



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL KANUNİ SULTAN SÜLEYMAN SAĞLIK UYGULAMA
VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ACİL TIP KLİNİĞİ**

**ACİL SERVİSE DİSTAL ÖN KOL TRAVMASI İLE BAŞVURAN
ÇOCUKLARDA
HASTA BAŞI ULTRASONUN TANISAL DOĞRULUĞU**

Dr. Bahri Polat

İSTANBUL 2025



T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL KANUNİ SULTAN SÜLEYMAN SAĞLIK UYGULAMA
VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
ACİL TIP KLİNİĞİ

ACİL SERVİSE DİSTAL ÖN KOL TRAVMASI İLE BAŞVURAN
ÇOCUKLARDA
HASTA BAŞI ULTRASONUN TANISAL DOĞRULUĞU

Dr. Bahri Polat

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ramiz Yazıcı

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL 2025

TEŞEKKÜRLER

Acil Tıp uzmanı olmak için çıktığım bu yolda bana asistanlık sürecimin büyük kısmında ev sahipliği yapan kliniğimin başta değerli hocaları Doç. Dr. Serkan DOĞAN, Doç. Dr. Utku Murat KALAFAT ve tez danışmanım da olan Doç. Dr. Ramiz YAZICI olmak üzere bu kliniği bu zor çalışma şartlarında sağlık hizmetini daha iyiye taşımak için kendi hayat standartlarından feragat ederek çabalayan herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

Klinik şefimiz Doç. Dr. Serkan DOĞAN'a ve eğitim sorumlumuz Doç. Dr. Utku Murat KALAFAT'a ilk günden itibaren beni ve asistan arkadaşlarımı meslektaşları, öğrencileri, arkadaşları gibi bağrına basarak sahiplendikleri, bilgi ve tecrübeleriyle yolumuzu aydınlattıkları için ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Tez sürecimde gün-saat farketmeksizin benden desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Ramiz YAZICI hocama, istatistik işlemlerim başta olmak üzere tüm süreçte sorunlarıma çözüm üreten Doç. Dr. Utku Murat KALAFAT'a teşekkür ederim.

Tez yazma sürecimde ve asistan olarak beraber çalıştığım süreçte gösterdikleri ilgi ve eksik etmedikleri destekleri için Uz. Dr. Salih FETTAHOĞLU ve Uz. Dr. Süreyya Tuba FETTAHOĞLU'na teşekkürü borç bilirim. Verdikleri destek, moral, gösterdikleri yollar ve paylaştıkları tecrübeler için kliniğimizin temel taşları olarak gördüğüm değerli uzman abi ve ablalarıma teşekkür ederim.

Kanuni Sultan Süleyman EAH Acil Tıp Kliniği'nde birlikte görev yaptığım tüm ekip arkadaşlarıma, bana, tezime, şahit olduğum kadarıyla dokundukları tüm hastaların hayatlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Her yaşantının yaşayana zorluğu ayrıdır ancak kendi hayatımda benim için fedakârlık yaparak benim için yaşadığını bana hissettirmeyi başaran tek insan olan anneme, ben TUS'a girdiğim sırada mücadele ettiği Multiple Myeloma hastalığının kemoterapileri ve kemik iliği nakil sürecinde bizzat şahit olduğum o eşsiz savaşı, güçlü mücadelesi için, beni olduğum halime şekillendirirken elleri kirlenen tek insan olarak hayatımın şansını annem Elif FIRAT'a sonsuz teşekkür eder, bu tezi biricik anneme ithaf ederim...

Dr. Bahri POLAT

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜRLER.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
TABLolar DİZİNİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	3
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
2.GENEL BİLGİLER	7
2.1.ÖN KOL ANATOMİSİ-EL BİLEĞİ ANATOMİSİ	7
2.2.ÜST EKSTREMİTE TRAVMALARI	9
2.3.ÇOCUKLARDAKİ FRAKTÜRLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ	11
2.3.1.Çocuklarda Ön Kol Fraktürleri	12
2.3.1.1.Colles, Smith, İzole Radius Cisim Kırığı ve Her İki Kemiği İçeren Kırıklar (Both Bone Fractures):.....	13
2.3.1.2.Chauffeur (Radial Stiloid) Kırığı:.....	14
2.3.1.3.Die-Punch Kırığı:.....	14
2.3.1.4.Galeazzi Kırık-Çıkığı:	14
2.3.1.5.Barton Kırığı:.....	14
2.3.1.6.Greenstick ve Torus/Buckle Kırıkları:	15
2.3.1.7.Salter-Harris Tip Kırıkları:	15
2.4.GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ	16
2.4.1.Ultrasonografi	16
2.4.1.1.Temel Prensipler:	16
2.4.1.2.Ultrasonografik Görüntüleme Modları:.....	16
2.4.1.3.Transducerler:	17
2.4.2.Direkt Grafi (X-Ray)	18
2.4.3.Bilgisayarlı Tomografi (BT)	19
2.4.4.Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	19
2.5.ÖN KOL FRAKTÜRLERİNDE TEDAVİ	20
2.5.1.Colles' ve İzole Radius Cisim Kırıkları	21
2.5.2.Distal Radius Kırıklarında Kompleks Durumlar	21
2.5.3.Çocukluk Çağında Görülen Tam Olmayan (İnkomplet) Distal Radius Kırıkları	22

2.5.4. Distal Radius Büyüme Kıkırdağı (Fizis) Kırıkları	22
3. MATERYAL VE METHOD	24
3.1. Etik onay ve hasta onamı	24
3.2. Çalışma Tasarımı	24
3.3. Ultrasonografik Değerlendirme	24
3.4. Stiloid Çap Farkı Ölçümü	26
3.5. Klinik Sonlanım Ölçütleri	27
3.6. Çalışma Popülasyonu ve Örnekleme	27
3.6.1. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri	27
3.6.2. Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	27
3.7. İstatistiksel Analiz	29
3.8. Araştırmadaki Sonlanım Kriterleri	29
4. BULGULAR	30
5. TARTIŞMA	35
6. KISITLILIKLAR	41
7. SONUÇ	42
8. KAYNAKLAR	43
9. EKLER	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Ek 1: Etik Kurul Onayı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Ek 2: Tez Konusu Onay Formu	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
10. ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CRPS	: Complex Regional Pain Syndrome / Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
Dr.	: Doktor
DR	: Distal Radius
DRUJ	: Distal Radioulnar Junction / Distal Radioulnar Eklem
ED	: Emergency Department / Acil Servis
FOOSH	: Fall on Outstretched Hand / Dışa Doğru Esnemeye Zorlanmış El Üstüne Düşme
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
µs	: Mikrosaniye
NPV	: Negative Predictive Value / Negatif Prediktif Değer
Örn.	: Örneğin
POCUS	: Point-of-care Ultrasonography / Yatak Başı Ultrasonografi
PPV	: Positive Predictive Value / Pozitif Prediktif Değer
TFCC	: Triangular Fibrocartilage Complex / Trianguler Fibrokartliaj Kompleks
USG	: Ultrasonografi
X-RAY/DG	: Direkt Grafi
Wrist-POCUS	: El Bileğine Uygulanan POCUS

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Greenstick kırıklarında kabul edilebilir açılanma sınırları(48).....	22
Tablo 2. Demografik, klinik ve görüntüleme bulgularının dağılımı.....	30
Tablo 3. USG’de periost bozulması bulgusunun direkt grafi, BT ve kesin tanı ile karşılaştırılması.....	32
Tablo 4. Görüntüleme yöntemlerinin kesin tanıya göre tanısal performansları	33
Tablo 5. BT çekilen 21 hastada USG ve DG’nin kesin tanıya göre performansı	33
Tablo 6. Stiloid çap farkının kesin tanıya göre ROC analizi sonuçları.....	34



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Epifiz Plağı ve Fraktür Hattının USG Görüntüsü(52)	25
Şekil 2. USG'de Periost Düzensizliğinin Tespitinin Örneği	26
Şekil 3. Hasta Akış Diyagramı	28
Şekil 4. Stiloid çap farkının kırık tanısındaki ROC eğrisi (AUC=0.496; p=0.937)	34



ÖZET

Acil Servise Distal Ön Kol Travması ile Başvuran Çocuklarda Hasta Başlı Ultrasonun Tanısal Doğruluğu

Giriş: Bu çalışma, acil servise başvuran 5-17 yaş arası çocuklarda ön kol travmasının değerlendirilmesinde POCUS'un tanısal değerini, klasik radyolojik yaklaşımı, ön kolun travmatik ve sağlam taraf distal çap farkı ölçümü ile karşılaştırarak, radyasyon maruziyetini azaltmayı hedefleyen bir tanısal algoritmanın geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Materyal ve Method: Bu çalışma, İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yürütülmüş, prospektif, tek merkezli, gözlemsel, kesitsel ve analitik bir çalışmadır. Çalışmaya acil servise distal ön kol travması ile başvuran, 5 yaşından gün almış ve 18 yaşından gün almamış, belirgin deformitesi olmayan çocuk hastalar dâhil edilmiştir. Tüm hastalara öncelikle yatak başlı ultrasonografi uygulanmış ve bilateral distal ön kol çapları ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Acil servis süreci sonunda elde edilen verilere göre tanısal doğruluk, duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri hesaplanmıştır.

Bulgular: Toplam 146 çocuk olgu (%51,4 kız; yaş $10,68 \pm 3,3$ yıl) incelendi. Görüntülemelerde DG'de kırık %78,1 (n=114), kesin tanıda kırık %72,6 (n=106) saptandı; USG'de periost bozulması %57,5 (n=84) olup DG'de kırıkla güçlü ilişki (McNemar $p < 0,001$; $\kappa = 0,551$) ve kesin tanıyla anlamlı ilişki ($p < 0,001$; $\kappa = 0,471$) gösterdi; periost devamlılığında bozulma olan olguların %91,6'sında kırık vardı. BT yalnızca 21 (%14,4) hastada istendi ve 9'unda kırık doğrulandı. Kesin tanıya göre tanısal performanslar: USG'de doğruluk %75, duyarlılık %73, özgüllük %83; DG'de doğruluk %95, duyarlılık %100, özgüllük %80; BT'de tüm ölçütlerde %100 hesaplandı. Stiloid çap farkının ROC-AUC'si 0,496 ($p = 0,937$) hesaplandı.

Sonuç: Bulgular, USG'nin pozitif bulguda güvenilir ancak negatif olgularda DG ile doğrulanması gerektiğini; DG'nin birinci basamakta yerini korurken BT'nin çocukta radyasyon nedeniyle yalnız seçilmiş, karmaşık olgularda uygun olacağını göstermiştir. Eğitimle güçlendirilmiş POCUS'un tanısal algoritmaya entegrasyonu güvenilir ve faydalı bir yöntem olacaktır. Stiloid çap farkı tanısal katkı sunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Distal ön kol travması, yatak başı ultrasonografi (POCUS), ön kol çap farkı, pediatrik travma, acil servis



ABSTRACT

Diagnostic Accuracy of Bedside Ultrasound in Children Presenting to the Emergency Department with Distal Forearm Trauma

Introduction: This study aims to evaluate the diagnostic value of point-of-care ultrasonography (POCUS) in assessing forearm trauma in children aged 5–17 years presenting to the emergency department (ED), by comparing it with the conventional radiologic approach and with the injured–uninjured distal forearm diameter difference measurement, thereby contributing to the development of a diagnostic algorithm that reduces radiation exposure.

Materials and Methods: This prospective, single-center, observational, cross-sectional, analytical study was conducted at Istanbul University of Health Sciences Kanuni Sultan Süleyman Training and Research Hospital. Children presenting to the ED with distal forearm trauma, aged ≥ 5 and < 18 years, without obvious deformity, were included. All patients first underwent bedside ultrasonography, and bilateral distal forearm diameters were measured and recorded. Based on the data obtained at the end of the ED course, diagnostic accuracy, sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values were calculated.

Results: A total of 146 pediatric cases (51.4% female; mean age 10.68 ± 3.3 years) were analyzed. Imaging showed fractures on plain radiography in 78.1% ($n=114$) and in the final diagnosis in 72.6% ($n=106$). On ultrasonography, periosteal disruption was present in 57.5% ($n=84$), showing a strong association with fractures on radiography (McNemar $p < 0.001$; $\kappa = 0.551$) and a significant association with the final diagnosis ($p < 0.001$; $\kappa = 0.471$); 91.6% of cases with loss of periosteal continuity had a fracture. Computed tomography (CT) was ordered in only 21 (14.4%) patients and confirmed fractures in 9. Diagnostic performance relative to the final diagnosis was as follows: for ultrasonography, accuracy 75%, sensitivity 73%, specificity 83%; for radiography, accuracy 95%, sensitivity 100%, specificity 80%; for CT, all metrics were 100%. The ROC-AUC of the styloid diameter difference was 0.496 ($p = 0.937$).

Conclusion: The findings indicate that ultrasonography is reliable when positive, but negative cases should be verified with radiography. Radiography remains the first-line modality, whereas CT, due to radiation in children, should be reserved for

selected, complex cases. Incorporating POCUS—strengthened through training—into the diagnostic algorithm would be a reliable and useful approach. The styloid diameter difference did not provide diagnostic contribution.

Keywords: Distal forearm trauma; point-of-care ultrasonography (POCUS); forearm diameter difference; pediatric trauma; emergency department.



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Travmatik ön kol yaralanmaları, çocukluk çağında sık karşılaşılan acil servise başvuru sebeplerinden biridir. Özellikle 5-17 yaş arası çocuk ve ergenlerde, düşme sonrası gelişen ön kol travmaları acil servise başvuruların önemli bir yüzdesini oluşturmaktadır. Kas-iskelet sistemi yaralanmaları, okul çağındaki çocukların acil servis başvurularının en az %30'unu oluşturmaktadır. Çocuklarda distal ön kol kırıkları, 0–15 yaş grubunda en sık görülen fraktür türü olup, tüm fraktürlerin yaklaşık %29'unu oluşturmaktadır (1). Bu yaş grubunda kemiğin esnek yapısı, henüz kapanmamış olan büyüme plakları, travma sonrası oluşabilecek kırık ve fissürlerin ayırıcı tanısını güçleştirmektedir. Radyolojik görüntüleme, tanı sürecinde sıklıkla başvuru bir araç olmakla birlikte, özellikle pediatrik hastalarda iyonize radyasyona maruziyetin uzun vadeli riskleri halen tartışılmaktadır.

Bilindiği üzere, iyonize radyasyon çocuklarda DNA (Deoksiribonükleik asit) hasarına ve dolayısıyla ilerleyen yaşlarda malignite riskinde artışa neden olabilmektedir. Bu bağlamda, özellikle basit travmalar sonrası ilk değerlendirme sürecinde alternatif, non-invaziv ve radyasyonsuz görüntüleme yöntemlerine yönelmek, modern acil tıbbın etik ve klinik sorumlulukları arasında yer almaktadır. Son yıllarda acil tıp pratiğinde yaygınlaşan yatak başı ultrasonografi (point-of-care ultrasonography - POCUS), hem hızlı uygulanabilirliği hem de güvenilirliği sayesinde ön planda değerlendirilmeye başlanmıştır.

Literatürde, 16 yaşına kadar olan çocukların %25 ila %50'sinin en az bir kez kırık geçirdiği bildirilmektedir. Bu kırıkların en sık görüldüğü bölge distal ön koldur ve bu lokalizasyona ait yaralanmaların insidansı son yıllarda artış göstermektedir. Bu artışın doğal bir sonucu olarak, yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde distal ön kol kırıklarıyla ilişkili yıllık sağlık harcamalarının 2 milyar Amerikan dolarını aştığı belirtilmektedir. Bu maliyetin büyük bir bölümünü, tanı amacıyla istenen radyografik görüntülemeler oluşturmaktadır (2).

POCUS, çocuklarda üst ekstremité kırıklarının tanısında özellikle distal ön kol kırıkları açısından güvenilir ve radyasyon içermeyen bir görüntüleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır (3). Literatürde, çocuklarda üst ekstremité kırıklarının tanısında POCUS'un yüksek doğruluğa sahip bir yöntem olduğu bildirilmiştir (4,5). Ancak, söz

konusu çalışmaların bir kısmında belirgin angülasyonu bulunan olguların da dâhil edilmiş olması, yöntemin tanısal performansının olduğundan daha yüksek tahmin edilmesine neden olmuş olabilir.

POCUS'un ön kol kırıklarının tanısında kullanılabilirliğine ilişkin yapılan çalışmalar umut verici sonuçlar sunmuştur. Özellikle distal radius ve ulna bölgesine yönelik yapılan ultrasonografik incelemelerde kortikal süreksizliklerin ve periostal düzensizliklerin tespit edilebildiği, kırık tanısında yüksek duyarlılık ve özgüllükle çalıştığı bildirilmiştir (4). Bununla birlikte, bu yöntemlerin sistematik olarak radyografiyle karşılaştırıldığı ve ek ölçümlerle (örneğin ön kol distal çap farkı) desteklendiği çalışmalar sınırlıdır.

Distal ön kol kırıkları, 0–15 yaş arası çocuklarda görülen tüm kırıkların %29'unu oluşturarak en yaygın kırık tipidir. Bu yüksek sıklık, distal ön kol kırıklarını doğru şekilde tespit edebilecek, aynı zamanda radyasyon maruziyetini mümkün olan en düşük düzeye indirecek güvenilir bir tanı yaklaşımının geliştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu bölgeye yönelik POCUS, radyasyon içermeyen, hızlı ve kullanıcı dostu bir görüntüleme alternatifi sunmaktadır. Ayrıca, POCUS uygulaması sırasında çocukların ebeveynlerinin yanında kalabilmesi, radyasyon güvenliği nedeniyle gerekli olan hasta-ebeveyn ayrılmasının önüne geçilmesini sağlar. Wrist-POCUS (el bileğine uygulanan POCUS), çocuklar tarafından radyografiye kıyasla daha az ağrılı ve daha iyi tolere edilen bir görüntüleme yöntemidir (1). Bunun yanı sıra, POCUS sırasında ekstremitte pozisyonlaması gereksiniminin ortadan kalkması, çocuklar açısından daha az rahatsız edici bir deneyim sunabilir (6).

Bu çalışmada amaçlanan, 5-17 yaş arası çocuklarda ön kol travması sonrası fraktür tanısı için kullanılan klasik radyolojik yaklaşımın yerine, POCUS ve travmatize taraf ile sağlam taraf arasındaki distal çap farkı ölçümlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Bu sayede, tanı sürecinde radyasyon maruziyetini azaltabilecek bir algoritma geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.ÖN KOL ANATOMİSİ-EL BİLEĞİ ANATOMİSİ

Ön kol, dirsek ile el bileği arasında yer alan ve radius ile ulna olmak üzere iki uzun kemikten oluşan bir anatomik bölgedir. Bu kemikler; üst ekstremitenin hareket kabiliyeti, kavrama fonksiyonları ve stabilitesi açısından temel bir rol oynar. Radius, ön kolun lateral kısmında yer alırken, ulna medial tarafta bulunur. Radius'un proksimal ucunda humerusun kapitulum'u ile eklem yapan baş kısmı yer alır ve distal ucu el bileği eklemine bir parçasını oluşturur. Radiusun distal ucu, el bileğindeki skafoid ve lunat kemiklerle eklem yaparak elin ve bileğin fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon ve addüksiyonuna olanak tanır (7). Ulna ise proksimalde olekranon çıkıntısı ile humerusun trochlea'sı ile eklemleşirken, distal ucunda el bileği eklemine doğrudan katılmaksızın radius ile artikülasyon sağlar. Bu iki kemik arasındaki hareketler, ön kolun pronasyon ve supinasyon yeteneğini mümkün kılar (8). Distal Radioulnar Eklem (DRUJ), distal radius ve ulna bölgeleri arasındaki eklem bütünlüğünü koruyan, ön kolun supinasyon ve pronasyon hareketleri ile anteroposterior translasyonel stabilitesinde kritik rol oynayan bir pivot (döner) eklemdir. DRUJ, hem akut travmalara hem de kronik posttravmatik dejenerasyona yatkındır. Bu eklemi etkileyen durumlar, ciddi düzeyde el bileği ağrısına, işlev kaybına, dejenerasyona ve instabiliteye neden olabilir (9).

Ön kol, dirsek ve el bileği ile eklem yaparak geniş bir hareket açıklığına sahiptir. Dirsek eklemi, humeroulnar bileşke sayesinde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini gerçekleştirir. Radius ve ulna arasındaki proksimal ve distal radioulnar eklemler, pronasyon ve supinasyon hareketlerinden sorumludur. Radius'un el bileği kemikleriyle yaptığı radiokarpal eklem ise elin fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon ve addüksiyon gibi çeşitli hareketlerini mümkün kılar. Distal radius, aksiyel yükün yaklaşık %80'ini taşır. Üç ana eklem yüzeyine sahiptir. Skafid fossa üzerinden skafoid kemiğiyle, Lunat fossa üzerinden lunatum kemiğiyle, Sigmoid çentik (ulnar çentik) üzerinden distal ulna ile artikülasyon yapar. Distal radius, fonksiyonel olarak üç kolona ayrılır: radial, intermediat ve ulnar kolon (10).

Radial Kolon (Radial stiloid + Skafoid fossa): Bu bölgede brachioradialis tendonu, long radiolunate ligament ve radioscapocapitate ligament yer alır. Bu

yapılar, karpusun ulnar yönde kaymasını önler. Aynı zamanda karpusu radius üzerine doğru sabitleyerek, skafoid ve lunat fossaları boyunca yükün dengeli şekilde dağılmasını sağlar. El bileğinin ulnar deviasyonu sırasında yük taşıyan bir destek görevi görür.

İntermediat Kolon (Lunata fossa): Karpustan ön kola doğru yük iletiminden sorumlu olan ana bölümdür.

Ulnar Kolon (TFCC + Distal ulna): TFCC ve distal ulna bu kolonu oluşturur. Distal radioulnar eklemin (DRUJ) stabilitesini sağlar ve ön kolun pronasyon-supinasyon hareketlerinde önemli rol oynar (10). TFCC, distal radioulnar eklemin (DRUJ) en önemli pasif stabilizatörüdür (11).

Kas yapısı açısından ön kol, işlevlerine göre volar ve dorsal olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Volar yüzde yer alan kaslar, fleksiyon ve pronasyon hareketlerinden sorumludur ve çoğunlukla median sinir tarafından innerve edilir. Dorsal yüzde bulunan kaslar ise ekstansiyon ve supinasyon hareketlerinden sorumludur ve genellikle radial sinir tarafından innerve edilir (10).

Ön kolun arteriyel beslenmesi brakial arterin iki terminal dalı olan radial ve ulnar arterlerle sağlanır. Bu arterler, el bileği düzeyinde yüzeysel ve derin palmar arklar aracılığıyla elin damar ağına katkıda bulunur. Venöz dönüş ise yüzeysel sistemde vena cephalica ve vena basilica, derin sistemde ise vena radialis ve vena ulnaris aracılığıyla gerçekleşir.

Sinirsel innervasyon açısından ön kol, üç temel sinir tarafından kontrol edilir. Median sinir, ön grup fleksör kasların büyük kısmını innerve ederken, ulnar sinir flexor carpi ulnaris ve flexor digitorum profundus'un medial kısmını innerve eder. Radial sinir ise arka grup ekstansör kasların tamamını innerve eder. Bu sinirlerin yaralanması ya da basıya uğraması, özellikle ön kol kırıkları sonrasında motor ve duyu fonksiyon kayıplarına yol açabilir.

Ön kolun distalinde, radius ve ulna kemikleri el bileği (karpal) kemikleri ile eklemlenerek elin proksimal kısmıyla yapısal bütünlüğü sağlar. El bileği bölgesi, karmaşık yapısıyla hem stabilize hem de ince motor hareketler açısından büyük öneme sahiptir. Anatomik olarak el bileği, radius'un distal ucu ve ulna'nın distalinde bulunan küçük çıkıntısı olan processus styloideus ulnaris ile başlar ve proksimal sıra karpal kemiklerle devam eder. Bu bölgede esas olarak radius, skafoid ve lunatum

kemikleriyle artikülasyon yaparak radiokarpal eklemi oluşturur. Ulna, doğrudan karpal kemiklerle eklemleşmez; onun yerine bu bölgede TFCC adı verilen yapılar aracılığıyla eklemleşmeye katkı sağlar. TFCC hem yük aktarımını düzenler hem de el bileği stabilitesine katkıda bulunur.

El bileği, sekiz küçük karpal kemikten oluşur. Bu kemikler, iki sıra halinde dizilmiştir: proksimal sıra ve distal sıra. Proksimal sırada skafoid, lunatum, triquetrum ve pisiform; distal sırada ise trapezium, trapezoid, kapitatum ve hamatum yer alır. Bu kemikler arasında çok sayıda küçük eklem bulunur ve bu yapılar birlikte oldukça geniş ve kontrollü bir hareket yelpazesi sağlar. El bileği, fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon (başparmak yönüne hareket) ve ulnar deviasyon (serçe parmak yönüne hareket) gibi çok yönlü hareketlere olanak tanır. Bu hareket kabiliyeti sayesinde el, nesnelere erişim ve kavrama gibi karmaşık fonksiyonları gerçekleştirebilir.

Karpal kemiklerin etrafı ligamentler, tendonlar, sinirler ve damarlarla çevrilidir. Özellikle el bileğinin palmar (ön) yüzeyinde geçen fleksör tendonlar, fleksör retinakulum altında karpal tünel adı verilen dar bir kanaldan geçer. Bu yapılar arasında median sinir de yer alır ve elin duyu-motor fonksiyonları açısından kritik öneme sahiptir. Dorsal yüzeyde ise ekstansör tendonlar ekstansör retinakulum altında ilerler. Ayrıca el bileğinde, radial ve ulnar arterlerin dallarıyla beslenen zengin bir damar ağı mevcuttur.

2.2.ÜST EKSTREMİTE TRAVMALARI

Üst ekstremitte kırıkları arasında en sık görülenler radius ve ulna kırıklarıdır; bu kırıkların da distal yerleşimli olanları, proksimallere kıyasla daha yaygındır. En sık travma mekanizması, elde destek alma sonucu düşme (fall on outstretched hand - FOOSH) olarak tanımlanır. Tanı genellikle radyografi veya ultrasonografi (USG) ile doğrulanabilir. Ancak ilk görüntülemeye kırık saptanmasa bile klinik şüphe devam ediyorsa, hasta atel ile tespit edilmeli ve 7–14 gün içinde tekrar radyografi çekilmelidir. Yer değiştirmemiş veya minimal yer değiştirmiş distal radius kırıkları, başlangıçta şeker maşası ateli (sugar-tong splint) ile tespit edilmeli ve ardından en az üç hafta süreyle kısa kol alçısı uygulanmalıdır. Ancak bu tür kırıklar, median sinir hasarı gibi komplikasyonlarla birlikte seyredebilir. İzole ulna cisim kırıkları, genellikle ön kola doğrudan darbe sonucu oluşur ve bu tür yaralanmalar halk arasında “nightstick kırığı”

(cop kırığı) olarak da bilinir. Yer değiştirme ve açılanma derecesine bağlı olarak atel ile tespit ya da cerrahi müdahale gerekebilir. Ulna ve radiusu birlikte içeren kırıklar ise çoğu zaman cerrahi tedavi gerektirir. Radial baş kırıkları, ilk görüntülemeye her zaman belirgin olmayabilir; bu nedenle, travma sonrası dirsek ekstansiyonunda ve supinasyonda kısıtlılık varlığında bu kırık akla gelmelidir. Tedavi yaklaşımı, kırığın özelliklerine göre Mason sınıflamasına göre belirlenir. Radius ve ulna kırıkları için en yaygın travma mekanizması, genellikle el bileği ekstansiyonda iken, elde destek alma şeklinde gelişen düşmelere bağlı olarak meydana gelen ani aksiyel yüklenmedir (12).

Amerika Birleşik Devletleri'nde acil servis başvurularının %36,5'ini üst ekstremitte yaralanmaları oluşturmaktadır. 2012 ile 2021 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki 100 farklı acil servise başvuran ve üst ekstremitte travması nedeniyle değerlendirilen kişi sayısı yaklaşık 39.160.365 olarak tahmin edilmiştir. Bu sayı, tüm acil servis başvurularının %28,8'ini oluşturmaktadır. Başvuranların 12.662.041'i (%32,3) pediatrik yaş grubundadır. Başvuruların %4,6'sında hastane yatışı gerçekteşmiştir. Acil servise en sık başvuru tanısı laserasyon (%24,9) iken, hastaneye yatışa en sık neden olan tanı kırık (%49,7) olarak saptanmıştır. Yaralanmaların büyük kısmı ön kol bölgesini (%19,9) kapsamaktadır. Yaralanma ile ilişkili en sık tüketici ürün grubu, merdivenler, rampalar, sahanlıklar ve zeminler (%28,5) olmuştur. Bu gruptaki 445.644 hastanın %96,4'ü (429.435 kişi) erişkin bireylerden oluşmaktadır. Pediatrik popülasyonda ise en sık ilişkilendirilen yaralanma nedeni oyun parkı ekipmanları (%23,6) olup, bunların %53,7'si maymun çubuğu (monkey bars) ve tırmanma ekipmanlarına bağlı gelişmiştir. Kırıklar, en sık yatış tanısı iken; ön kol, en sık etkilenen anatomik bölge olarak öne çıkmaktadır (13).

Amerika Birleşik Devletleri'nin Meksika ile sınırına inşa edilen duvarın ardından sınıra yakın bir birinci seviye travma merkezine yapılan başvurularda duvar inşasından öncesine göre 5 kat artış görülmüş olup bu artışı takiben bu hastaların tanı ve tedavi süreçlerinde yapılan tetkiklerle hastane masraflarında da 23 kat kadar artış olduğu sonucuna varılmıştır. Başvurular incelendiğinde radius kırıkları hem duvar öncesi hem duvar sonrası dönemde en sık görülen üst ekstremitte kırığı olarak saptanmıştır ve tüm üst ekstremitte kırıklarının yaklaşık üçte birini oluşturduğu sonucu çıkmıştır (14).

2.3.ÇOCUKLARDAKİ FRAKTÜRLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Çocukların kemikleri, fizyolojik, anatomik ve biyomekanik özellikleri sebebiyle yetişkinlerden bazı açılardan farklılık gösterir. Çocuklarda, epifiz (büyüme plakları) ve apofiz(büyüme merkezleri) bulunmaktadır. Büyüme plakları, kemiklerin uzunlamasına büyümesine katkı sağlarken, apofizler bölgesel büyüme ile kas tendonları gibi yapıların kemiklere yapışma yüzeyini sağlar. Yetişkinlerden farklı olarak, gelişmekte olan dokuların varlığı, kırık tedavisini hem olumlu hem de olumsuz yönde etkiler (15). Çocuk kemikleri, yetişkinlere göre daha az mineral içerir, daha zengin damarsal yapıya sahip ve elastik modülü daha az olan, daha kalın periostla kaplıdır. Bu esneklik, plastik deformasyona yol açabilir ki bu durum çocuklarda daha sık görülür, ancak erişkinlerde de zaman zaman bildirilir (16).

Teorikte, uzun kemiklerin tamamında görülebilecek olsa da klinik uygulamada en sık ön kol kırıklarıyla karşılaşılır. Çocuklarda, yeniden şekillenmeyle bile olsa 20 dereceden fazla açılanmaların redüksiyonu sağlanmalıdır (4).

Periostun kalın olması ve plastik deformasyon benzeri faktörler; torus ve yaş ağaç kırığı gibi çocukluk çağına özel kırık tiplerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Torus kırıkları genellikle diafiz-metafiz bölgelerinde meydana gelen bükülme tarzı kırıklardır. Yaş ağaç fraktürlerinde ise korteks, sıkıştırıcı kuvvetlere maruz kalarak plastik şekil bozukluğuna uğrar, diğer korteks ise gerdirici kuvvetlere maruz kalarak tamamen kırılır. Literatürde, yaş ağaç fraktürlerinde bu tek korteks kırılmalarında, karşı korteks kırılmasını savunan yayınlar olduğu gibi kısmi kırığın tam kırığa dönüşmesinin gerekmediğini belirten yayınlar da bulunur (17,18).

Çocuklardaki kırıklarda görülen yapısal değişiklikler, kırık iyileşme sürecini olumlu yönde etkileyerek genel olarak erişkinlerden daha olumlu sonuçlar doğurur. Çocuk fraktürleri çoğunlukla daha hızlı iyileşir ve yeniden şekillenme yeteneğine sahiptir. Remodelleme (yeniden şekillenme) yeteneği, çocukların kalan büyüme potansiyeli (kemik yaşı), kırığın fizyolojik yakınlığı ve fiziksel büyüme yeteneği gibi faktörlere bağlı olmaktadır. Büyüme potansiyeli arttıkça, yeniden şekillenme yeteneği de artar (17,18).

2.3.1.Çocuklarda Ön Kol Fraktürleri

Ön kolun distal radius (DR) bölgesini içeren kırıklar, en sık karşılaşılan kırık türleri arasındadır. Hayat süresinin uzamasıyla birlikte radius kırıklarının insidansı artmakta ve bu da bu tür yaralanmalar açısından risk altında olan hasta popülasyonunun büyümesine neden olmaktadır. Distal radius kırıkları, esas olarak çocuklar/adölesanlar ve yaşlı bireylerde görülmektedir (19).

Distal radius kırıkları, ön kola yönelik herhangi bir travma sonucunda gelişebilir. İzole distal radius (DR) kırıkları genellikle şu kırık tiplerini içerir: Smith, Colles, Torus/Buckle, Greenstick, Die-punch ve izole radius cisim kırıkları (20). Bu kırıklar en sık olarak, yere kol açık ve el ekstansiyonda düşme şeklinde tanımlanan FOOSH mekanizmasıyla meydana gelir (19). Yaşlı bireylerdeki DR kırıkları, çoğunlukla ayakta durur pozisyonunda ya da oturur durumdayken düşük enerjili düşmeler sonucu oluşur (21,22). Bu kırıklar genellikle parçalı (komminüte) ve eklem içi (intraartiküler) özellik taşır ve çoğu zaman klasik kırık sınıflamalarının dışında kalır (19). Çocuklar ve adölesanlarda izole DR kırıkları, daha çok oyun alanlarında ya da spor aktiviteleri sırasında meydana gelen yüksek enerjili düşmeler sonucunda gelişmektedir (23). Bununla birlikte, DR kırıkları daha karmaşık yaralanma paternlerinin bir parçası olarak da görülebilir. Bu tür örnekler arasında Galeazzi kırık-çıkığı, her iki ön kol kemiğini içeren kırıklar, radius stiloid kırığı, Barton ve Chauffeur kırıkları yer alır. Bu kırıklarda etiopatogenez, izole DR kırıklarına kıyasla daha karmaşık veya atipik mekanizmalarla ilişkilidir (19).

Distal radius kırıklarının artışını tek bir nedene atfetmek zordur. Ancak genel görüşe göre bu durumun başlıca nedenleri şunlardır: Çocukluk çağı obezitesinde artış, osteoporoz gibi komorbiditelerle birlikte yaşam süresinin uzaması, organize spor faaliyetlerine katılımın artmasıyla çocukluk çağı travmalarının çoğalması, sağlık hizmetlerine erişimin kolaylaşması sonucu, gerçek insidans sabit kalmasına rağmen, tanı konulan vaka sayısının görünürde artması (19).

Distal radius kırıkları her yaşta görülebilmekle birlikte, yaş ve cinsiyete göre bimodal bir dağılım sergiler. En sık görüldüğü iki yaş grubu: 18 yaş altı çocuklar,50 yaş üstü erişkinlerdir (24).

Çocuklarda DR kırıklarının en sık görüldüğü yaş aralığı, erkeklerde 12–14 yaş, kızlarda ise 10–12 yaş olarak bildirilmektedir. Bu dönemler, pubertal büyüme

ataklarına denk gelmektedir. Bu büyüme evrelerinde, kemiklerin boyca uzama hızı, mineralizasyon hızını geçtiği için kemik yapısı geçici olarak zayıflar ve minör travmalarda bile kırık riski artar. Ryan ve arkadaşlarının retrospektif çalışmasında, çocuklardaki DR kırıklarının %64'ünün erkeklerde ve çoğunlukla ilkbahar aylarında görüldüğü belirtilmiştir. En sık görülen travma mekanizması ise düşme olarak tanımlanmıştır (19).

Daha büyük adölesan sporcularda da DR kırıkları görülebilmekle birlikte, bu bireylerin kemik yapısı daha güçlü olduğundan, oluşan kırıklar genellikle daha yüksek enerjili travmalarla ilişkilidir. Ayrıca, çocuk yaş grubunda radius cisim kırıklarının yerleşim yeri, yaş arttıkça daha distale kayma eğilimindedir (23).

Distal radius kırığı terimi, el bileğine yakın olan radius kırıklarını tanımlamak için kullanılan genel bir ifadedir.

2.3.1.1.Colles, Smith, İzole Radius Cisim Kırığı ve Her İki Kemiği İçeren Kırıklar (Both Bone Fractures):

Colles kırığı, erişkinlerde en sık görülen distal radius kırığıdır. Adını, bu yaralanma paternini 1814 yılında ilk kez tanımlayan İrlandalı cerrah Dr. Abraham Colles'dan alır. FOOSH mekanizması ile oluşur. Kırık, el bileği ekleminde yaklaşık 1,5 inç (yaklaşık 3,8 cm) proksimalde, metafiz düzeyinde meydana gelir. Distal fragmanda dorsal angüstasyon ve deplasman görülür. Radyografide karakteristik olarak "çatal şeklinde" deformite (dinner-fork deformitesi) izlenir.

Smith kırığı, Colles kırığının neredeyse tersidir ve genellikle "ters Colles kırığı" olarak adlandırılır. Genellikle avuç içi üzerine düşme veya el sırtına direkt travma ile oluşur. Bu kırıkta distal fragman volar yöne angüle olur ve radyografide "bahçıvan küreği" deformitesi (garden-spade deformitesi) görülür.

İzole radius cisim kırıkları, radius boyunca herhangi bir seviyede meydana gelebilir. Özellikle distal üçte bir kırıklarının mekanizması Colles ve Smith kırıklarına benzerdir ve tedavi yaklaşımları da benzerlik gösterir.

Her iki kemiği içeren ön kol kırıkları, özellikle çocuklarda yaygındır. Genellikle yüksekten düşme sonucu oluşur. Radius ve ulna birlikte etkilenir, fakat çoğu zaman kırık distal radiusu da kapsar. Bu yaralanma paterninde açık kırık oranı oldukça yüksektir.

2.3.1.2. Chauffeur (Radial Stiloid) Kırığı:

Chauffeur kırığı, radius'un radial stiloidini içeren intraartiküler bir kırık türüdür. Kırık fragmanı değişken büyüklükte olabilir. Mekanizma genellikle FOOSH olup, el bileğinin dorsifleksiyon ve abduksiyon pozisyonunda olması, skafoidin radial stiloide çarpmasına neden olur. Küçük avulsiyonlar klinik olarak önemsiz gibi görünse de, sıklıkla radioscafokapitat ve diğer bağların yırtılmasıyla birlikte gelir. Bu durum, lünat çıkığı ve skafo-lünat instabilitesi gibi komplikasyonlara yol açabilir.

Bu kırığın adı, eski araçlarda motoru çalıştırmak için kullanılan kolun ters yönde dönüp el bileğine çarpması sonucu oluşan yaralanmalardan gelmektedir (20,22).

2.3.1.3. Die-Punch Kırığı:

Die-punch kırığı, radius'un lunat fasetini içeren intraartiküler bir kırık türüdür. Lunat faset, distal radiusun üç eklem yüzeyinden biridir ve ulna ile skafoid fasetleri arasında yer alır. Radius ile lunatum arasında bağlantı sağlar. Bu kırık genellikle lunat kemiğe yönelik aksiyel yüklenme sonucu, lunat fasetin radiusa “yumruk gibi” çarpması ile oluşur. Die-punch kırığı izole olabilir, ancak sıklıkla ek yaralanmalarla birlikte gelir (19,20).

2.3.1.4. Galeazzi Kırık-Çıkığı:

Galeazzi kırık-çıkığı, radius'un distal üçte birinde kırık ile birlikte distal radioulnar eklem (DRUJ) çıkığının birlikte bulunduğu özel bir yaralanma paternidir. Genellikle FOOSH mekanizması ile oluşur. Nadir görülür ve DRUJ instabilitesi klinik olarak kolayca gözden kaçabilir. DRUJ çıkığı, ulna'nın deplasman yönüne göre sınıflandırılır. Örneğin, ulna volara doğru yer değiştirmişse, bu yaralanma “Volar Galeazzi” olarak adlandırılır (19,20).

2.3.1.5. Barton Kırığı:

Barton kırığı, distal radiusun eklem kenarını (rim) içeren intraartiküler bir kırık olup, dorsal veya volar olabilir. Dorsal Barton kırıkları daha yaygındır ve genellikle zorlayıcı dorsifleksiyon ve pronasyon ile meydana gelir. Volar Barton kırıkları ise supinasyonda avuç içi üzerine düşme ile oluşur (19,20).

Her iki durumda da radiokarpal bağlarda yırtılma ve eklem kenarından avülsiyon kırığı gelişir. Kırık fragmanı, kırığın yönüne göre dorsale veya volara doğru yer değiştirir. Bu kırıklar genellikle instabildir ve sıklıkla karpal kemiklerin çıkığıyla birlikte (20,22).

2.3.1.6.Greenstick ve Torus/Buckle Kırıkları:

Greenstick ve Torus (buckle) kırıkları, tam olmayan kırıklardır ve özellikle çocukluk çağında görülür. Çocuk kemikleri yetişkinlere kıyasla daha az mineralize olduğu için eğilerek kırılabilir.

Torus kırıkları, genellikle aksiyel yüklenme sonucu oluşur. Korteks ve periostta buckling (kabuklaşma/bükülme) görülür, belirgin kırık hattı yoktur. Deformite genellikle minimaldir ve kemik yapılar (periost ve korteks) büyük ölçüde korunmuştur.

Greenstick kırıkları, eğilme kuvveti ile oluşur. Kemik bir tarafında (konkav) sağlam kalırken, diğer tarafında (konveks) kırık meydana gelir. Bu kırıklar çocuklarda çok yaygındır ve ne yazık ki sıklıkla gözden kaçırılır (19,20).

2.3.1.7.Salter-Harris Tip Kırıkları:

Salter-Harris kırığı, epifiz plağını (büyüme kırıkdağını) içeren bir pediatrik kırık türüdür. Teorik olarak herhangi bir büyüme plağı olan kemikte görülebilir ancak en sık distal radius'ta karşımıza çıkar.

Salter-Harris sınıflaması, 1963 yılında Dr. William Harris ve Dr. Robert Salter tarafından geliştirilmiş olup, epifiz plağı kırıkları için en sık kullanılan sistemdir. Tip I–IX olarak sınıflandırılrsa da, klinik uygulamada en sık Tip I–V kullanılır:

Tip I: Kırık yalnızca epifiz plağından geçer.

Tip II: Kırık epifiz plağını ve metafizi içerir.

Tip III: Kırık epifiz plağını ve epifizin kendisini içerir.

Tip IV: Kırık metafiz, epifiz ve epifiz plağını birlikte içerir.

Tip V: Epifiz plağının direkt sıkışma (kompresyon) kırığıdır.

Her tip, farklı prognoz ve tedavi gerektirir (23,25,26).

2.4.GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Ön kol travmalarının değerlendirilmesinde, tanısal yaklaşımın temelini ayrıntılı anamnez alınması ve sistematik fizik muayene oluşturur. Bu ilk klinik değerlendirmeyi takiben, tanının doğrulanması ve olası yapısal hasarların belirlenmesi amacıyla görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır. Başlangıç aşamasında tercih edilen temel görüntüleme yöntemi radyografi olmakla birlikte, daha detaylı anatomik ve patolojik inceleme gerektiren olgularda bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ultrasonografi (USG) gibi ileri düzey görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır (27).

2.4.1.Ultrasonografi

2.4.1.1.Temel Prensipler:

Ultrasonografi, yüksek frekanslı ses dalgalarının kullanıldığı, iyonize edici radyasyon içermeyen bir tıbbi görüntüleme yöntemidir. Bu ses dalgaları, insan işitme sınırının üzerinde bir frekansa sahiptir ve vücut dokularına yönlendirilerek iç yapıların incelenmesini mümkün kılar. Ses dalgaları vücut içerisinden geçerken çeşitli dokularla etkileşime girerek zayıflar, dağılır ve yansyarak arayüzlerde eko sinyalleri oluşturur. Bu yansımalar, görüntü üretiminde temel bilgi kaynağını oluşturur (28).

Ultrasonik dalgalar, piezoelektrik özellik gösteren transdüserler aracılığıyla üretilir. Bu transdüserler, elektriksel enerjiyi mekanik titreşimlere (ses dalgalarına) dönüştürür ve aynı zamanda vücuttan yansıyan ses dalgalarını algılayarak tekrar elektrik sinyallerine çevirir. Böylece hem verici hem de alıcı işlevi görürler. Transdüserin ürettiği ses dalgaları, belirli bir yönde ilerleyerek doku yapılarıyla karşılaştığında geri yansır; bu yansıyan sinyaller analiz edilerek gerçek zamanlı ultrason görüntüleri elde edilir. Ayrıca, Doppler prensibinin kullanımı sayesinde damar içi akım ve doku hareketleri de değerlendirilebilir, bu da özellikle kardiyovasküler sistem görüntülemelerinde tanısal değeri artırır(29).

2.4.1.2.Ultrasonografik Görüntüleme Modları:

A-Mod (Amplitüd Modu): A-mod, ultrasonografide kullanılan en basit görüntüleme yöntemlerinden biridir. Bu teknikte, dokulardan yansıyan ses dalgaları, yatay ekseninde mesafe (derinlik) ve dikey ekseninde amplitüdün (yoğunluk) gösterildiği

çizgisel bir grafik formatına dönüştürülür. Geri dönen ses dalgalarının amplitüdü, grafikte oluşan tepelerin yüksekliğiyle orantılı olup, bu değerler kantitatif bilgi sağlar. Ancak bu yöntemde anatomik yapıların görsel temsili yer almaz; yalnızca belirli yapıların derinliği ve akustik yoğunluğu hakkında bilgi edinilebilir. A-mod, günümüzde yaygın olarak kullanılsa da, geçmişte özellikle oftalmolojik değerlendirmelerde tercih edilmiştir.

M-Mod (Hareket Modülasyonu): M-mod, hareketli yapıların –özellikle kardiyak yapılar gibi– zaman içindeki pozisyon değişikliklerini izlemek için geliştirilmiştir. Bu yöntemde, tek bir ultrason ışını kullanılarak elde edilen veriler, zaman-pozisyon ekseninde grafiksel olarak kaydedilir. Böylece, örneğin kalp kapakçıklarının ya da miyokardiyal duvarların hareket dinamikleri detaylı biçimde değerlendirilebilir. M-mod, özellikle ekokardiyografide önemli bir yer tutar(29).

B-Mod (Parlaklık Modülasyonu): Günlük klinik pratikte en yaygın kullanılan mod olan B-mod, dokulardan geri dönen yankıların parlaklık seviyesine göre iki boyutlu görüntü oluşturur. Bu modda, yansıyan ses dalgaları ekran üzerinde gri tonlarda noktalar şeklinde temsil edilir; yankının şiddeti arttıkça görüntüdeki nokta daha parlak hale gelir. Bu nedenle B-mod, "gri skala görüntüleme" olarak da adlandırılır.

Ultrason cihazları, görüntü oluşturmak için saniyede yaklaşık 500 ile 3000 arasında ses dalgaları gönderir. Örneğin cihazın saniyede 1000 kez dalga gönderdiği varsayılırsa, her dalgaları 2-3 dalga içerir ve bu dalgaların süresi yaklaşık 5-6 mikrosaniyedir. Dalgalar arasında ise yaklaşık 1 milisaniyelik bekleme süresi bulunur. Bu sürenin yalnızca çok kısa bir kısmı (5-6 μ s) gönderim için kullanılırken, kalan süre (yaklaşık 994 μ s) yankıların algılanması için ayrılır. Bu kısa gönderim ve uzun bekleme periyotları, ardışık verilerin hızlı biçimde işlenmesini sağlayarak gerçek zamanlı görüntüleme imkânı sunar(29).

2.4.1.3. Transducerler:

Lineer dizilimli ultrason transdüserlerinde, birbirine bitişik şekilde yerleştirilmiş küçük piezoelektrik elemanlar, belirli bir sırayla elektriksel olarak uyarılarak düzlemsel bir ultrason demeti oluşturur. Bu demet yardımıyla, görüntüleme alanı yüzeyden derine doğru çizgisel olarak taranır. Geri dönen yankılar, elektronik

olarak toplanır ve amplifiye edilerek görüntü elde edilir. Bu teknolojide kullanılan elektronik ateşleme sistemi, geleneksel mekanik hareketli parçalara olan gereksinimi ortadan kaldırarak daha hızlı ve dayanıklı bir yapı sunmuştur.

Konveks transdüserlerde ise piezoelektrik elemanlar, konveks bir yüzey boyunca yay şeklinde dizilmiştir. Bu yapı, dar bir yüzeyden başlatılan ses demetinin derine ilerledikçe genişlemesini sağlar. Böylece, küçük cilt teması gerektiren durumlarda bile geniş açılı görüntüleme mümkün hale gelir. Bu prob yapısı, lineer transdüserlerin yüzeysel çözünürlük avantajı ile derin görüntüleme kapasitesinin birleşimini hedeflemektedir.

Bu iki teknolojik yaklaşımın avantajlarını aynı anda barındıran daha gelişmiş bir yapı ise faz dizilimli transdüserlerdir. Bu prob sistemlerinde, her piezoelektrik elemanın önüne entegre edilmiş mikrodevreler aracılığıyla elektronik zamanlama uygulanır. Bu faz farklılıkları sayesinde ses dalgaları belirli bir açıyla yönlendirilebilir ve böylece dar yüzey alanından yayılan ses demetleriyle geniş açılı, konik kesitli bir görüntü elde edilebilir. Bu teknoloji özellikle kardiyak görüntüleme gibi sınırlı temas yüzeyine rağmen derin ve açılı tarama gereken alanlarda büyük avantaj sağlar (29).

2.4.2.Direkt Grafi (X-Ray)

Radyografiler, ayak ve ayak bileği yaralanmalarında kırık varlığını doğrulamak veya dışlamak amacıyla başvurulmuş birincil görüntüleme yöntemidir. Bunun yanı sıra, yabancı cisim, hava ya da gaz birikimi gibi patolojik durumların değerlendirilmesinde; ayrıca eklem aralıklarının ölçülerek olası instabiliteler hakkında bilgi edinilmesinde de önemli bir tanısal araç olarak kullanılmaktadır (30,31).

X-ışınlarının vücut dokularından geçiş özellikleri dokuların yoğunluk ve bileşimine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılık, röntgen filmi üzerine düşen X-ışını miktarında değişikliklere neden olur ve böylece ilgili anatomik yapıların görüntüsü oluşur. Elde edilen görüntü, siyah ile beyaz arasında değişen çeşitli gri tonlarından meydana gelir. Bu yöntemle, vücuttan geçen X-ışınlarının bir dedektör ya da röntgen filmi üzerine yansıtılmasıyla tanısal amaçlı görsel kayıt elde edilir(32). Radyografilerde kullanılan yüksek doz X-ışınına rağmen, bazı patolojik bulguların görüntülenmesi her zaman yeterli düzeyde olmamaktadır. Bu nedenle, görüntü

kalitesinin yetersizliği ya da tanısal belirsizlik durumlarında radyograflerin yaklaşık %5–10 oranında tekrarlanması gerekebilmektedir (33,34).

Ayak bileğinin standart radyografik değerlendirmesi genellikle anteroposterior, lateral ve mortis olmak üzere üç farklı projeksiyondan oluşan görüntüleme serisini içerir. Her ne kadar bu üç yönlü radyografi seti rutin olarak her hastada kullanılmasa da, küçük ve gözden kaçabilecek fraktürlerin saptanma olasılığını artırarak tanısal duyarlılığı yükseltir(35). X-ray'in sınırlı çözünürlük ve yumuşak doku değerlendirme kapasitesi nedeniyle, ayak ve ayak bileği yaralanmalarında ileri görüntüleme yöntemlerinin önemi giderek artmaktadır (36).

2.4.3.Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Her ne kadar radyografi iskelet travmalarında ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak tercih edilse de, BT kemik yapılarının değerlendirilmesinde radyografiye kıyasla daha üstün bir çözünürlük sunar ve radyografik olarak saptanamayan patolojilerin görselleştirilmesinde oldukça etkilidir. Kırık şüphesinin yüksek olduğu ancak X-ray ile kırığın tespit edilemediği durumlarda BT, tanısal doğruluğu artırmak amacıyla endike hale gelir (37).

Tüm bu avantajlarına rağmen, BT'nin kullanımına ilişkin bazı sınırlılıklar da mevcuttur. Bu yöntemin en önemli dezavantajları arasında, yüksek düzeyde radyasyon maruziyeti ile acil servis koşullarında görüntüleme sürecine bağlı olarak uzayan bekleme süreleri yer almaktadır (38,39).

2.4.4.Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Bilgisayarlı tomografi iyonizan radyasyon kullanırken, MRG radyo frekans dalgaları aracılığıyla görüntü elde eder. MRG, özellikle acil durumlarda X-ray, BT ve USG gibi yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda tercih edilmekte; osteonekroz ve avasküler nekroz gibi komplikasyonların erken tanısında önemli bir rol oynamaktadır (40).

Manyetik rezonans görüntüleme yüksek maliyeti ve çekim süresinin görece uzun olması nedeniyle, acil servis koşullarında rutin olarak tercih edilmemektedir. Bu yöntem, genellikle tanının netleşmediği ve kesin tanının tedavi sürecini doğrudan etkileyeceği durumlarda başvuru alan ileri düzey bir görüntüleme aracıdır (34).

2.5.ÖN KOL FRAKTÜRLERİNDE TEDAVİ

Tanısı doğrulanmış tüm distal Radius kırıklarında temel tedavi yaklaşımı, şu üç basamaktan oluşur: Ağrı kontrolü, İmmobilizasyon, Açık kırık ve nörovasküler bütünlük açısından değerlendirme. Duyusal kayıp, motor defisit, nöropati veya gergin ön kol kompartmanları olan hastalarda acil ortopedik konsültasyon gereklidir. Eğer ekstremitede nabız alınamıyorsa, hasta derhal ortopedi tarafından değerlendirilmelidir; ek olarak vasküler cerrahi tarafından da değerlendirme yapılması gerekebilir. Açık kırıklar, her zaman acil ortopedik değerlendirme endikasyonudur. Açık kırıklar, Gustilo-Anderson Sınıflaması ile derecelendirilir ve bu sınıflamaya uygun güncel önerilen antibiyotik rejimleri kullanılır (41).

Ağrı tedavisi, hastanın klinik durumuna göre bireyselleştirilmelidir. Birçok hasta başlangıçta IV morfin veya fentanil gerektirirken, bazı hastalar oral analjeziklerle de yeterli şekilde tedavi edilebilir. Redüksiyon gerektiren kırıklarda, hematoma bloğu veya ultrason eşliğinde sinir bloğu gibi ileri teknikler düşünülebilir. Bu tür olgularda sıklıkla bilinçli sedasyon da uygulanır. Ketamin, bilinçli sedasyon amacıyla yaygın şekilde kullanılır. Pediatrik hastalarda genellikle intranasal fentanil + midazolam kombinasyonu tercih edilir. Kullanılan ajan, analjezi, sedasyon ve amnezi sağlamalıdır (42).

Kapalı redüksiyon, özellikle eklem dışı distal radius kırıklarında sıklıkla birinci basamak tedavidir. Redüksiyonun temel prensibi traksiyon ve karşı traksiyon uygulamasıdır.

Yöntemler; Parmak askıları ile traksiyon sağlanabilir. Alternatif olarak hasta yüz üstü pozisyonda masaya alınır, dirsek fleksiyonda desteklenir, ön kol masa dışına sarkıtılır, bilekten ağırlık asılarak traksiyon sağlanır. Yardımcı kişi el traksiyonu sağlarken hekim karşı traksiyonla manevrayı gerçekleştirebilir. Çakışmalı kırıklarda, fragmanlar manüel olarak ayrılır, angülasyon artırılarak traksiyon sağlanır. Redüksiyon sonrası 3 noktalı kısa veya uzun kol alçısı ya da “şeker maşası (sugar tong)” atel ile stabilizasyon sağlanır (43).

Redüksiyon sonrası grafi ile pozisyonun korunduğu doğrulanmalıdır.

2.5.1.Colles' ve İzole Radius Cisim Kırıkları

Pediyatrik İzole Distal Radius Kırıkları; Çocuklarda bu kırıklar erişkinlere göre genellikle daha “affedici” olup, büyük çoğunluğu cerrahi müdahale olmadan iyileşir.

Eklem dışı kırıklar ve Salter-Harris Tip I–II kırıkları genellikle konservatif yönetimle izlenebilir. Yine de tüm olgular yakın ortopedik takip gerektirir.

Cerrahi endikasyonları, erişkinlerle benzerdir. Radyolojik kabul edilebilirlik kriterleri net olmamakla birlikte, klasik limitler hâlâ yaygın olarak kullanılmaktadır:

10 yaş altı çocuklarda kabul edilebilir sınırlar:

< 30° angülasyon

< 45° rotasyonel deformite

< 1 cm bayonet appozisyon

Bu sınırlar içinde kalan, acil müdahale gerektirmeyen çocuklarda kapalı redüksiyon ve takip yeterli olabilir (44–46).

2.5.2.Distal Radius Kırıklarında Kompleks Durumlar

Kompleks distal radius kırıkları, eklem içi uzanımı olan, bağ yaralanması (özellikle TFCC), distal radioulnar eklem (DRUJ) instabilitesi, karpal kırık veya dislokasyon, volar yer değiştirme, belirgin parçalanma, belirgin açılanma ya da kırık-dislokasyon kombinasyonlarını içerir. Literatürde “instabil distal radius kırığı” için ortak bir tanım bulunmamakla birlikte, genel kanı şudur: Eğer bir kırık redüksiyon gerektiriyorsa, bu durum yalnızca atel uygulanarak tedavi edilemeyecek kadar yer değiştirmiş ve instabil bir kırık olduğunu gösterir. Genellikle şu kırık tipleri bu kapsamdadır: Barton kırığı, Smith kırığı, Chauffeur (radial stiloid) kırığı, Die-punch kırığı, Galeazzi kırık-dislokasyonu, Özellikle DRUJ etkilenimi mevcutsa ve sadece minimal bağ instabilitesi yoksa, genellikle acil cerrahi tedavi gereklidir. Acil serviste bu tip kompleks kırıklarla karşılaşıldığında, mutlaka ortopedi uzmanı ile görüşülmeli, cerrahi gereksinim olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Taburculuk öncesinde, bu kırıklar mümkün olan en iyi şekilde redükte edilmeli ve atellenmeli, böylece yumuşak doku iyileşmesi sağlanmalı ve nörovasküler komplikasyonların önüne geçilmelidir.

2.5.3.Çocukluk Çağında Görülen Tam Olmayan (İnkomplet) Distal Radius Kırıkları

Torus (Buckle) Kırıkları: Genellikle müdahalesiz olarak 3 hafta içinde iyileşir. Hastalar 10–14 gün içinde birinci basamak hekimi tarafından değerlendirilmelidir. Andrews ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, torus kırıklarının sadece yumuşak bandaj ile yönetilebileceği gösterilmiştir; çalışmada hiçbir hastada komplikasyon gelişmemiştir. Ancak, günümüzde hâlâ çoğu klinik uygulamada, torus kırıkları için çıkartılabilir fiberglass ya da cırt cırtlı (Velcro) atel kullanımı önerilmektedir. Bu kırıkların ideal atelleme yöntemi konusunda henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır (47).

Greenstick Kırıkları: Genellikle konservatif olarak tedavi edilir. Yer değiştirmemiş ya da minimal yer değiştirmiş kırıklar atel ile başlanır, ardından kısa kol alçısı uygulanır. Kabul edilebilir açılanma sınırları Tablo-1’de gösterilmiştir. Bu kırıklar genellikle 4–6 hafta süreyle kısa kol alçısıyla tedavi edilir (48).

Tablo 1. Greenstick Kırıklarında Kabul Edilebilir Açılanma Sınırları(48)

Yaş Grubu	Lateral Açılanma	Anterior-Posterior (AP) Açılanma
<5 yaş	≤ 35°	≤ 10°
5-10 yaş	≤ 25°	≤ 10°
>10 yaş	≤ 20°	0° (yani düz olması beklenir)

2.5.4.Distal Radius Büyüme Kırıkdağı (Fizis) Kırıkları

Salter-Harris Kırıkları: Büyüme plağı içeren kırıklar en sık distal radius bölgesinde görülür. Eğer nörovasküler baskı veya eksik redüksiyon yoksa, Salter-Harris Tip I ve II kırıklar kapalı redüksiyon ve alçılama ile tedavi edilebilir. Bu kırıklar eklem dışıdır ve prognozları iyidir. Ancak, redüksiyon sadece bir kez denenmelidir, çünkü tekrar tekrar yapılan redüksiyonlar fizise zarar vererek büyüme durmasına yol açabilir. Yüksek Dereceli Salter-Harris Kırıkları (Tip III–V): Genellikle instabildir ve cerrahi fiksasyon gerektirir. Özellikle Salter-Harris Tip V kırıkları yüksek enerjili travmalar sonrası oluşur ve tanısı kolayca atlanabilir. Tedavi edilmezse fizis kapanması ve kalıcı deformiteler oluşabilir. Tüm büyüme plağı kırıkları en geç 7 gün içinde ortopedist tarafından değerlendirilmelidir. Bu tür kırıklar genellikle 6 hafta içinde iyileşir, ancak fizisin zarar görüp görmediğinin takibi için en az 1 yıl boyunca düzenli radyolojik kontrol yapılmalıdır (25,49).

Basit distal radius kırıkları genellikle iyi iyileşir ve uzun dönem komplikasyonlara yol açmaz. Buna karşın, kompleks kırıkların prognozu değişkendir ve birçok faktöre bağlıdır. Bu kırıklarda yanlış kaynama veya kaynamama oranı daha yüksektir. Eklem hareket açıklığında azalma, Nöropatik ağrı, kompleks bölgesel ağrı sendromu (Complex Regional Pain Syndrome-CRPS), Post-travmatik artrit gibi komplikasyonlar daha sık görülür (50). Distal radius kırıkları sonrası en sık görülen komplikasyonlar şunlardır: karpal tünel sendromu, CRPS, tendinit (51). Primer vasküler yaralanmalar, yalnızca şiddetli travma durumlarında görülebilirken, ikincil ya da gecikmiş vasküler komplikasyonlar nadirdir. Çocuklarda ise: kalıcı büyüme plağı bozulması riski taşır, özellikle ön kol kontraktürleri açısından daha yatkındırlar (26). Birinci basamak ve acil servis hekimleri, komplikasyonları azaltmak adına kaliteli redüksiyon uygulamalı, uygun atelleme yapmalı ve hastayı zamanında ortopediye yönlendirmelidir.

3.MATERYAL VE METHOD

3.1.ETİK ONAY VE HASTA ONAMI

Bu çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüş olup, Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır. Etik kurul onayı, 10.09.2024 tarihinde, KAEK/2024.09.194 karar numarası ile verilmiştir. Tüm uygun hastaların yasal temsilcilerinden bilgilendirilmiş yazılı onam alınmıştır.

Çalışmaya başlarken veya çalışma sırasında herhangi bir kuruluştan destek alınmamıştır. Tez yazma sürecinde herhangi bir çıkar çatışması oluşmamıştır.

3.2.ÇALIŞMA TASARIMI

Bu tek merkezli, prospektif, gözlemsel ve kesitsel çalışma, 1 Ağustos 2024 ile 1 Haziran 2025 tarihleri arasında, Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Tıp Kliniği'nde yürütülmüştür. Çalışma, 3. Basamak hastanenin acil servisine 5-17 yaş arası (5 yaşından gün almış ve 18 yaşından gün almamış hastalar), izole distal ön kol travması ile başvuran hastaları kapsamaktadır.

Çalışmaya alınan hastaların USG uygulamaları en az 3 yıldır acil serviste çalışan temel ve ileri ultrasonografi eğitimlerinin tamamlamış acil tıp asistanı tarafından yapılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet), başvuru şikayetleri, POCUS bulguları, stiloid çap farkı ölçümleri ve klinik seyir (nihai tanı) önceden yapılandırılmış veri toplama formuna kaydedilmiştir.

3.3.ULTRASONOGRAFİK DEĞERLENDİRME

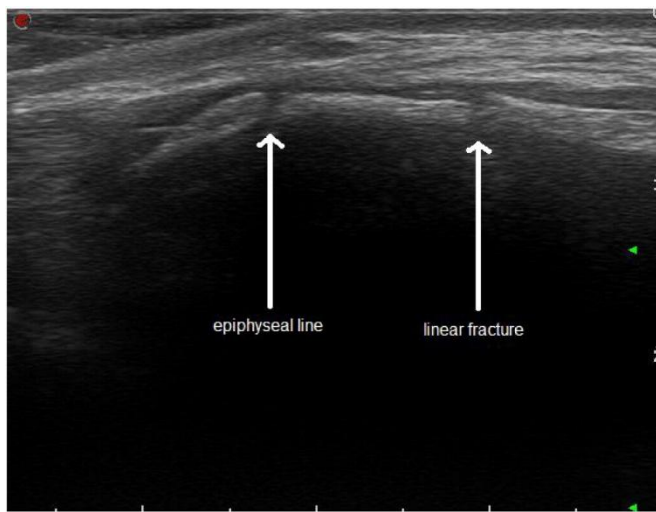
Ultrasonografik ölçümler, uygun hastaların yasal vasilerinden aydınlatılmış onam alınarak, acil servisteki rutin tetkik ve tedavi sürecini aksatmayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm değerlendirmeler, sertifikalı bir acil tıp asistanı tarafından, Samsung Medison HM70 EVO cihazı kullanılarak, ön kol distal bölgesi ve el bileği çevresindeki kemik yapıların fraktür açısından incelenmesini kapsamıştır. Operatör

bağımlılığını en aza indirmek amacıyla, tüm görüntülemeler aynı uygulayıcı tarafından, aynı cihaz ve teknikle yapılmıştır.

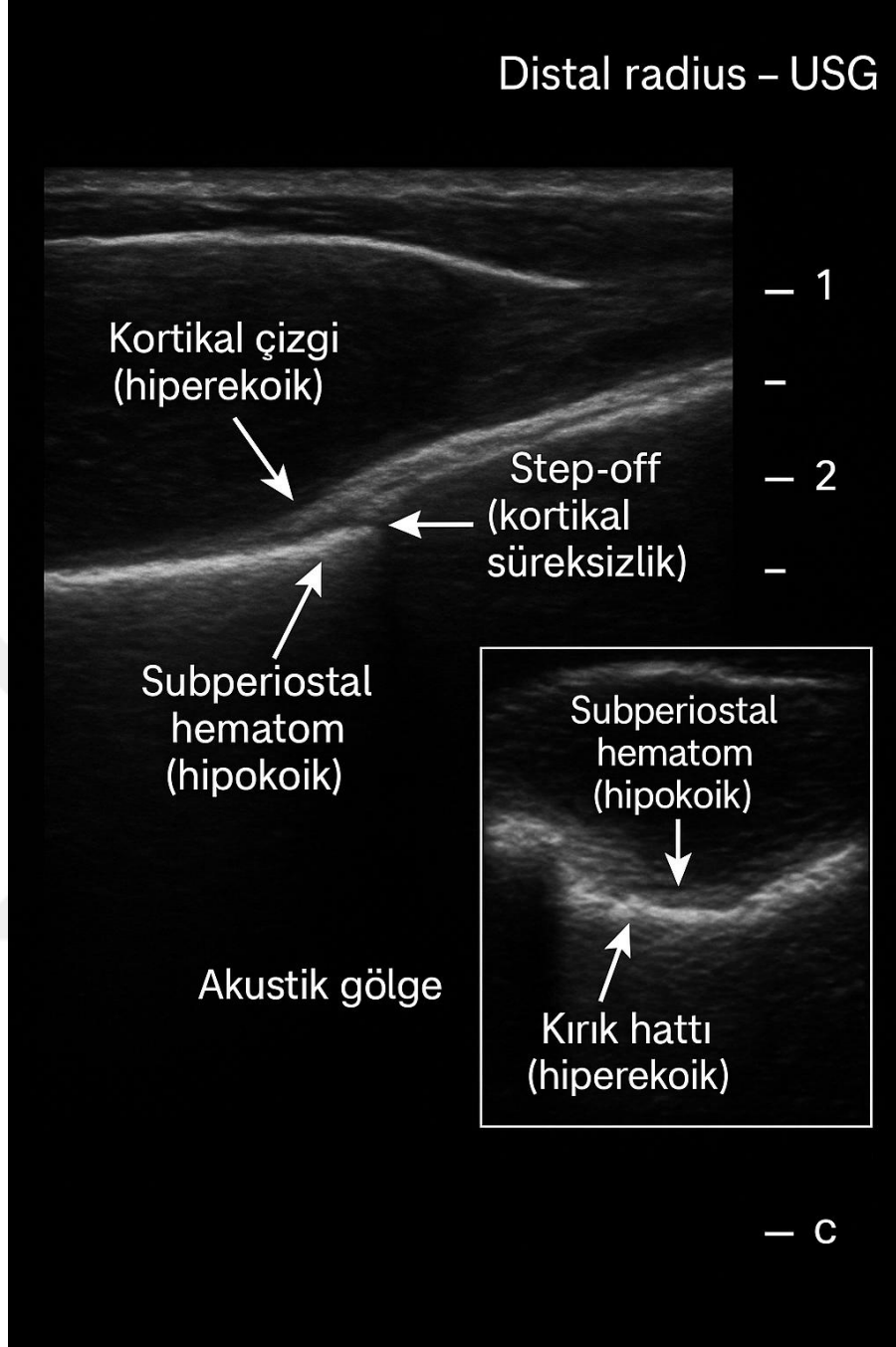
Distal ön kol ve el bileği ultrasonografileri, periferik eklem değerlendirmesine yönelik 12 saatlik teorik ve pratik eğitim programını tamamlayarak en az 25 olguda gözetimli uygulama yapmış bir hekim tarafından gerçekleştirilmiştir.

USG uygulaması sırasında kullanılan cihazın marka ve modeli, kullanılan probun tipi (örneğin lineer yüksek frekanslı prob) ile hastaların muayene pozisyonları sistematik olarak kayıt altına alınmıştır. Görüntüleme esnasında elde edilen veriler, fraktür varlığı açısından değerlendirilmiş ve bulgular ilgili kayıtlara işlenmiştir. USG incelemesinde, yüksek frekanslı lineer prob (5–15 MHz) kullanılmıştır. Hastalar, el bileği eklemi rahatlıkla erişilebilecek şekilde pozisyonlandırılmıştır. Gerekli durumlarda, stabilite bozulmadan ön kol rotasyonları ile görüntüleme kolaylaştırılmıştır. USG değerlendirmesi sırasında, radius, ulna, el bileği kemikleri ile bu kemiklerin eklem yaptığı yüzeyler hedeflenmiştir.

Uzun aks görüntüleme için prob, kemiklerin longitudinal eksenine paralel olacak şekilde yerleştirilmiş; kısa aks görüntüleme için ise kemik eksenine dik konumda tutulmuştur. Hassasiyetin saptandığı bölgelerde, prob doğrudan o noktanın üzerine yerleştirilmiş, kemik korteksinin hiperekoik hattında oluşabilecek kesinti veya düzensizlikler fraktür lehine değerlendirilmiştir. USG’de periost düzensizliğinin görüntüsü şekil-1 ve şekil-2’de örneklenmiştir.



Şekil 1. Epifiz Plağı ve Fraktür Hattının USG Görüntüsü(52)



Şekil 2. USG'de Periost Düzensizliğinin Tespitinin Örneği

3.4.STİLOİD ÇAP FARKI ÖLÇÜMÜ

Stiloid çıkıntı çapı ölçümleri, hastanın el bileği nötral pozisyonda sabitlenmiş halde iken esnek, milimetrik mezura kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm, distal radius ve ulna stiloid çıkıntılarının en belirgin olduğu noktalar arasında gerçekleştirilmiş ve sonuçlar milimetre (mm) cinsinden kaydedilmiştir. Ölçümler, tüm olgularda aynı

araştırmacı tarafından, tek seferde ve standart anatomik referans noktaları kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen değerler olgu formuna not edildi, travmaya uğrayan taraf ile sağlam taraf arasındaki fark “stiloid çap farkı” olarak hesaplanmıştır.

3.5.KLİNİK SONLANIM ÖLÇÜTLERİ

Birincil sonlanım, POCUS’un klinik olarak anlamlı distal radius, ulna veya karpal kırıkları saptamadaki duyarlılığı ve özgülüğüdür.

İkincil sonlanımlar: POCUS, direkt grafi (DG) ve BT’nin tanısal doğruluklarının karşılaştırılması, USG–DG uyumu, şüpheli olgularda ek görüntüleme gereksinimi, yanlış negatif/pozitif oranları ve stiloid çap farkının kırık varlığını öngörmedeki performansı yer almıştır.

3.6.ÇALIşMA POPÜLASYONU VE ÖRNEKLEME

Bu alışma, 1 Ağustos 2024 ile 1 Haziran 2025 tarihleri arasında, Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Tıp Kliniği’ne izole distal ön kol travması ile başvuran, 5-17 yaş arası (5 yaşından gün almış ve 18 yaşından gün almamış) hastalar üzerinden yürütölmüştür.

3.6.1.Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

Dahil edilme kriterleri;

- 5-17 yaş arası hastalar
- şekil deformitesi olmayan hastalar
- İzole üst ekstremite travması olan hastalar
- Gönüllü onam formu ebeveynleri tarafından imzalanan hastalar
- Ultrasonografi yapılabilen hastalar

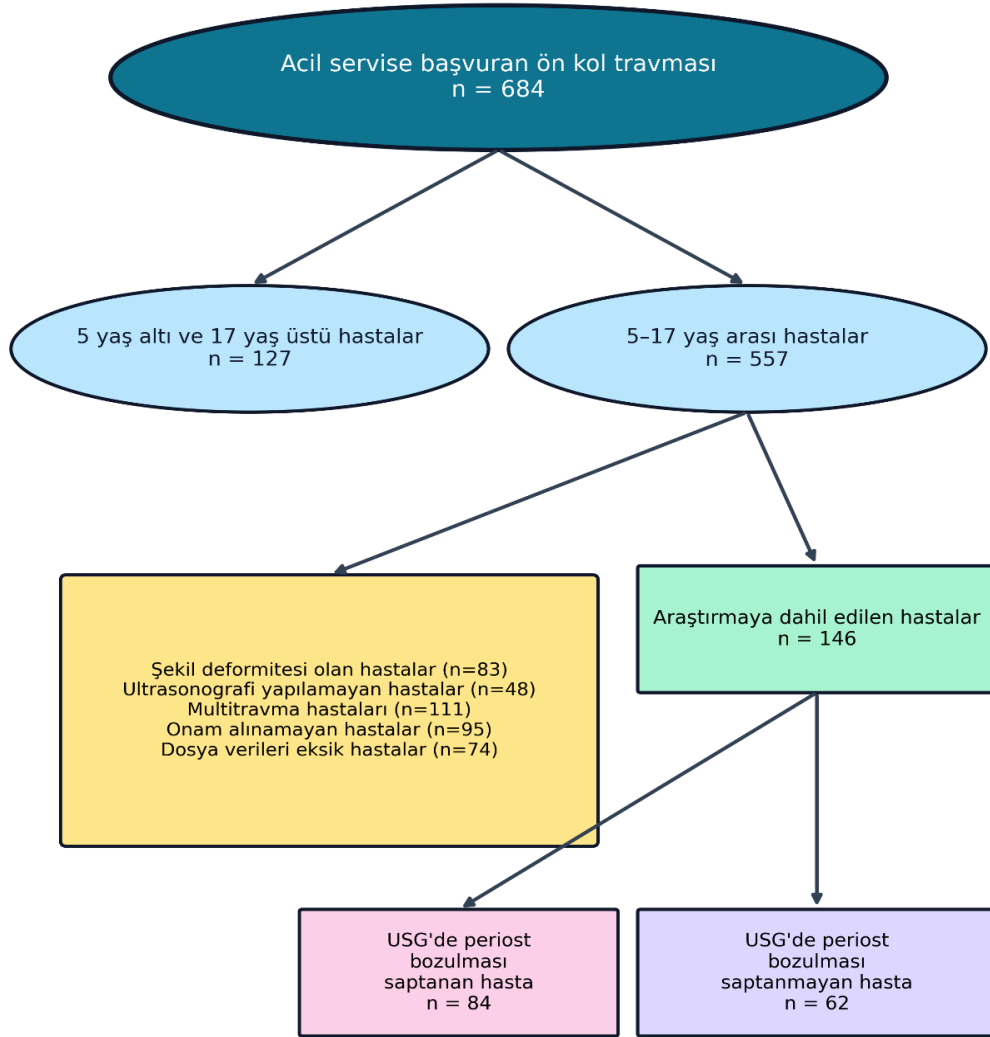
3.6.2.Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

Dahil edilmeme kriterleri;

- 5 yaş altı ve 17 yaş üstü hastalar
- şekil deformitesi olan hastalar
- Ultrasonografi yapılamayan hastalar
- Multitravma hastaları
- Onam alınamayan hastalar

- Dosya ve verilerine ulaşılmayan hastalar
- Klinik sonuçlanma bilgisine ulaşılamayan hastalar

Çalışma süresince acil servise 684 hasta distal ön kol travması ile başvurdu. Bunlardan 5 yaş altı ve 17 yaş üstü hastalar (n=127) , şekil deformitesi olan hastalar (n=83), Ultrasonografi yapılamayan hastalar (n=48), Multitravma hastaları (n=111), Onam alınamayan hastalar (n=95), Dosya verilerine ulaşılmayan ve klinik sonuçlanma bilgisine ulaşılamayan hastalar (n=74) çalışma dışı bırakılmıştır. Böylece, değerlendirilmeye alınan, tüm kriterleri karşılayan ve izlem süreci tamamlanabilen toplam 146 hasta istatistiksel analize dahil edilmiştir. Akış diyagramı Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 3. Hasta Akış Diyagramı

3.7.İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Örneklem büyüklüğü, önceki çalışmaların incelenmesiyle belirlenen etki büyüklüğü (0.43), %5 alfa hatası ve %95 güç düzeyi kullanılarak G*Power 3.1.9.7 programı ile hesaplandı. Buna göre, çalışmanın en az 74 hasta ile yürütülmesi gerektiği belirlendi. İstatistiksel gücü artırmak amacıyla, çalışma süresi boyunca kriterleri karşılayan tüm uygun hastalar çalışmaya dahil edildi.

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde SPSS 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) analiz programı kullanıldı. Kategorik veriler sayı ve yüzde olarak gösterildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile analiz edildi. Normal dağılıma uyan değerler ortalama \pm standart sapma (SS), normal dağılıma uymayan değerler ise ortanca (çeyrekler arası mesafe) şeklinde sunuldu. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi ve Fisher's Exact testi kullanıldı. Tüm istatistiksel analiz yöntemlerinde sonuçlar %95'lik güven aralığında değerlendirildi ve $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

3.8.ARAŞTIRMADAKİ SONLANIM KRİTERLERİ

Yeterli sayıda hasta verisine ulaşıldığında çalışma sonlandırıldı.

4.BULGULAR

Çalışmaya toplam 146 hasta dahil edilmiştir. Katılımcıların %51,4'ü kız (n=75) olup, hastaların yaş ortalaması $10,68 \pm 3,3$ yıl olarak saptanmıştır.

Klinik muayene bulgularına bakıldığında, en sık gözlenen bulgu pronasyonda ağrı (%80,8) iken, bunu dorsal fleksiyonda ağrı (%71,2), Lister tüberkülü palpasyonunda ağrı (%71,9) ve palmar deviasyonda ağrı (%69,9) izlemiştir. Ulnar deviasyonda ağrı hastaların %62,3'ünde, palmar fleksiyonda ağrı ise %52,7'sinde gözlenmiştir. Daha düşük oranlarda olmakla birlikte radial stiloid palpasyonunda ağrı (%52,1) ve aksiyal kompresyonda ağrı (%36,3) tespit edilmiştir. Ulna stiloid palpasyonunda ağrı %34,2 oranında saptanırken, distal radial ödem %26,7, distal ulnar ödem ise sadece %4,1 oranında izlenmiştir. Çalışma popülasyonunda deformite ve enfiye çukuru ödemi bulgularına rastlanmamıştır. İlgili veriler Tablo 2 de sunulmuştur.

Görüntüleme yöntemleri değerlendirildiğinde, direkt grafide kırık saptanan hasta sayısı 114 (%78,1), kesin tanı olarak kırık konulan hasta sayısı 106 (%72,6) olarak belirlenmiştir. Ultrasonografi (USG) ile periost bozulması bulgusu 84 hastada (%57,5) tespit edilmiştir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ise yalnızca 21 hastada (%14,4) istenmiş ve bu hastaların 9'unda (%6,2) kırık doğrulanmıştır. (Tablo 2)

Tablo 2. Demografik, Klinik ve Görüntüleme Bulgularının Dağılımı

Demografik Özellikler	Sayı (n)	Yüzde (%)
Yaş (yıl, ortalama \pm SS)	$10,68 \pm 3,3$	—
Cinsiyet (Kız)	75	51,4
Cinsiyet (Erkek)	71	48,6
Klinik Bulgular		
Ulnar Deviasyonda Ağrı	91	62,3
Palmar Deviasyonda Ağrı	102	69,9
Palmar Fleksiyonda Ağrı	77	52,7
Dorsal Fleksiyonda Ağrı	104	71,2
Distal Radial Ödem	39	26,7
Distal Ulnar Ödem	6	4,1

Enfiye Çukuru Ödem	0	0
Deformite	0	0
Radial Stiloid Palpasyonda Ağrı	76	52,1
Ulna Stiloid Palpasyonda Ağrı	50	34,2
Listerin Tüberkülü Palpasyonda Ağrı	105	71,9
Pronasyonda Ağrı	118	80,8
Axial Kompresyonda Ağrı	53	36,3
Görüntüleme Bulguları		
USG'de Periost Bozulması Bulgusu	84	57,5
BT İstenmesi	21	14,4
DG'de Kırık	114	78,1
BT'de Kırık	9	6,2
Kesin Tanı (Kırık)	106	72,6

(Veriler, sayı (n) ve yüzde (%) olarak sunulmuştur. Yaş değişkeni ortalama \pm standart sapma (SS) şeklinde ifade edilmiştir. USG: Ultrasonografi, BT: Bilgisayarlı Tomografi, DG: Direkt Grafi.)

USG'de periost bozulması bulgusu ile diğer görüntüleme yöntemleri arasındaki ilişki incelendiğinde, DG'de kırık saptanan 114 hastanın 84'ünde (%73,7) USG'de periost bozulması tespit edilirken, DG'de kırık saptanmayan 32 hastanın hiçbirinde periost bozulması görülmemiştir ($p<0,001$). Bu güçlü ilişki, McNemar testi ($p<0,001$) ve orta düzeyde uyum gösteren Kappa değeri (0,551; $p<0,001$) ile desteklenmiştir. USG, DG ile anlamlı düzeyde paralellik göstermektedir; ancak bazı kırıkları gözden kaçırmaktadır. (Tablo 3)

BT çekilen 21 hastanın 9'unda kırık saptanmıştır. Bu hastaların tamamında USG'de periost bozulması mevcuttur ($p=0,016$; Kappa=0,380; $p=0,027$). BT çekilmesine karar verilen olgular incelendiğinde, USG'de periost bozulması bulunan 84 hastanın 16'sında (%19) BT talep edildiği, periost bozulması olmayan 62 hastanın yalnızca 5'inde (%8) BT istendiği görülmüştür ($p=0,049$). Kesin tanı açısından değerlendirildiğinde, USG'de periost bozulması saptanan 84 hastanın 77'sine (%91,6) kırık tanısı konulurken, bulgu saptanmayan 62 hastanın yalnızca 29'unda (%46,7) kırık tespit edilmiştir ve kesin tanı olarak kırık saptanan olgular ile USG'de periost

bozulması bulgusu arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,001$; Kappa=0,471; $p<0,001$). (Tablo 3)

Tablo 3. USG’de Periost Bozulması Bulgusunun Direkt Grafi, BT ve Kesin Tanı ile Karşılaştırılması

		USG’de Periost Bozulması Bulgusu			Total (n)	P değeri	Mc Nemar Testi	Kappa
		Yok (n)	Var (n)					
Direkt Grafide Kırık	Var (n)	30	84	114	<0,001^a	p<0,001	0,551, p<0,001	
	Yok (n)	32	0	32				
BT’de Kırık	Var (n)	0	9	9	0,039^b	p=0,016	0,380, p=0,027	
	Yok (n)	5	7	12				
BT İstenmesi	Hayır(n)	57	68	125	0,049^a		0,097, p=0,062	
	Evet (n)	5	16	21				
Kesin Tanı (Kırık)	Yok (n)	33	7	40	<0,001^a	p<0,001	0,471, p<0,001	
	Var (n)	29	77	106				

(a;Pearson Ki kare testi, b; Fisher’s Exact Testi, $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir)

Kesin tanıya göre yöntemlerin tanısal performansları karşılaştırıldığında, BT’nin %100 doğruluk, duyarlılık, özgüllük, pozitif prediktif değer (PPV) ve negatif prediktif değer (NPV) ile altın standart olduğu görülmüştür. Direkt grafi, %95 doğruluk, %100 duyarlılık, %80 özgüllük, %93 PPV ve %100 NPV oranları ile yüksek performans sergilemiştir. USG ise %75 doğruluk, %73 duyarlılık, %83 özgüllük, %92 PPV ve %53 NPV ile diğer yöntemlere göre daha düşük ancak klinik olarak anlamlı performans göstermiştir. (Tablo 4)

Tablo 4. Görüntüleme Yöntemlerinin Kesin Tanıya Göre Tanısal Performansları

Görüntüleme Yöntemi	Doğruluk (Accuracy)	Duyarlılık (Sensitivite)	Özgüllük (Spesifite)	PPV	NPV
USG	0,75	0,73	0,83	0,92	0,53
Direkt Grafi	0,95	1,00	0,80	0,93	1,00
BT	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

(USG: Ultrasonografi; DG: Direkt grafi; BT: Bilgisayarlı tomografi; PPV: Pozitif prediktif değer; NPV: Negatif prediktif değer.)

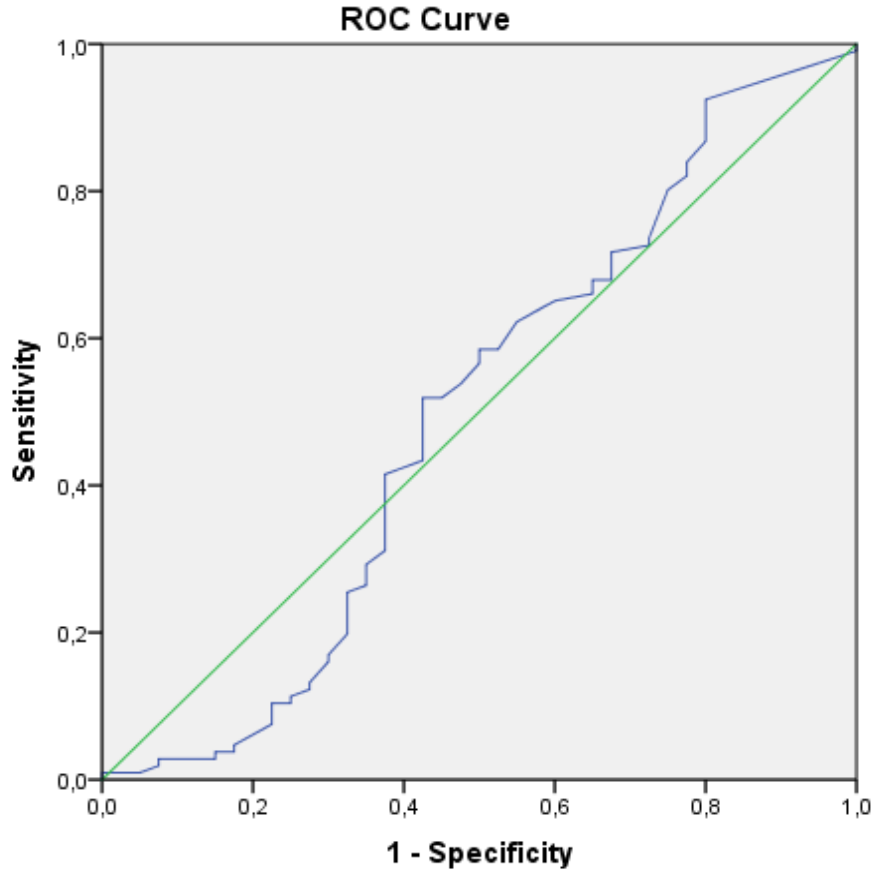
BT çekilen şüpheli 21 olguda, USG ve DG'nin performansı ayrıca incelenmiştir. Hem USG hem DG kırıkları yakalamada %100 duyarlılık göstermiştir. Ancak özgüllükleri düşüktür (sırasıyla %42 ve %33). BT incelemesi sonrası, USG ile konulan tanının %33,3'ünde (n=7), DG ile konulan tanının ise %38,1'inde (n=8) değişiklik olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, BT'nin özellikle tanısal belirsizlik durumlarında doğruluğu artırdığını ortaya koymaktadır. (Tablo 5)

Tablo 5. BT Çekilen 21 Hastada USG ve DG'nin Kesin Tanıya Göre Performansı

Görüntüleme Yöntemi	Doğruluk (Accuracy)	Duyarlılık (Sensitivite)	Özgüllük (Spesifite)	PPV	NPV	BT Sonrası Tanı Değişimi (n)	Tanı Değişimi (%)
USG	0,67	1,00	0,42	0,56	1,00	7	33,3
DG	0,62	1,00	0,33	0,53	1,00	8	38,1

(USG: Ultrasonografi; DG: Direkt grafi; PPV: Pozitif prediktif değer; NPV: Negatif prediktif değer.)

Stiloid çap farkının kırık tanısındaki tanısal gücünü belirlemek amacıyla yapılan ROC analizi sonucunda, alan altında kalan eğri (AUC) değeri 0,496 (Std. Error: 0,059; %95 GA: 0,379–0,612) olarak bulunmuş, p değeri 0,937 ile istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gösterilmiştir. Bu bulgu, stiloid çap farkının kırık varlığını öngörmede tanısal bir değer taşımadığını göstermektedir. (Şekil 2, Tablo 6)



Diagonal segments are produced by ties.

Şekil 4. Stiloid çap farkının kırık tanısındaki ROC eğrisi (AUC=0.496; p=0.937)

Tablo 6. Stiloid Çap Farkının Kesin Tanıya Göre ROC Analizi Sonuçları

Test Değişkeni	AUC	Std. Error	p değeri	%95 Güven Aralığı (Alt-Üst)
Stiloid Çap Farkı	0,496	0,059	0,937	0,379 – 0,612

(AUC: Area Under the Curve (Eğri altında kalan alan); Std. Error: Standart sapma; %95 GA: %95 güven aralığı.)

5.TARTIŞMA

Bu çalışma, acil servise başvuran distal ön kol travmalı çocukların tanı süreçlerinde POCUS'un etkinliğini, distal ön kolda stiloid çap farkının kırık tanısındaki rolü de değerlendirilerek gerçekleştirilmiş olup elde edilen bulgular mevcut literatürle karşılaştırılarak yöntemin klinik pratikteki yeri ve potansiyel avantajları tartışılmıştır. Bulgular, POCUS'un özellikle pozitif bulgu varlığında tanısal süreçte önemli katkı sağladığını, ancak negatif sonuçlarda DG doğrulamasına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur.

Çocuklarda DR kırıklarının en sık görülme sıklığı erkeklerde 12-14 yaşlarında, kızlarda ise 10-12 yaşlarındadır. Bulgularımız, distal ön kol kırıklarının epidemiyolojisine dair literatür ile uyumludur. Bu pikler, ergenlik büyüme atakları sırasında oluşan iskelet mineralizasyon ve yoğunluk seviyesinin azalmasıyla ilişkilidir. Bu dönemlerde kemik uzama hızı mineralizasyon hızını aşar ve bu da bu çocukları küçük travmalarda bile kırılmaya daha yatkın hale getirir (23).

Çalışmamız, direkt grafi ve BT'nin fraktür tanısında USG'ye göre daha yüksek doğruluk sağladığını göstermiştir. Bununla birlikte USG'nin doğru tanı koymadaki yüksek başarısı klinik uygulamalarda güvenilirliğinin yüksek olduğu verisini literatürle uyumlu şekilde gözler önüne sermiştir (4). Ön kol stiloid çap farkı ölçümünün ise kırık varlığı ile anlamlı bir ilişki göstermediği çalışmamızda saptanmıştır.

Çalışmamızda klinik muayenede en sık bulgular pronasyonda ağrı (%80,8) izlenmiştir. Literatürde, radius/ulna kırığı şüphesi durumunda kullanılacak, yaygın kabul görmüş bir klinik karar kuralı bulunmadığı vurgulanmaktadır (12). Bu nedenle, muayene bulgularına dayanarak kırık şüphesi devam eden çocuklarda tanıyı doğrulamak için görüntüleme yapılması önerilmektedir. Çalışmamızda muayene bulgularının duyarlılık/özgüllük hesapları yapılmamıştır. Fakat literatürde bu konuda Eyer ve arkadaşlarının 207 erişkin hastada yaptığı bir çalışmada el bileğinin dorsifleksiyonunda ağrı, kırık varlığı için oldukça yüksek duyarlılığa sahipken (yaklaşık %95), cilt ekimozu bulunması yüksek özgüllükle kırığı işaret eden bir bulgu olarak tanımlanmıştır (53). Fizik muayene bulguları her ne kadar tanıda yönlendirici

olsa da özellikle çocuk hastalarda kırığın ekarte edilmesi veya doğrulanması için görüntüleme yöntemleri gerekli olmaya devam etmektedir.

Karaca ve arkadaşları, 2016'da yaptıkları bir çalışmayla Karadeniz Wrist Rules adında kurallar dizini oluşturmuşlardır. Karadeniz Wrist Rules çalışmasında geliştirilen beş fizik muayene bulgusu ile %100 duyarlılık ve negatif prediktif değer elde edilmiştir. Klinik muayenede değerlendirilen beş parametre; aksiyel kompresyon, distal radioulnar çekme testi, radial deviasyonda ağrı, dorsal fleksiyonda ağrı ve distal ulnar hassasiyet tanıda belirleyici olmuştur. Tüm bulgular negatifse, radyografiye gerek olmadığı sonucuna varılmıştır. Bulgular, acil servislerde el bileği travmalarında klinik karar kurallarının standardizasyonunun uygulanabilir olduğunu göstermektedir (54).

Gereksiz radyolojik görüntüleme istemlerinden ve maruz kalınan radyasyon miktarından kaçınmak için daha önce Amsterdam Wrist Rules (AWR) geliştirilmiştir. Amsterdam Wrist Rules, el bileği travması geçirmiş erişkin hastalarda gereksiz radyografi isteklerini azaltmak amacıyla geliştirilmiş, klinik bulgulara dayalı bir karar destek algoritmasıdır. AWR, hasta yaşı ve fizik muayene bulgularına göre distal radius kırığı olasılığını hesaplar ve bu olasılığa göre radyografi gerekliliği konusunda öneride bulunur. Amsterdam Wrist Rules algoritması, erişkin hastalarda distal radius kırığı şüphesi varlığında radyografi gereksinimini klinik bulgularla belirleyerek, %15 oranında gereksiz görüntülemenin önüne geçmiştir. Mulders ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya dahil edilen 402 hastadan sadece birinde (intoksike bir hasta) klinik olarak önemsiz bir kırık atlanmış, bu durum algoritmanın gerçek yaşamda da güvenli şekilde uygulanabileceğini ortaya koymuştur. Hasta memnuniyeti açısından değerlendirildiğinde, radyografi yapılmayan hastaların %87'si sağlık hizmetinden memnun olduklarını belirtmiş, bu da klinik karar kurallarının hasta açısından da kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Karar destek sistemleri, klinik kararların nesnel verilerle yönlendirilmesini sağlayarak hem maliyeti azaltmakta hem de hasta güvenliğini artırmaktadır; Amsterdam Wrist Rules bu yaklaşımın başarılı bir örneğidir (55).

Bu çalışmaların beraberinde yine Mulders ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada AWR'yi pediatrik hasta grubuna uyarlamışlardır. AWR değerlendirmesinde hastanın yaşı, cinsiyeti ve fizik muayene bulguları (örneğin: distal radius palpasyon

ağrısı, anatomik enfiye çukuru hassasiyeti, supinasyon ağrısı vs.) gibi verileri alır. Girdi verilerine göre radyografi gerekip gerekmediğine dair bir öneride bulunur. Aktarılan verilere göre Amsterdam Pediatric Wrist Rules algoritmasının uygulanması sonrası gereksiz radyografi oranı %19 oranında azaltılmıştır. APWR, klinik olarak anlamlı distal ön kol kırıklarının %98'ini doğru şekilde tanımlamıştır. APWR sayesinde el bileği travması sonrası kırığı olmayan hastaların acil serviste kalış süresi ortalama 26 dakika kısalmıştır. APWR, klinik kararları tamamen devralmaktan ziyade hekime rehberlik edecek şekilde tasarlanmıştır (56).

Çalışmaya dahil edilen 146 hastada, kesin tanı olarak kırık saptanma oranı %72,6 olup, bu oran literatürde daha önce bildirilen oranlarla uyumludur (57). USG ile saptanan periost bozulması bulgusu hem DG'de kırık varlığıyla hem de kesin tanı ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkili bulunmuştur ($p<0,001$). Ancak kappa analizleri orta düzeyde uyum göstermiştir (sırasıyla $\kappa=0,55$ ve $\kappa=0,47$). Bu sonuçlar, USG'nin DG ile anlamlı paralellik gösterdiğini ancak her vakada DG'nin yerini tutamayabileceğini ortaya koymaktadır. Literatürde yapılan meta analizleriyle benzer doğrultuda sonuçlara ulaşılmıştır (4,5).

El bileğine yönelik yapılan POCUS, çocuklarda distal ön kol kırıklarını radyografiye kıyasla radyasyon maruziyeti olmadan tespit edebilen güvenilir bir yöntemdir (1). USG'nin tanısal performansı değerlendirildiğinde, duyarlılık %73, özgüllük ise %83 olarak bulunmuştur. Özellikle fraktürün bariz olmadığı, minimal dislokasyon veya torus kırıkların görüldüğü vakalarda USG'nin bazı fraktürleri atladığı gözlemlenmiştir. Bu durum, ultrasonografinin operatör bağımlı yapısını ve çocuk hastada ağrı, huzursuzluk gibi nedenlerle değerlendirme zorluğunu da göz önüne alarak yorumlanmalıdır. Metz ve arkadaşlarının kafatası fraktürleri üzerine yaptığı çalışmada USG'nin güvenilir bir tanı aracı olduğu ancak cilt cilt altı bulgularının hastaların dörtte birinde gelişmediğini ve şüphe edilen durumlarda BT ile desteklenebileceğini savunmuştur (58). Buna karşın, çalışmamızda USG'nin pozitif öngörü değeri %92 gibi oldukça yüksek bir seviyede bulunmuştur; bu da USG'nin pozitif bulgu verdiği durumlarda tanının oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir. Snelling ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptıkları randomize kontrollü araştırma çalışmasına toplam 270 hasta dahil edilmiş ve her iki gruba 135 hasta randomize edilmiştir. POCUS grubunda 132 (%97,8), radyografi grubunda ise 112 (%83,0) hasta

acil servis hekimi tarafından doğru şekilde tanımlanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (mutlak fark = %14,8; %95 GA: %8,0–21,6; P<0,001). Klinik olarak önemli hiçbir kırık atlanmamıştır (59).

Çalışmamızda USG'nin DG ile anlamlı paralellik gösterdiğini ancak bazı kırıkları gözden kaçırabildiği saptanmıştır. Literatürde de pediatrik distal ön kol kırığı tanısında ultrasonun duyarlılık ve özgüllüğünün %90'ın üzerinde olduğu, radyografi ile neredeyse eşdeğer bir doğruluk sağladığı belirtilmektedir. 2024 yılında yayımlanan kapsamlı bir meta-analizde, pediatrik distal ön kol kırığı tanısında ultrasonun genel duyarlılığı %94,5, özgüllüğü %93,5 olarak hesaplanmıştır (4). Yakın tarihli bir başka randomize kontrollü çalışmada, ultrasonografi ile değerlendirilen olgular ile radyografi ile değerlendirilen olgular arasında pediatrik ön kol kırığı 4 haftalık fonksiyonel sonuçları açısından fark bulunmamıştır (60). Bizim çalışmamız da literatürü destekler niteliktedir. Uygun vakalarda POCUS, çocuklarda distal ön kol kırığı şüphesinde hızlı ve güvenilir bir tarama aracı olarak kullanılabilir fakat çok parçalı veya eklem yüzünü içeren kompleks kırıkların ayrıntılı değerlendirilmesinde bazı kısıtlılıkları olabileceği akılda tutulmalıdır. Gerektiğinde diğer yöntemlerle tamamlayıcı olarak kullanılmalı ve klinisyenin şüphesi devam ediyorsa kesin tanı için ileri görüntülemeye başvurulmalıdır.

Ultrasonografi, kortikal yüzeyde kırık hattını basamaklanma veya devamlılığın bozulması şeklinde ortaya koyabilir; ayrıca epifiz veya kırık dokü hasarlarını saptayabilir ve subperiostal hematoma, eklem içi efüzyon ya da yumuşak dokularda gelişen sekonder değişiklikleri gösterebilir (5). Snelling ve arkadaşlarının 2024 yılında 5-15 yaş pediatrik travma hastaları üzerinde yaptığı distal ön kol üzerine bir çalışmada anlaşılmıştır ki sekonder bulgular; primer kortikal kesinti görülemeyen olgularda, USG'nin tanısal doğruluğunu artırmakta önemli rol oynamaktadır. Bu bulgular, kırıkların varlığını destekleyici unsurlar olarak değerlendirilmelidir (61). Çalışmamızda DG'nin duyarlılığı %100, özgüllüğü ise %80 olarak bulunmuştur. DG, klasik yöntem olmasına rağmen bazı minimal fraktürlerde yetersiz kalabilmekte; özellikle torus ve greenstick tipi kırıklarda bu durum daha da belirgin hale gelmektedir. Ancak çalışmamızda DG'nin yüksek duyarlılığı, acil pratikte güvenilir bir ilk basamak görüntüleme aracı olarak hâlâ önemini koruduğunu ortaya koymuştur.

Bilgisayarlı tomografi ise çalışmada altın standart olarak değerlendirilmiş ve %100 duyarlılık ve özgüllük ile tüm kırıkları doğru şekilde tanımlamıştır. Ancak BT'nin çocuk hasta grubunda yaygın kullanımı, yüksek radyasyon maruziyeti nedeniyle tercih edilmemektedir. Bu noktada BT, sadece DG ve USG ile çelişkili veya karmaşık olgular için kurtarıcı bir araç olarak değerlendirilmeli ve seçici olarak kullanılmalıdır (62). USG, yumuşak doku değerlendirmesinde radyografiye göre çok daha etkilidir, iyonize radyasyon içermez, daha hızlı, ucuz ve özellikle küçük çocuklarda sedasyon gerektirmemesi sayesinde çok daha konforludur (63).

BT çekilen 21 olguda, USG ve DG her ikisi de %100 duyarlılık göstermiştir. Ancak özgüllük değerleri sırasıyla %42 ve %33 olup düşüktür. Bu durum, BT ile doğrulanan bazı bulguların USG ve DG'de abartılı yorumlanabileceğini veya klinik şüphe ile BT'ye yönlendirilen hastalarda aşırı tanılama eğilimi olabileceğini düşündürmektedir. Tanı değişim oranlarının da USG için %33,3 ve DG için %38,1 bulunması, bu iki yöntemin bazı olgularda yetersiz kaldığını göstermektedir. Benzer sonuçlar, yetersiz radyografik değerlendirme sonrası yapılan BT'lerde tanının değiştiğini bildiren literatürle paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda stiloid çap farkının kırığı öngörmedeki tanısal değeri araştırılmıştır. Stiloid çap farkı ölçümü, çalışmamızın önemli özgün yönlerinden biridir. Kırık taraf radial stiloid bölgesinin genişliğinde artış ya da sağlam tarafa kıyasla belirgin bir fark izlenmesinin, kortikal kayıpta dolaylı bir bulgu olabileceği varsayılmıştır. Ancak bu gözlemlerin istatistiksel olarak anlamlı bir eşik değere veya klinik bir karar kriterine dönüştürülmesi için mevcut veriler yetersizdir. Yapılan analizlerde anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p=0,937$) ve bu ölçümün kırık varlığı ile anlamlı bir bağlantı göstermediğini ortaya koymuştur. Konuya ilişkin literatürde belirgin bir boşluk olduğu açıktır; bu nedenle, bu parametrenin klinik kullanıma girebilmesi için ileride daha kapsamlı ve standardize ölçüm yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır. Stiloid çap farkı ölçümünün, özellikle çocuklarda ödem ve yumuşak doku hacminin heterojen dağılımı nedeniyle tanısal değeri sınırlı olabileceğini göz önünde bulundurulmalıdır. Ön kolun anatomik varyasyonları ve ölçüm sırasında yaşanan teknik farklılıklar da bu sonucu etkilemiş olabilir.

Çalışmamızda elde edilen bulgular, literatürde daha önce yapılmış çalışmalara genel olarak paralel olmakla birlikte, bazı farklar da göstermektedir. Örneğin, Rabiner

ve ark.'nın yaptığı çok merkezli çalışmada USG'nin duyarlılığı %96, özgüllüğü %93 olarak rapor edilmiştir (64). Ancak bu çalışmada operatörler eğitimli çocuk acil uzmanlarıdır ve bu durum duyarlılığı artırmış olabilir. Bizim çalışmamızda USG değerlendirmeleri acil tıp asistanları tarafından yapılmıştır, bu da performans farkını açıklayabilir.

Bu çalışma, POCUS'un tanısal rolünü desteklemekle birlikte, her zaman operatör eğitimi, hasta iş birliği ve klinik şüphenin göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu alanda daha geniş örneklemler, çok merkezli ve prospektif çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, çalışmamızda operatör bağımlılığının altını çizen bulgular da dikkat çekicidir. USG'nin doğruluğu, uygulayıcının deneyimi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle acil tıp eğitim programlarına pediatrik kas-iskelet ultrasonografisine yönelik özel eğitim modüllerinin dahil edilmesi önerilebilir. Literatürde, kısa süreli eğitim programlarıyla bile anlamlı tanısal doğruluk elde edilebileceği gösterilmiştir (65). Bu tür yapılandırılmış eğitimler sayesinde, USG'nin duyarlılık ve özgüllük düzeyleri önemli ölçüde artırılabilir ve ilerde standart tanı algoritmalarına entegre edilebilir.

Sonuç olarak, yüksek tanısal performansa sahip POCUS'un çocukluk çağı travma değerlendirmesine entegre edilmesi, klinik akışı hızlandıran ve radyasyon maruziyetini azaltan değerli bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır.

6. KISITLILIKLAR

Bu tez çalışmasının kısıtlılıkları:

Tek merkezli olması: Bu çalışma yalnızca bir sağlık merkezinde yürütülmüştür; bu durum sonuçların genellenebilirliğini büyük ölçüde kısıtlamaktadır.

Gözlemcinin deneyim düzeyi: USG uygulamaları sadece bir hekim tarafından yapılmıştır. Deneyim düzeyi tanısal doğruluğu etkileyebileceğinden, sonuçlar başka gözlemcilerle farklılık gösterebilir.

Hasta sayısının sınırlı olması: Örneklem büyüklüğü artırılarak istatistiksel güç artırılabilir ve daha geniş popülasyonlara genellenmesini kolaylaştırabilir.

Uzun dönem takip yapılmaması: Hastaların uzun dönem takipleri yapılmamıştır ve sonuçları değerlendirilmemiştir; USG ile gözden kaçabilecek küçük kırıkların klinik önemini belirlemek mümkün olmamıştır.

Karşılaştırmalı görüntüleme eksikliği: Tüm olgularda ileri görüntüleme yöntemleri (örneğin BT veya MRG) yapılmadığı için X-ray ile USG arasında gerçek tanısal farklılıklar net olarak ortaya konulamamıştır.

Çocuk iş birliği gerekliliği: USG uygulamasında pediatrik hastaların uyum sağlaması önemlidir. Bu yaş grubunda bu durum çıkacak sonucun doğruluğunu etkileyebilir.

7.SONUÇ

Çalışmada özgün olarak değerlendirilen stiloid çap farkı ölçümü, kırık tanısı ile anlamlı bir ilişki göstermemiş ancak, literatürde bu konuda yeterli veri bulunmadığı göz önüne alındığında, daha geniş örneklemler ve farklı yaş gruplarını kapsayan ileri çalışmalarla bu parametrenin değeri yeniden sorgulanabilir.

Ultrasonografinin operatör bağımlı yapısı, çalışmanın önemli bir bulgusudur. Tanısal doğruluğun uygulayıcı deneyimine doğrudan bağlı olduğu, bu nedenle acil tıp uzmanlık eğitiminde kas-iskelet sistemi USG'sine özel eğitim modüllerinin kazandırılması gerektiği görülmektedir. Bu bağlamda, yapılandırılmış eğitim programları sayesinde USG'nin tanı algoritmalarına entegre edilmesi mümkün olabilir.

Sonuç olarak, USG çocukluk çağı ön kol kırıklarında pozitif bulgularda oldukça güvenilir bir görüntüleme aracıdır. Negatif saptamalarda ise DG ile desteklenmesi uygun olacaktır. BT, sadece şüpheli ya da karmaşık olguların doğrulama sürecinde kullanılmalıdır. Stiloid çap farkı ölçümünün, mevcut haliyle tanı sürecine anlamlı bir katkı sunmadığı kanaatine varılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, acil servis koşullarında radyasyon maruziyetini azaltmaya yönelik tanısal algoritmalarda, operatör eğitimiyle güçlendirilmiş USG'nin önemli bir rolü olabileceği düşünülmektedir.

8.KAYNAKLAR

1. Pohl JE, Schwerk P, Mauer R, Hahn G, Beck R, Fitze G, Schultz J. Diagnosis of suspected pediatric distal forearm fractures with point-of-care-ultrasound (POCUS) by pediatric orthopedic surgeons after minimal training. *BMC Med Imaging*. 2024 Sep 27;24(1):255.
2. Poonai N, Myslik F, Joubert G, Fan J, Misir A, Istasy V, et al. Point-of-care Ultrasound for Nonangulated Distal Forearm Fractures in Children: Test Performance Characteristics and Patient-centered Outcomes. *Academic Emergency Medicine*. 2017 May 1;24(5):607–16.
3. Delniotis I, Bontinis V, Delniotis A, Bontinis A, Drakonaki EE, Ktenidis K, Galanis N. Point-of-Care Ultrasound Versus X-ray for Pediatric Upper Extremity Injuries: A Safe and Radiation-Free Alternative? *Pediatr Emerg Care*. 2025 Jul 11. doi: 10.1097/PEC.0000000000003446. Epub ahead of print
4. Hassankhani A, Amoukhteh M, Jannatdoust P, Valizadeh P, Ghadimi DJ, Vasavada PS, et al. A meta-analysis on the diagnostic utility of ultrasound in pediatric distal forearm fractures. Vol. 31, *Emergency Radiology*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2024. p. 213–28.
5. Chambers G, Kraft J, Kingston K. The role of ultrasound as a problem-solving tool in the assessment of paediatric musculoskeletal injuries. *Ultrasound*. 2019 Feb 1;27(1):6–19.
6. Liu P, Hu Y, Schultz J, Xu J, von Schrottenberg C, Schwerk P, et al. Automatic ultrasound image alignment for diagnosis of pediatric distal forearm fractures. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* . 2025 Jun 1;20(6):1249–54.
7. Bair MM, Zafar Gondal A. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Forearm Radius [Internet]. 2025 [cited 2025 Aug 23]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544512/>
8. Baig MA, Byerly DW. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Forearm Ulna [Internet]. 2025 [cited 2025 Aug 23]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547749/>
9. Arias DG, Varacallo MA. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Distal Radio-Ulnar Joint [Internet]. 2025 [Accessed 2025 Aug 23]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547720/>
10. Summers K, Mabrouk A, Fowles SM. Colles Fracture. 2023 Jul 31. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. [Accessed 2025 Aug 20]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31971712/>
11. Liu EH, Suen K, Tham SK, Ek ET. Surgical Repair of Triangular Fibrocartilage Complex Tears: A Systematic Review. *J Wrist Surg*. 2021 Feb;10(1):70–83.
12. Patel DS, Statuta SM, Ahmed N. Common Fractures of the Radius and Ulna. *American Academy of Family Physicians* [Internet]. 2021 Mar 15 [cited 2025 Aug

- 16];103(American Family Physician):345–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33719378/>
13. Eckhoff MD, Schwartz BT, Parikh SB, Wells ME, Brugman SC. Admission of Upper Extremity Injuries Presenting to the Emergency Department: An NEISS Study. *HAND [Internet]*. 2025 Mar 30 [Accessed 2025 Aug 16];20(2):327–33. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/15589447231219711>
 14. Williams E, Hu V, Haaland C, Reghunathan M, Haines LN, Doucet JJ, et al. Upper-Extremity Injuries in a Level 1 Trauma Center Following Border Wall Height Increase. *J Hand Surg Glob Online*. 2024 Nov 1;6(6):830–5.
 15. Landin LA. Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950-1979. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1983;202:1–109.
 16. Simonian PT, Hanel DP. Traumatic plastic deformity of an adult forearm: case report and literature review. *J Orthop Trauma*. 1996;10(3):213–5.
 17. Pritchett JW. Growth plate activity in the upper extremity. *Clin Orthop Relat Res*. 1991 Jul;(268):235–42.
 18. Vittas D, Larsen E, Torp-Pedersen S. Angular Remodeling of Midshaft Forearm Fractures in Children. *Clin Orthop Relat Res*. 1991 Apr;265:261–4.
 19. Corsino CB, Reeves RA, Sieg RN. Distal Radius Fractures. 2025.
 20. Caldwell RA, Shorten PL, Morrell NT. Common Upper Extremity Fracture Eponyms: A Look Into What They Really Mean. *J Hand Surg Am*. 2019 Apr;44(4):331–4.
 21. Karl JW, Olson PR, Rosenwasser MP. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States, 2009. *J Orthop Trauma*. 2015 Aug;29(8):e242-4.
 22. Meena S, Sharma P, Sambharia AK, Dawar A. Fractures of distal radius: an overview. *J Family Med Prim Care*. 2014;3(4):325–32.
 23. Naranje SM, Erali RA, Warner WC, Sawyer JR, Kelly DM. Epidemiology of Pediatric Fractures Presenting to Emergency Departments in the United States. *J Pediatr Orthop*. 2016 Jun;36(4):e45-8.
 24. Jerrhag D, Englund M, Karlsson MK, Rosengren BE. Epidemiology and time trends of distal forearm fractures in adults - a study of 11.2 million person-years in Sweden. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Jun 2;18(1):240.
 25. Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physeal Fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Nov;474(11):2531–7.
 26. Rodríguez-Merchán EC. Pediatric fractures of the forearm. *Clin Orthop Relat Res*. 2005 Mar;(432):65–72.
 27. von Keudell AG, Rajab TK, Vrahas MS, Rodriguez EK, Harris MB, Weaver MJ. Closed Reduction of a Fractured and Dislocated Ankle. *N Engl J Med*. 2019 Sep 19;381(12):e25.

28. Dietrich CF. Ultrasound student education. Vol. 19, Medical Ultrasonography. Societatea Romana de Ultrasonografie in Medicina si Biologie; 2017. p. 131–3.
29. Dietrich CF, Bolondi L, Duck F, Evans DH, Ewertsen C, Fraser AG, et al. History of Ultrasound in Medicine from its birth to date (2022), on occasion of the 50 Years Anniversary of EFSUMB. A publication of the European Federation of Societies for Ultrasound In Medicine and Biology (EFSUMB), designed to record the historical development of medical ultrasound. *Med Ultrason*. 2022 Dec 21;24(4):434–50.
30. Stiehl JB. Ankle fractures with diastasis. *Instr Course Lect*. 1990;39:95–103.
31. Walls RM, Hockberger RS, Marianne GH, Erickson TB, Wilcox SR. *Rosen's emergency medicine : concepts and clinical practice*. Elsevier; 2023.
32. Assmus A. Early history of X rays. *Beam Line*, 1995;25(2):10-24.
33. Yoon DC, Mol A, Benn DK, Benavides E. Digital Radiographic Image Processing and Analysis. *Dent Clin North Am*. 2018 Jul;62(3):341–59.
34. Geiderman JM, Katz D. General Principles of Orthopedic Injuries [Internet]. Available from: <https://clinicalgate.com/general-principles-of-orthopedic-injuries/>
35. Rockwood CA, 1936. GDP, 1936. BRW. Rockwood and Green's fractures in adults : Vol. 2 also titled: Fractures in adults. Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
36. Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, James A, Peter R. *Rosen's emergency medicine : concepts and clinical practice*. Mosby/Elsevier; 2014. 2520 p.
37. Walls RM, Hockberger RS, Marianne GH, Erickson TB, Wilcox SR. *Rosen's emergency medicine: concepts and clinical practice*. Elsevier; 2023.
38. Nezafati S, Javadrashid R, Rad S, Akrami S. Comparison of ultrasonography with submentovertex films and computed tomography scan in the diagnosis of zygomatic arch fractures. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010 Jan;39(1):11–6.
39. Kocher KE, Meurer WJ, Desmond JS, Nallamotheu BK. Effect of testing and treatment on emergency department length of stay using a national database. *Acad Emerg Med*. 2012 May;19(5):525–34.
40. Fox JChristian. *Clinical emergency radiology*. Cambridge University Press; 2008. 649 p.
41. Yim GH, Hardwicke JT. The Evolution and Interpretation of the Gustilo and Anderson Classification. *J Bone Joint Surg Am*. 2018 Dec 19;100(24):e152.
42. Tseng PT, Leu TH, Chen YW, Chen YP. Hematoma block or procedural sedation and analgesia, which is the most effective method of anesthesia in reduction of displaced distal radius fracture? *J Orthop Surg Res*. 2018 Mar 27;13(1):62.
43. Hsu H, Siwiec RM. Forearm Splinting [Internet]. 2025 [cited 2025 Aug 23]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499980/>
44. Loisel F, Bourgeois M, Rondot T, Nallet J, Boeckstins M, Rochet S, et al. Treatment goals for distal radius fractures in 2018: recommendations and practical advice. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018 Dec;28(8):1465–8.

45. Thelen S, Grassmann JP, Jungbluth P, Windolf J. [Distal radius fractures : Current treatment concepts and controversies]. *Chirurg*. 2018 Oct;89(10):798–812.
46. Mauck BM, Swigler CW. Evidence-Based Review of Distal Radius Fractures. *Orthop Clin North Am*. 2018 Apr;49(2):211–22.
47. West S, Andrews J, Bebbington A, Ennis O, Alderman P. Buckle fractures of the distal radius are safely treated in a soft bandage: a randomized prospective trial of bandage versus plaster cast. *J Pediatr Orthop*. 2005;25(3):322–5.
48. Randsborg PH, Sivertsen EA. Distal radius fractures in children: substantial difference in stability between buckle and greenstick fractures. *Acta Orthop*. 2009 Oct;80(5):585–9.
49. Denning JR, Little KJ. Standardization of Care of Common Pediatric Fractures. *Orthop Clin North Am*. 2018 Oct;49(4):477–90.
50. Walenkamp MMJ, Vos LM, Strackee SD, Goslings JC, Schep NWL. The Unstable Distal Radius Fracture-How Do We Define It? A Systematic Review. *J Wrist Surg*. 2015 Nov;4(4):307–16.
51. Pope D, Tang P. Carpal Tunnel Syndrome and Distal Radius Fractures. *Hand Clin*. 2018 Feb;34(1):27–32.
52. Kozaci N, Ay MO, Akcimen M, Turhan G, Sasmaz I, Turhan S, et al. Evaluation of the effectiveness of bedside point-of-care ultrasound in the diagnosis and management of distal radius fractures. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2025 Aug 23];33(1):67–71. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735675714007566?via%3Dihub>
53. Eyler Y, Sever M, Turgut A, Yalcin N, Zafer N, Suner A, et al. The evaluation of the sensitivity and specificity of wrist examination findings for predicting fractures. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2025 Aug 25];36(3):425–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073567571730699X?via%3Dihub>
54. Karaca Y, Turkmen S, Cansu A, Baki ME, Eroglu O, Tatli O, et al. A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in wrist trauma: Karadeniz wrist rules. *American Journal of Emergency Medicine*. 2016 Nov 1;34(11):2074–8.
55. Mulders MAM, Walenkamp MMJ, Sosef NL, Ouwehand F, van Velde R, Goslings C, et al. The Amsterdam Wrist Rules to reduce the need for radiography after a suspected distal radius fracture: an implementation study. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2020 Jun 1;46(3):573–82.
56. Mulders MAM, Walenkamp MMJ, Slaar A, Ouwehand F, Sosef NL, van Velde R, et al. Implementation of the Amsterdam Pediatric Wrist Rules. *Pediatr Radiol*. 2018 Oct 1;48(11):1612–20.
57. Douma-Den Hamer D, Blanker MH, Edens MA, Buijteweg LN, Boomsma MF, Van Helden SH, et al. Ultrasound for distal forearm fracture: A systematic review and diagnostic meta-analysis. Vol. 11, *PLoS ONE*. Public Library of Science; 2016.
58. Metz JB, Otjen JP, Perez FA, Done SL, Brown ECB, Wiester RT, et al. Fracture-Associated Bruising and Soft Tissue Swelling in Young Children With Skull Fractures:

- How Sensitive Are They to Fracture Presence? *Pediatr Emerg Care*. 2021 Dec 1;37(12):e1392–6.
59. Snelling PJ, Jones P, Bade D, Bindra R, Davison M, Gillespie A, et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Ultrasound Versus Radiographic Imaging for Pediatric Distal Forearm Fractures: A Randomized Controlled Trial. *Ann Emerg Med*. 2024 Mar;83(3):198–207.
 60. Snelling PJ, Jones P, Bade D, Bindra R, Byrnes J, Davison M, et al. Ultrasonography or Radiography for Suspected Pediatric Distal Forearm Fractures. *New England Journal of Medicine*. 2023 Jun;388(22):2049–57.
 61. Snelling PJ, Jones P, Bade D, Gillespie A, Keijzers G, Ware RS. Ultrasound Secondary Signs for the Diagnosis of Pediatric Distal Forearm Fractures: A Diagnostic Study. *Ultrasound Med Biol*. 2024 Jun 1;50(6):898–907.
 62. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007 Nov 29;357(22):2277–84.
 63. Cho KH, Lee SM, Lee YH, Suh KJ. Ultrasound diagnosis of either an occult or missed fracture of an extremity in pediatric-aged children. *Korean J Radiol*. 2010 Jan;11(1):84–94.
 64. Rabiner JE, Friedman LM, Khine H, Avner JR, Tsung JW. Accuracy of point-of-care ultrasound for diagnosis of skull fractures in children. *Pediatrics*. 2013 Jun;131(6):e1757-64.
 65. López-Oliva F, Forriol F, Sánchez-Lorente T, Sanz YA. Treatment of severe fractures of the calcaneus by reconstruction arthrodesis using the Vira® System: Prospective study of the first 37 cases with over 1 year follow-up. *Injury*. 2010 Aug;41(8):804–9.