açabilirler. Bu nöropati kubitus varusta olekranon fossa ile birlikte olekranon ve triseps kası tendonunun ulnar tarafa kayması ve bu nedenle kubital tünelin daralması nedeniyle oluşur.¹¹ Kubitus varus deformitesi, uzun dönemde ulnar sinir bası nöropatisi dışında kronik ağrı, geç dönem posterolateral rotatuar instabilite, dirsekte çitirdama ve omuz instabilitesi gibi ek problemlere yol açabilmektedir.^{33,39,68} Ağır deformiteler, ciddi fonksiyon bozuklukları ve geç dönem komplikasyonların belirginleşmesi cerrahi tedavi için endikasyon oluşturur.³³ Radyografik taşıma

açısındaki 10-20 derecelik varus deformitesini cerrahi endikasyon olarak kabul eden çalışmalar mevcuttur.^{71,72} Kubitus varus deformitesi varlığında remodelizasyon beklentisi ile gözlem, hemiepifizyodez ve düzeltici suprakondiler humeral osteotomiler yer alan izlem ve tedavi yöntemleridir.

Distal humerusun lateral taraf büyüme kaybında medial hemiepifizyodez, troklear osteonekroza neden olması nedeniyle, pek tercih edilen bir yöntem değildir. Medial büyüme kaybı ile ortaya çıkan kubitus varus deformitesinde lateral epifizyodez deformiteyi düzeltmez, ancak ilerlemesini azaltabilir.^{11,33} Düzeltici osteotomiler için birçok farklı teknik tarif edilmiştir. Tedavide altın standart bir cerrahi yöntem yoktur. Lateral kapalı kama osteotomisi en sık kullanılan osteotomidir. Bu osteotomilerden bazıları yalnızca koronal plan deformitesini düzeltmeye yönelik iken multiplanar osteotomiler deformiteyi 3 boyutlu olarak düzeltmeyi hedeflemektedir. Yaygın kullanılan osteotomi seçeneklerinden bazıları; lateral kapalı kama osteotomisi, medial açık kama osteotomisi, ters V osteotomisi, basamak (step-cut) osteotomisi, kubbe (dome) osteotomisi, French osteotomi, 3 planlı osteotomidir.^{71,72} Kubitus varus için yapılan düzeltme osteotomilerinden sonra hemen her zaman rezidü bir rotasyonel deformite kalmaya devam eder.³³

Humerus suprakondiler kırıkları sonrası gelişebilen dirsek bölgesi deformitelerinin rotasyonel bileşen değerlendirilmesine yönelik literatürün göreceli eksikliği bu çalışmanın planlanmasının temel nedeni olmuştur. Bu çalışmada SKHK nedeniyle cerrahi tedavi uygulanmış olan çocuklarda dijital görüntüleme teknolojileri kullanarak olası rotasyonel deformitelerin değerlendirilmesi için yeni bir yöntemin tanımlanması planlandı. Çalışmanın iç tutarlığını sağlamak amacıyla rotasyonel deformiteye ilişkin verilerin elde edilme yöntemleri mümkün mertebe standardize edildi. Elde edilen rotasyonel plan verileri gözlemciler arası uyumluluk açısından analiz edildikten sonra, tercih edilmiş olan tespit yöntemi, hastaların yaşı, takip süresi, klinik ve radyografik olarak değerlendirilen koronal ve sagittal plan deformiteleri ve tedavi sonuçlarıyla ilişkileri araştırıldı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, SKHK nedeniyle cerrahi yöntemle tedavi edilen çocuklarda ameliyat sonrası orta ve geç dönemde kolay uygulanabilen ve ışın maruziyeti gerektirmeyen bir yöntem ile olası rezidü rotasyonel deformitelerin değerlendirilmesi için planlandı. Çalışmanın planı, rotasyonel ve koronal deformitelerin ölçümü için güncel dijital teknolojileri kullanarak standart klinik görüntülerin elde edilmesine dayanır. Çalışma planı doğrultusunda, 11.08.2016 tarihli 2016/270 sayılı kurul kararı ile Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı alındı. Olguların her iki üst ekstremitelerinden standardize edilmiş pozisyonlarda dijital klinik görüntüler elde edildi ve bu görüntülerdeki rotasyonel ve koronal plan deformitelerini temsil eden açılar üç ayrı gözlemci tarafından ölçüldü. Aynı gözlemciler, olguların direk grafilerinde koronal ve sagittal plan deformitelerini temsil eden açılar ölçtü. Veri analizinin ilk aşamasında kırık geçiren ve geçirmeyen ekstremitelerin değerlendirmesinden elde edilen veriler, gözlemciler arası uyum açısından analiz edildi. Daha sonra rotasyonel ve açısal değerlendirme verileri, ilişki açısından birbirleri ile ve klinik veriler olan tercih edilmiş olan tespit yöntemi, hastaların yaşı, takip süresi ve tedavi sonuçları ile karşılaştırıldı.

Bu çalışma, Ocak 2009 ile 31 Aralık 2015 tarihleri arasında Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Çocuk Acil Servisine ve Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğine SKHK nedeniyle başvuran hastalar arasından, çalışmaya kabul edilme kriterlerine sahip olan olgularda yapıldı. Çalışmaya kabul edilme kriterleri; Gartland sınıflamasına göre tip 2 ve tip 3 kırığı nedeniyle cerrahi tedavi yapılmış olması, ameliyat esnasında 1-15 yaş aralığında olması, son kontrollerinde en az 5 yaşını doldurmuş olması, ameliyat sonrası en az 12 ay geçmiş olması, kırık iyileşmesinin tamamlanmış ve K tellerinin çıkarılmış olması, hastanemiz dijital kayıt sisteminde pre ve post-operatif yeterli bilgi ve dokümantasyonun bulunuyor olmasıydı. Çalışmaya, Gartland sınıflamasına göre tip 1 kırığı olan, non-operatif tedavi edilen, ameliyat esnasında 1 yaşından küçük ve 15 yaşından büyük olan, son kontrollerinde 5 yaşını doldurmamış ve hastane arşiv sisteminde yeterli dokümantasyona sahip olmayan hastalar dahil edilmedi. Son kontrollerinde 5 yaşından küçük olan çocukların çalışma dışı bırakılmalarının nedeni dirsek yapılarının küçük ve iletişim zorluğu nedeniyle sağlıklı ölçüm yapılamama öngörüsüydü. Bu kriterler temelinde çalışmaya deplase SKHK nedeniyle opere edilmiş 146 çocuk hasta arasından, yıllık kontrollerine gelmiş,

çalışmaya dahil edilebilme kriterlerine sahip ve son kontrollerinde yeni fotoğraflık muayene yöntemine izin veren 45 hasta dahil edilebildi.

Çalışmaya başlamadan önce, SKHK geçirmiş olan çocuk hastalar için standart ve yeni metodolojik ölçümler için oluşturulan protokol dosyaları hazırlandı. Standart formlar aşağıdaki bilgiler kayıt edilecek şekilde düzenlendi:

- Hastanın kimlik bilgileri: adı-soyadı, dosya numarası, yaşı, cinsiyeti, adresi, telefon numarası
- Hastanın travmaya ilişkin öyküsü, özgeçmişi, soy geçmişi, eşlik eden ek yaralanmaların varlığı, hastaneye yatış-çıkış tarihleri, ameliyat tarihi ve başvurusundan ameliyatına kadar geçen süre
- Pre-operatif klinik muayene bulguları, kırığın tipi ve bulunduğu ekstremitte, kırığın açık ya da kapalı oluşu, pre-operatif radyografik muayene bulguları
- Ameliyata ilişkin bilgiler: Ameliyat süresi, redüksiyonun kapalı ya da açık oluşu, tespit için kullanılan Kirschner tellerinin sayısı ve konfigürasyonu, kullanılan Kirschner tellerinin çapları, Kirschner tellerinin operasyon sonunda cilt altında ya da cildin dışında bırakılması durumu
- Post-operatif erken takip bilgileri: Nörolojik muayenesi, erken revizyon cerrahisi geçirip geçirmediği, yara yeri ya da pin dibi enfeksiyonu olup olmadığı
- Kırık iyileşmesi ve rehabilitasyon sürecine ilişkin bilgiler: Kirschner tellerinin çıkarılma süresi, post-operatif uygulanan alçı atel takip süresi, dirsek eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizlerine başlama süresi
- Son kontroldeki fizik muayene bulguları: Gonyometre ile ölçülen, dirsek fleksiyon/ekstansiyon açıları, önkol pronasyon/supinasyon açıları, klinik taşıma açısı, nörolojik muayenesi ve triseps kas kuvveti, Flynn kriterlerine göre (Tablo 1) sonuçlanma statüsü, ek muayene bulguları (kronik ağrı, geç dönem ulnar sinir nöropatisi, posterolateral rotatuar instabilite)
- Hastaların son kontrollerine ait direk radyografi bulguları: humeroulnar açı, Baumann açısı, metafizodiafizer açı ve trokleokapitellar indeks anteroposterior grafilinde, lateral humerokapitellar inklinasyon açısı yan grafilinde ölçüldü. Hastaların 15'inde lateral kondiler fizisleri kapandığı için yalnızca 30 hastada Baumann açısı ve trokleokapitellar indeks ölçümü yapılabildi. Radyografik açı ölçümleri 3 ayrı gözlemci tarafından yapıldı.

- Dijital klinik görüntü verileri: Rotasyonel ve koronal plan dizilimi ile ilgili ve bu çalışma çerçevesinde tanımlanan yeni metodoloji ile elde edilen görüntülerdeki açılar 3 ayrı gözlemci tarafından ölçüldü.

Tablo 3: Flynn kriterleri

Flynn Kriterleri	Kozmetik Faktör	Fonksiyonel Faktör
	<i>Taşıma Açısındaki Değişiklik</i>	<i>Hareket Kaybı Genişliği</i>
Mükemmel	0-5 derece	0-5 derece
İyi	5-10 derece	5-10 derece
Orta	10-15 derece	10-15 derece
Kötü	> 15 derece	> 15 derece

1. GEREÇLER

Bu çalışma çerçevesinde tanımlanan yeni yöntem fotoğrafik ölçüm temeline dayalıdır. Bu yeni yöntem için çocukların rahat bir pozisyonda oturarak kol ve önkolunu serbestçe uzatmasına imkân veren, yere paralel düzlemi olan bir masa ve çocukların boyuna göre ayarlanabilen rahat bir tabure (Şekil 20), fotoğraflarda görünebilme özelliğinde non-alerjik renkli oyun hamuru, bir adet fotoğraf çekebilen akıllı cep telefonu (**iPhone 6S Plus, Apple co.**) ve telefona yüklenip fotoğraflar üzerinde ölçüm yapabilen dijital gonyometre programı (**DrGoniometer, CDM S.r.L.**) kullanıldı (Şekil 21).



Şekil 20: Standart fotoğrafik ölçümlerin çekimi tasarlanmış masa ve boyutu ayarlanabilir tabure



Şekil 21: Çalışmada kullanılan akıllı telefon (Iphone 6S Plus) ve açı ölçümü yapılan dijital uygulama (DrGoniometer, CDM S.r.L)

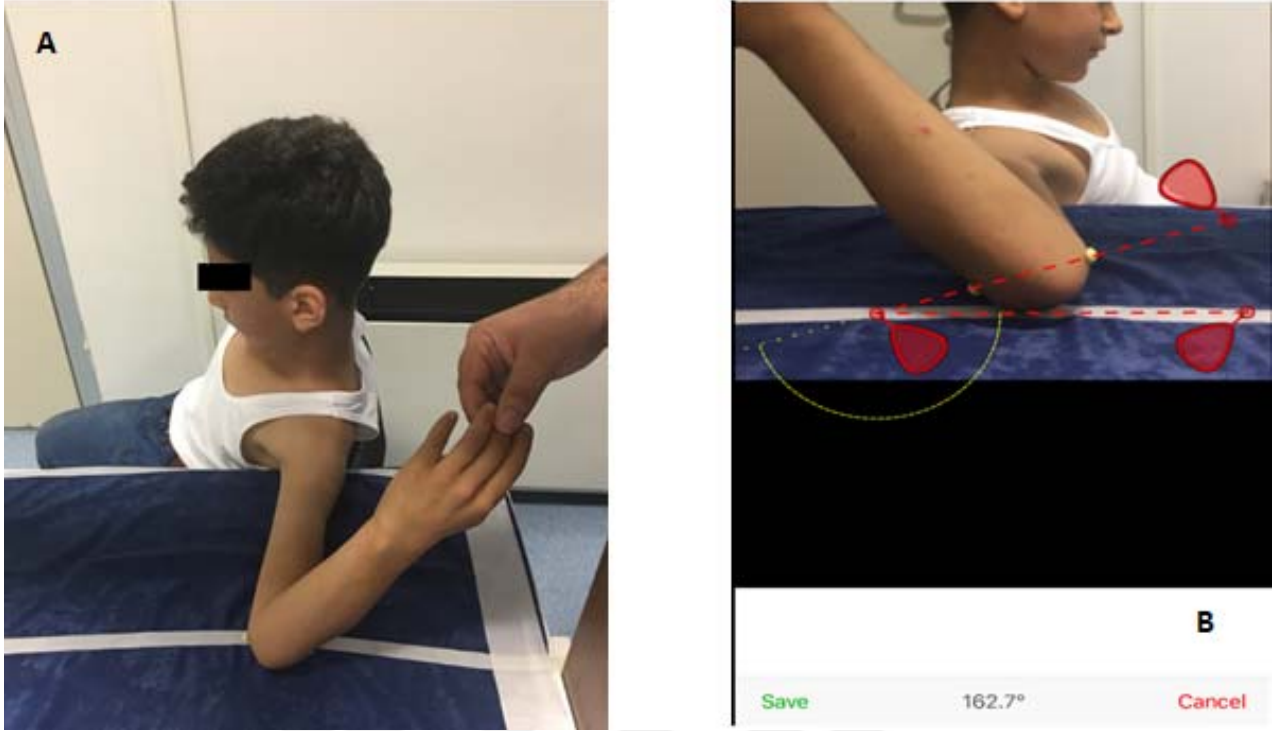
2. Standardize Dijital Görüntü Elde Etme Teknikleri

Ölçüm, hastaların ve hasta yakınlarının bilgilendirilmesini takiben ebeveynlerinden onam alınabilen hastalarda yapıldı. Görüntülemeler, standart

muayene yöntemlerinden sonra tamamen noninvazif ve ağrısız bir şekilde yapıldı. Bu amaç için çocuklar önceden hazırlanmış masa şeklindeki görüntüleme standının önüne rahat bir şekilde boylarına göre ayarlanabilen tabure üzerine, hangi kolu muayene edilecek ise o yönde masaya yan duracak şekilde oturtuldu. Üst ekstremitelere masa üzerine yerleşecek şekilde pozisyon verildi ve teker teker, standart beş farklı pozisyon sağlandı. Humerus medial ve lateral epikondillerinin palpe edilen çıkıntılı yüzeylerine denk gelen bölgelerin cildi üzerine yumuşak, kolay çıkarılabilir 3x3x3 mm ebatlarında non-allerjik çocuk oyun hamuru parçacıkları yapıştırıldı. Oyun hamurları fotoğraflarda epikondiler çıkıntıları göstermek amacıyla kullanıldı. Dijital görüntüleme amacıyla sağlanan pozisyonlar ve ilgili pozisyonda ölçülen açılar aşağıda verilmektedir.

2.1 Fotoğrafik, Doksan Derece Fleksiyonda Transepikondiler Çizgi-Yer Düzlemi Arasında Kalan Rotasyonel Deformite Açısı

Bu fotoğraf ve ölçülen açı, rotasyonel deformiteyi değerlendirmeye yöneliktir. Bunun için hasta masaya göre yan duracak şekilde oturtulur. Muayene edilen kolu masa düzlemine tam temas edecek şekilde yerleştirilir. Önkol supinasyon pozisyonunda iken omuz eklemi 90 derece abduksiyonda, dirsek eklemi 90 derece fleksiyonda iken omuz bir asistan yardımı ile pasif olarak maksimum dış rotasyona getirilir. Kolun aksiyel düzlemine dik olacak şekilde, tam karşıdan, mesafe ve çekim açısı standardize edilmiş, stanttaki özel yuvaya yerleştirilmiş akıllı cep telefonu aracılığıyla fotoğraf çekilir (Şekil 22). Bu teknik ile elde edilen fotoğraf üzerinde DrGoniometer programı yardımıyla dijital olarak, yer düzlemi ile her iki epikondiler nokta arasında kalan doğrusal çizgi arasındaki açısal fark kaydedildi. Aynı ölçüm tekniği her iki dirsek için uygulandı. Bu ölçümde, her iki dirsek arasındaki açı farkı rotasyonel deformite miktarı hakkında bilgi verir. Rotasyonel deformitelere daha sık görüleni iç rotasyon deformitesidir. Bu yöntemde, iç rotasyon deformitesi kırık olan koldaki açı değerini azaltma yönünde değişiklik gösterdiği için normal koldaki ölçümünden kırık koldaki açı değeri çıkarıldı. Ortaya çıkan pozitif değer iç rotasyon deformitesini verirken, negatif değer dış rotasyon deformite miktarını temsil ettiği düşünüldü. Bu yöntem ile elde edilen **90 derece fleksiyonda ölçülen fotoğrafik (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan) rotasyonel deformite açısı** olarak adlandırıldı ve her hastanın iki kolu arasındaki bu ölçüm farkı için istatistiksel analizlerde **Δf_{90° -RDA** kısaltması kullanıldı.



Şekil 22: Fotoğrafik, 90 derece fleksiyonda transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı, **A**. Hasta pozisyonu **B**. Açılı ölçüm tekniği

2.2 Fotoğrafik, Tam Fleksiyonda Transepikondiler Çizgi-Yer Düzlemi Arasında Kalan Rotasyonel Deformite Açısı

Birinci fotoğraf elde edildikten sonra hasta pozisyonu değiştirilmeden dirsek tam fleksiyona alınır. Fleksiyona getirilme esnasında önkol supinasyonu ve omuzun 90 derecedeki abduksiyon ve maksimum dış rotasyon pozisyonları asistan tarafından korunur. Stantta özel yuvaya yerleştirilmiş olan cep telefonu kamerasından, kolun aksiyel düzlemine dik olacak şekilde ikinci fotoğraf çekilir (Şekil 23). DrGoniometer programı yardımıyla fotoğraf üzerinde dijital olarak, yer düzlemi ile her iki epikondiler nokta arasında kalan doğrusal çizgi arasındaki açısal fark kaydedildi. Aynı ölçüm tekniği her iki dirsek için uygulandı. Bu ölçümde de her iki dirsek arasındaki açı farkı rotasyonel deformite miktarı hakkında bilgi verir. Bu yöntemde, iç rotasyon deformitesi kırık olan koldaki açı değerini azaltma yönünde değişiklik gösterdiği için normal koldaki ölçümünden kırık koldaki açı değeri çıkarıldı. Ortaya çıkan pozitif değer iç rotasyon deformitesini verirken, negatif değer dış rotasyon deformite

miktarını temsil ettiği düşünöldü. Bu yöntem ile elde edilen **tam fleksiyonda ölçölen fotoğrafik (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan) rotasyonel deformite açısı** olarak adlandırıldı ve her hastanın iki kolu arasındaki bu ölçüm farkı için istatistiksel analizlerde **Δ FTF-RDA** kısaltması kullanıldı.

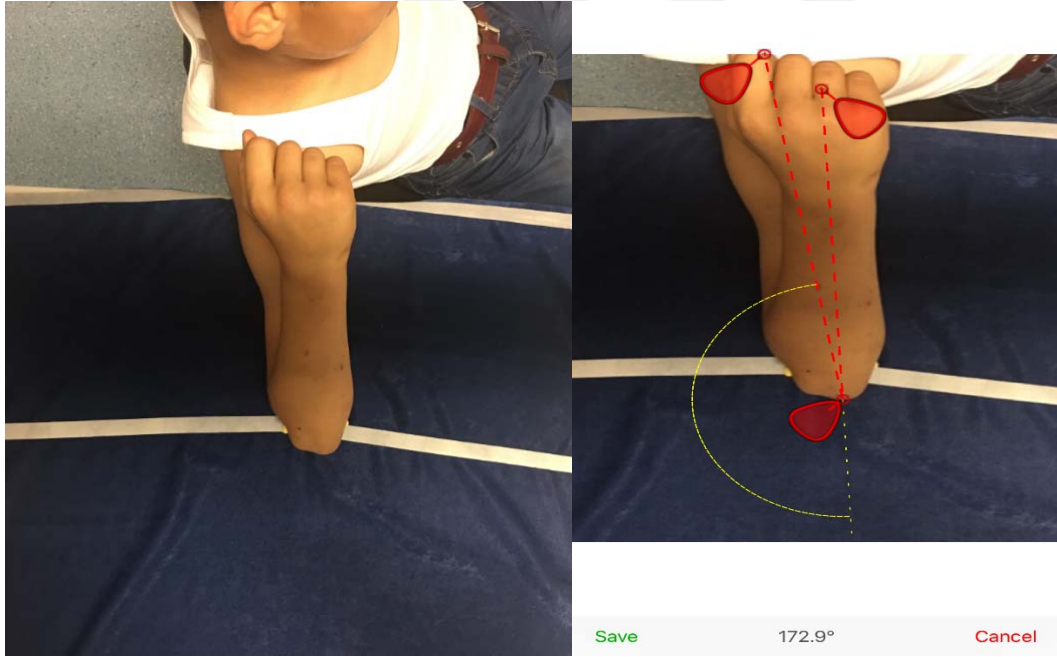


Şekil 23: Fotoğrafik, tam fleksiyonda transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı, **A.** Hasta pozisyonu **B.** Açı ölçümü

2.3 Fotoğrafik Fleksiyonda Kol-Önkol Açısı

Ölçüm yapılan cep telefonu bu kez çekim için standın üst tarafında, ölçüm mesafesi ve açısı standardize edilmiş hareketli, pozisyonu hastaya göre ayarlanabilir yuvaya yerleştirilir. İkinci fotoğraf için hasta ve üst ekstremitesine verilen pozisyon değiştirilmez ancak bu pozisyonda omuza asistan tarafından sağlanan maksimum dış rotasyon yapılmaz. Fotoğraf, yer düzlemine 90 derece dik olacak şekilde ve hastanın omuz, kol ve önkolunun tamamı görülebilecek şekilde kaydedilir (Şekil 24). Elde edilen fotoğrafta DrGoniometer programı kullanılarak ekranon çıkıntısı merkez olacak şekilde kol-önkol uzun eksenleri arasındaki açı farkı ölçölmüş olur. Bu ölçüm tekniği her bir hastanın her iki dirseği için uygulandı. Bu fotoğrafta elde edilen bulgu, **fotoğrafik fleksiyonda kol-önkol açısı** olarak tanımlandı. Koronal plandaki varus deformitesi önkol orta hattını fleksiyon pozisyonunda kol orta hattına göre laterale

taşıırken valgus deformitesi kol orta hattının medialine taşır. İç rotasyon deformitesi de önkol orta çizgisini, kol orta hattına göre mediale taşıırken dış rotasyon deformitesi kol orta çizgisinin lateraline taşır. Sonuç olarak bu açı, hem koronal hem de aksiyel plan olmak üzere, her iki plan deformitelerinin etkide bulunduğu bir açıdır. Bu çalışmanın temel amacı rotasyonel deformitelerin araştırılması üzerine odaklı olduğundan ve kırık sonrası gelişebilecek olası iç rotasyon deformitesi dış rotasyona göre daha sık görüldüğünden bu açının değerlendirilmesinde kırık kol ölçümünden sağlam kol ölçümü çıkarıldı. Elde edilen pozitif değer aksiyel planda iç rotasyon ile koronal planda valgus yönündeki açısal artışı temsil ederken, negatif değer dış rotasyon ve varus yönündeki deformite miktarını temsil ettiği düşünöldü. Bu yöntem ile elde edilen her hastanın iki kolu arasındaki ölçüm farkı için **Δf-KÖA** kısaltması kullanıldı.

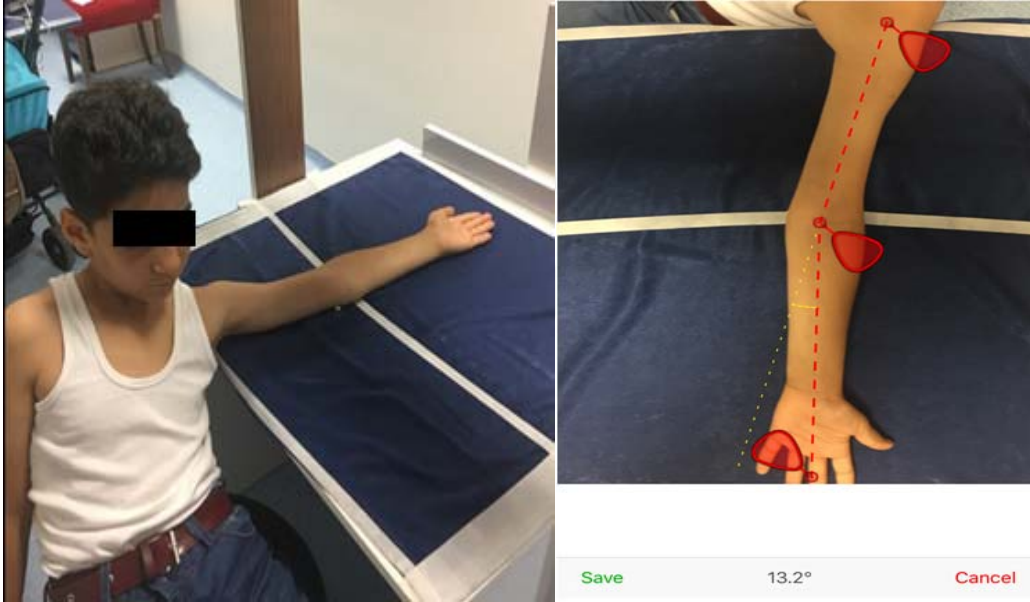


Şekil 24: Fotoğrafik, fleksiyonda Kol-Önkol Açısı, **A.** Hasta pozisyonu, **B.** Açı ölçümü

2.4 Fotoğrafik Klinik Taşıma Açısı

Bu fotoğraf için 2 ve 3. fotoğraflarda olduğu gibi hastanın ve omuzun pozisyonu değiştirilmeden sadece dirsek tam ekstensiyona getirilir ve önkol supinasyonda iken hastanın kolu ve önkolu masa düzlemine tam temas edecek şekilde yerleştirilir. Cep telefonu standın tepesindeki hareketli yuvada iken üst ekstremitenin tamamını görüntüleyebilecek pozisyona getirilir. Cep telefonunun

kamerasından dördüncü fotoğraf elde edilir (Şekil 25). Aynı ölçüm tekniği her iki kol için uygulanır. Bu fotoğrafta, DrGoniometer programı kullanılarak koronal plandaki **linik taşıma açısı** objektif bir biçimde ölçüldü. Her iki dirsekte elde edilen ölçümler arasındaki açı farkı, koronal planda kubitus varus veya kubitus valgus deformitesi hakkında bilgi verir. Kubitus varus deformitesinin daha sıklıkla görülmesi ve klinik taşıma açısını azaltma yönünde hareket etmesi nedeniyle sağlam olan kol ölçümünden kırık kol ölçümü çıkarıldı. Ortaya çıkan pozitif değerler varus, negatif değerler ise valgus deformitesi miktarını temsil etmekteydi. Fotoğrafik olarak ölçülen klinik taşıma açısının her hastanın iki kolu arasındaki ölçüm farkı için **Δf-TA** kısaltması kullanıldı.



Şekil 25: Fotoğrafik olarak elde edilen klinik taşıma açısına ait görüntü, **A.** Hasta pozisyonu, **B.** Açı ölçümü

2.5 Yamamoto Tekniğiyle Ölçülen Rotasyonel Deformite Açısı

Beşinci fotoğraf, görüntüleme standı kullanılmadan Yamamoto'nun 1985 yılında tanımladığı muayene tekniği pozisyonunda çekildi. Yamamoto bu muayene tekniğini kubitus varus deformitesinin rotasyonel bileşeninin derecesini ölçmek için tanımlamıştır.⁷⁴ Bu pozisyon için hasta ayakta ve sırtı hekime dönük olacak şekilde dururken hafifçe öne doğru eğilmesi istenir. Muayene edilecek kol hastanın arkasına, omuz maksimum ekstensiyona, dirsek ise 90 derece fleksiyona alınır. Bu pozisyonda

bir asistan, hastanın kolunu tutmasına yardımcı olur ve omuza maksimum iç rotasyon uygular. Yamamoto'ya göre hasta bu pozisyona getirildiğinde önkolunun orta hat çizgisi ile yer düzlemine paralel, horizontal plan çizgisi arasında kalan açı, iç rotasyon deformitesini temsil eder. Burada sunulan çalışma için hasta bu pozisyonda iken arkasından DrGoniometer programı aracılığı ile yer düzlemine paralel, sağa veya sola herhangi bir tilt uygulamadan fotoğraf çekildi ve fotoğraf üzerinde 3 farklı gözlemci tarafından açı ölçümü yapıldı. (Şekil 26). Yamamoto tekniğine göre yapılan bu ölçümde kırık geçiren tarafta iç rotasyon deformitesi olasılığı daha yüksek olduğundan, patolojik koldan normal kol ölçümleri çıkarılarak fark hesaplandı. Pozitif farklar iç rotasyon deformitesi şeklinde yorumlandı. Bu yöntemle elde edilen rotasyonel deformite açılarına ilişkin her bir hastanın iki kolu arasındaki ölçüm farkı için **Δ fy-RDA** kısaltması kullanıldı.

Yukarıda bahsi geçen ve 5 farklı pozisyonda çekilen fotoğraflardan elde edilen açıların kısaltılmış adlarında kullanılan "f" harfi "fotoğrafik" kelimesini temsil etmektedir.



Şekil 26: Yamamoto tekniği ile rotasyonel deformite açısı ölçümü, **A.** Hasta pozisyonu, **B.** Açı ölçümü

3. Radyografik Açılarının Ölçümü ve İlişkili Veri Setlerinin Oluşturulması

Yukarıda bahsi geçen fotoğraflardaki açılara ek olarak hastaların son kontrollerinde çekilen direk radyograflarda Humeroulnar açısı (rHUA), Baumann açısı (rBA), Lateral Humerokapitellar açısı (rLHKA), Metafizyo-diafizyoer açısı (rMDA) ve Trokleokapitellar indeks (rTCI) değerleri ölçüldü. Yukarıda bahsi geçen 5 farklı açının kısaltılmış adlarında kullanılan “r” harfi “radyografik” kelimesini temsil etmektedir. Tüm bu açılar üç farklı araştırmacı tarafından ayrı ayrı ve birbirine kör bir şekilde ölçüldü. Bu açıların ölçümü hastaların, hastane dijital arşiv sistemindeki standart mukayeseli dirsek AP ve lateral graflerinde yapıldı. Tüm ölçümler Ortopedi polikliniğinde bulunan, hastane dijital arşiv sistemine bağlı HP marka ProOne G1-AiO Bussiness PC model bilgisayar 19,5 inç monitör ve MONAD adlı firmanın sağladığı Nucleus isimli medikal bilgi yazılımına ait PACS sisteminin dijital açı ölçüm aracı ile yapıldı. Her hastada ölçülen her açı için kırık geçirmiş (kısaltmalarda kırık anlamına gelen ‘K’ harfiyle gösterildi) ve kırık geçirmemiş (kısaltmalarda sağlam anlamına gelen ‘S’ harfiyle gösterildi) ekstremiteler arasındaki farklar hesaplanarak veri tablosu oluşturuldu. Antero-posterior graflerde değerlendirilen rHUA ve rBA, koronal plan deformitesi hakkında bilgi sağlar. Bu iki açıdaki azalma daha sık görülen varus deformitesinin yansımasıdır. Bu nedenle sağlam kol ölçümünden kırık kol ölçümü çıkarıldı. Elde edilen farklar kısaltma olarak, rHUA için $\Delta rHUA$ ve rBA için ΔrBA olarak adlandırıldı. Ortaya çıkan pozitif değer kubitüs varus deformitesini verirken, negatif değer ise kubitüs valgus deformite miktarını temsil ettiği düşünöldü. Yine AP graflerde değerlendirilen rMDA ve rTCI ölçümleri koronal plan deformitelerinin değerlendirilmesinde kullanılmasına rağmen bu değerlerde varus yönünde artış olduğu için kırık kol ölçümünden normal kol ölçümü çıkarıldı. Elde edilen farklar, rMDA için $\Delta rMDA$ ve rTCI için $\Delta rTCI$ olarak adlandırıldı. Ortaya çıkan pozitif değer varus, negatif değer ise valgus deformitesi yönünde olduğu düşünöldü. Lateral grafiye değerlendirilen rLHKA için ölçülen değerler sagittal plan deformitesini değerlendirmeye yönelikti. Bu yöndeki deformitenin değerlendirilmesi için her bir hastanın sağlam taraf açısından kırık taraf açı ölçümü çıkarıldı ve aradaki fark $\Delta rLHKA$ olarak adlandırıldı.

4. Klinik Veri Setlerinin Oluşturulması ve Bu Veriler Temelinde Olguların Gruplandırılması

Hastalar, son kontrollerinde fonksiyonel ve kozmetik sonucu belirleyen Flynn kritikleri açısından istatistiksel analiz öncesinde iki gruba ayrıldı: Mükemmel sonuç

alınan hastalar Flynn Grup A'da yer aldı. İyi, orta ve kötü (mükemmel olmayan) sonuç alınan hastalar ise Flynn Grup B'de yer aldı. Bu iki ana grup son kontrollerdeki fotoğrafik ve radyografik ölçüm farkları açısından birbirleri ile karşılaştırıldı.

Hastaların K teli sayısı ve kısmen de olsa primer stabilizasyon durumu açısından 2 ana gruba ayrıldı. Birinci grup çapraz ya da lateral girişli, 2 K teli ile tespit yapılanlar idi ve Tespit Şekli-Grup A olarak adlandırıldı. İkinci grup, çapraz ya da lateral girişli, 3 adet K teli ile tespit yapılan olguları kapsıyordu ve bu gruba Tespit Şekli-Grup B olarak isim verildi. Bu iki ana grup son kontrollerdeki fotoğrafik ve radyografik ölçüm farkları açısından birbirleri ile karşılaştırıldı. Bu gruplandırma yapılırken ameliyat esnasında üçüncü K teline gereksinim duyulması durumu primer yetersiz stabilite ve bunu artırma çabası şeklinde yorumlandı.

Hastalar ameliyat edildikleri sıradaki yaş ortalamaları ve ameliyat oldukları andan son kontrole kadar geçen takip süresi ortalaması temelinde 4 ana gruba ayrıldı (Tablo 4). Bu ayırım tekniği ile hastaların remodelizasyon yeteneği açısından farklı gruplarda temsil edilebileceği düşünüldü. Bu olgu grupları son kontrollerdeki fotoğrafik ve radyografik ölçüm farkları açısından birbirleri ile karşılaştırıldı. Olguların 15'inde büyüme plaklarının kapanması nedeniyle Baumann açısı ve TCI ölçülemedi. Olgu sayılarının eşit olmaması ve bazı gruplarda yeterli olgu sayısının bulunmaması nedeniyle ameliyat yaşı ve takip süresi grupları bu iki parametre açısından karşılaştırılmadı.

Tablo 4: Olguların ameliyat yaşı ve takip süreleri temelinde oluşturulan grupların tanımlayıcı özellikleri

Grup A	Ameliyat yaşı 5,5'dan küçük ve takip süresi 60 aydan az olan hastalar
Grup B	Ameliyat yaşı 5,5'dan küçük ve takip süresi 60 aydan uzun olan hastalar
Grup C	Ameliyat yaşı 5,5'dan büyük ve takip süresi 60 aydan az olan hastalar
Grup D	Ameliyat yaşı 5,5'dan büyük ve takip süresi 60 aydan uzun olan hastalar

5. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizleri üç farklı basamakta yapıldı. Birinci basamakta fotoğrafik açısal farklılık değer setleri ve radyografik ölçümlerle elde edilen açısal değer setleri gözlemciler arası uyum bakımından analiz edildi. İstatistiksel analizin sonraki basamaklarında ise çalışmada ölçülen parametrelere ait veri setleri ilişki bakımından birbirleri ile karşılaştırıldı. Bu basamaklara geçmeden önce 3 gözlemcinin; her hasta, kol ve açı bazındaki fotoğrafik ve radyografik açısal farklılık değerlerinin ortalamaları hesaplandı. Analizin ikinci basamağında elde edilen rotasyonel, koronal ve sagittal plan açısal farklılıkların ortalamasına ilişkin veri setleri istatistiksel ilişki bakımından birbirleri ile karşılaştırıldı. Analizin son basamağında ise klinik veri setleri temelinde gruplandırılan olgular çalışmaya konu edilen tüm parametreler bakımından karşılaştırıldı. Bu analizler ile açısal ölçümler ve klinik bulgu ve sonuçlar arasında ilişki bulunup bulunmadığı ve ilişki varsa ne yönde olduğunun tespiti amaçlandı.

Araştırma verilerinin değerlendirilmesi AEK şirketi ve Ece TÜRKER tarafından SPSS 20.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Araştırmanın tanımlayıcı verileri sayı, ortalama, standart sapma ve yüzde ile değerlendirildi. Gözlemciler tarafından ölçülen fotoğrafik bağımlı, non-kategorik değişkenlerin gözlemciler arası uyumunu değerlendirmek için istatistiksel analiz testi olarak Pearson korelasyon katsayıları (Intraclass correlation coefficient) ve Cohen'in Kappa katsayıları (İnterrater reliability) kullanıldı. Her iki katsayı -1 ile +1 arasında değişim göstermektedir. Bu katsayı sonuçları hakkında yorum yapabilmek için p değerinin 0.05 den daha küçük olması gerekir. Pearson korelasyon katsayısı "r" ile gösterilmekte olup negatif olduğunda iki değişken arasında ters yönde ilişkiden söz edilir. Pearson katsayı değeri (r) 0.2'den küçük ise çok zayıf ilişki yada korelasyon yokluğu, 0.2-0.4 arasında ise zayıf korelasyon, 0.4-0.6 arasında ise orta şiddette korelasyon, 0.6-0.8 arasında ise yüksek korelasyon ve 0.8'den büyük ise çok yüksek korelasyon şeklinde yorum yapılır. Cohen'in kappa istatistiğinde katsayı 0,59'dan küçük olduğunda zayıf, 0,60-0,79 arası orta, 0,80-0,90 arası güçlü ve 0,90'dan büyük olduğunda neredeyse tam uyum ilişkisi şeklinde yorum yapılır. Gözlemciler tarafından ölçülen radyografik bağımlı, non-kategorik değişkenlerin gözlemciler arası uyumunu değerlendirmek için yalnızca Pearson korelasyon katsayıları istatistiksel analiz testi kullanıldı. Fotoğrafik ve radyografik açı veri setleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla yine

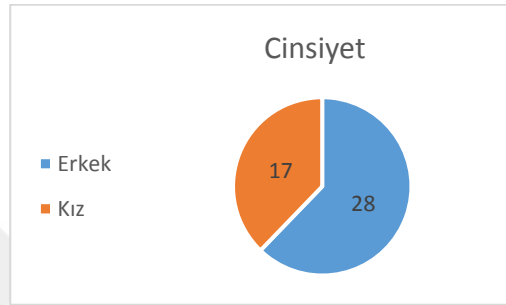
Pearson korelasyon katsayıları istatistiksel analiz testi kullanıldı. Flynn grupları ile fotoğrafik ve radyografik ölçüm farkları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla Mann-Whitney U ve Independent sample-T istatistiksel analiz testleri kullanıldı. Kullanılan K teli sayısına göre oluşturulan Tespit Şekli grupları ile fotoğrafik ve radyografik ölçüm farkları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için yine Mann-Whitney U ve Independent sample-T istatistiksel analiz testleri kullanıldı. Tespit Şekli gruplarının Flynn kriterleri ile arasındaki istatistiksel ilişkiyi değerlendirebilmek için Ki-kare analiz testi kullanıldı. Süreye ilişkin oluşturulan ikiden fazla kategorik değişkenin fotoğrafik ve radyografik ölçüm farkları ile ilişkisinin değerlendirilmesinde One-Way ANOVA istatistiksel analiz testi kullanıldı. Tüm analizler için istatistiksel anlamlılık düzeyi (p) 0.05 olarak alındı.



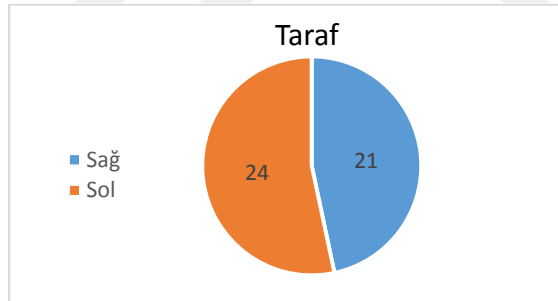
BULGULAR

1. Temel Bulgular

Çalışmamızda yıllık kontrollerine uyarak kliniğimize başvuran, çalışmaya dahil edilebilme kriterlerine sahip olan ve son kontrollerinde yeni fotoğrafik muayene yöntemine izin veren 45 hastanın bulguları değerlendirildi. Olguların 28'i (%62,2) erkek, 17'si (%37,8) kızdı (Grafik 1). Olgulardan 24'ünün (%53,3) sol dirseği etkilenirken, 21'inde (%46,7) sağ dirseğin etkilendiği gözlemlendi (Grafik 2).

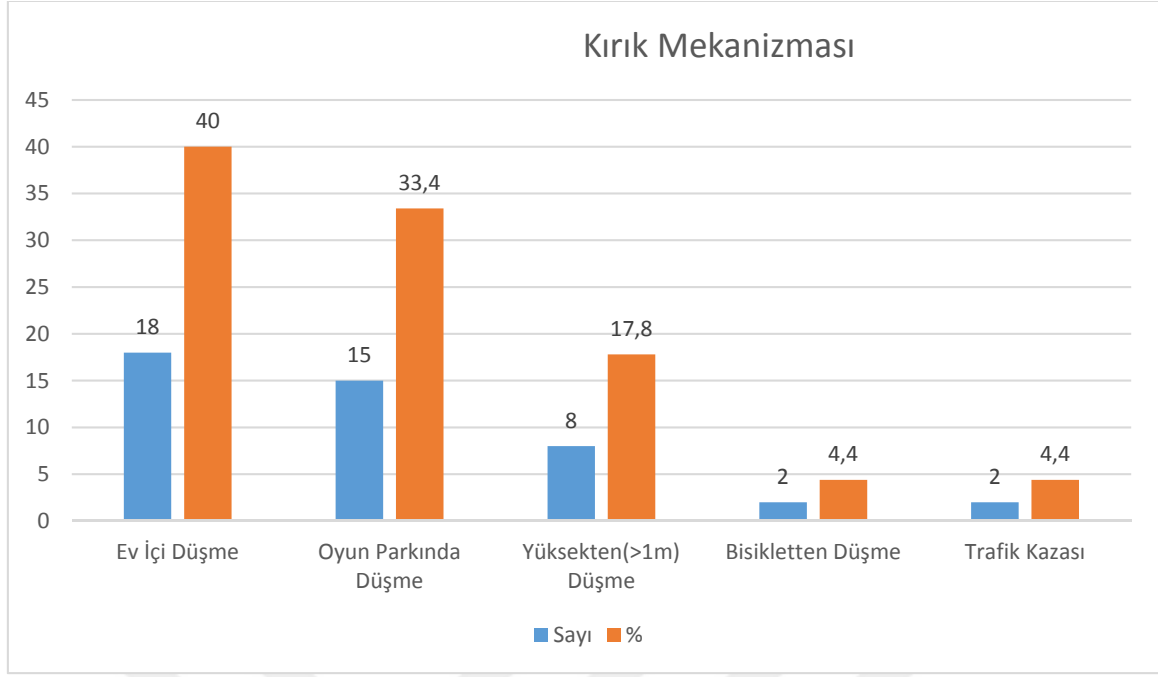


Grafik 1: Olguların cinsiyetlerine göre dağılımı



Grafik 2: Kırık geçiren ekstremitelere tarafına göre olguların dağılımı

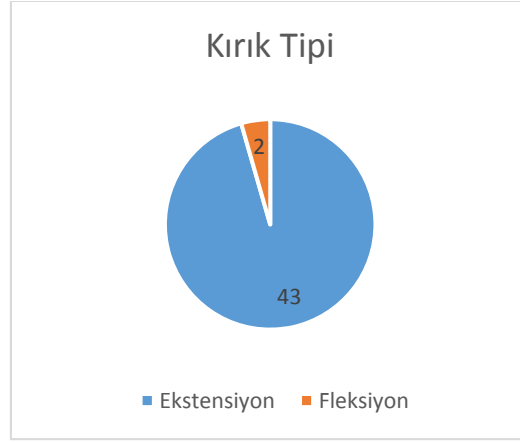
Hastaların öykülerine göre kırık mekanizması incelendiğinde, olguların 18'inde (%40) ev içinde yatak, koltuk veya kanepeden düşme, 15'inde (%33,4) oyun parkında düşme, 8'inde (%17,8) en az 1 metre yüksekten düşme, 2'sinde (%4,4) bisikletten düşme, 2'sinde (%4,4) trafik kazası sonucu suprakondiler humerus kırığı oluşmuştu. (Grafik 3).



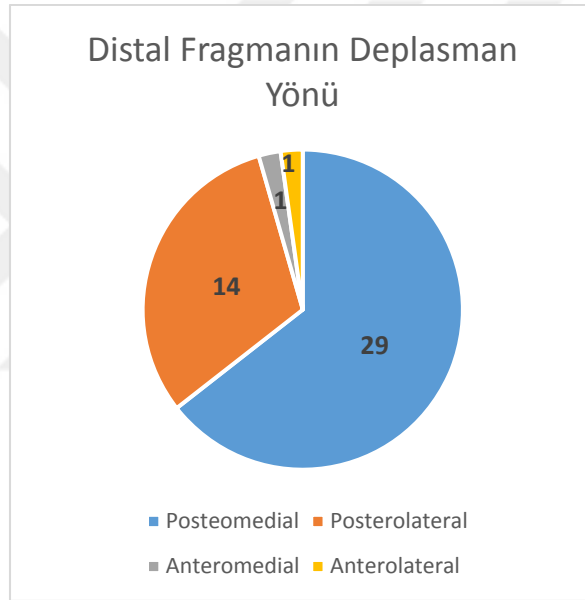
Grafik 3: Kırığın oluş mekanizmalarına göre olguların dağılımı

Olguların ameliyat edildikleri andaki yaşları 2 ila 13 arasında değişiklik gösteriyordu ve ortalama yaşları $5,6 \pm 2,85$ 'di. Son kontrollerindeki ortalama yaşları $10,4 \pm 3,3$ (5-19) idi. Hastaların minimum takip süresi 14 ay, maksimum takip süresi 113 aydı, ortalama takip süreleri ise $59,5 \pm 21,7$ aydı.

Değerlendirilen hastaların tamamında kapalı kırık mevcuttu. Kırıkların 43'ü (%95,6) ekstensiyon tipi, 2'si (%4,4) ise fleksiyon tipi kırıktı. Tümü deplase kırıklar olan 45 olguda, distal fragmanın yer değiştirme şekline göre; 29 hastada (%64,4) posteromedial deplasman, 14 hastada (%31,1) posterolateral deplasman izlendi. Fleksiyon tipinde olan 2 kırıktan 1 tanesi (%2,2) anteromedial, diğeri (%2,2) ise anterolateral deplasman göstermekteydi.

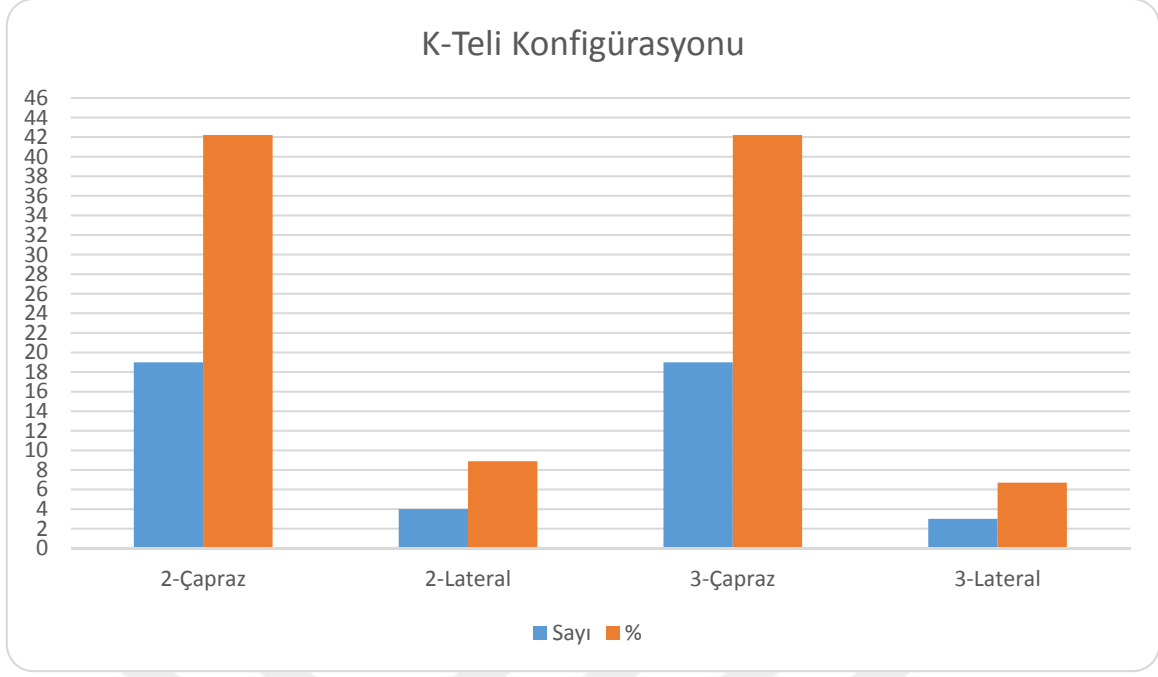


Grafik 4: Kırıkların tipe göre dağılımları



Grafik 5: Distal fragmanın deplasman yönüne göre kırıkların dağılımı

Hastaların 41'i (%91.1) kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme ile 4'ü (%8,9) açık redüksiyon ve K teli fiksasyonu ile tedavi edilmişti. Perkütan fiksasyon yapılan olguların 19'unda (%42,2) medial ve lateralden çapraz K teli, 4'ünde (%8,9) lateralden 2 adet K teli, 19'unda (%42,2) lateralden 2, medialden 1 adet K teli, 3'ünde (%6,7) ise lateralden 3 adet K teli yerleştirilerek fiksasyon sağlanmıştı. Açık redüksiyon yapılan 4 hastanın 3'ünde iki lateral ve bir medial K teli, diğer 1 hastada ise çapraz 2 K teli ile fiksasyon yapılmıştı. (Grafik 6)



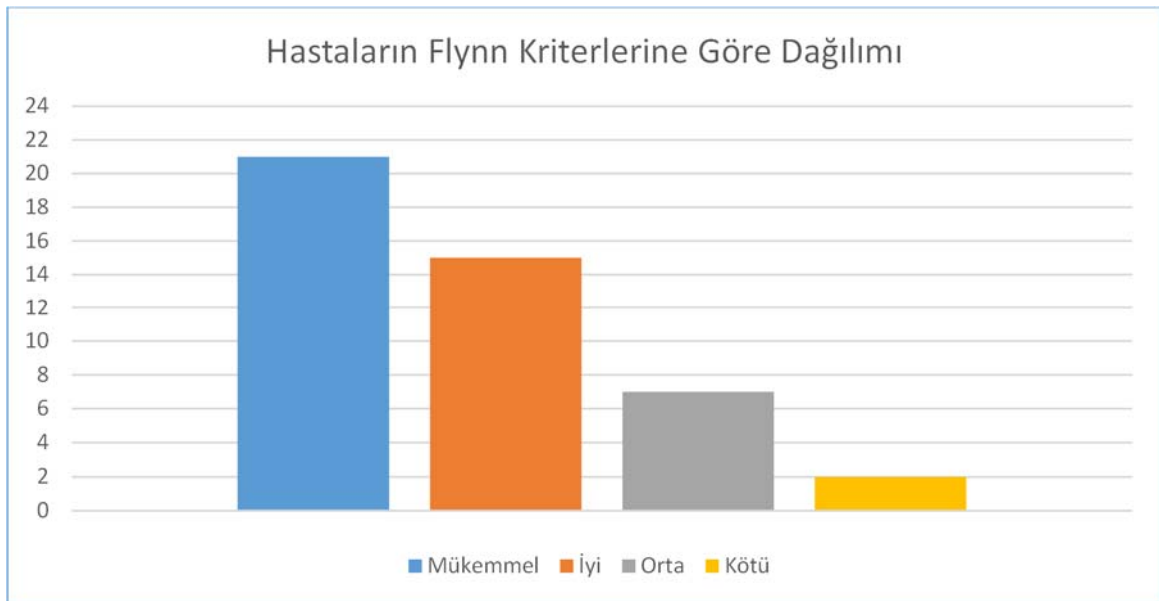
Grafik 6: Olguların tespit için kullanılan Kirschner teli sayısı ve konfigürasyonuna göre dağılımı

Hastaların yalnızca 1 tanesinde (%2,2) pre-operatif nörolojik yaralanma izlendi. Posteromediale deplase olan bu kırık olgusunda radial sinir arazi vardı. Post-operatif erken dönemde nöropraksi devam etti ancak son kontrolde hastanın nörolojik muayenesi normaldi. Pre-operatif vasküler yaralanma da yalnızca 1 hastada (%2,2) gözlemlendi. Hastanın nabızsız, pembe eli vardı. Kapalı redüksiyon ile tedavi edildi ancak iskemi bulguları eklenince intra-operatif Kalp ve Damar Cerrahisi konsültasyonu istendi. Hastada brakial arter eksplorasyonu yapıldı ve vasküler yaralanma tespit edilmesi üzerine primer tamir yapıldı. Post-operatif komplikasyon olarak 3 hastada (%6,7) ulnar sinir yaralanması mevcuttu. Bu hastalarda kapalı redüksiyon ve 2 adet K teli ile medial ve lateralden çapraz pinleme yapılmıştı. Bir hastada 3 ay sonra eksplorasyon yapıldı. Ulnar sinirin kıvrılmış olduğu görüldü, yaralanmış olan bir adet fasikülü onarıldı ve interfasiküler nöroliz yapıldı. Diğer bir hastada 2 adet lateral ve bir adet medialden gönderilmiş olan çapraz 3 adet K tellerinden medialde olanı post op 4.gün çekildi. Hastanın ulnar sinir fonksiyonları 15.günde geri döndü. Bir hastada ise çapraz K teli ile tespitli olduğu için K teli çıkarılmadı. Bu hastanın operasyon sonrası 1.ayda K telleri çıkarıldıktan sonra takibe alındı. Yaklaşık 3 ay sonra ulnar sinir fonksiyonlarının geri döndüğü gözlemlendi. Bu hastaların da son kontrollerinde nörolojik muayenelerinin normal olduğu görüldü.

Opere edilen olguların 37'sinde (%82,2) pin dibi enfeksiyonu gözlenmedi, buna karşılık 8'inde (%17,8) pin dibi enfeksiyonu izlendi. Bu olgularda birinci kuşak sefalosporin grubu oral antibiyoterapi ile kontrol sağlandı. Hiçbir hastada derin enfeksiyon ve osteomyelit izlenmedi. Açık redüksiyon yapılan 4 olguda ise cerrahi alan enfeksiyonu izlenmedi.

Çalışmamıza dahil edilen hastaların tamamında K telleri cilt dışında bırakılmıştı. Bu nedenle teller, genel anestezi veya sedasyon ihtiyacı duyulmadan, operasyondan sonra ortalama 28. günde, poliklinik koşullarında çekildi ve tespitleri sonlandırıldı. Tespitleri sonlandırılan hastalara, hemen eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri başlandı.

Hastaların son kontrol fizik muayenelerinde EHA gonyometre ile değerlendirildi ve 8 hastada, 5 dereceden 15 dereceye kadar değişen aralıkta fleksiyon kaybı gözlemlendi. Kalem testi ile değerlendirilen hastaların hiçbirinde pronasyon ve supinasyon kısıtlılığı izlenmedi. Hastaların tamamında, son başvurudaki nörovasküler muayeneleri doğaldı. Hastaların triseps kas kuvveti klinik olarak (0-5/5) değerlendirildi ve hiçbirinde kuvvetsizlik izlenmedi. Hastaların fonksiyonel ve kozmetik sonuçları Flynn kriterlerine göre değerlendirildiğinde 21 hastanın mükemmel, 15 hastanın iyi, 7 hastanın orta ve 2 hastanın kötü kategorilerinde yer aldığı görüldü (Grafik 7).



Grafik 7: Hastaların Flynn Kriterlerine Göre Dağılımı

Literatürdeki klasik geç dönem deformite değerlendirme yöntemleri olan klinik taşıma açısı ve radyografik koronal ve sagittal plan ölçümlerine karşılık gelen ve hastaların son kontrollerinde gözlemciler tarafından ölçülen Fotoğrafik taşıma açısı (f-TA) ve radyografik açı ölçüm ortalamaları Tablo 5'te verilmektedir.

Tablo 5: Çalışmaya dahil edilen olguların koronal plan rutin değerlendirme açı ortalamaları (üç gözlemcinin ölçümlerinin ortalamalarıdır)

Ölçümün yapıldığı görüntü	Açı	Kırık geçirmemiş (sağlıklı=s) ekstremitelerdeki açı (ortalama±standart sapma)	Kırık (k) geçirmiş ekstremitelerdeki açı (ortalama±standart sapma)
Dijital fotoğraf	f-TA (n=45)	12,1±4,1	7,3±7,9
Anteroposterior grafi	r-HUA (n=45)	9,8±6,1	6,6±8,6
	r-BA (n=30)	20±5,5	16,7±6,9
	r-MDA (n=45)	88,2±4,7	89,7±5,8
	r-TCI (n=30)	0,37±0,25	0,6±0,33
Yan grafi	r-LHKA (n=45)	43,6±6,5	41,5±7,5

2. Fotoğrafik Ölçümler ve Bu Ölçümlere İlişkin Gözlemciler Arası Uyuma Ait Bulgular

Gözlemciler tarafından ölçülmüş olan klinik ölçümler ele alındığında klinik $\Delta 90^\circ$ -RDA ortalama değerlerinin birinci gözlemci için $-0,1111 \pm 10,58348$, ikinci gözlemci için $-0,2667 \pm 10,70769$ ve üçüncü gözlemci için $0,1111 \pm 10,32037$ olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu ($p=0,00$) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun çok yüksek düzeyde ($r>0,80$) olduğu anlaşılmaktadır. Cohen'in Kappa katsayıları incelendiğinde birinci ile ikinci gözlemciler arasında ve birinci ile üçüncü gözlemciler arasında orta düzeyde uyum saptandı (sırasıyla Kappa=0,783, Kappa=0,75). Ayrıca ikinci ile üçüncü gözlemciler arasında kuvvetli uyum saptandı (Kappa=0,83) (Tablo 6).

Tablo 6: Klinik ölçümlerden 90 derece fleksiyonda çekilen fotoğrafta ölçülen $\Delta f90^\circ$ -RDA'na (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

$\Delta f90^\circ$-RDA Ölçümleri Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (-0,2667 \pm 10,70769)	2. Gözlemci (N= 45) (0,1111 \pm 10,32037)	3. Gözlemci (N= 45) (-0,1111 \pm 10,58348)
1. Gözlemci (N= 45) (-0,2667 \pm 10,70769)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (0,1111 \pm 10,32037)	Tekil ölçümde r= 0,95 Ort. ölçümde r= 0,974 P= 0.00 Kappa: 0.783	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (-0,1111 \pm 10,58348)	Tekil ölçümde r= 0,963 Ort. ölçümde r= 0,981 P= 0.00 Kappa: 0,75	Tekil ölçümde r= 0,978 Ort. ölçümde r= 0,989 P= 0.00 Kappa: 0,83	-

Gözlemciler tarafından ölçülmüş olan klinik ölçümler değerlendirildiğinde ΔfTF -RDA ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 0,0667 \pm 10,73524, ikinci gözlemci için 0,1778 \pm 9,93453 ve üçüncü gözlemci için 0,1333 \pm 10,17484 olduğu saptandı. Bu değerler zemininde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu (p=0,00) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun çok yüksek düzeyde (r>0,80) olduğu anlaşılmaktadır. Cohen'in Kappa katsayıları incelendiğinde tüm gözlemcilerin birbirleri arasında kuvvetli düzeyde uyum (0,80<Kappa<0,90) saptandı (Tablo 7).

Tablo 7: Dirsek tam fleksiyondayken çekilen fotoğrafta ölçülen Δ TF-RDA'na (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

<u>ΔTF-RDA Ölçümleri</u> Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (0,0667 \pm 10,73524)	2. Gözlemci (N= 45) (0,1778 \pm 9,93453)	3. Gözlemci (N= 45) (0,1333 \pm 10,17484)
1. Gözlemci (N= 45) (0,0667 \pm 10,73524)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (0,1778 \pm 9,93453)	Tekil ölçümde r= 0,963 Ort. ölçümde r= 0,981 P= 0.00 Kappa: 0,826	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (0,1333 \pm 10,17484)	Tekil ölçümde r= 0,967 Ort. ölçümde r= 0,983 P= 0.00 Kappa: 0,872	Tekil ölçümde r= 0,98 Ort. ölçümde r= 0,99 P= 0.00 Kappa: 0,826	-

Gözlemciler tarafından ölçülmüş olan klinik ölçümler ele alındığında Δ f-KÖA ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 0,4 \pm 3,58912, ikinci gözlemci için -0,3333 \pm 2,90767 ve üçüncü gözlemci için -0,2667 \pm 3,04063 olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu (p=0,00) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun yüksek düzeyde (0,60<r<0,80) olduğu anlaşılmaktadır. Cohen'in Kappa katsayıları incelendiğinde 1 ile 3. gözlemciler arasında ve 2 ile 3. gözlemciler arasında orta derecede uyum olduğu izlendi (sırasıyla Kappa=0,566, Kappa=0,505). Ayrıca 1 ile 2. gözlemciler arasında zayıf düzeyde uyum (Kappa=0,333) saptandı (Tablo 8).

Tablo 8: Dirsek tam fleksiyondayken çekilen fotoğrafta ölçülen ik olarak ölçülen Δ f-KÖA'na (fleksiyonda kol-önkol açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

<u>Δf-KÖA Ölçümleri</u> Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (0,4 \pm 3,58912)	2. Gözlemci (N= 45) (-0,3333 \pm 2,90767)	3. Gözlemci (N= 45) (-0,2667 \pm 3,04063)
1. Gözlemci (N= 45) (0,4 \pm 3,58912)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (-0,3333 \pm 2,90767)	Tekil ölçümde r= 0,654 Ort. ölçümde r= 0,791 P= 0.00 Kappa: 0,333	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (-0,2667 \pm 3,04063)	Tekil ölçümde r= 0,663 Ort. ölçümde r= 0,797 P= 0.00 Kappa: 0,566	Tekil ölçümde r= 0,66 Ort. ölçümde r= 0,795 P= 0.00 Kappa: 0,505	-

Gözlemciler tarafından ölçülmüş olan klinik ölçümler değerlendirildiğinde Δf -TA ortalama değerlerinin birinci gözlemci için $0,0667 \pm 10,73524$, ikinci gözlemci için $0,1778 \pm 9,93453$ ve üçüncü gözlemci için $0,1333 \pm 10,17484$ olduğu saptandı. Bu değerler zemininde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu ($p=0,00$) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun çok yüksek düzeyde ($r>0,80$) olduğu anlaşılmaktadır. Cohen'in Kappa katsayıları incelendiğinde tüm gözlemcilerin birbirleri arasında orta düzeyde uyum bulunduğu (Kappa=0,60-0,79) saptandı (Tablo 9).

Tablo 9: Fotoğrafik olarak ölçülen Δf -TA (klinik taşıma açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Δf-TA Ölçümleri Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (4,7556 \pm 6,31792)	2. Gözlemci (N= 45) (5 \pm 6,89532)	3. Gözlemci (N= 45) (4,8667 \pm 6,3661)
1. Gözlemci (N= 45) (4,7556 \pm 6,31792)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (5 \pm 6,89532)	Tekil ölçümde $r= 0,863$ Ort. ölçümde $r= 0,927$ P= 0.00 Kappa: 0,732	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (4,8667 \pm 6,3661)	Tekil ölçümde $r= 0,925$ Ort. ölçümde $r= 0,961$ P= 0.00 Kappa: 0,628	Tekil ölçümde $r= 0,887$ Ort. ölçümde $r= 0,94$ P= 0.00 Kappa: 0,679	-

Gözlemciler tarafından ölçülmüş olan klinik ölçümler ele alındığında Δf Y-RDA ortalama değerlerinin birinci gözlemci için $0,8222 \pm 6,19123$, ikinci gözlemci için $1,2444 \pm 5,86653$ ve üçüncü gözlemci için $0,7778 \pm 5,03573$ olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu ($p=0,00$) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun çok yüksek düzeyde ($r>0,80$) olduğu anlaşılmaktadır. Cohen'in Kappa katsayıları incelendiğinde tüm gözlemcilerin birbirleri arasında orta düzeyde uyum bulunduğu (Kappa=0,60-0,79) saptandı (Tablo 10).

Tablo 10: Yamamoto'nun tanımladığı pozisyonda çekilen fotoğrafta ölçülen Δ FY-RDA'na (Yamamoto rotasyonel deformite açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

<u>ΔFY-RDA Ölçümleri</u> Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (0,8222 \pm 6,19123)	2. Gözlemci (N= 45) (1,2444 \pm 5,86653)	3. Gözlemci (N= 45) (0,7778 \pm 5,03573)
1. Gözlemci (N= 45) (0,8222 \pm 6,19123)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (1,2444 \pm 5,86653)	Tekil ölçümde r= 0,91 Ort. ölçümde r= 0,953 P= 0.00 Kappa: 0,731	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (0,7778 \pm 5,03573)	Tekil ölçümde r= 0,92 Ort. ölçümde r= 0,958 P= 0.00 Kappa: 0,698	Tekil ölçümde r= 0,927 Ort. ölçümde r= 0,962 P= 0.00 Kappa: 0,730	-

3. Radyografik Ölçümler ve Bu Ölçümlere İlişkin Gözlemciler Arası Uyuma Ait Bulgular

Olguların kırık geçirmemiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rHUA_s ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 9,9318 \pm 7,3876, ikinci gözlemci için 6,6136 \pm 6,60238 ve üçüncü gözlemci için 6,6364 \pm 7,16286 olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu (p=0,00) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun yüksek ve çok yüksek düzeylerde (r>0,60 ve r>0,80) olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 11).

Tablo 11 : Sağlam ekstremitelerdeki radyografik humeroulnar açısı (rHUA_s) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

<u>Radyografik Humero-Ulnar Açısı</u> <u>(rHUA_s) Ölçümü</u> Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (9,9318 \pm 7,3876)	2. Gözlemci (N= 45) (6,6136 \pm 6,60238)	3. Gözlemci (N= 45) (6,6364 \pm 7,16286)
1. Gözlemci (N= 45) (9,9318 \pm 7,3876)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (6,6136 \pm 6,60238)	Tekil ölçümde r= 0,767 Ort. ölçümde r= 0,868 P=0,00	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (6,6364 \pm 7,16286)	Tekil ölçümde r= 0,776 Ort. ölçümde r= 0,874 P=0,00	Tekil ölçümde r= 0,944 Ort. ölçümde r= 0,971 P=0,00	-

Olguların kırık geçirmiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rHUA_k ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 9,7609 \pm 8,51713,

ikinci gözlemci için $5,6522 \pm 8,4675$ ve üçüncü gözlemci için $6,1739 \pm 8,36475$ olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu ($p=0,00$) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun yüksek ve çok yüksek düzeylerde ($r>0,60$ ve $r>0,80$) olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 12).

Tablo 12 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik humeroulnar açısı (rHUA_k) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Humero-Ulnar Açısı (rHUA_k) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (9,7609 \pm 8,51713)	2. Gözlemci (N= 45) (5,6522 \pm 8,4675)	3. Gözlemci (N= 45) (6,1739 \pm 8,36475)
1. Gözlemci (N= 45) (9,7609 \pm 8,51713)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (5,6522 \pm 8,4675)	Tekil ölçümde $r= 0,782$ Ort. ölçümde $r= 0,878$ $P= 0,00$	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (6,1739 \pm 8,36475)	Tekil ölçümde $r= 0,766$ Ort. ölçümde $r= 0,867$ $P= 0,00$	Tekil ölçümde $r= 0,978$ Ort. ölçümde $r= 0,989$ $P= 0,00$	-

Olguların kırık geçirmemiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rBAs açısı ortalama değerlerinin birinci gözlemci için $15,5625 \pm 5,72452$, ikinci gözlemci için $18,5 \pm 6,42575$ ve üçüncü gözlemci için $21,4375 \pm 6,67657$ olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu ($p=0,00$) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun orta, yüksek ve çok yüksek düzeylerde geniş bir aralıkta ($r>0,40$, $r>0,60$ ve $r>0,80$) seyrettiği anlaşılmaktadır (Tablo 13).

Tablo 13 : Sağlam Ekstremitelerdeki radyografik Baumann Açısı (rBAs) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Baumann Açısı (rBAs) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 30) (15,5625 \pm 5,72452)	2. Gözlemci (N= 30) (18,5 \pm 6,42575)	3. Gözlemci (N= 30) (21,4375 \pm 6,67657)
1. Gözlemci (N= 30) (15,5625 \pm 5,72452)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 30) (18,5 \pm 6,42575)	Tekil ölçümde $r= 0,719$ Ort. ölçümde $r= 0,836$ $P=0,00$	-	-
3. Gözlemci (N= 30) (21,4375 \pm 6,67657)	Tekil ölçümde $r= 0,555$ Ort. ölçümde $r= 0,714$ $P=0,00$	Tekil ölçümde $r= 0,625$ Ort. ölçümde $r= 0,769$ $P=0,00$	-

Hastaların kırık geçirmiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rBA_K açısı ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 15,8929±6,51687, ikinci gözlemci için 18,0714±6,16999 ve üçüncü gözlemci için 21,6786±5,34064 olduğu saptandı. Elde edilen veriler gözlemciler arası uyum açısından analize tabi tutulduğunda istatistiksel olarak uyum bulunduğu (birinci ve ikinci gözlemci arasında p=0.003, birinci ve üçüncü gözlemci arasında p=0,002, ikinci ve üçüncü gözlemci arasında p=0.00) saptandı. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun orta ve yüksek düzeylerde (r>0,40 ve r>0,60) olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 14).

Tablo 14 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik Baumann Açısı (rBA_K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Baumann Açısı (rBA_K) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama ± Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 30) (15,8929±6,51687)	2. Gözlemci (N= 30) (18,0714±6,16999)	3. Gözlemci (N= 30) (21,6786±5,34064)
1. Gözlemci (N= 30) (15,8929±6,51687)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 30) (18,0714±6,16999)	Tekil ölçümde r= 0,506 Ort. ölçümde r= 0,672 P=0,003	-	-
3. Gözlemci (N= 30) (21,6786±5,34064)	Tekil ölçümde r= 0,511 Ort. ölçümde r= 0,677 P=0,002	Tekil ölçümde r= 0,488 Ort. ölçümde r= 0,656 P= 0,00	-

Olguların kırık geçirmemiş olan ekstremitelerinin lateral grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rLHKAs ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 41,25±7,88323, ikinci gözlemci için 45,0909±7,88823 ve üçüncü gözlemci için 40,2727±6,19964 olduğu saptandı. Elde edilen değerlere göre gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu (p=0,00) saptandı. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun orta ve yüksek düzeylerde (r>0,40 ve r>0,60) olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 15).

Tablo 15 : Sağlam ekstremitelerdeki radyografik lateral humerokapitellar açısı (rLHKAN) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Lateral Humerokapitellar Açısı (rLHKAS) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama ± Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (41,25±7,88323)	2. Gözlemci (N= 45) (45,0909±7,88823)	3. Gözlemci (N= 45) (40,2727±6,19964)
1. Gözlemci (N= 45) (41,25±7,88323)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (45,0909±7,88823)	Tekil ölçümde r= 0,573 Ort. ölçümde r= 0,728 P=0,00	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (40,2727±6,19964)	Tekil ölçümde r= 0,645 Ort. ölçümde r= 0,784 P=0,00	Tekil ölçümde r= 0,509 Ort. ölçümde r= 0,674 P=0,00	-

Hastaların kırık geçirmiş olan ekstremitelerinin lateral grafilinde gözlemciler tarafından incelendiğinde ölçülen rLHKAK ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 42,3261±6,45344, ikinci gözlemci için 45,5435±7,55044 ve üçüncü gözlemci için 41,1957±5,43903 olduğu saptandı. Elde edilen değerler gözlemciler arası uyum açısından analiz edildiğinde istatistiksel olarak uyum bulunduğu (Birinci ve ikinci gözlemci arasında p=0,022, birinci ve üçüncü gözlemci arasında p=0,00, ikinci ve üçüncü gözlemci arasında p=0,036) gözlemlendi. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun zayıf, orta ve yüksek olmak üzere geniş aralıkta ($r > 0,20$, $r > 0,40$ ve $r > 0,60$) seyrettiği anlaşılmaktadır (Tablo 16).

Tablo 16 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik lateral humerokapitellar açısı (rLHKAK) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Lateral Humerokapitellar Açısı (rLHKAK) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama ± Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (42,3261±6,45344)	2. Gözlemci (N= 45) (45,5435±7,55044)	3. Gözlemci (N= 45) (41,1957±5,43903)
1. Gözlemci (N= 45) (42,3261±6,45344)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (45,5435±7,55044)	Tekil ölçümde r= 0,296 Ort. ölçümde r= 0,457 P=0,022	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (41,1957±5,43903)	Tekil ölçümde r= 0,495 Ort. ölçümde r= 0,663 P=0,00	Tekil ölçümde r= 0,256 Ort. ölçümde r= 0,419 P=0,036	-

Olguların kırık geçirmemiş olan ekstremitelerinin AP grafilinde gözlemciler tarafından ölçülen rMDAs ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 89,1591±6,7305, ikinci gözlemci için 87,7045±5,94776 ve üçüncü gözlemci için 88,1136±3,85321 olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu (birinci ve ikinci gözlemci arasında

p=0,00, birinci ve üçüncü gözlemci arasında p=0,001, ikinci ve üçüncü gözlemci arasında p=0,00) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun orta, yüksek ve çok yüksek düzeylerinde geniş bir aralıkta ($r>0,40$, $r>0,60$ ve $r>0,80$) seyrettiği anlaşılmaktadır (Tablo 17).

Tablo 17: Sağlam ekstremitelerdeki radyografik metafizodiafizer açısı (rMDA_S) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

<u>Radyografik Metafizo-Diafizer Açısı</u> <u>(rMDA_S) Ölçümü</u> Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama ± Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (89,1591±6,7305)	2. Gözlemci (N= 45) (87,7045±5,94776)	3. Gözlemci (N= 45) (88,1136±3,85321)
1. Gözlemci (N= 45) (89,1591±6,7305)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (87,7045±5,94776)	Tekil ölçümde r= 0,78 Ort. ölçümde r= 0,876 P=0,00	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (88,1136±3,85321)	Tekil ölçümde r= 0,471 Ort. ölçümde r= 0,640 P=0,001	Tekil ölçümde r= 0,503 Ort. ölçümde r= 0,670 P=0,00	-

Hastaların kırık geçirmiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rMDA_K ortalama değerlerinin birinci gözlemci için 89,1739±5,55899, ikinci gözlemci için 89,913±5,21888 ve üçüncü gözlemci için 89,7174±4,39527 olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu (p=0,00) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun orta ve yüksek düzeylerinde ($r>0,40$ ve $r>0,60$) seyrettiği anlaşılmaktadır (Tablo 18).

Tablo 18 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik metafizodiafizer açısı (rMDA_K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

<u>Radyografik Metafizo-Diafizer Açısı</u> <u>(rMDA_K) Ölçümü</u> Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama ± Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 45) (89,1739±5,55899)	2. Gözlemci (N= 45) (89,913±5,21888)	3. Gözlemci (N= 45) (89,7174±4,39527)
1. Gözlemci (N= 45) (42,3261±6,45344)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 45) (45,5435±7,55044)	Tekil ölçümde r= 0,617 Ort. ölçümde r= 0,763 P=0,00	-	-
3. Gözlemci (N= 45) (41,1957±5,43903)	Tekil ölçümde r= 0,574 Ort. ölçümde r= 0,729 P=0,00	Tekil ölçümde r= 0,618 Ort. ölçümde r= 0,764 P=0,00	-

Olguların kırık geçirmemiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rTCIs ortalama değerlerinin birinci gözlemci için $0,5209 \pm 0,31524$, ikinci gözlemci için $0,4381 \pm 0,3324$ ve üçüncü gözlemci için $0,4228 \pm 0,25666$ olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum (birinci ve ikinci gözlemci arasında $p=0,00$, birinci ve üçüncü gözlemci arasında $p=0,00$, ikinci ve üçüncü gözlemci arasında $p=0,002$) bulunduğu görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun orta ve yüksek düzeylerinde ($r>0,40$ ve $r>0,60$) seyrettiği anlaşılmaktadır (Tablo 19).

Tablo 19 : Sağlam ekstremitelerdeki radyografik trokleokapitellar İndeks (rTCIs) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Trokleokapitellar İndeks (rTCIs) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama \pm Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 30) (0,5209 \pm 0,31524)	2. Gözlemci (N= 30) (0,4381 \pm 0,3324)	3. Gözlemci (N= 30) (0,4228 \pm 0,25666)
1. Gözlemci (N= 30) (0,5209 \pm 0,31524)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 30) (0,4381 \pm 0,3324)	Tekil ölçümde $r= 0,660$ Ort. ölçümde $r= 0,795$ $P=0,00$	-	-
3. Gözlemci (N= 30) (0,4228 \pm 0,25666)	Tekil ölçümde $r= 0,414$ Ort. ölçümde $r= 0,585$ $P=0,00$	Tekil ölçümde $r= 0,484$ Ort. ölçümde $r= 0,654$ $P=0,002$	-

Hastaların kırık geçirmiş olan ekstremitelerinin AP grafilerinde gözlemciler tarafından ölçülen rTCIs ortalama değerlerinin birinci gözlemci için $0,5779 \pm 0,34077$, ikinci gözlemci için $0,4671 \pm 0,35697$ ve üçüncü gözlemci için $0,5375 \pm 0,30989$ olduğu saptandı. Bu değerler temelinde gözlemciler arası uyum açısından analiz yapıldığında istatistiksel olarak uyum bulunduğu ($p=0,00$) görüldü. Pearson korelasyon katsayılarının değerlerine bakıldığında gözlemciler arası bu uyumun yüksek ve çok yüksek düzeylerinde ($r>0,60$ ve $r>0,80$) seyrettiği anlaşılmaktadır (Tablo 20).

Tablo 20 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik trokleokapitellar indeks (rTCl_k) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu

Radyografik Trokleokapitellar İndeks (rTCl_k) Ölçümü Gözlemciler (Olgu sayısı) (Ortalama ± Standart Sapma)	1. Gözlemci (N= 30) (0,5779±0,34077)	2. Gözlemci (N= 30) (0,4671±0,35697)	3. Gözlemci (N= 30) (0,5375±0,30989)
1. Gözlemci (N= 30) (0,5779±0,34077)	-	-	-
2. Gözlemci (N= 30) (0,4671±0,35697)	Tekil ölçümde r= 0,802 Ort. ölçümde r= 0,890 P=0,00	-	-
3. Gözlemci (N= 30) (0,5375±0,30989)	Tekil ölçümde r= 0,742 Ort. ölçümde r= 0,852 P=0,00	Tekil ölçümde r= 0,739 Ort. ölçümde r= 0,850 P=0,00	-

3. Klinik ve Radyografik Ölçümler ve Bu Ölçümlerin Birbirleriyle İlişisine Ait Bulgular

Aksiyel planda rotasyonel deformeite tayinine yönelik bu çalışmaya özgü yeni yöntemler ile elde edilen $\Delta f90^\circ$ -RDA, ΔfTF -RDA ve Yamamoto tekniğine göre elde edilen ΔfY -RDA ölçüm farkları arasında istatistiksel olarak ilişki bulunup bulunmadığı analiz edildi. Bu çalışmada ilk kez tanımlanan $\Delta f90^\circ$ -RDA ile ΔfTF -RDA arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,00$) ve orta düzeyde ($r=0,560$) korelasyon ilişkisi saptandı. Ancak bu iki ölçüm farkı ile ΔfY -RDA arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 21).

Bu çalışmada ilk kez tarif edilen ve hem koronal hem de rotasyonel deformeitelerden etkilenebilen Δf -KÖA ile aksiyel plan fotoğrafik ölçüm farkları ($\Delta f90^\circ$ -RDA, ΔfTF -RDA ve ΔfY -RDA), koronal plan radyografik ölçüm farkları ($\Delta rHUA$, ΔrBA , $\Delta rMDA$, $\Delta rTCl$, $\Delta f-TA$), ve sagittal plan radyografik ölçüm farkı olan $\Delta rLHKA$ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 21).

Koronal plan radyografik ve fotoğrafik ölçümler olan $\Delta rHUA$, ΔrBA , $\Delta rMDA$, $\Delta rTCl$ ve $\Delta f-TA$ aralarındaki istatistiksel ilişkileri analiz edildi. Koronal plana ait bu parametrelerin tamamının birbirleri ile istatistiksel açıdan anlamlı ilişkileri bulunduğu tespit edildi. Radyografik taşıma açısını temsil eden $\Delta rHUA$ 'nın ΔrBA ile orta ($p=0,001$, $r=0,588$), $\Delta rMDA$ ile yüksek ($p=0,00$, $r=0,632$), $\Delta rTCl$ ile yüksek ($p=0,00$, $r=0,740$) ve $\Delta f-TA$ ile yüksek ($p=0,00$, $r=0,748$) düzeyinde korelasyon ilişkileri vardı. Otuz olguda ölçülebilen ΔrBA 'nın $\Delta rMDA$ ile orta ($p=0,006$, $r=0,490$), $\Delta rTCl$ ile orta ($p=0,002$, $r=0,545$) ve $\Delta f-TA$ ile orta ($p=0,005$, $r=0,498$) düzeyinde korelasyon ilişkileri vardı. Ayrıca $\Delta rMDA$ 'nın $\Delta rTCl$ ile yüksek ($p=0,00$, $r=0,750$) ve $\Delta f-TA$ ile yüksek ($p=0,00$,

$r=0,587$) düzeyinde korelasyon ilişkileri vardı. Son olarak $\Delta rTCl$ ile $\Delta f-TA$ arasında yüksek ($p=0,00$, $r=0,622$) düzeyde korelasyon ilişkisi bulunduğu saptandı (Tablo 21).

Fotoğrafik ölçülen aksiyel plan rotasyonel deformite açısı ölçümleri ile koronal plan deformitelerine yönelik fotoğrafik ve radyografik ölçümler arasındaki ilişkiler analiz edildi. Rotasyonel deformite ölçümlerinden $\Delta f90^\circ-RDA$ ile $\Delta rHUA$, ΔrBA , $\Delta rMDA$, $\Delta rTCl$ ve $\Delta f-TA$ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Yeni tanımlanan diğer bir rotasyonel deformite ölçümü olan $\Delta fTF-RDA$ ile $\Delta rHUA$, ΔrBA , $\Delta rTCl$ ve $\Delta f-TA$ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Ancak $\Delta fTF-RDA$ ile koronal plana ait ölçümlerden $\Delta rMDA$ arasında istatistiksel olarak ters yönde anlamlı ($p=0,021$) ancak zayıf düzeyde ($r= -0.343$) bir korelasyon ilişkisi bulundu. Yamamoto tekniğine göre ölçülen $\Delta fY-RDA$ ile koronal plan deformitelerine yönelik değerlendirilen ölçüm farklarından herhangi biri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 21).

Sagittal planda hiperekstensiyon ya da fleksiyon deformitelerini değerlendirmek için kullanılan $\Delta rLHKA$ 'nın koronal plan ölçümleri olan $\Delta rHUA$, ΔrBA , $\Delta rMDA$, $\Delta rTCl$ ve $\Delta f-TA$ arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir ilişki bulunmadı ($p>0,05$). Diğer yandan $\Delta rLHKA$ 'nın rotasyonel deformite ölçümleri olan $\Delta f90^\circ-RDA$, $\Delta fTF-RDA$ ve $\Delta fY-RDA$ arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p>0,05$) herhangi bir ilişki saptanmadı (Tablo 21).

Tablo 21 : Fotoğrafik ve radyografik ölçüm farklarının birbirleriyle olan ilişki tablosu. Tabloda gri renkli hücreler koronal plan değerlendirmesine yönelik fotoğrafik ve radyografik ölçümlerin anlamlı ilişkilerini, pembe renkli hücre rotasyonel deformite ölçümlerinin anlamlı ilişkilerini ve turuncu renkli hücre rotasyonel ile koronal planlara ait ölçümler arasındaki anlamlı ilişkiyi göstermektedir.

Bağımlı Değişkenler (Olgu Sayısı) (Ortalama ±Std)	$\Delta rHUA$ (N:45) (5,6815± 7,05711)	ΔrBA (N:30) (3,4889± 5,57755)	$\Delta rLHKA$ (N:45) (1,7778± 6,4114)	$\Delta rMDA$ (N:45) (1,7037± 6,43194)	$\Delta rTCI$ (N:30) (0,2428± 0,31533)	$\Delta f90^\circ$ -RDA (N:45) (-0,0889± 10,40891)	ΔfTF -RDA (N:45) (0,1259± 10,18299)	Δf -KÖA (N:45) (-0,0667± 2,80656)	Δf -TA (N:45) (4,8741± 6,28944)	ΔfY -RDA (N:45) (0,9481± 5,56094)
$\Delta rHUA$ (N:45) (5,6815± 7,05711)	-	$r= 0,588$ $p= 0,001$	$r= 0,282$ $p= 0,061$	$r= 0,632$ $p= 0,00$	$r= 0,740$ $p= 0,00$	$r= -0,047$ $p= 0,761$	$r= -0,099$ $p= 0,518$	$r= 0,146$ $p= 0,34$	$r= 0,748$ $p= 0,00$	$r= 0,03$ $p= 0,843$
ΔrBA (N:30) (3,4889± 5,57755)	-	-	$r= -0,065$ $p= 0,733$	$r= 0,490$ $p= 0,006$	$r= 0,545$ $p= 0,002$	$r= 0,012$ $p= 0,951$	$r= 0,067$ $p= 0,724$	$r= -0,023$ $p= 0,904$	$r= 0,498$ $p= 0,005$	$r= 0,084$ $p= 0,658$
$\Delta rLHKA$ (N:45) (1,7778± 6,4114)	-	-	-	$r= -0,013$ $p= 0,93$	$r= 0,025$ $p= 0,895$	$r= 0,104$ $p= 0,497$	$r= 0,068$ $p= 0,655$	$r= 0,021$ $p= 0,889$	$r= 0,282$ $p= 0,061$	$r= 0,124$ $p= 0,418$
$\Delta rMDA$ (N:45) (1,7037± 6,43194)	-	-	-	-	$r= 0,750$ $p= 0,00$	$r= -0,065$ $p= 0,672$	$r= -0,343$ $p= 0,021$	$r= 0,107$ $p= 0,484$	$r= 0,587$ $p= 0,00$	$r= -0,154$ $p= 0,311$
$\Delta rTCI$ (N:30) (0,2428± 0,31533)	-	-	-	-	-	$r= 0,21$ $p= 0,265$	$r= -0,178$ $p= 0,348$	$r= 0,252$ $p= 0,179$	$r= 0,622$ $p= 0,00$	$r= -0,299$ $p= 0,109$
$\Delta f90^\circ$ -RDA (N:45) (-0,0889± 10,40891)	-	-	-	-	-	-	$r= 0,560$ $p= 0,00$	$r= 0,021$ $p= 0,889$	$r= -0,235$ $p= 0,12$	$r= -0,01$ $p= 0,949$
ΔfTF -RDA (N:45) (0,1259± 10,18299)	-	-	-	-	-	-	-	$r= -0,044$ $p= 0,773$	$r= -0,254$ $p= 0,092$	$r= 0,21$ $p= 0,166$
Δf -KÖA (N:45) (-0,0667± 2,80656)	-	-	-	-	-	-	-	-	$r= 0,141$ $p= 0,356$	$r= -0,18$ $p= 0,236$
Δf -TA (N:45) (4,8741± 6,28944)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$r= -0,07$ $p= 0,648$
ΔfY -RDA (N:45) (0,9481± 5,56094)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.4 Flynn Kriterlerine Göre ayrılan İki Olgu Grubunun Radyografik ve Fotoğrafik Ölçümler Açısından Farklılıklarının Analizi

Flynn değerlendirme kriterleri temelinde tedavi sonucu olarak Grup A (mükemmel) ve Grup B (mükemmel olmayan) olmak üzere iki gruba ayrılmış olan olgular, fotoğrafik ve radyografik koronal plan deformite ölçümlerine göre karşılaştırıldı. Bu istatistiksel analiz sonuçlarına göre Flynn grupları arasında $\Delta rHUA$, $\Delta rMDA$, $\Delta rTCI$ ve Δf -TA açılarından anlamlı fark (sırasıyla $p=0,00$, $p=0,003$, $p=0,007$ ve $p=0,00$) bulunurken ΔrBA açısından anlamlı fark saptanmadı (Tablo 22).

Tablo 22: Flynn grupları arasında koronal plan ölçümleri açısından karşılaştırma sonuçları

ÖLÇÜM	FLYNN GRUPLARI	N	Ort ± SS	U	z	p
$\Delta rHUA$	Flynn Grup A	21	1,2±4,2	84	-3,8	p=0,00
	Flynn Grup B	24	9,5±6,7			
ΔrBA	Flynn Grup A	12	1,3±3,5	68	-1,6	p=0,09
	Flynn Grup B	18	4,9±6,2			
$\Delta rMDA$	Flynn Grup A	21	-1,2±3,5	120	-3	p=0,003
	Flynn Grup B	24	4,3±7,27			
$\Delta rTCI$	Flynn Grup A	12	0,07±0,2	44,5	-2,6	p=0,007
	Flynn Grup B	18	0,3±0,3			
$\Delta f-TA$	Flynn Grup A	21	1,14±2,8	54	-4,5	p=0,00
	Flynn Grup B	24	8,1±6,6			

Flynn grupları arasında rotasyonel deformite ölçümleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 23).

Tablo 23: Flynn grupları arasında rotasyonel deformite ölçümleri açısından karşılaştırma sonuçları

ÖLÇÜM	FLYNN GRUPLARI	N	Ort ± SS	U	z	p
$\Delta f90^\circ-RDA$	Flynn Grup A	21	0,1±8,2	243,5	-0,1	p=0,84
	Flynn Grup B	24	-0,3±12,1			
$\Delta fTF-RDA$	Flynn Grup A	21	1,04±7,9	226	-0,5	p=0,55
	Flynn Grup B	24	-0,6±11,9			
$\Delta f-KÖA$	Flynn Grup A	21	-0,6±2,8	200	-1,1	p=0,23
	Flynn Grup B	24	0,4±2,7			
$\Delta fY-RDA$	Flynn Grup A	21	1,3±6,0	235	-0,3	p=0,7
	Flynn Grup B	24	0,5±5,1			

Flynn grupları arasında sagittal plan deformitesi ölçümü olan $\Delta LHKA$ açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0,13$) izlendi (Tablo 24).

Tablo 24: Flynn grupları arasında sagittal plan ölçümü açısından karşılaştırma sonuçları

ÖLÇÜM	FLYNN GRUPLARI	N	Ort \pm SS	U	z	p
$\Delta rLHKA$	Flynn Grup A	21	0,1 \pm 5,0	186,5	-1,4	p=0,13
	Flynn Grup B	24	3,2 \pm 6,7			

2.5 Tespit Şekline Göre ayrılan İki Olgu Grubunun Radyografik ve Fotoğrafik Ölçümler Açısından Farklılıklarının Analizi

Tespitte kullanılan K teli sayısına göre Olgular 2 tel kullanılanlar (Grup A) ve 3 tel kullanılanlar (Grup B) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Bu iki olgu grubu koronal plan ölçüm parametrelerine göre karşılaştırıldığında anlamlı istatistiksel fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 25).

Tablo 25: Tespitte kullanılan K teli sayısı gruplarının koronal plan ölçümlerine göre karşılaştırma sonuçları

ÖLÇÜM	TESPİT ŞEKLİ GRUPLARI	N	Ort \pm SS	U	z	p
$\Delta rHUA$	Tespit Şekli Grup A	23	5,8 \pm 7,1	250	-0,06	p=0,9
	Tespit Şekli Grup B	22	5,5 \pm 7,1			
ΔrBA	Tespit Şekli Grup A	17	3,2 \pm 5,5	101	-0,3	p=0,6
	Tespit Şekli Grup B	13	3,7 \pm 5,7			
$\Delta rMDA$	Tespit Şekli Grup A	23	2,0 \pm 5,0	215	-0,8	p=0,3
	Tespit Şekli Grup B	22	1,3 \pm 7,7			
$\Delta rTCI$	Tespit Şekli Grup A	17	0,2 \pm 0,3	95	-0,6	p=0,5
	Tespit Şekli Grup B	13	0,2 \pm 0,2			
$\Delta f-TA$	Tespit Şekli Grup A	23	4,2 \pm 6,4	234	-0,4	p=0,6
	Tespit Şekli Grup B	22	5,5 \pm 6,2			

Tespitte kullanılan K teli sayısına göre ayrılan iki grup arasında, aksiyel plan ölçümlerinden yalnızca $\Delta fY-RDA$ açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,04$). Diğer rotasyonel deformite ölçüm parametreleri açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 26).

Tablo 26: Tespitte kullanılan K teli grupları arasında rotasyonel deformite ölçümlerine göre karşılaştırma sonuçları

ÖLÇÜM	TESPİT ŞEKLİ GRUPLARI	N	Ort ± SS	U	z	p
Δf_{90° -RDA	Tespit Şekli Grup A	23	1,1±11,7	227	-0,5	p=0,50
	Tespit Şekli Grup B	22	-1,3±8,9			
Δf_{TF} -RDA	Tespit Şekli Grup A	23	1,7±10,4	205	-1,09	p=0,20
	Tespit Şekli Grup B	22	-1,5±9,8			
Δf -KÖA	Tespit Şekli Grup A	23	-0,7±2,8	249	-0,09	p=0,90
	Tespit Şekli Grup B	22	-0,6±2,7			
Δf_Y -RDA	Tespit Şekli Grup A	23	-1,0±4,6	164	-2,03	p=0,04
	Tespit Şekli Grup B	22	3,0±5,7			

Tespitte kullanılan K teli sayısına göre oluşturulan gruplar arasında sagittal plan deformite ölçüm parametresi olan Δr_{LHKA} açısından istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmadı. (p=0,05)

Tespitte kullanılan K teli sayısına göre oluşturulan gruplar Flynn kriterleri açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı (p>0,05).(Tablo 27)

Tablo 27: Tespitte kullanılan K teli sayısına göre oluşturulan gruplar arasında Flynn Kriterleri açısından karşılaştırma sonuçları

		Flynn Kategorileri				p
		Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	
Tespit Şekli	Grup A n= 23 (%51.1)	11	8	3	1	p= 0,972
	Grup B n= 22 (%48.9)	10	7	4	1	
	Toplam n= 45 (%100)	21	15	7	2	

2.6 Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine Göre Ayrılan Olgu Gruplarının Objektif Ölçümler Açısından Karşılaştırma Sonuçları

Çalışmaya dahil edilen olgular ameliyat olduklarındaki yaşları ve son kontrollerine kadarki takip sürelerinin ortalamalarına göre dört gruba ayrıldılar. Grup A ameliyat yaşı 5,5'dan küçük, takip süresi 60 aydan kısa, Grup B ameliyat yaşı 5,5'dan küçük, takip süresi 60 aydan uzun, Grup C ameliyat yaşı 5,5'dan büyük, takip süresi 60 aydan kısa ve Grup D ameliyat yaşı 5,5'dan büyük takip süresi 60 aydan uzun hastaları kapsıyordu. Karşılaştırmalar sonucunda Grup A ile Grup D arasında Δ rHUA açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0,043$). (Tablo 28) Diğer radyografik ve fotoğrafik ölçümler yönünden ameliyat yaşı ve takip süresi gruplarının birbirleri arasında istatistiksel olarak ilişki saptanmadı ($p>0,05$). (Tablo 29 – 35)

Tablo 28: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların Δ rHUA (radyografik humeroulnar açı ölçüm farkı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
ΔrHUA	Grup-A	Grup-B	3,0974	0,663
		Grup-C	2,78788	0,791
		Grup-D	7,84848*	0,043
	Grup-B	Grup-A	-3,0974	0,663
		Grup-C	-0,30952	1
		Grup-D	4,75108	0,307
	Grup-C	Grup-A	-2,78788	0,791
		Grup-B	0,30952	1
		Grup-D	5,06061	0,347
	Grup-D	Grup-A	-7,84848*	0,043
		Grup-B	-4,75108	0,307
		Grup-C	-5,06061	0,347

Tablo 29: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların Δ rLHKA (radyografik lateral humerokapitellar açı ölçüm farkı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
ΔrLHKA	Grup-A	Grup-B	0,39177	2,66534
		Grup-C	0,08754	2,97331
		Grup-D	1,45455	2,82073
	Grup-B	Grup-A	-0,39177	2,66534
		Grup-C	-0,30423	2,82633
		Grup-D	1,06277	2,66534
	Grup-C	Grup-A	-0,08754	2,97331
		Grup-B	0,30423	2,82633
		Grup-D	1,367	2,97331
	Grup-D	Grup-A	-1,45455	2,82073
		Grup-B	-1,06277	2,66534
		Grup-C	-1,367	2,97331

Tablo 30: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta rMDA$ (radyografik metafizodiafizler açılı ölçüm farkı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
$\Delta rMDA$	Grup-A	Grup-B	-1,52165	2,60531
		Grup-C	1,75084	2,90634
		Grup-D	2,21212	2,7572
	Grup-B	Grup-A	1,52165	2,60531
		Grup-C	3,27249	2,76266
		Grup-D	3,73377	2,60531
	Grup-C	Grup-A	-1,75084	2,90634
		Grup-B	-3,27249	2,76266
		Grup-D	0,46128	2,90634
	Grup-D	Grup-A	-2,21212	2,7572
		Grup-B	-3,73377	2,60531
		Grup-C	-0,46128	2,90634

Tablo 31: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta f90^\circ$ -RDA (fotoğrafik 90 derece fleksiyonda rotasyonel deformite açısı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
$\Delta f90^\circ$-RDA	Grup-A	Grup-B	2,16883	4,23704
		Grup-C	3,0101	4,72662
		Grup-D	-3	4,48406
	Grup-B	Grup-A	-2,16883	4,23704
		Grup-C	0,84127	4,49295
		Grup-D	-5,16883	4,23704
	Grup-C	Grup-A	-3,0101	4,72662
		Grup-B	-0,84127	4,49295
		Grup-D	-6,0101	4,72662
	Grup-D	Grup-A	3	4,48406
		Grup-B	5,16883	4,23704
		Grup-C	6,0101	4,72662

Tablo 32: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların ΔfTF -RDA (fotoğrafik tam fleksiyonda rotasyonel deformite açısı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
ΔfTF-RDA	Grup-A	Grup-B	6,58009	4,0382
		Grup-C	-1,21886	4,5048
		Grup-D	0,90909	4,27363
	Grup-B	Grup-A	-6,58009	4,0382
		Grup-C	-7,79894	4,2821
		Grup-D	-5,671	4,0382
	Grup-C	Grup-A	1,21886	4,5048
		Grup-B	7,79894	4,2821
		Grup-D	2,12795	4,5048
	Grup-D	Grup-A	-0,90909	4,27363
		Grup-B	5,671	4,0382
		Grup-C	-2,12795	4,5048

Tablo 33: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların Δf -KÖA (fotoğrafik fleksiyonda kol-önkol açısı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
Δf -KÖA	Grup-A	Grup-B	0,27273	1,14174
		Grup-C	1,6431	1,27367
		Grup-D	1,06061	1,2083
	Grup-B	Grup-A	-0,27273	1,14174
		Grup-C	1,37037	1,2107
		Grup-D	0,78788	1,14174
	Grup-C	Grup-A	-1,6431	1,27367
		Grup-B	-1,37037	1,2107
		Grup-D	-0,58249	1,27367
	Grup-D	Grup-A	-1,06061	1,2083
		Grup-B	-0,78788	1,14174
		Grup-C	0,58249	1,27367

Tablo 34: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların Δf -TA (fotoğrafik taşıma açısı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
Δf -TA	Grup-A	Grup-B	1,30087	2,50607
		Grup-C	3,81145	2,79564
		Grup-D	4,66667	2,65217
	Grup-B	Grup-A	-1,30087	2,50607
		Grup-C	2,51058	2,65743
		Grup-D	3,3658	2,50607
	Grup-C	Grup-A	-3,81145	2,79564
		Grup-B	-2,51058	2,65743
		Grup-D	0,85522	2,79564
	Grup-D	Grup-A	-4,66667	2,65217
		Grup-B	-3,3658	2,50607
		Grup-C	-0,85522	2,79564

Tablo 35: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların Δf Y-RDA (fotoğrafik Yamamoto tekniğine göre ölçülen rotasyonel deformite açısı) açısından karşılaştırma sonuçları

Bağımlı Değişken	Grup (I)	Grup (II)	Ortalama Farklılık	P değeri
Δf Y-RDA	Grup-A	Grup-B	2,99351	2,27123
		Grup-C	1,30303	2,53367
		Grup-D	2,0303	2,40365
	Grup-B	Grup-A	-2,99351	2,27123
		Grup-C	-1,69048	2,40841
		Grup-D	-0,9632	2,27123
	Grup-C	Grup-A	-1,30303	2,53367
		Grup-B	1,69048	2,40841
		Grup-D	0,72727	2,53367
	Grup-D	Grup-A	-2,0303	2,40365
		Grup-B	0,9632	2,27123
		Grup-C	-0,72727	2,53367

Olgular ayrıca ameliyat edildikleri yaşa göre iki gruba ayrıldı ve bu iki grup son kontrollerdeki Flynn skorları açısından karşılaştırıldı. Gruplar arasında Flynn skorları açısından anlamlı istatistiksel fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 36).

Tablo 36: Ameliyat yaşına göre oluşturulan olgu gruplarının Flynn skorları açısından karşılaştırma sonuçları

		Olguların Flynn Skorlarına Göre Dağılımı				P Değeri
		Mükemmel N= 21	İyi N= 15	Orta N= 7	Kötü N= 2	
Ameliyat Yaşına Göre Oluşturulan Gruplar	5.5'ten Küçük	N= 9	N= 8	N= 6	N= 0	0,134
	5.5'ten Büyük	N= 12	N= 7	N= 1	N= 2	

TARTIŞMA

Suprakondiler humerus kırıkları (SKHK), çocuklarda distal radius kırıklarından sonra en sık görülen yaralanmalardır. Bu kırıklar uygun tedavi edilmediklerinde erken ve geç dönemde birçok komplikasyona neden olabilirler. Geç komplikasyonların en sık görüleni kubitüs varus deformitesidir. Kubitüs varus, yalnızca koronal plan deformitesi ile sınırlı kalmayan, beraberinde sagittal planda hiperekstensiyon ve aksiyel planda iç rotasyon deformitelerini de bulduran üç boyutlu bir deformitedir. Suprakondiler humerus kırıkları sonrası gelişen deformiteleri düzeltmek için deformite iyi anlaşılmalıdır. Koronal ve sagittal plan deformiteleri klinik ve direkt radyografik yöntemler ile ölçülebilmektedir. Ancak literatürde, aksiyel plandaki rotasyonel deformitelerin klinik ve radyografik yöntemlerle objektif olarak ölçümüne yönelik sınırlı sayıda çalışma mevcuttur ve tanımlanan muayene yöntemleri klinik uygulamada yaygın olarak kabul görmüş uygulamalar değildir. Rotasyonel deformitelerin tespit edilmesi ve deformite miktarının ölçümleri için çoğunlukla BT gibi ileri görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır. Literatürde deformitenin belirlenmesine yönelik BT'nin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Ancak BT ile yapılan değerlendirmeler hastaları yüksek doz iyonizan radyasyona maruz bıraktığı için günlük pratik uygulama açısından elverişli değildir. Ayrıca BT ile rotasyonel deformite ölçümü yazılım satın almayı da zorunlu kılmaktadır. Deformitenin multiplanar olarak değerlendirilmesi, cerrahi endikasyonu koymada ve ameliyat öncesi planlama için oldukça önemlidir. Humerus suprakondiler kırıklarından sonra dirsek bölgesinde oluşabilen deformitelerin aksiyel plandaki rotasyonel deformitelerine yönelik değerlendirme tekniklerinin eksikliği bu çalışmayı planlama gereksinimini doğurmuştur. Bu çalışmada SKHK geçirmiş olan çocuklarda olası rezidüel rotasyonel deformitelerin değerlendirilmesi için dijital fotoğrafik görüntüleme teknolojisine dayalı non-invazif yeni bir klinik görüntüleme tekniğinin geliştirilmesi amaçlandı. Çalışma çerçevesinde aynı yöntem koronal plan deformitelerini değerlendirme olanağı sağlayan görüntülerin elde edilmesi için de kullanıldı. Olguların son kontrollerinde çekilmiş olan direkt radyografilerinde, olası koronal ve sagittal plan deformiteleri açısından, açı ölçümleri yapıldı. Tüm ölçümler üç gözlemci tarafından yapıldı ve analizin ilk basamağında her ölçüm için gözlemciler arası uyum değerlendirildi. Bu analiz ile yapılan ölçümlerin güvenilirliği ve tekrar edilebilirliğinin test edilmesi amaçlandı. Analizin ikinci aşamasında farklı ölçümler arası ilişkiler değerlendirildi. Bu analiz ile

aksiyel, koronal ve sagittal plan açısal değişimlerin birbirleriyle ilişkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı. Literatüre bakıldığında BT çalışmaları bulunmasına rağmen deformitenin her üç planını eşzamanlı olarak değerlendiren klinik ya da direk radyografik bir çalışmaya rastlanmadı. Literatürde rotasyonel deformitenin klinik olarak değerlendirilmesini konu alan sadece iki çalışma tespit edildi.^{74,75} Bu iki çalışmada da gözlemciler arası uyum ya da rotasyonel, koronal ve sagittal plan ilişkisi çalışılmamıştır. Bu açılarından bakıldığında burada sunulan çalışma literatüre katkı sağlayabilen çok yönlü bir plan ve yöntemdir.

Yeni bir klinik değerlendirme modelinin tanımlamasını amaçlayan bu çalışmanın planı, iç tutarlılığın yüksek olması hedeflenerek kurgulanmıştır. Yüksek iç tutarlılık açısından dikkat edilen hususlar göreceli olarak iyi tanımlanmış çalışma grubu, olguların sağlam taraf dirseklerinin kontrol grubu olarak değerlendirilmesi, metodolojik olarak standart görüntülerin elde edilmesi, koronal ve aksiyel planlarda birden fazla parametrenin ölçülmesi ve bulguların çoklu gözlemciler tarafından değerlendirilmesidir. Bu çerçevede son kontrolde 5 yaşından küçük olan ya da takip süresi bir yıldan kısa olan olgular çalışmaya dâhil edilmemiştir. Küçük çocukların çalışma dışı bırakılmalarının nedeni standart pozisyon verme ve anatomik yapıları işaretleme zorlukları idi. Diğer yandan deformitelerin belirginleşmesi için kırık sonrası en az 6-12 aylık bir süre gerektiğinden olası ancak belirginleşmemiş deformiteleri ekarte etmek için takip süresi bir yıldan kısa olan olgular çalışmaya dâhil edilmedi.¹¹ Yeni tanımlanan aksiyel plan ölçüm tekniği başta olmak üzere yöntemin tekrarlanabilirliğini test etmek açısından ölçümler, kıdem yılları birbirinden farklı üç gözlemci tarafından birbirlerine kör olarak yapıldı ve gözlemciler arası uyum araştırıldı. Literatürde burada sunulana benzer, her üç plandaki ölçümler açısından gözlemciler arası uyumun test edildiği başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın yönteminde güncel dijital görüntüleme teknolojisi önemli bir yere sahiptir. Hızlı gelişen bu teknolojiler sağlık alanında etkin ve kolay bir şekilde kullanılabilir. Çalışmamızda bu teknolojiler görüntü alma standı ile çekim yönü ve mesafesi standardize edilerek uygun açı ölçüm yazılımı ile yapıldı. Fotoğrafik bulguların elde edilmesine yönelik olarak öncelikle yer düzlemine paralel, her yaş grubundan çocuk ya da genç erişkinin üst ekstremitelerinin rahatlıkla yerleştirilebileceği ve fotoğrafik görüntülerinin elde edilebileceği bir görüntüleme standı tasarlandı. Fotoğrafik görüntüleri elde etmede, günlük yaşamımızın

vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiş olan akıllı cep telefonu kullanıldı. Elde edilen bulguların değerlendirilebilmesi için dijital gonyometre uygulaması kullanıldı. Bu uygulamada görüntüler olgu bazında dosyalanabilmekte ve dosyalar, çekim yapılan anatomik bölge ve taraf tanımlanarak arşivlenebilmektedir. Görüntüleme standının üzerine, hastaların standart görüntülerinin elde edilebilmesi için çekim açısı ve mesafesi sabit kalacak şekilde hastanın duruşuna göre hareket edebilen, cep telefonunun yerleşebileceği yuvalar monte edildi. Elde edilen bulgular her üç gözlemci tarafından aynı akıllı cep telefonunda ve aynı açı ölçüm programı üzerinde değerlendirildi. Aksiyel plandaki açıların ölçümünde ekstremiteler omuzdan itibaren maksimum pasif dış rotasyon pozisyonuna getirilerek açısal değişim sağlam taraf ekstremiteler temel alınarak suretiyle ölçüldü. Literatürde SKHK zemininde oluşabilecek deformitelerin rotasyonel bileşenin ölçümüne yönelik iki klinik çalışma bulunmasına karşın, bu ölçümde dijital fotoğraflama yöntemini kullanan bir çalışmaya rastlanılmadı.^{74,75} Rotasyonel bileşenin klinik ölçümünün rutin uygulamalar açısından değerli olabileceği, yüksek iyonizan ışın maruziyet sorunu açısından çözüm olabileceğini düşünmekteyiz. Dijital fotoğraflama yöntemi ile klinik açı ölçümlerinin standardizasyon sorunlarının kısmen çözülebileceği, birden fazla gözlemci için görüntü sağlayabileceği ve dijital ölçüm ve arşivlemeye olanak sağlaması nedenleri ile ek avantajlara sahip olduğunu düşünüyoruz.

Bu çalışmaya dâhil edilen hastaların cinsiyet dağılımı, tutulan ekstremiteler tarafı, yaş aralığı ve kırık mekanizmaları literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında genel hasta popülasyonu ile uyumlu olduğu ve bu hasta grubunu temsil edebildiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmadaki olguların %62,2'si erkek, %37,8'i kız ve ameliyat edildikleri andaki yaş ortalaması 5.6 ± 2.85 idi. Kırıkların %53,3'ü sol ve %46,7'i sağ dirsekte idi. Olgularımızın %40'ı ev içinde yatak, koltuk ya da kanepeden düşme, %33,4'ü oyun parkında düşme, %17,8'i en az bir metre yüksekten düşme, %4,4'ü bisikletten düşme ve %4,4'ünde de trafik kazaları sonucu kırık oluşmuştu. Cheng ve ark'nın 403 SKHK'lı hastayı değerlendirdikleri çalışmada, kırıkların %62,7'si erkek, %37,3'sinin kızlarda görüldüğünü, ortalama yaşı 6 olan hasta grubunda ev içi düşmeleri %31, oyun alanındaki yaralanmaları %25, bisikletten düşmeleri ve trafik kazalarını %9, diğer nedenlerle suprakondiler humerus kırığı oluşumunu %35 oranında bulmuşlardır.⁴⁶ Farnsworth ve ark, 391 suprakondiler humerus kırıklı olguyu inceledikleri çalışmada, sol kolun %61 oranında etkilendiğini ve olguların ortalama

yaşının 5.9 ± 2.8 olduğunu bildirmişlerdir.³⁷ Babal ve ark, 44 çalışmadan toplam 3943 hastanın verilerini derlediklerinde %58,2 sol dominansı bulunduğunu, erkek oranının %57,7, kız oranının %42,3 ve ortalama yaşın 6,54 olduğunu bildirmişlerdir.⁷⁶ Erkek çocuk ve sol dominansın nedenleri için erkeklerde daha fazla fiziksel aktivite ve baskın olmayan taraf ekstremitenin korumada daha fazla kullanılmasına bağlanabilir. Kırıkların sık görüldüğü yaş aralığı da oyun ve okul dönemine denk gelmesi şeklinde açıklanabilir. Kırık mekanizması ise sosyokültürel çevre farkı nedeniyle coğrafyaya göre farklılık gösterebilir. Sonuç olarak çalışmamıza dahil edilen olguların genel olarak SKHK'ı geçiren çocukları temsil edebilmesini, çalışmamızda elde edilen sonuçlara bu klinik durum açısından anlam kazandırdığını düşünmekteyiz.

Bu çalışmaya dâhil edilen olgular, bulundukları kırık tipi ve uygulanan tedavi yöntemleri itibarı ile literatürde bildirilen seriler ile uyumluluk göstermekteydi. Olgularımızın %95,6'sı ekstensiyon tipi iken sadece %4,4'ünde fleksiyon tipi kırık vardı. Ekstensiyon tipindeki 43 hastamızın %67,4 posteromedial, geri kalanı posterolateral deplasmanlıydı. Otsuka ve ark, suprakondiler humerus kırıklarının %90-98 oranında ekstensiyon tipi olduğunu ve birçok seride kırık deplasman yönünün %75 oranında posteromediale doğru olduğunu bildirmişlerdir.^{11,33,34} Vakalarımızın 41'inde kapalı redüksiyon ve perkütan fiksasyon uygulanmışken, 4 olguda açık redüksiyon ve internal fiksasyon yapılmıştı. Tespit materyali olarak 1,6-2 mm çaplarındaki K telleri kullanıldı. Pin sayısı ve konfigürasyonu olarak olguların %42,2'sinde 2 adet, %42,2'sinde 3 adet çapraz K teli kullanılmışken, %8,9'unda 2 adet ve %6,7'sinde 3 adet lateral girişli K teli kullanılmıştı. Zions ve ark, yaptıkları deneysel çalışmada torsiyonel kuvvetlere en çok direnç gösteren konfigürasyonun çapraz pinleme olduğunu bulmuşlardır.⁸⁰ Çalışmamıza dahil edilenlerin tamamı deplase kırık olgularıydı. Bu olguların büyük çoğunluğunda (%84.4) 2 ya da 3 K teli çapraz olarak yerleştirilmişti. İki'den fazla K telinin kullanım nedeni sıklıkla tellerden birinin sağladığı fiksasyona güvenilmemesi ve stabilitede yetersizlik endişesi olmuştur.

Olgularımızın erken dönem nörovasküler sorun oranı literatürde bildirilenlerin altındaydı. Serimizde yalnızca bir olguda (%2,2) pre-operatif nörolojik yaralanma vardı. Literatürdeki eski çalışmalarda SKHK ile en sık radial sinir yaralanması birlikteliği bildirilir iken son yıllarda AİS yaralanmasının daha sık görüldüğü birçok yayında rapor edilmektedir. Bashyal ve ark, 622 hastayı inceledikleri çalışmada, en

sık AİS (tüm olguların %5,3) yaralanması, ikinci sıklıkta (%3,9) radial sinir yaralanması bildirmişlerdir.⁷⁸ Bizim olgumuzda posteromedial deplasman sonrası radial sinir defisiti vardı. Ameliyat sonrası erken düzelme olmadı ancak son kontrolünde sinir fonksiyonları tamamen geri dönmüş bulundu. Bu seride ayrıca ameliyat öncesi bir hastada(%2,2) nabızsız pembe el vardı. Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme sonrası iskemi bulguları düzelmeyince vasküler onarım yapıldı. Choi ve ark, 1255 hastayı değerlendirdikleri çalışmada olguların %2,6'sında vasküler problemler bulmuşlardır.⁷⁷ Olgularımızın 3'ünde (%6,7) ameliyat sonrası iyatrojenik ulnar sinir yaralanması görülmüştü. Bu oran kısmen literatürde bildirilen ile uyumludur. Babal ve ark, kapalı redüksiyon ve perkütan fiksasyon ile opere edilen 1303 hastada %3,9 oranında iyatrojenik sinir yaralanması tespit etmişlerdir.⁷⁶ Onların serisinde hastaların 827'sinde en az bir adet medialden yerleştirilen K teli bulunmaktaydı ve iyatrojenik sinir hasarı olan 21 hastanın 19'unda ulnar sinir nöropraksisi mevcuttu. Serimizde sık görülmediyse de yol açabildikleri ciddi sorunlar nedeniyle hem ameliyat öncesi ve hem de ameliyat sonrası hastaların olası nörovasküler sorunlar açısından tekrarlayıcı şekilde muayene edilmeleri gerektiği ve bu yönde bir kuşku varsa çözüm yollarının göz ardı edilmemesi gerektiği kanısındayız.

Çalışmamıza dahil edilen olgularda pin dibi enfeksiyon oranı literatürde bildirilenlere nazaran yüksektir. Olguların 8'inde (%17,8) pin dibi enfeksiyonu izlendi. Literatürde yaklaşık %1-2,5 oranında pin dibi enfeksiyonları görülebildiği bildirilmektedir.¹¹ Bashyal ve ark, 622 olguyu kapsayan çalışmalarında ameliyat sonrası dönemde %1 oranında enfeksiyon saptamışlar, olgulardan birinde derin enfeksiyon ve osteomyelit izlenmiş.⁷⁸ Olgularımızda literatüre göre yüksek pin dibi enfeksiyonunun bulunmasının olası sebepleri arasında eğitim hastanesi olmamız nedeniyle daha az tecrübeli cerrahların mükerrer tespit denemesi yapması, üç haftayı aşan sürelerde pinlerin geri çıkarılması ve pin uçlarının daha çok cilt dışına bırakılmasını saymamız mümkündür.

Hastaların son kontrollerinde, değerlendirme ölçütü olarak Flynn kriterleri kullanıldı. Olgularımızın 21'inde mükemmel, 15'inde iyi ve 7 hastada orta sonuçlar alındı. Yalnızca 2 hastada kötü sonuç elde edildi. Olgularımızın bilateral dirseklerde fonksiyonel kısıtlılık yönünden fleksiyon ve ekstensiyon dereceleri değerlendirildi. Hastalarımızın 8'inde 5 ile 15 derece arasında değişen fleksiyon kısıtlılığı mevcuttu.

Hiçbir hastada ekstensiyon kısıtlılığı yoktu. Ancak hastaların hiperekstensiyon dereceleri ayrıca kaydedilmedi. Bunun yanı sıra olguların triseps kas güçleri de bilateral olarak değerlendirildi. Hiçbir hastada triseps kas kuvvetsizliği izlenmedi. Yapılan bir çalışmada, posterior açık yaklaşım ile açık redüksiyon ve internal fiksasyon uygulanmış olguların takiplerinde triseps kasında güçsüzlük oluşmadığı bildirilmiştir.⁸¹ Hastalarımızın hiçbirinde kronik ağrı, geç dönem ulnar sinir felci, posterolateral rotatuar instabilite, kaynamama, dirsekte takılma, omuz instabilitesi, lateral epikondil kırığı ve humerus alt uç epifiz plağı ayrılması gibi komplikasyonlar izlenmedi. Bu çalışma kapsamındaki olgularda geç dönem komplikasyonların görülmemesini, belirgin açısal ya da rotasyonel deformitelerin yokluğu ve geç dönem komplikasyonlar açısından yetersiz takip sürelerimiz ile ilişkilendirmemiz mümkündür. Çalışmamızdaki olguların ortalama takip süreleri $59,5 \pm 21,7$ (en az 14 ve en uzun 113) aydı. Bu takip sürelerinin dirsekte belirginleşebilen varus ya da valgus deformiteleri için yeterli, ancak diğer geç dönem komplikasyonların ortaya çıkması açısından yetersiz olabileceği kanısındayız.

Çalışmamızda fotoğrafik yöntemle elde edilen görüntülerde ölçülen açıların sağlam ve kırık geçirmiş ekstremiteler arasındaki farklar açısından her üç gözlemci arasında göreceli uyum bulunduğu saptandı. Pearson korelasyon istatistiği dikkate alındığında tüm parametreler açısından her üç gözlemci arasında pozitif korelasyon vardı ($p < 0,05$). Bu istatistiğin korelasyon katsayısı dikkate alındığında dirsek 90 derece veya tam fleksiyondayken çekilen fotoğraflarda transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasındaki açılarda ($f90^\circ$ -RDA ve fTF -RDA), fotoğrafik taşıma açısında (f -TA) ve fotoğrafik Yamamoto açısı ölçümünde gözlemciler arası çok yüksek uyum ($r > 0,80$), fotoğrafik kol-önkol açısı ölçümünde yüksek uyum ($0,60 < r < 0,80$) bulunduğu anlaşılmaktadır. Cohen'in Kappa istatistiği göz önünde bulundurulduğunda gözlemciler arası en kuvvetli uyum durumunun (tüm karşılaştırmalarda $kappa > 0,80$) dirsek tam fleksiyondayken çekilen fotoğrafta transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasındaki açı (fTF -RDA) bakımından elde edildiği anlaşılmaktadır. Diğer fotoğrafik açıları bakımından gözlemciler arası uyum, $f90^\circ$ -RDA için orta-kuvvetli, f -TA ve fY -RDA için orta ve f -KÖA için orta-zayıf düzeylerinde olduğu görülmektedir. Bu uyum analizleri, dijital görüntüleme temelindeki muayene yöntemlerinin tekrarlanabilirliğini göstermektedir. Ayrıca bu ölçümler arasında en yüksek gözlemciler arası uyuma sahip yöntemin omuz tam dış rotasyon, önkol tam supinasyon ve dirsek tam ya da 90

derece fleksiyondayken karşıdan çekilen ve distal fragmanın rotasyon miktarını gösteren transepikondiler-yer düzlemi arası açı ölçümü olduğunu göstermektedir. Alışılagelmiş ortopedik muayene pratiğinde yer alan klinik taşıma açısı ve rotasyon değerlendirilmesi için tanımlanan Yamamoto açısı normalde manuel ve gonyometre yardımı ile ölçülmektedir. Manuel ölçümlerin, pozisyonel standardizasyon ve çocukların oryantasyon sorunları nedeniyle hatalı sonuçlar verebilecekleri kanısındayız. Bu çalışmada sunduğumuz üzere basit yöntemlerle standart görüntülerin elde edilmesi ve klinik açısal ölçümlerin birden fazla gözlemci tarafından değerlendirilmesinin mümkün olduğu yönünde kanıtlar elde ettik. Günümüz dijital teknolojisi, elde edilen bu standart görüntüler üzerinde kullanımı kolay, pratik ve görece düşük maliyetli yazılımlar ile açı ölçümlerinin yapılmasına izin vermektedir. Çalışmamızda klinik görüntü elde etme ve ölçüm yapmada uyguladığımız standart ve tutarlı yöntemlerin, ölçümlerde gözlemciler arası uyumun elde edilmesinde temel etken olduğunu düşünmekteyiz. Öte yandan analiz sonuçlarımız temelinde SKHK'dan sonra distal fragmanın salt aksiyel plan rotasyonel pozisyonunu değerlendirmek için tanımladığımız ölçüm tekniğinin güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu kanısına vardık.

Klinik taşıma açısı ölçümü, dirseğin koronal plandaki deformitesinin açısal olarak değerlendirilebilmesi için önemli bir bulgudur. Çalışmamız sonuçlarına göre bu açının fotoğrafik ölçümünde Pearson korelasyon istatistiğine göre çok yüksek ($r>0,80$) ve Cohen'in kappa istatistiğine göre orta düzeyde ($0,60<kappa<0,79$) gözlemciler arası uyum ve dolayısıyla bu ölçme tekniğinde tekrarlanabilirlik olasılığı bulundu. Diğer yandan çocukların sağlam dirseklerinde fotoğrafik teknikle yapılan ölçüm ile literatürdeki geleneksel teknik arasında da uyum söz konusuydu. Olgularımızın normal dirseklerinde her üç gözlemci tarafından ölçülen fotoğrafik taşıma açıları ortalama $12,19\pm 4,16$ derece bulundu. Tükenmez ve ark'nın Sivas'taki ilköğretim okullarında okuyan 2000 çocukta yaptığı çalışmada 6 yaş grubundaki çocuklarda gonyometre ile dominant dirseklerde ölçtükleri klinik taşıma açısını erkeklerde ortalama 12,41 kızlarda ise 12,85 derece olarak saptamışlar.⁸² Bu yazarlar hem erkeklerde hem de kızlarda yaşla birlikte taşıma açısının arttığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, olgularımızın normal dirseklerinden elde ettiğimiz sonuçlarımız Tükenmez ve ark'nın sonuçları ile uyumluydu. Sonuçlarımızın görece büyük bir tarama veri seti ile uyumluluğunu kullandığımız yöntemin tutarlılığına

bağlamamız mümkündür. Çalışmamızın bulgularına dayanarak, uygun ve standart koşullarda elde edilen fotoğraflarda ölçülen taşıma açısının yeterli düzeyde gözlemciler arası uyuma sahip olduğu ve normal ekstremite ile kıyasla görece küçük sapmaları da yansıtabildiği kanaatine vardık.

Bu çalışma kapsamında ölçülen dört adet koronal ve bir adet sagittal plan radyografik açı ölçümü açısından gözlemciler arası uyum söz konusuydu ($p < 0,05$). Çalışma kapsamında yapılan Pearson korelasyon istatistiğine göre söz konusu açılar için minimum gözlemciler arası uyum düzeyi rHUA için yüksek ($r > 0,60$), rBA, rMDA ve rTCI için orta ($r > 0,40$) ve rLHKA için zayıf ($r > 0,20$) olarak bulundu. Bu istatistiğe göre ayrıca rHUA, rBA ve rMDA ölçümlerinde normal ve kırık geçiren ekstremitelere gözlemciler arası uyum seviyesi açısından belirgin fark yoktu. Öte yandan rLHKA ölçümünde normal dirseklerde minimum gözlemciler arası uyum orta ($r > 0,40$) ve kırık geçirmiş ekstremitelere zayıf ($r > 0,20$) düzeyindeydi. Trokleokapitellar indeks ölçümünde ise normal dirseklerde minimum gözlemciler arası uyum orta ($r > 0,40$) ve kırık geçirmiş ekstremitelere çok yüksek ($r > 0,80$) düzeyinde bulundu. Tüm bu gözlemciler arası uyum bulgularına global bakışla, literatür ile uyumlu olarak⁵⁹ hem normal hem de kırık geçirmiş ekstremitelere radyografik parametrelerin ölçümünde gözlemciler arası uyum bulunduğu ve ölçümlerin güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu kanısına vardık. Öte yandan uyum analizlerinin detaylarına bakıldığında gözlemciler arası uyumun rHUA ölçümünde en yüksek ve en tutarlı, rLHKA ölçümünde en düşük ve rTCI ölçümünde normal ile kırık geçirmiş ekstremiteler arası fark temel alındığında en tutarsız olduğuna dair kanıtlara vardık.

Çalışmamızda elde edilen normal taraf ekstremite radyografik ölçümleri literatür bilgileri ile uyumludur. Örnek olarak çalışmamızda üç gözlemci tarafından ölçülen ortalama BA normal dirseklerde $20 \pm 5,5$ ve kırık geçirmiş dirseklerde $16,7 \pm 6,9$ derece bulundu. Baumann açısının normal değer aralığı 9-26 derece arasında bildirilmekte olup azalması varus deformitesine işaret etmektedir.⁴⁴ Çalışmamızın sonuçlarına göre olgularımızın ortalama MDA'ları sağlam dirseklerde $88,2 \pm 4,7$ ve kırık geçirmiş dirseklerde $89,7 \pm 5,8$ derece ölçüldü. Metafizodiafizer açının normal değer aralığı 87-93 (ort.90) derece arası olup artması varus açılanmasını ifade etmektedir.^{11,48,70,73} Yine çalışmamızın sonuçlarına göre olgularımızda TCI sağlam dirseklerde ortalama $0,37 \pm 0,25$ ve kırık geçirmiş dirseklerde $0,6 \pm 0,33$ olarak hesaplandı. Bu indeksi tanımlayan Gorelick ve ark, normal aralığın 0,25 ila 0,8

arasında, ortalama değerin 0,45 olduğunu, indeks 0,25'ten küçükse valgus ve 0,8'den büyükse varus deformitesini gösterdiğini bildirmişlerdir.⁶⁹ Yukarıda verilen bilgilerden anlaşılacağı üzere çalışmamıza dahil edilen olgularda BA ve MDA'ları ve TCI açısından kırık geçirmiş dirseklerde sağlam tarafa göre hafifçe varus deformitesi yönünde bir değişim söz konusudur. Ancak bu değişime rağmen her üç parametre açısından kırık geçirmiş tarafın değerleri halen literatürde bildirilen normal sınırların içerisinde bulunmaktadır. Tüm bu bulgular olgularımızın çoğunluğunda ciddi bir deformite oluşmadan iyileşmenin gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca Flynn kriterlerine göre yalnızca iki olgumuzda kötü kozmetik ve fonksiyonel sonuç bulunması da bu çıkarımımızı desteklemektedir. Diğer yandan normal ekstremitelerde elde ettiğimiz açısal sonuçların literatür ile uyumlu olması ve açı ölçümlerimizde gözlemciler arası uyum bulunması kullanılan yöntemlerin tutarlılığını, tekrarlanabilirliğini ve normal ile kırık geçirmiş ekstremiteler arasında küçük de olsa farklarını gösterebilecek hassasiyete sahip olduğunu göstermektedir.

Burada sunulan çalışmada salt rotasyonel deformitelere yönelik olarak ölçülen üç klinik açı ölçümünden ikisi arasında anlamlı ilişki ($p < 0,05$) saptandı. Pearson korelasyon katsayısı ($r = 0,560$) orta düzeyde korelasyon ilişkisine işaret eden bu açılar 90 derece ($f90^\circ$ -RDA) ve tam fleksiyonda (fTF -RDA) ölçülen transepikondiler-yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açıları idi. Bu iki açı ile üçüncü aksiyel plan açısı olan Yamamoto açısı (ΔfY -RDA) arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Fotoğraf çekim pozisyonları, ekstremitenin omuzdan itibaren rotasyonel duruşu ve ölçüm teknikleri benzer olan $f90^\circ$ -RDA ile fTF -RDA'nın anlamlı ilişki içinde olmaları beklenebilir bir durumdur. Teknik bazdaki benzerliklerine dayanarak, bu iki ölçüm sonuçlarını korelasyon ilişkisi açısından analiz etmek indirek intra-obzerver uyum anlamında değer taşıdığını düşünmekteyiz. Bu bakımdan yaklaşıldığında tanımladığımız pozisyonda (omuz maksimum pasif dış rotasyonda ve ön kol maksimum supinasyonda) humerus trans-epikondiler çizgi ile ufuk çizgisi arasındaki açının normal ile kırık geçirmiş taraf arasındaki fark hesaplandığında SKHK sonrası oluşabilecek rotasyonel deformitelerin ölçümünde güvenilir bir yöntemdir diyebilmekteyiz. Öte yandan Yamamoto açısı ilk iki ölçüme benzer olmayan teknikle değerlendirilir. Yamamoto açı ölçümünde, her ne kadar gözlemciler arası orta dereceli bir uyum bulduysa da, diğer rotasyonel açı ölçümleri ile ilişkili bulunmadığından tekrarlanabilirliği açısından kuşku bulunmuştur. Yamamoto

tekniki temelinde yaptığımız ölçümlerin diğer aksiyel plan açıları ile anlamlı ilişkisinin bulunmamasını çok farklı bir pozisyon ve teknikle yapılması ve olgularımızda rezidü rotasyonel deformitenin çok az olması ile açıklayabiliriz. Biz ayrıca çalışma süresince bu tekniği uygulamada zor ve hasta uyumu açısından sorunlu bulduk. Yamamoto'nun orijinal makalesinde ya da literatürdeki başka bir çalışmada gözlemciler arası ya da aynı gözlemcilerin tekrarlanan ölçümleri bulunmadığından bu konuda literatür desteği de söz konusu değildir.⁷⁴ Sonuç olarak aksiyel planda distal fragmanın rotasyon düzeyini ölçmede bu çalışmada tanımladığımız ekstremitte pozisyonu ve ölçüm tekniğini şu ana kadar literatürde tanımlanmış tek rotasyonel ölçüm tekniği olan Yamamoto tekniğinden daha basit ve etkin bulmaktayız.

Fotoğrafik olarak ölçülen fleksiyonda kol-önkol açısı (f-KÖA) ile radyografik ya da diğer fotoğrafik ölçümler arasında istatistiksel olarak ilişki saptanmadı. Bu açı, hem koronal ve hem de aksiyel plandaki açısal değişikliklerden etkilenen bir parametredir. Koronal plandaki varus deformitesi önkol orta hattını fleksiyon pozisyonunda kol orta hattına göre laterale taşıırken valgus deformitesi kol orta hattının medialine taşır. İç rotasyon deformitesi de önkol orta çizgisini, kol orta hattına göre mediale taşıırken dış rotasyon deformitesi kol orta çizgisinin lateraline taşır. Ancak bu parametrenin değişiminde daha baskın olan etkenin rotasyonel değişim olduğunu düşünmekteyiz. Nedeni koronal plan deformitelerinin bu açı üzerine doğrusal etkisinin olması, rotasyonel deformitelerin ise bu açı üzerinde logaritmik etkisinin olabilmesidir. Başka bir deyiş ile eklem proksimalinde aksiyel planda oluşan küçük rotasyonel açı değişimleri eklem distalinde ciddi yön değişmelerine yol açabilmektedir. Çalışma sonuçlarımıza göre bu ölçüm ne koronal ne de aksiyel plan ölçümleri ile ilişkili bulunmuştur. Bu ilişkisizlik, f-KÖA ölçümünün hem rotasyonel hem de koronal plan deformitelerini temsil ettiği önergemizi doğrular niteliktedir. Olgularımızda rotasyonel plan deformiteleri koronal plana göre daha yüksek ve ön planda olsaydı bu parametre ile rotasyonel ölçümler arasında anlamlı ilişki bulunması beklenebilirdi kanısındayız. Sonuç olarak dirsek biyomekaniğinin temel literatür bilgileri ve burada sunulan çalışmamızın sonuçlarına dayanarak, çocuk SKHK'nın geç dönem rutin kontrollerinde dirseğin tam ekstensiyondayken taşıma açısının yanısıra fleksiyondayken kol-önkol açısının ölçümünün fonksiyonel değerlendirme açısından yeni bir yaklaşım olduğunu, bu açının hem koronal hem de rotasyonel plan

deformitelerini yansıtması açısından değerli ve ilerideki çalışmalara konu edilebilecek nitelikte olduğunu düşünüyoruz.

Bu çalışma kapsamında ele alınan ve salt koronal plan deformitesine ait olan bir fotoğrafik ve dört radyografik açının tamamı istatistiksel açıdan birbirleri ile anlamlı ilişkili bulundu (Tablo 21). Bu açılardan fotoğrafik taşıma açısı (f-TA) ile radyografik humero-ulnar açı (rHUA), dirseğin ekstensiyon-supinasyon pozisyonunda olması ve ölçüm tekniği bakımından benzerdirler. Bu nedenle rHUA, radyografik taşıma açısı olarak kabul edilebilir. Bu yaklaşım sonucu söz konusu iki açı arasında anlamlı ilişki saptamak beklenebilir bir durumdur. Bu çalışma kapsamında gözlemcilerin ölçtükleri açı ortalamaları rHUA için normal ve kırık geçirmiş ekstremitelerde sırasıyla $9,8 \pm 6,1$ ve $6,6 \pm 8,6$ derece, f-TA için sırasıyla $12,1 \pm 4,1$ ve $7,3 \pm 7,9$ derece idi. Bu değerler birebir eşdeğer olmamakla birlikte normal ve kırık geçirmiş ekstremiteler arası fark bakımından anlamlı ($p=0,00$) ve yüksek düzeyde ($r=0,748$) korelasyon ilişkisi göstermekteydi. Bu çalışma kapsamı içerisinde ölçüm teknikleri farklı olan üç radyografik parametre daha yer almaktaydı. Koronal plan deformite miktarını temsil eden bu parametreler Baumann açısı (rBAU), metafizodiyafizer açı (rMDA) ve trokleokapitellar indeks (TCI) idi. Bu üç parametrede de normal ve kırık geçirmiş ekstremiteler arası fark bakımından birbirleri, rHUA ve f-TA ile anlamlı, en az orta ve en fazla yüksek düzeyde ($0,40 < r < 0,80$) korelasyon ilişkileri göstermekteydi. Koronal plan deformitelerini temsil eden parametreler arasındaki anlamlı korelasyon ilişkisi iki ana çıkarım düşünmemize yol açtı. Birincisi tüm bu parametrelerin tutarlı bir şekilde koronal plan deformitelerini temsil edebilme yeteneğidir. İkinci çıkarım ise subklinik düzeyde kırık sonrası deformiteye sahip olan olgu serimizde temel ve en belirgin açısal değişikliğin koronal planda olduğudur. Sonuç olarak koronal plan deformitelerini temsil eden parametrelerin bu çalışmada yer alan tekniklerle ölçüldüğünde tutarlı, tekrarlanabilir, güvenilir ve küçük açısal değişimleri dahil gösterebilecek düzeyde hassas bir şekilde ölçülebileceklerini düşünmekteyiz.

Koronal ve rotasyonel plan deformitelere yönelik ölçüm farklarının birbirleriyle ilişkileri yönünden yapılan istatistiksel analizlerde yalnızca $\Delta rMDA$ ile $\Delta rTF-RDA$ arasında ters yönde anlamlı ($p=0,021$) ancak zayıf düzeyde ($r= -0.343$) bir korelasyon ilişkisi bulundu. Elde ettiğimiz bu sonuç klasik bilgi ile çelişmektedir. Literatür bilgisine göre SKHK'dan sonra en sık karşılaşılan kubitus varusta deformitenin açısal bileşenleri farklı değer ve varyasyonlarda olabilmekle birlikte

sıklıkla varus, iç rotasyon ve hiperekstensiyon birlikte ve paralel yönde hareket ederler.⁸³ Literatür bilgisi ile çelişmekte olan bu bulguyu izah edememekle birlikte hem MDA ve hem de fTF-RDA'nın açısız oluşumlarında birer çizginin transepikondiler olması dikkatimizi çekmiştir. Bu hususun daha ileri çalışmalarla açıklığa kavuşabileceği kanısındayız. Bu iki açıdan başka diğer koronal plan ile aksiyel plan ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı. Bu durumu hastalarımızda minimal düzeyde rezidü deformite bulunuşu ve varolan deformitelerin de büyük ölçüde koronal planda oluşu ile açıklamamız mümkündür. Diğer bir olası açıklama MDA ve fTF-RDA ters korelasyon ilişkisini de hesaba katarak koronal ve aksiyel plan deformitelerinin bilinen aksine birbiriyle paralel hareket etmediği varsayımı olabilir.

Sagittal plan deformitesini değerlendirmek için kullanılan rLHKA ile koronal ya da rotasyonel plan açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir ilişki saptanmadı. Bu sonucu açıklamak için bir önceki paragrafta koronal ve aksiyel planlar arası ilişkisizlik için sayılan nedenlerin aynısının geçerli olduğu kanısındayız.

Bu çalışmada olgular son kontroldeki Flynn klinik sonuçlarına göre mükemmel ve mükemmel olmayan olmak üzere iki gruba ayrıldı bu iki grup çalışılan tüm ölçümler açısından birbiriyle karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmalarla yapılan ölçümlerin klinik sonuçlarla ilişkisinin araştırılması amaçlandı. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda iki Flynn grubu arasında koronal plan deformitesini yansıtan $\Delta rHUA$, $\Delta rMDA$, $\Delta rTCI$ ve $\Delta f-TA$ bakımlarından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu gözlemlendi (her biri için $p < 0,005$). Ancak başka bir koronal plan deformite göstergesi olan ΔrBA açısından iki Flynn grubu arasında anlamlı farklılık gözlemlenmedi. Uygun redüksiyonun değerlendirildiği bir parametre olan rBA 'nın, tartışmalı olsa da taşıma açısının prediktif bir yansıması olarak kabul görmektedir. Ancak buradaki sonuçlara göre hastanın kozmetik ve fonksiyonel sonuçlarına etkili bir parametre olmaktan uzaktı. Bu bulgu Mohammad ve ark, BT kullanarak yaptıkları çalışma ile paralellik göstermektedir. Bu yazarlar BA'nın SKHK'da taşıma açısının hatalı bir göstergesi olduğunu saptamışlardır.⁵⁶ Sonuç olarak hastaların geç dönemdeki kozmetik ve fonksiyonel sonuçlarının, BA haricindeki tüm koronal plan parametreleri ile doğrudan ilişkili olduğu ve bu nedenle söz konusu ölçümlerin sonuçları öngörmede yararlı olduğu kanısına vardık. Klinik sonuç ile ilişkili olan bu ölçümlerden klinik olarak ölçülebilen fotoğrafik taşıma açısı (f-TA) özellikle ön plana çıkarılabilmektedir.

Flynn klinik sonuçları temelinde ayrılan iki olgu grubu rotasyonel ve sagittal plan deformite ölçümleri bakımından karşılaştırıldı ancak bu ölçümler açısından iki grup arasında herhangi anlamlı bir fark saptanmadı. Bu sonuç, rotasyonel ve sagittal deformitelerinin tek başlarına fonksiyonel ya da kozmetik açıdan etkilerinin olmadığı ya da bu çalışmaya dahil edilen olgu grubunda klinik sonuçları etkileyebilecek düzeyde aksiyel ya da sagittal plan deformitelerinin bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir. Bu sonucun bir diğer yorumu Flynn kriterlerinin özüne ilişkindir. Flynn kriterleri temelde dirsek hareketleri ve koronal plan deformitesine dayalıdır. Sagittal plan deformiteleri fleksiyon ya da ekstensiyon kaybına yol açabilir. Bu nedenlerle Flynn kriterlerinin koronal ve sagittal plan deformitelerinin ölçümü ile korele olması beklenen bir durumdur. Bu temelde Flynn kriterlerinin deformitenin bir komponenti olarak aksiyel plandaki rezidüel deformiteleri kapsamadığı kanısındayız. Bu temel üzerinde çocuk SKHK'dan sonraki klinik sonuçları değerlendirmek için aksiyel plan deformitelerini de kapsayacak şekilde Flynn kriterlerinin geliştirilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Bu çalışmaya dahil edilen olgular kırık tespitinde kullanılmış olan K teli sayısı temelinde iki gruba ayrıldı ve bu iki grup çalışılan tüm ölçümler açısından birbiriyle karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmalarla yapılan ölçümlerin primer stabilitenin bir göstergesi olabilen K teli sayısı ile ilişkilerinin araştırılması amaçlandı. Bu yönde yapılan analiz sonuçlarına göre koronal, sagittal ve Yamamoto açısı haricindeki aksiyel plan deformitelerinin tayininde kullanılan açılar açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,005$). Tel sayısı ve Yamamoto ölçümü arasında ise anlamlı ($p=0,04$) ancak ters yönde bir ilişki vardı (Tablo 26). Üç telin kullanıldığı grupta Yamamoto yöntemi ile ölçülen iç rotasyon açısı daha fazlayken, iki telin kullanıldığı grupta bu açı daha azdı. Elde ettiğimiz bu sonuçla çelişkili olabilecek şekilde Bloom ve ark, kullanılan tel sayısının primer stabiliteyi arttırdığı ve dolayısıyla redükte edilmiş olan distal fragmanın takiplerde olası redüksiyon kaybının önüne geçerek malunion gelişimini engellediğini savunmuşlardır.⁷⁹ Tespitte kullanılan K teli sayısı primer stabilitenin bir göstergesi olsaydı K teli sayısı arttıkça iç rotasyon deformite açısının azalması beklenebilirdi. Bu hususta elde ettiğimiz sonucu, ciddi primer instabilitesi olan kırıkların bizi üç tel kullanmaya zorladığı ve bu anstabil kırıkların üçer tel kullanılmasına rağmen, rezidü ya da redüksiyon kaybı sonucu, iç rotasyon fazlalığıyla iyileşmiş olabileceği şeklinde yorumlayabiliriz. Literatürde

redüksiyon sağlandıktan sonra stabilitenin sağlanması ve korunmasının, hastaların kozmetik ve fonksiyonel sonuçları üzerinde en çok etki eden faktörler olduğu öne sürülmektedir.⁶⁵ Ancak çapraz pinleme gibi tespit yöntemlerinde tel sayısından bağımsız olarak yeterli stabil tespit elde edilebildiği de not edilmiştir.⁸⁰ Gottschalk ve ark, pin sayısının stabilite üzerine etkili olmadığını savunmuşlardır.⁸⁴ Bu çalışmada Yamamoto hariç deformite ölçümleri ile K teli sayısı arasında ilişki bulunmadığı gibi K teli sayısı temelinde ayrılan iki grup arasında sonuçlandıkları Flynn skorları açısından da anlamlı bir fark saptanmadı (Tablo 27). Tespitte kullanılan K teli sayısına ilişkin tüm bu bulgular temelinde K teli sayısı ile rutinde kullanılan açı ölçümleri ve Flynn skorları arasında bir ilişki bulunmadığı kanısına varmak olasıdır.

Bu çalışmaya dahil edilen olgular ameliyat yaşı ve takip sürelerine göre dört gruba ayrıldı ve bu gruplar çalışılan tüm ölçümler açısından birbiriyle karşılaştırıldı. Bu karşılaştırmalarla zamana ilişkin faktörler ile açısal ölçümler arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlandı. Bu analiz sonuçlarına göre ameliyat yaşı küçük ve takip süresi kısa olgu grubu ile ameliyat yaşı büyük ve takip süresi uzun olgu grubu arasında rHUA ölçümü açısından istatistiksel açıdan anlamlı fark ($p=0,043$) saptandı (Tablo 28). Bu sonuç ameliyat yaşı büyük ve takip süresi uzun olguların rHUA sonuçlarının normale daha yakın ve daha iyi olduğunu göstermekteydi. Analiz sonuçlarımıza göre ameliyat yaşı ve takip süresi temelinde ayrılan olgu grupları arasında rHUA dışındaki hiçbir parametre açısından anlamlı fark yoktu. Literatür bilgisine göre büyük çocuklarda distal humerusun büyüme potansiyeli ve dolayısıyla remodelizasyon olasılığı azalır. Buna karşın takip süresinin uzun olması remodelizasyon şansını arttırmaktadır. Öte yandan remodelizasyonun koronal ve aksiyel plan deformiteleri üzerine etkisinin olmadığı hiperekstensiyon deformitesine etkisi olabildiği ve bu etkinin de yavaş ve sonuçları değişken olduğu öne sürülmektedir.¹¹ Ayrıca büyük çocuklarda anatomik yapıların daha belirgin olması, anatomik redüksiyonun daha başarılı yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Sonuç olarak biz çalışma sonuçlarımız ve literatür bilgisine dayanarak çocukların ameliyat yaşı ve takip süresi büyüdükçe klinik açıdan belirgin olmazsa da radyografik humeroulnar açı bakımından daha iyi sonuçlar elde edilebileceği kanısına vardık.

Bu çalışmaya dahil edilen olgular ameliyat yaşına göre 5,5 yaştan küçük ve büyük olmak üzere iki gruba ayrıldı ve bu iki grup Flynn Klinik sonuçları açısından birbiriyle karşılaştırıldı. Bu analize göre iki ayrı yaş grubu arasında Flynn klinik

sonuçları açısından anlamlı fark saptanmadı. Sonuç olarak tek başına hasta yaşının küçük ya da büyük olmasının kozmetik ve fonksiyonel sonuçlara bir etkisinin bulunmadığı kanaatine varmak mümkündür.

Bu çalışmada rotasyonel deformite ölçümüne yönelik yeni tanımlanan muayene teknikleri ile rutin klinik ve radyografik tetkikleri temelinde yapılan ölçümlerin, Ortopedi ve Travmatoloji kliniğinden iki uzman ve bir son yıl asistanı olmak üzere üç farklı gözlemci tarafından birbirlerine kör bir şekilde ölçülmesi çalışmanın kuvvetli yanlarından biridir. Çalışmanın diğer kuvvetli yanları klinik muayene ve deformitelere yönelik açı ölçümlerinin standart fotoğrafik görüntüler üzerinde dijital yöntemlerle yapılmasıdır. Sayılan bu yanlar, çalışmanın iç tutarlılığının artmasına katkı yaptığı kanısındayız. Çalışmanın diğer bir kuvvetli yanı, rotasyonel deformitenin saptanması ve derecesinin belirlenmesine yönelik yapılan ölçüm farklarının koronal ve sagittal plandaki klinik ve radyografik bulgularla kıyaslanmasıdır. Literatür taramalarımıza göre bu çalışma, her üç plana ait deformite bulgularının birbirleri ile istatistiksel ilişkilerinin incelendiği tek çalışmadır. Ayrıca sunulan bu çalışmada her üç planın her birine ait birden fazla parametrenin birbirleri ile kıyaslanması ve ilişki yönünden incelenmesi çalışmanın diğer kuvvetli yanıdır. Yeni tanımlanan rotasyonel deformiteye yönelik muayene yöntemi ile elde edilen sonuçların, daha önce literatürde Yamamoto ve ark tarafından tanımlanan muayene tekniği ile elde edilen bulgularla kıyaslanmış olması da çalışmanın kuvvetli yanlarından biridir. Tüm parametrelerin birbirleri ile olan ilişkilerinin değerlendirilmesi, Flynn kriterleri, kullanılan tel sayısı, ameliyat olduğundaki yaşı ve takip sürelerine göre olguların gruplandırılması ve bu grupların tüm parametreler açısından karşılaştırılması çalışmaya konu edilen parametrelerin çok yönlü olarak ele alınmasına olanak sağlamıştır. Bu yönleri nedeniyle çalışmamızın rutin klinik uygulamalara ışık tutabileceği ve geniş dış geçerliliğe sahip olabileceği kanısındayız. Çalışmadaki örnek sayısının yeterli olması ve kırık olan ekstremiteye ait her parametrenin sağlıklı kol ölçümleri ile kıyaslanarak değerlendirilmesi çalışmanın diğer bir kuvvetli yanıdır.

Çalışmanın zayıf yönlerinden birisi, ölçüm yapılan fotoğrafik görüntülerin tek bir gözlemci tarafından elde edilmiş olmasıdır. Oysaki daha objektif bir değerlendirme için fotoğrafik görüntülerin her bir gözlemci tarafından ayrı ayrı elde edilmiş olması ve her gözlemcinin kendi bulguları üzerinde ölçüm yapması gerekmektedir. Bu

çalışmada tüm parametreler gözlemciler arası uyum açısından değerlendirildi. Yeni yöntemin güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği açısından gözlemcilerin tekrarlayan ölçümleri ile intra-obzerver değerlendirmenin yapılmamış olması çalışmanın eksik yanlarından biri sayılabilir. Çalışmanın bir diğer zayıf yanı, sagittal plan deformitesi için klinik olarak yalnızca fleksiyon kısıtlılığının değerlendirilmesiydi. Oysaki kubitus varuslu olgularda hiperekstensiyon deformitesi sık görülmektedir, bu nedenle ekstensiyon ve fleksiyon dereceleri ayrı ayrı değerlendirilebilirdi. Ayrıca hastaların eklem hareket açıklıklarının (EHA) fotoğrafik olarak ölçülmesi daha objektif bulguların elde edilmesini sağlayabilirdi. Bu çalışmada sagittal plan deformite değerlendirilmesi yalnızca radyografik bir parametre olan LHKA temelinde ele alındı.

Bu çalışma, suprakondiler humerus kırığı başta olmak üzere dirsekte travma ya da diğer patoloji türleri nedeniyle oluşabilecek deformitelerin değerlendirilmesi için yeni bir yöntem sunmaktadır. Buna ek olarak şimdiye kadar gonyometre ile yapılan klinik açı ölçüm tekniğini geliştirerek ve standardize ederek daha objektif sonuçların elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu çalışma, günümüzün vazgeçilmezleri olan akıllı cep telefonu ve dijital teknolojilerin dirseğin rotasyonel deformiteleri gibi zor klinik değerlendirme alanlarında etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Alanındaki bu öncü çalışma, ekstremitelerin diğer rotasyonel ve açısal deformitelerinin değerlendirilmesi için benzer çalışmaların planlanabileceğini göstermektedir.

SONUÇLAR

1. Bu çalışmada tanımlanan fotoğrafik teknikle çocuk suprakondiler kırıkları sonrasında oluşabilecek deformitelerinin koronal ve rotasyonel planlardaki bileşenlerinin ölçümü; güvenilir, tekrarlanabilir ve normalden küçük farkları gösterebilecek hassasiyette yapılabilmesi mümkündür.
2. Literatürde tanımlanmış bulunan koronal ve sagittal plana dair olası deformitelere ait radyografik parametrelerin ölçümünde de gözlemciler arası uyum bulundu.
3. Koronal plana ait parametrelerin tamamı ve aksiyel plana ait parametrelerin ikisinde kendi aralarında istatistiksel olarak korelasyon ilişkisi bulunması, bu bulguların tutarlılığını ve güvenilirliğini gösterdiği gibi çalışma grubundaki en belirgin deformite planının koronal olduğunu göstermektedir.
4. Koronal, sagittal ve aksiyel plan deformitelerine ait değerlendirilen parametrelerin birbirleri ile ilişkili olmamaları, bu deformitelerin birbirlerinden bağımsız olarak gerçekleşmekte olduğunu göstermektedir.
5. Örnekleme giren olguların deformite miktarlarının fazla olmamasının, parametrelerin birbirleri arasında istatistiksel olarak ilişkilerini belirlemede kısıtlılık oluşturduğu aşikârdır.
6. Hastaların kozmetik ve fonksiyonel sonuçlarının ölçütü olan Flynn kriterleri üzerine koronal plan ölçümleri etkili bulundu. Sagittal plana ait ölçümler düşünülenin aksine Flynn kriterleri üzerine etkili bulunmadı.
7. Flynn kriterlerinin aksiyel plan rotasyonel deformitelerini yansıtmadığı sonucuna varıldığından söz konusu kriterlerin geliştirilmesi gerektiği kanaatine yol açmıştır.
8. Kırık sonrası stabilitenin sağlanmasında kullanılan K teli sayısının deformite oluşumunun engellenmesine yönelik etkisi şüpheli bulundu.
9. Tespitte kullanılan K teli sayısı, olguların Flynn kriterleriyle değerlendirilen sonuçları üzerine etkisiz bulundu.
10. Kırıkla gelen çocuklarda ameliyat yaşı ve takip süresi büyüdükçe deformite gelişimi açısından daha iyi sonuçlar elde edilir. Bunun temel nedeninin büyük

çocuklarda anatomik redüksiyonun daha iyi değerlendirilerek sağlanabildiği olsa gerek.

11.Olguların ameliyat yaşının küçük ya da büyük olması, Flynn kriterleriyle değerlendirilen klinik sonuçlar üzerine etkisi bulunmamaktadır.



KAYNAKLAR

1. Ege Rıdvan. Kırıklar, Eklem ve Diğer Yaralanmalar, Travmatoloji 5. Baskı Cilt 2 Bizim Büro Basımevi Ankara Sayfa 1995-2101, 2002
2. Klassen RA: Supracondylar fractures of the elbow in children: B.F. Morrej: The elbow and its disorders. 2th edition W.B.Saunders Comp. Philadelphia,206-247,1993
3. W.J.W Sharrard, Paediatric Orthopaedics and Fractures 3.Baskı Cilt 2 Blackwell Scientific Publications Sayfa 1391-1423, 1993
4. Gövsa Gökmen F. Sistemik Anatomi. 1.baskı. İzmir Güven Kitapevi 2003. ISBN: 975-97318-8-6
5. Alcid JG, Ahmad CS, Lee TQ. Elbow anatomy and structural biomechanic. Clin Sports Med 23 (2004) 503– 517
6. Arıncı K. Elhan A. Anatomi. Hareket Sistemi, Kemikler-Eklemler-Kaslar. 1.cilt, Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara, 1993.
7. Açar H.İ, Bektaş U, Ay Ş. Dirsek Eklemi Anatomisi ve İnstabilitesi. TOTBİD Dergisi 2011;10(1):7-17
8. Mehdian H, McKee M. Fractures of Capitellum and Trochlea. Orthopedic Clinics of North America. Jan 2000;31 Jan(1)
9. Barco R, Antuña S. Management of Elbow Trauma: Anatomy and Exposures. Hand Clin. 2015 Nov;31(4):509-19.
10. Limb D. Biomechanic of Elbow In: Bentley G. European Surgical Orthopaedics and Traumatology The EFORT Textbook, Springer; 2014. ISBN 978-3-642-34746-7 (eBook) Part IV Pg:1305-1317
11. Beaty JH, Kasser JR. Evaluation of Pediatric Distal Humeral Fractures. Skaggs DL, Flynn JM. Supracondylar Fractures of the Distal Humerus. In: Flynn JM, Skaggs DL, Waters PM. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. Eighth Edition. ISBN 978-1-4511-4393-5 Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health; 2015. Ch: 15-16 Pg: 565-628.

12. Erickson BJ, Harris JD, Chalmers PN. Ulnar Collateral Ligament Reconstruction: Anatomy, Indications, Techniques, and Outcomes. *Sports Health*. 2015 Nov-Dec;7(6):511-7
13. Kuremsky MA, Cain EL JR, Dugas JR, Andrews JR. Elbow Anatomy and Biomechanics In: Miller MD, Thompson SR. DeLee&Drez's Orthopaedic Sports Medicine. Fourth Edition volume I. Philadelphia PA, USA: Elsevier Saunders; 2015- ISBN:978-1-4557-4376-6. Ch:61 Pg:715-720
14. Ochi N, Ogura T, Hashizume H, Shigeyama Y, Senda M, Inoue H. Anatomic relation between the medial collateral ligament of the elbow and the humero-ulnar joint axis. *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8:6– 10.
15. Morrey BF, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop* 1991;265:187– 95.
16. O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:440–6.
17. Kuran Orhan, SistematiK Anatomi, Filiz Kitabevi İstanbul, 1983
18. Çimen Ahmet, Anatomi, 4. Baskı Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1994
19. Alturfan Aziz K. Ortopedik Travmatoloji Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul. Sayfa:145-162, 2002
20. Amis AA, Dowson D, Unsworth A, Miller JH, Wright V. An examination of the elbow articulation with particular reference to variation of the carrying angle. *Engineering in Medicine IMechE* 1977
21. Amis AA. Mini-symposium: Elbow, (iv) Biomechanics of the elbow. *Current Orthopaedics* (2002) 16, 349-354. doi:10.1054/cuor.2002.0292
22. Nordin M, Frankel VH. Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System.3th Edition. 2001. Lippincott Williams and Wilkins. Part II Biomechanics of Joints pg:342
23. Bryce CD, Armstrong AD. Anatomy and Biomechanics of the Elbow. *Orthop Clin North Am* 39 (2) 141–154. 2008

24. Bell TH, Ferreira LM, McDonald CP. Contribution of the olecranon to Elbow stability: an in vitro biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am* 92(4):949-957,2010
25. Tomsick SD, Petersen BD. Normal anatomy and anatomical variants of the elbow. *Semin Musculoskelet Radiol.* Sep;14(4):379-93. 2010
26. Barei DP, Hanel DP. Fracturs of the Distal Humerus In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW. *Green's Operative Hand Surgery Vol.1 Fifth Edition Edition Philadelphia, PA: Elsevier Saunders;2008 ISBN: 978-0-443-06626-9. Part IV, Sect I, Ch 20, Anatomy*
27. Bellemore MC, Barrett IR, Middleton RW, Scougall JS, Whiteway DW. Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of cubitus varus. *J Bone Joint Surg Br.* 1984 Aug;66(4):566-72.
28. Cheng JC, Wing-Man K, Shen WY, Yurianto H, Xia G, Lau JT, Cheung AY. A New Look at the Sequential Development of Elbow-Ossification Centers in Children. *J Pediatr Orthop.* 1998 Mar-Apr;18(2):161-7.
29. Brodeur AE, Silberstein JJ, Graviss ER, et al. The basic tenets for appropriate evaluation of the elbow in pediatrics. *Current Prob Diag Radiol.* 1983;12(5):1–29.
30. Jacoby SM, Herman MJ, Morrison WB, Osterman AL. Pediatric elbow trauma: an orthopaedic An Orthopaedic perspective on the importance of radiographic interpretation. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2007 Mar;11(1):48-56.
31. Chalmers PN, Chamberlain AM. Biomechanics of the Elbow In: Tashjian RZ. *The Unstable Elbow.* Springer International Publishing Switzerland 2017. ISBN: 978-3-319-46017-8 Ch:2 Pg: 13-26
32. Ten Brinke, Beumer A, Eygendaal D. Clinical Relevant Anatomy of the Elbow. Adamczyk G. *Biomechanics of the Elbow Joint in Overhead Athletes In: Pederzini LA, Eygendaal D, Denti M. Elbow and Sport.* Springer. 2016 (ISBN 978-3-662-48742-6) Ch:1-2 Pg:1-21
33. Herring JA, Co C. Upper Extremity Injuries In: Herring JA. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics: From the Texas Scottish Rite Hospital for Children,*

- 5th Edition Philadelphia, PA: Elsevier Saunders;2014 (ISBN: 978-1-4377-1549-1) Ch:33 pg: 1245-1352
34. Otsuka NY, Kasser JR. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *J Am Acad Orthop Surg* 1997;5:19-26
 35. Landin LA, Danielsson LG. Elbow fractures in children: An epidemiological analysis of 589 cases. *Acta Orthop Scand* 57,309-312, 1986
 36. Houshian S, Mehdi B, Larsen MS. The epidemiology of elbow fracture in children: analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures. *J Orthop Sci.* 2001;6(4):312-5.
 37. Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ. Etiology of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 1998 Jan-Feb;18(1):38-42.
 38. Inan M, Yücel B. Çocuklarda Humerus Suprakondiler Bölge Kırıkları. *TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi.* 2008 · Cilt: 7 Sayı: 3-4
 39. Zorilla S de Neira J, Prada-Cañizares A, Marti-Ciruelos R, Pretell-Mazzini J. Supracondylar humeral fractures in children: current concepts for management and prognosis. *Int Orthop.* 2015 Nov;39(11):2287-96.
 40. Barr LV. Paediatric supracondylar humeral fractures: epidemiology, mechanisms and incidence during school holidays. *J Child Orthop.* 2014 Mar;8(2):167-70
 41. Cheng JC, Ng BK, Ying SY, Lam PK. A 10-year study of the changes in the pattern and treatment of 6,493 fractures. *J Pediatr Orthop.* 1999 May-Jun;19(3):344-50.
 42. Pretell-Mazzini J, Rodriguez Martin J, Andres Esteban EM. Surgical approaches for open reduction and pinning in severely displaced supracondylar humerus fractures in children: a systematic review. *J Child Orthop* 4:143–152. 2010
 43. Ibrahim T, Hegazy A, Abdulhail SI, Ghomrawi HM. Utility of the AAOS Appropriate Use Criteria (AUC) for Pediatric Supracondylar Humerus Fractures in Clinical Practice. *J Pediatr Orthop.* 2017 Jan;37(1):14-19.

44. Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 May;90(5):1121-32
45. Abzug JM, Herman MJ. Management of Supracondylar Humerus Fractures in Children: Current Concepts. *J Am Acad Orthop Surg* 2012;20: 69-77
46. Cheng JC, Lam TP, Maffulli N. Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children. *J Pediatr Orthop B.* 2001 Jan;10(1):63-7.
47. Khoshbin A, Leroux T, Wasserstein D, Wolfstadt J, Law PW, Mahomed N, Wright JG. The epidemiology of paediatric supracondylar fracture fixation: a population-based study. *Injury.* 2014 Apr;45(4):701-8
48. Canale T. (Çeviri Kalenderer Ö.) Çocuklarda Kırıklar ve Çıkıklar In: Canale ST, Beaty JH. *Campbell's Operative Orthopaedics.* 11'inci Türkçe Baskı. Philadelphia: Mosby/Elsevier.2013 ISBN: 978-0-323-07243-4 Volume 2. Part. XI Ch.33 sayfa: 1580-1599
49. Heal J, Bould M, Livingstone J, Blewitt N, Blom AW. Reproducibility of the Gartland classification for supracondylar humeral fractures in children. *J Orthop Surg* 2007;15: 12-4.
50. Barton KL, Kaminsky CK, Green DW, Shean CJ, Kautz SM, Skaggs DL. Reliability of a modified Gartland classification of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 2001 Jan-Feb;21(1):27-30.
51. Agashe M. Classifications of Supracondylar Humerus Fractures: Are they Relevant...? Are we Missing Somethig? *International Journal of Paediatric Orthopaedics* 2015 July-Sep;1(1):6-10
52. Leitch KK, Kay RM, Femino JD, Tolo VT, Storer SK, Skaggs DL. Treatment of Multidirectionally Unstable Supracondylar Humeral Fractures in Children. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 May;88(5):980-5.
53. de Gheldere A, Legname M, Leyder M, Mezzadri G, Docquier PL, Lascombes P. Reliability of the Lagrange and Rigault classification system of supracondylar humerus extension fractures in children. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Oct;96(6):652-5.

54. Bahk MS, Srikumaran U, Ain MC, Erkula G, Leet AI, Sargent MC, Sponseller PD. Patterns of Pediatric Supracondylar Humerus Fractures J Pediatr Orthop. 2008 Jul-Aug;28(5):493-9.
55. Krengel WF, Wiater BP, Pace JL, Jinguji TM, Bompadre V, Stults JK, Schmale GA. Does Using the Medial or Lateral Humeral Line Improve Reliability of Baumann Angle Measurement on Plain X-Ray? The Effect of Humeral Length Visualized on the X-Ray. J Pediatr Orthop. 2012 Jun;32(4):373-7.
56. Mohammad S, Rymaszewski LA, Runciman J. The Baumann angle in supracondylar fractures of the distal humerus in children. J Pediatr Orthop. 1999 Jan-Feb;19(1):65-9.
57. Williamson DM, Coates CJ, Miller RK, Cole WG. Normal characteristics of the Baumann (humerocapitellar) angle: an aid in assessment of supracondylar fractures. J Pediatr Orthop. 1992 Sep-Oct;12(5):636-9.
58. Keenan WN, Clegg J. Variation of Baumann's angle with age, sex, and side: implications for its use in radiologic monitoring of supracondylar fracture of the humerus in children. J Pediatr Orthop. 1996 Jan-Feb;16(1):97-8.
59. Silva M, Pandarinath R, Farng E, Park S, Caneda C, Fong YJ, Penman A. Inter- and intra-observer reliability of the Baumann angle of the humerus in children with supracondylar humeral fractures. Int Orthop. 2010 Apr;34(4):553-7.
60. Kuoppala E, Parviainen R, Pokka T, Sirviö M, Serlo W, Sinikumpu JJ. Low incidence of flexion-type supracondylar humerus fractures but high rate of complications A population-based study during 2000–2009. Acta Orthopaedica 2016; 87 (4): 406–411
61. Biyani Ashok, S.P. Gupta, J.C. Sharma Determination of Medial Epicondylar Epiphysyseal Angle for supracondylar Humeral fractures in Children, J Pediatr Orthop 13:94-97, 1993
62. Green NE, Van Zeeland NL. Fractures and Dislocation About the Elbow. In: Green NE, Swiontkowski MF. Skeletal Trauma in Children, 4th Edition, Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2008. Expert Consult Premium Edition: Enhanced Online Features: ISBN: 978-1-4160-4840-4 Ch:9

63. Palmer EE, Niemann KM, Vesely D, Armstrong JH. Supracondylar fracture of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1978 Jul;60(5):653-6.
64. Yen YM, Kocher MS. Lateral Entry Compared with Medial and Lateral Entry Pin Fixation for Completely Displaced Supracondylar Humeral Fractures in Children. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Mar;90 Suppl 2 Pt 1:20-30.
65. Skaggs DL, Hale JM, Bassett J, Kaminsky C, Kay RM, Tolo VT. Operative Treatment of Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *J Bone Joint Surg Am.* 2001 May;83-A(5):735-40.
66. Slongo T, Schmid T, Wilkins K, Joeris A. Lateral External Fixation—A New Surgical Technique for Displaced Unreducible Supracondylar Humeral Fractures in Children. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Aug;90(8):1690-7.
67. Sabharwal S, Tredwell SJ, Beauchamp RD, Mackenzie WG, Jakubec DM, Cairns R, LeBlanc JG. Management of pulseless pink hand in pediatric supracondylar fractures of humerus. *J Pediatr Orthop.* 1997 May-Jun;17(3):303-10.
68. Bauer AS, Pham B, Lattanza LL. Surgical Correction of Cubitus Varus. *J Hand Surg Am.* 2016 Mar;41(3):447-52
69. Gorelick L, Robinson D, Loberant N, Rozano-Gorelick A, Yassin M, Garti A, Ram E. Assessment of the normal and pathological alignment of the elbow in children using the trochleocapitellar index. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014 Feb 27;15:60.
70. Gadgil A, Hayhurst C, Maffulli N, Dwyer JS. Elevated straight-arm traction for supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 Jan;87(1):82-7.
71. Tanwar YS, Habib M, JAİSwal A, Singh S, Arya RK, Sinha S. Triple modified French osteotomy: a possible answer to cubitus varus deformity. A technical note. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014 Nov;23(11):1612-7.
72. Takagi T, Takayama S, Nakamura T, Horiuchi Y, Toyama Y, Ikegami H. Supracondylar Osteotomy of the Humerus to Correct Cubitus Varus: Do Both Internal Rotation and Extension Deformities Need to Be Corrected? *J Bone Joint Surg Am.* 2010 Jul 7;92(7):1619-26

73. Akhtar M, Nadeem RD, Khalid MU, Mumtaz R, Wasim S, Anwer U. Focal dome osteotomy for correction of varus deformity at elbow in children. *J Pak Med Assoc.* 2015 Nov;65(11 Suppl 3):S115-8.
74. Yamamoto I, Ishii S, Usui M, Ogino T, Kaneda K. Cubitus Varus Deformity Following Supracondylar Fracture of the Humerus A Method for Measuring Rotational Deformity. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 Dec;(201):179-85.
75. Gadgil A, Hayhurst C, Maffulli N, Dwyer JS. Elevated straight-arm traction for supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 Jan;87(1):82-7.
76. Babal JC, Mehlman CT, Klein G. Nerve Injuries Associated With Pediatric Supracondylar Humeral Fractures: A Meta-analysis. *J Pediatr Orthop.* 2010 Apr-May;30(3):253-63.
77. Choi PD, Melikian R, Skaggs DL. Risk factors for vascular repair and compartment syndrome in the pulseless supracondylar humerus fracture in children. *J Pediatr Orthop.* 2010 Jan-Feb;30(1):50-6
78. Bashyal RK, Chu JY, Schoenecker PL, Dobbs MB, Luhmann SJ, Gordon JE. Complications after pinning of supracondylar distal humerus fractures. *J Pediatr Orthop.* 2009 Oct-Nov;29(7):704-8.
79. Bloom T, Robertson C, Mahar AT, Newton P. Biomechanical Analysis of Supracondylar Humerus Fracture Pinning for Slightly Malreduced Fractures. *J Pediatr Orthop.* 2008 Oct-Nov;28(7):766-72
80. Zions LE, McKellop HA, Hathaway R. Torsional strength of pin configurations used to fix supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1994 Feb;76(2):253-6.
81. Akça O. 2005 “Çocuk Suprakondiler Humerus Tip 3 Kırıkları Cerrahi Tedavisi Orta-Uzun Dönem Sonuçlarımız” (Uzmanlık Tezi). T.C Sağlık Bakanlığı Kartal Dr.Lütfi Kırdar Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1.Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği. İstanbul.
82. Tükenmez M, Demirel H, Perçin S, Tezeren G. Altı ve on dört yaş grubundaki 2000 çocukta ölçülen dirsek taşıma açısı değerleri. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2004;38(4):274-6.

83. Takeyasu Y, Oka K, Miyake J, Kataoka T, Moritomo H, Murase T. Preoperative, Computer Simulation-Based, Three-Dimensional Corrective Osteotomy for Cubitus Varus Deformity with Use of a Custom-Designed Surgical Device. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:e173(1-9)
84. 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? *J Pediatr Orthop.* 2012 Jul-Aug;32(5):445-51.



KISALTMALAR DİZİNİ

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
SKHK	: Suprakondiler Humerus Kırığı
K	: Kirschner
MKL	: Medial Kollateral Ligament
aMKL	: Medial Kollateral Ligamentin Anterior Bandı
LKL	: Lateral Kollateral Ligament
RKL	: Radial Kollateral Ligament
LUKL	: Lateral Ulnar Kollateral Ligament
AIS	: Anterior İnterosseöz Sinir
FDP	: Fleksör Digitorum Profundus
FPL	: Fleksör Pollicis Longus
PQ	: Pronator Quadratus
FCU	: Fleksör Karpi Ulnaris
PIS	: Posterior İnterosseöz Sinir
ECU	: Ekstensör Karpi Ulnaris
AP	: Antero-Posterior
BA	: Baumann Açısı
TCI	: Trokleokapitellar indeks
MDA	: Metafizodiafizel açı
MEE	: Medial epikondiler epifizel (açı)
LHKA	: Lateral humerokapitellar açı
ARİF	: Açık redüksiyon ve internal fiksasyon
EMG	: Elektromiyografi

- f90°-RDA : Fotoğrafik, 90 derece fleksiyonda ölçülen fotoğrafik (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan) rotasyonel deformite açısı
- fTF-RDA : Fotoğrafik, tam fleksiyonda ölçülen fotoğrafik (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan) rotasyonel deformite açısı
- f-KÖA : Fotoğrafik, fleksiyonda kol-önkol açısı
- f-TA : Fotoğrafik (klinik) taşıma açısı
- fY-RDA : Fotoğrafik, Yamamoto tekniğiyle ölçülen rotasyonel deformite açısı
- rHUA : Radyografik humeroulnar açı
- rBA : Radyografik Baumann açısı
- rLHKA : Radyografik lateral humerokapitellar açı
- rMDA : Radyografik metafizo-diafizler açısı
- rTCI : Radyografik trokleokapitellar indeks
- EHA : Eklem hareket açıklığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa No
Şekil 1: Distal humerusun anatomik yapısı.....	17
Şekil 2: Humerus distalinin yapısal açıları	18
Şekil 3: Humerus distali ile ulna proksimali arasındaki uyum ve proksimal ulna yapısı	20
Şekil 4: Distal humerus ikincil kemikleşme merkezlerinin gelişimi ve birleşmesi	21
Şekil 5: Medial kollateral ligament ve ligamenti oluşturan bantlar	24
Şekil 6: Proksimal radioulnar eklem ve çevresindeki ligamentöz yapılar	25
Şekil 7: Lateral kollateral ligament kompleksi	26
Şekil 8: Dirseğin lateral yüzündeki girişim alanı ve sınırlarını belirleyen palpe edilebilir anatomik noktalar	35
Şekil 9: Dirsekte epikondiller arasındaki çizgi ve olekranon arasındaki ilişki.....	36
Şekil 10: Humerus distal ucunun spiral oryantasyonu nedeniyle fleksiyon ve ekstensiyonda oluşan farklı kol-önkol açıları	38
Şekil 11: Dirsek eklemine fleksiyon-ekstensiyon aksı ve biyomekaniği	39
Şekil 12: Fleksiyon Aksı, medial epikondilin anteroinferior yüzünden geçer; Troklear oluk yönelimi ve spinal oryantasyonu)	40
Şekil 13: Suprakondiler humerus kırığı oluş mekanizması	45
Şekil 14: Çocuk suprakondiler humerus kırıklarında AO Sınıflaması.....	51
Şekil 15: Baumann açısı ölçümü	55
Şekil 16: Humero-ulnar açı ve metafizo-diafizer açı ölçümü	55
Şekil 17: Trokleokapitellar indeks ölçümü.....	56
Şekil 18: Lateral grafide değerlendirilen ve ölçülen parametreler	58
Şekil 19: Tespitte kullanılan pin konfigürasyonları	66
Şekil 20: Standart fotoğrafik ölçümlerin çekimi tasarlanmış masa ve boyutu ayarlanabilir tabure	78

Şekil 21: Çalışmada kullanılan akıllı telefon (Iphone 6S Plus) ve açı ölçümü yapılan dijital uygulama.....	78
Şekil 22: Fotoğrafik, 90 derece fleksiyonda transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı	80
Şekil 23: Fotoğrafik, tam fleksiyonda transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı	81
Şekil 24: Fotoğrafik, fleksiyonda Kol-Önkol Açısı	82
Şekil 25: Fotoğrafik olarak elde edilen klinik taşıma açısına ait görüntü	83
Şekil 26: Yamamoto tekniği ile rotasyonel deformite açı ölçümü	84



TABLolar DİZİNİ

Tablolar	Sayfa No
Tablo 1: Cheng ve ark. yaptığı çalışmaya ait dirsekteki kemikleşme sırası ve zamanı.....	22
Tablo 2: Anatomik yapıların dirseğin fleksiyon ve ekstensiyon pozisyonlarında varus/valgus stabilitesine olan katkıları	42
Tablo 3: Flynn kriterleri	77
Tablo 4: Olguların ameliyat yaşı ve takip süreleri temelinde oluşturulan grupların tanımlayıcı özellikleri	86
Tablo 5: Çalışmaya dahil edilen olguların koronal plan rutin değerlendirme açısı ortalamaları (üç gözlemcinin ölçümlerinin ortalamalarıdır).....	94
Tablo 6: Klinik ölçümlerden 90 derece fleksiyonda çekilen fotoğrafta ölçülen Δf_{90° -RDA'na (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	95
Tablo 7: Dirsek tam fleksiyondayken çekilen fotoğrafta ölçülen Δf_{TF} -RDA'na (transepikondiler çizgi ile yer düzlemi arasında kalan rotasyonel deformite açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	96
Tablo 8: Dirsek tam fleksiyondayken çekilen fotoğrafta ölçülen ik olarak ölçülen $\Delta f_{KÖA}$ 'na (fleksiyonda kol-ökol açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	96
Tablo 9: Fotoğrafik olarak ölçülen Δf_{TA} (klinik taşıma açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu.....	97
Tablo 10: Yamamoto'nun tanımladığı pozisyonda çekilen fotoğrafta ölçülen Δf_Y -RDA'na (Yamamoto rotasyonel deformite açısı ölçüm farkları) ait değerler ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu.....	98
Tablo 11 : Sağlam ekstremitelerdeki radyografik humeroulnar açısı ($rHUA_s$) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	98

Tablo 12 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik humeroulnar açısı (rHUA _K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	99
Tablo 13 : Sağlam Ekstremitelerdeki radyografik Baumann Açısı (rBA _S) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	99
Tablo 14 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik Baumann Açısı (rBA _K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	100
Tablo 15 : Sağlam ekstremitelerdeki radyografik lateral humerokapitellar açısı (rLHKA _N) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	101
Tablo 16 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik lateral humerokapitellar açısı (rLHKA _K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	101
Tablo 17: Sağlam ekstremitelerdeki radyografik metafizodiyafizer açısı (rMDA _S) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	102
Tablo 18 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik metafizodiyafizer açısı (rMDA _K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	102
Tablo 19 : Sağlam ekstremitelerdeki radyografik trokleokapitellar İndeks (rTCI _S) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	103
Tablo 20 : Kırık geçirmiş ekstremitelerdeki radyografik trokleokapitellar indeks (rTCI _K) ölçüm değerleri ve bu ölçümler açısından gözlemciler arası uyum durumu	104
Tablo 21 : Fotoğrafik ve radyografik ölçüm farklarının birbirleriyle olan ilişki tablosu.	106
Tablo 22: Flynn grupları arasında koronal plan ölçümleri açısından karşılaştırma sonuçları	107
Tablo 23: Flynn grupları arasında rotasyonel deformite ölçümleri açısından karşılaştırma sonuçları	107
Tablo 24: Flynn grupları arasında sagittal plan ölçümü açısından karşılaştırma sonuçları	108
Tablo 25: Tespitte kullanılan K teli sayısı gruplarının koronal plan ölçümlerine göre karşılaştırma sonuçları	108

Tablo 26: Tespitte kullanılan K teli grupları arasında rotasyonel deformite ölçümlerine göre karşılaştırma sonuçları	109
Tablo 27: Tespitte kullanılan K teli sayısına göre oluşturulan gruplar arasında Flynn Kriterleri açısından karşılaştırma sonuçları.....	109
Tablo 28: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta rHUA$ (radyografik humeroulnar açı ölçüm farkı) açısından karşılaştırma sonuçları.....	110
Tablo 29: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta rLHKA$ (radyografik lateral humerokapitellar açı ölçüm farkı) açısından karşılaştırma sonuçları	110
Tablo 30: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta rMDA$ (radyografik metafizodiafizler açı ölçüm farkı) açısından karşılaştırma sonuçları....	111
Tablo 31: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta f90^{\circ}$ -RDA (fotoğrafik 90 derece fleksiyonda rotasyonel deformite açısı) açısından karşılaştırma sonuçları	111
Tablo 32: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların ΔfTF -RDA (fotoğrafik tam fleksiyonda rotasyonel deformite açısı) açısından karşılaştırma sonuçları	111
Tablo 33: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta f-KÖA$ (fotoğrafik fleksiyonda kol-önkol açısı) açısından karşılaştırma sonuçları	112
Tablo 34: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların $\Delta f-TA$ (fotoğrafik taşıma açısı) açısından karşılaştırma sonuçları.....	112
Tablo 35: Ameliyat Yaşı ve Takip Sürelerine göre oluşturulan grupların ΔfY -RDA (fotoğrafik Yamamoto tekniğine göre ölçülen rotasyonel deformite açısı) açısından karşılaştırma sonuçları	112
Tablo 36: Ameliyat yaşına göre oluşturulan olgu gruplarının Flynn skorları açısından karşılaştırma sonuçları	113

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik	Sayfa No
Grafik 1: Olguların cinsiyetlerine göre dağılımı	89
Grafik 2: Kırık geçiren ekstremitte tarafına göre olguların dağılımı	89
Grafik 3: Kırığın oluş mekanizmalarına göre olguların dağılımı	90
Grafik 4: Kırıkların tipe göre dağılımları	91
Grafik 5: Distal fragmanın deplasman yönüne göre kırıkların dağılımı	91
Grafik 6: Olguların tespitinde kullanılan Kirschner teli sayısı ve konfigürasyonuna göre dağılımı	92
Grafik 7: Hastaların Flynn Kriterlerine Göre Dağılımı	93