



İZMİR KÂTİP ÇELEBİ
ÜNİVERSİTESİ



T.C. İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ SERVİSİ

**DİSTAL RADIUS KIRIKLARINDA İKİ FARKLI
VOLAR PLAK UYGULAMASI VE PRONATOR
QUADRATUSUN ETKİNLİĞİ**

Dr. Mahmut TUNÇEZ

UZMANLIK TEZİ

İZMİR ARALIK 2016

TEZ DANIŞMANI:

Prof. Dr. Muhittin ŞENER

YARDIMCI TEZ DANIŞMANI:

Uzm. Dr. Hüseyin Tamer URSAVAŞ



İZMİR KÂTİP ÇELEBİ
ÜNİVERSİTESİ



T.C. İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ SERVİSİ

**DİSTAL RADIUS KIRIKLARINDA İKİ FARKLI
VOLAR PLAK UYGULAMASI VE PRONATOR
QUADRATUSUN ETKİNLİĞİ**

Dr. Mahmut TUNÇEZ

UZMANLIK TEZİ

İZMİR ARALIK 2016

TEZ DANIŞMANI:

Prof. Dr. Muhittin ŞENER

YARDIMCI TEZ DANIŞMANI:

Uzm. Dr. Hüseyin Tamer URSAVAŞ

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca gerek ahlaki ve etik değerler gerek mesleki tecrübeleri ile her zaman yanımda olan ve her konuda desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam sayın Prof. Dr. Muhittin ŞENER' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte bilgi ve deneyimleriyle desteğini esirgemeyen Op. Dr. Recep Gür USTAOĞLU'na, Op. Dr. Kemal ÖZKAYA' ya, Op. Dr. Hüseyin DURMAZ'a, Op. Dr. Ali DÜLGEROĞLU 'na, Op. Dr. Mehmet ÖZDEMİR'e, Op. Dr. Salih Zeki SERTÖZ'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında benden desteğini esirgemeyen, bana sabredip yol gösteren Uzm. Dr. Hüseyin Tamer URSAVAŞ'a teşekkür ederim.

Birlikte çalıştığım süre içerisinde saygı ve sevgilerini eksik etmeyen çok kıymetli asistan arkadaşlarıma teşekkür eder eğitim süreçlerinde başarılar dilerim. Ayrıca klinik ve ameliyathanede beraber çalıştığım doktor, hemşire, sekreter ve personel arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde büyük paya sahip olan, hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen minnettar olduğum değerli annem, sevgili kardeşim ve vefat eden babama sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Uzun ve zor asistanlık süreci boyunca manevi desteğini esirgemeyen sevgili eşim Dr. Hülya ÇETİN TUNÇEZ'e sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

ARALIK – 2016

Dr. Mahmut TUNÇEZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	1
İÇİNDEKİLER	2
TABLO LİSTESİ	3
ŞEKİL LİSTESİ	4
KISALTMA LİSTESİ	7
1.GİRİŞ ve AMAÇ	8
2.GENEL BİLGİLER	9
2.1 El bileği Anatomisi	9
2.1.1 El Bileği Kemiksel Yapılar	9
2.1.2 El Bileği Eklemleri	13
2.1.3 El Bileği Tendon ve Kasları	16
2.1.3.1 Pronator Quadratus kası	18
2.1.4 El Bileği Damarsal Yapıları	21
2.1.5 El Bileği Sinirleri	21
2.2 Bileğinin Biyomekaniği	22
3.RADİUS DİSTAL UÇ KIRIKLARI	25
3.1 El Bileği Travma Mekanizmaları	25
3.2 Radyolojik Değerlendirme	28
3.3 Sınıflandırma	35
3.4 Tedavi	42
3.5 Komplikasyonlar	45
4.GEREÇ ve YÖNTEM	47
4.1 Cerrahi Teknik	49
4.2 Ultrasonografi ile Pronator Quadratus Kası Değerlendirmesi	50
4.3 İstatistiksel Analiz	51
5.BULGULAR	52
6.TARTIŞMA	62
7.SONUÇLAR	69
8.ÖZET	70
KAYNAKLAR	

TABLO LİSTESİ

Tablo no	Sayfa No
Tablo 1: Evrensel Sınıflandırma	1
Tablo 2: Hastaların cinsiyet dağılımı	2
Tablo 3: Dominant taraf dağılımı	3
Tablo 4: Hastaların AO sınıflamasına göre dağılımı	4
Tablo 5: Hastaların Frykman sınıflamasına göre dağılımı	5
Tablo 6: Stewart skoruna göre olguların dağılımı	6
Tablo 7: Olguların genel ve klinik özellikleri dağılımı	7
Tablo 8: Pronator quadratus kası tamirine göre kategorik değişkenlerin dağılımı	8
Tablo 9: Pronator quadratus kası tamirine göre klinik ve radyolojik değişkenlerin dağılımı	9
Tablo 10: Olguların dominant taraf olup olmamalarına göre klinik ve radyolojik değişkenlerin dağılımı	10
Tablo 11: Dominant ve dominant olmayan taraf distal radius kırıklarında grip gücü ile pronator quadratus kası kalınlığı korelasyonu	11
Tablo 12: Kullanılan kilitli plağa göre klinik ve radyolojik değişkenlerin dağılımı	12
Tablo 13: Kullanılan kilitli plağa göre kategorik değişkenlerin dağılımı	13
Tablo 14: Kullanılan kilitli plağa göre radyolojik sonuçların dağılımı	14

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil no	Sayfa No
Şekil 1: Distal radius eklem yüzeyi	1
Şekil 2: Distal radius volar yüz anatomisi	2
Şekil 3: Karpal kemiklerin dorsal görüntüsü	3
Şekil 4: Triangüler fibrokartilaj kompleksi (TFCC)	4
Şekil 5: Triangüler Fibrokartilaj Kompleks (TFCC)	5
Şekil 6: Bileği Bağlarının Dorsal Görünüşü	6
Şekil 7: El Bileği Bağlarının Volar Görünüşü	7
Şekil 8: El bileğindeki dorsal oluşumlar	8
Şekil 9: Pronator quadratus kası derin(d) ve yüzeysel (s) komponentleri	9
Şekil 10: Pronator quadratus kası (sarı asteriks) inervasyonu (ok interosseöz sinir). Radius volar yüzü (çift asteriks)	10
Şekil 11: Pronator quadratus yüzeysel başı varyasyonları (s1 ve s2)	11
Şekil 12: Pronator quadratus derin başı varyasyonları (d1,d2 ve d3)	12
Şekil 13: Pronator quadratus kası derin ve yüzeysel başının en kalın olarak gözleendiği bölge	13
Şekil 14: Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri esnasında eklemlerin katkısı (a), el bilek hareketlerinin kesitsel görünümü (b)	14
Şekil 15: El bileğine gelen kuvvetlerin dağılımı	15
Şekil 16: Colles kırığı	16

Şekil No	Sayfa No
Şekil 17: Smith kırığı	17
Şekil 18: Dorsal ve Volar Barton kırığı	18
Şekil 19: Chauffeur kırığı	19
Şekil 20: Die-punch (lunat yüklenme) kırığı	20
Şekil 21: El bileğinin ap ve lateral grafileri	21
Şekil 22: Radial yükseklik	22
Şekil 23: Radial yüksekliğin röntgende hesaplanması	23
Şekil 24: Radial açılanma	24
Şekil 25: Radial açılanmanın röntgende hesaplanması	25
Şekil 26: Dorsal açılanma	26
Şekil 27: Dorsal açılanmanın röntgende hesaplanması	27
Şekil 28: Radial kayma	28
Şekil 29: Radial kaymanın röntgende hesaplanması	29
Şekil 30: Nötral anatomik varyans	30
Şekil 31: Pozitif ulnar varyans	31
Şekil 32: A:Longitudinal aks metodu, B:Ark metodu	32
Şekil 33: Evrensel Sınıflandırma	33
Şekil 34: Frykman sınıflandırması	34
Şekil 35: Radius distal uç kırıklarının AO sınıflandırması göre gruplandırılması	35
Şekil 36: AO sınıflandırması	36

Şekil No	Sayfa No
Şekil 37: 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP kilitli distal radius volar plağı (Hipokrat Medikal)	37
Şekil 38: 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP sabit açılı Acu-loc volar radius distal plağı	38
Şekil 39: Ultrasonografi sırasında el bileğı pozisyonu	39
Şekil 40: Solda normal el bileğinde longitudinal P. Quadratus kalınlığı ölçümü, sağda ise plak üzerinden ölçüm izlenmekte	40
Şekil 41: Solda normal el bileğinde p. Quadratusun transvers ölçümü, sağda ise ameliyat edilen taraf ölçümü	41

KISALTMA LİSTESİ

AO : Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfragen

DRUE : Distal radioulnar eklem

DISI : Dorsal interkalar segment instabilitesi

EPL : Ekstansör pollisis Longus

FCR : Fleksör karpi radialis

FPL : Fleksör pollisis longus

LT : Lunotrikuetral ligament

PA : Posteroanterior

RLL : Radiolunat ligament

SL : Skafolunat

ST : Skafotrazeum

TFCC : Triangular fibrokartilaj kompleks

UKL : Ulnokarpal ligament

ULL : Ulnolunat ligament

UTL : Ulnotrikuetral ligament

VISI : Volar interkalar segment instabilitesi

1.GİRİŞ ve AMAÇ

Radius distal uç kırıkları insan vücudundaki tüm kırıkların %10'unu oluşturmaktadır (1). Bu kırıklar özellikle yaşlı hastalarda düşük enerjili travmalarla olmakla birlikte; genç erişkinlerde genelde trafik kazaları gibi yüksek enerjili travmalar ile oluşmaktadır (2).

Günümüzde yaşlı nüfusun artması ve aynı zamanda daha aktif bir yaşam sürmesi ile distal radius kırıklarının insidansı artmaktadır (3). Bu nedenle erişkinlerde acil serviste en sık görülen kırıktır. Acil serviste karşılaşılan radius distal uç kırıklarının büyük çoğunluğu stabil kırık olup, %75- 80'inde seçilen tedavi yöntemi kapalı redüksiyon ve alçı ile tespittir (1). Ancak radius distal uç kırıklarının yaklaşık %20'si instabil kırıktır ve cerrahi tedavi gerektirir.

Son yıllarda radius distal uç kırıkları için yapılan cerrahilerde kilitli plaklar popüler hale gelmiştir (4). Kilitli plaklar; eksternal fiksator, dorsal plaklar ve perkütan pinleme gibi alternatif cerrahilerden erken hareket , daha iyi rehabilitasyon ve daha az komplikasyon oranı gibi avantajlara sahiptir.

Kırığın çeşidine bakılmaksızın cerrahi olarak radius distaline ulaşmak için seçilecek girişim ve plağın yerleşimi konusunda bir fikir birliği yoktur. Dorsal yaklaşımda plağa ve giriş yerine bağlı komplikasyonlar nedeniyle volar yaklaşım ön plana çıkmaktadır (5-6).

Radius distal ucuna volar yaklaşımda ise anatomik olarak karşımıza çıkan yapılardan en önemlisi pronator quadratus kasıdır. Pronator quadratus kası radiusdaki cerrahiden sonra tamir edilmeye çalışılır . Fakat kas dokusunun frajilitesi nedeniyle bu tamir stabil olmamakta ve bazen tamir edilememektedir.

Bu çalışmamızda iki farklı volar kilitli plak ile tedavi ettiğimiz radius distal uç kırıklarının fonksiyonel sonuçlarını ve pronator quadratus kasının iyileşme sonrası durumunu değerlendirdik.

2. GENEL BİLGİLER

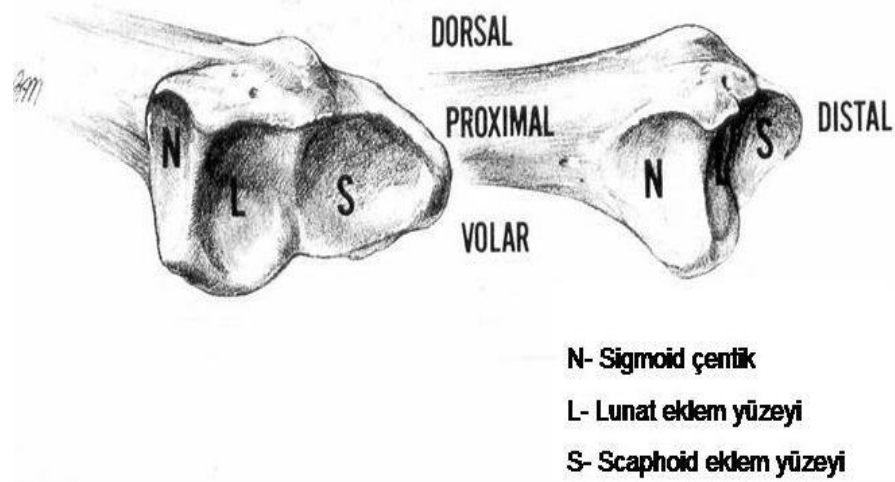
2.1 El Bileği Anatomisi

El bileği eklemi; pronator quadratus kasının proksimalinden karpometakarpal ekleme kadar uzanır. Radius ve ulna kemiklerinin distalde oluşturdukları radioulnar eklem, radius kemiğinin distalde karpal kemiklerle oluşturduğu radiokarpal eklem, ulnanın karpal kemiklerle oluşturduğu ulnokarpal eklem ve midkarpal eklem olmak üzere dört temel kısımdan oluşmaktadır. Bu yüzden vücudun mekanik olarak da enkompleks eklemidir (7). Volar ve dorsalinde önemli nörovasküler yapılar ve tendonları içerir.

2.1.1 El Bileği Kemiksel Yapıları

Radius

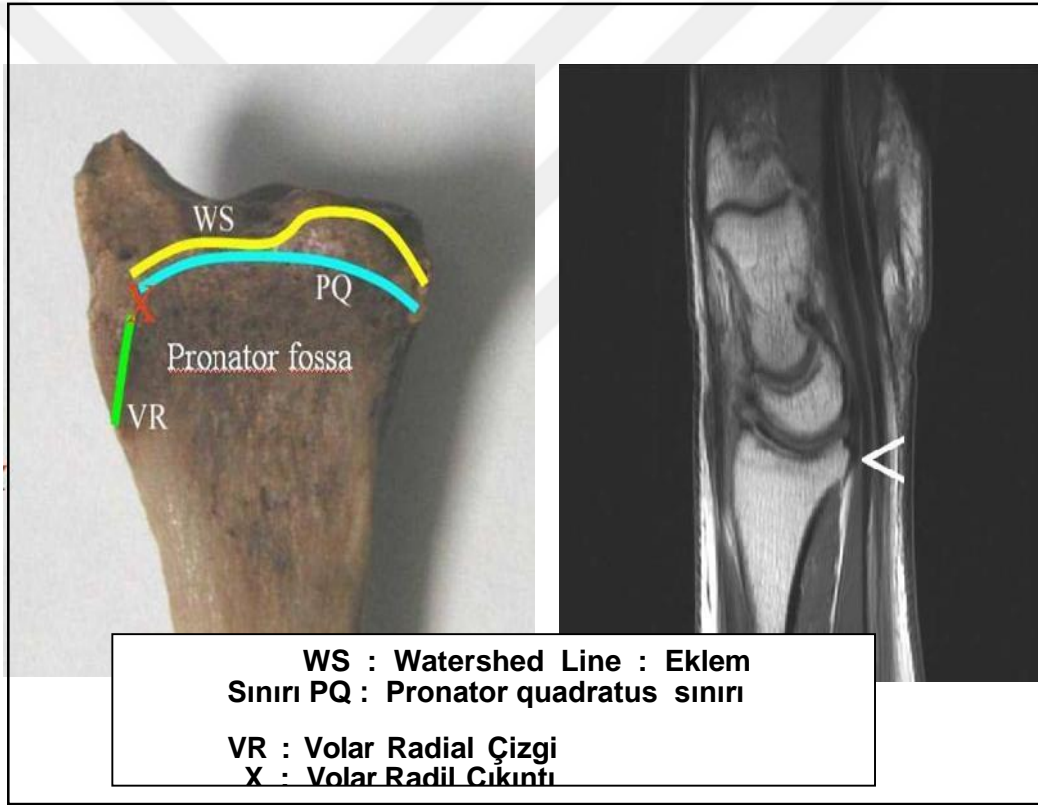
Ön kol laterinde yer alıp proksimalde humerus ile distalde karpal kemiklerden skafoideum ve lunatum arasında seyretmektedir. Radius distal uç, palmar yüzeyi düz ve pürüzsüz iken, dorsal yüzeyde ekstansör retinakulum ve kompartmanları oluşturan bağsal yapıların yapıştığı çıkıntılar bulunmaktadır. Bu çıkıntılardan en belirgin olanı, 'Lister tüberkülü' dür. Bu çıkıntı, ekstansör pollisis longus tendonu için bir destek noktası oluşturur. Distale doğru gidildikçe, dorsal korteks incilir, volar korteksten daha ince bir hal alır.



Şekil 1: Distal radius eklem yüzeyi.

Alt volar korteks genişleyerek düzleşir ve frontal düzlemde volara doğru ortalama 11 derece açı yapar. Radiusun en proksimal eklem yüzü radial tarafta 'styloid process' ismi verilen uç nokta ile horizontal düzlemde ortalama 23 derece açılarak sonlanır. Bu açılma sonucunda radial stiloid uç, ulnar eklem yüzeyinin düzeyi ile radial yükseklik adı verilen yüksekliği yapar ve ortalama 13 mm uzunluk farkı yaratır.

Radius, distalde genişleyip volarda düz bir çukur oluşturur. Bu düzlüğe pronator quadratus kası yapıştığından pronator fossa adı verilir. (Şekil 2)



Şekil 2 : Distal radius volar yüz anatomisi

Pronator fossa'nın distalinde oluşan yüksekliğe Watershed line adı verilir ve klinik olarak önemi, fleksör tendonların eklemi geçerken dayanak noktası olmasıdır. Bunun volarına tespit edilen plak, tenosinovit ve tendon rüptürüne yol açabilir. Anatomik olarak tariflenen başka bir yapı da, lunat faset desteği olarak adlandırılan volar rimin proksimale doğru yarattığı tümsektir. Bazı insanlarda çok çıkıntılı olabileceğinden plak yerleştirmek için uygun olan düz alanı bozmakta ve

kabarıklik yaratabilmektedir. Radius, distalde ulna, skafoid ve lunat kemikle eklem yapar. Ulnar tarafta ulna ile oluşturulan eklemin yapısına katılan ve hyalen kıkırdak ile kaplanmış olan konkav eklem yüzü bulunur. Bu konkav eklem yüzeyine, 'sigmoid notch(çentik)' adı verilir.

Sigmoid çentik, horizontal plana göre 20° eğim yapar. Distal radius eklem yüzeyinin, tepesi radial styloid, tabanını sigmoid çentiğın oluşturduğu üçgen şeklinde bir geometrisi vardır. Hyalen kıkırdak ile kaplı olan bu konkav yüzey 'interfacet prominence' denilen bir çıkıntı ile iki ayrı eklem yüzeyine bölünür. Radial tarafta olan ve 'Skafoid fossa' adı verilen konkav eklem alanı, radiusun skafoid ile eklem oluşturan yüzeyidir. Ulnar taraftaki dar ve dörtgen olan alan ise 'lunatum fossa' olarak adlandırılır ve radiusun lunatum ile eklem yapan distal eklem yüzeyidir. (8) (Şekil 1)

Ulna

Önkol medialinde yer alıp proksimalde humerus ile distalde lunatum ve trikuetrum arasında bulunmaktadır. Proksimalde 'olekranon' ve 'processus coronoideus' adı verilen çıkıntıları yapar. (9-10)

Caput ulna alt ucun dış yanında bulunur ve radiusun incisura ulnaris'i ile eklem yapar. Caput ulna'nın çevresine 'circumferentia articularis' adı verilir ve bileğin arka yüzünün iç yan tarafında küçük ve yuvarlakça bir kabartı deri altında hissedilir .

Ulna distalde karpal kemiklerden triangular fibrokartilaj kompleksi (TFKK) diye adlandırılan ve el bileğinden kola geçen doğrudan kuvvetlere karşı darbe emici görevi yapıp ulna ve dirsek eklemine koruyan bir eklem diski ile ayrılmıştır (11).

Karpal Kemikler

Elbileği ekleminde proksimal ve distal olmak üzere iki sıra halinde dizilmiş sekiz kemik mevcuttur. (Şekil 3)

Proksimal sıra, dıştan içe doğru:

- Os Scaphoideum
- Os Lunatum
- Os Triquetrum
- Os Psiforme

Distal sıra, dıştan içe doğru:

- Os Trapezium
- Os Trapezoideum
- Os Capitatum
- Os Hamatum

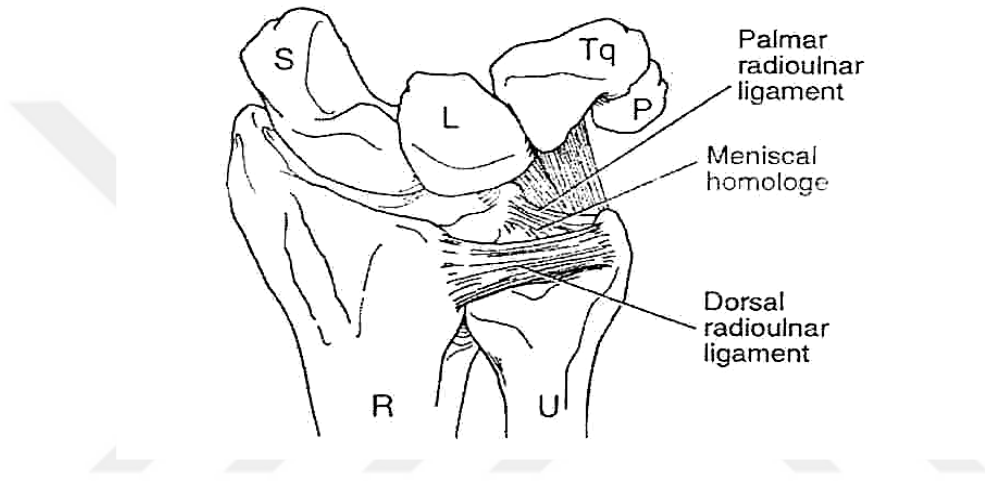


Şekil 3 : Karpal kemiklerin dorsal görüntüsü

2.1.2 El Bileği Eklemleri

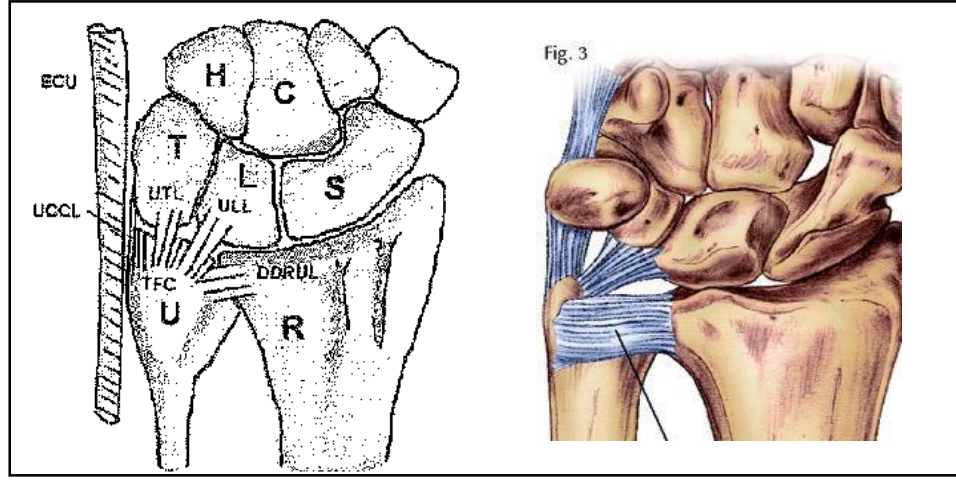
Distal Radyoulnar Eklem (DRUE)

Ulna başı ile radiusun sigmoid çentiği arasında, trokoid tipi diartrodial bir eklem bulunur. Bu eklem yüzeyi, geniş ve hemisilindirik yapıdadır. Fibröz bir eklem kapsülü vardır ve el bileğinin iç-dış rotasyon hareketlerini yaptırır. DRUE’de sigmoid çentiğin çapı ulna başının çapından daha büyüktür.



Şekil 4 :Triangüler fibrokartilaj kompleksi (TFCC)

Bu çap farkı sonucu, eklem yüzeyleri uyumsuz ve rotasyon merkezleri farklıdır. İleri derecede pronasyon ve supinasyon hareketlerinde eklem yüzeylerinin teması %10’a kadar düşerek belirgin bir şekilde azalır. El bileği nötral pozisyonda iken ise, bu temas yaklaşık %60 kadardır. Önkolun pronasyon ve supinasyonu sırasında ulna başı sırasıyla dorsale ve volare doğru yer değiştirir, ayrıca bu rotasyon esnasında radiusa göre ulnanın uzunluğunda da bir miktar değişiklik izlenir(12). DRUE’in stabilitesi, bağlarla birlikte sigmoid çentik ile ulna başı arasındaki kemiklerin uyumu ile sağlanır. DRUE’in major stabilizatörü TFCC’dir.(Şekil 4-5)



Şekil 5: Triangüler Fibrokartilaj Kompleks (TFCC)

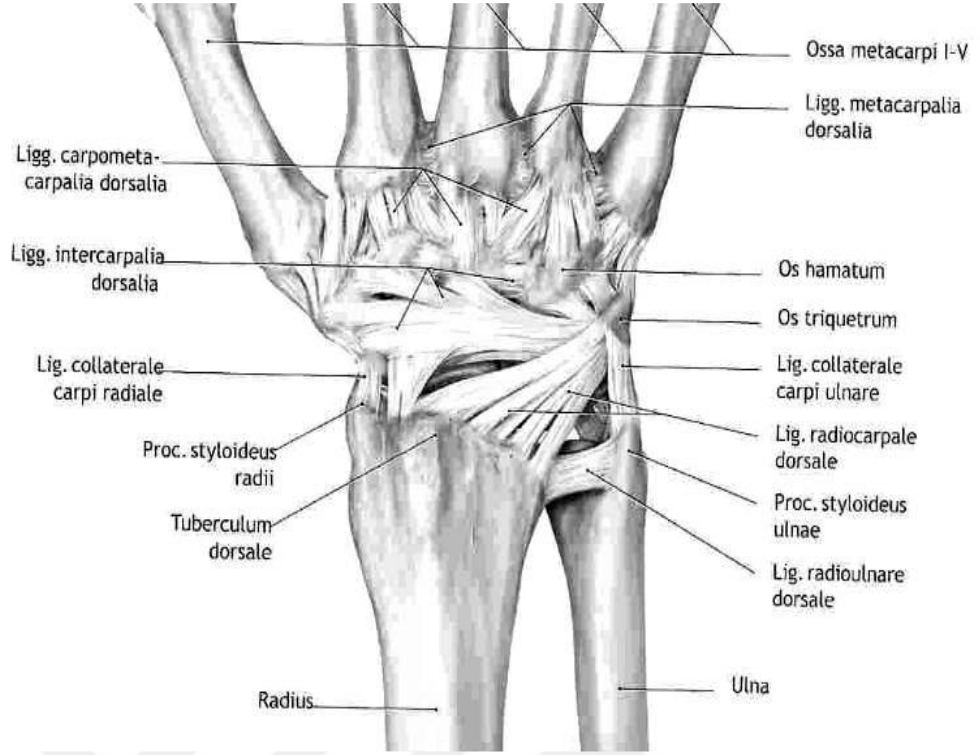
DRUE’i stabil tutan başlıca yapılar, TFCC, dorsal ve palmar radioulnar bağlar, membrana interosseosa, ekstansör karpı ulnaris kılıfı, pronator quadratus kası ve sigmoid çentiğin kemiksel yapısıdır (12).

Radiokarpal Eklem

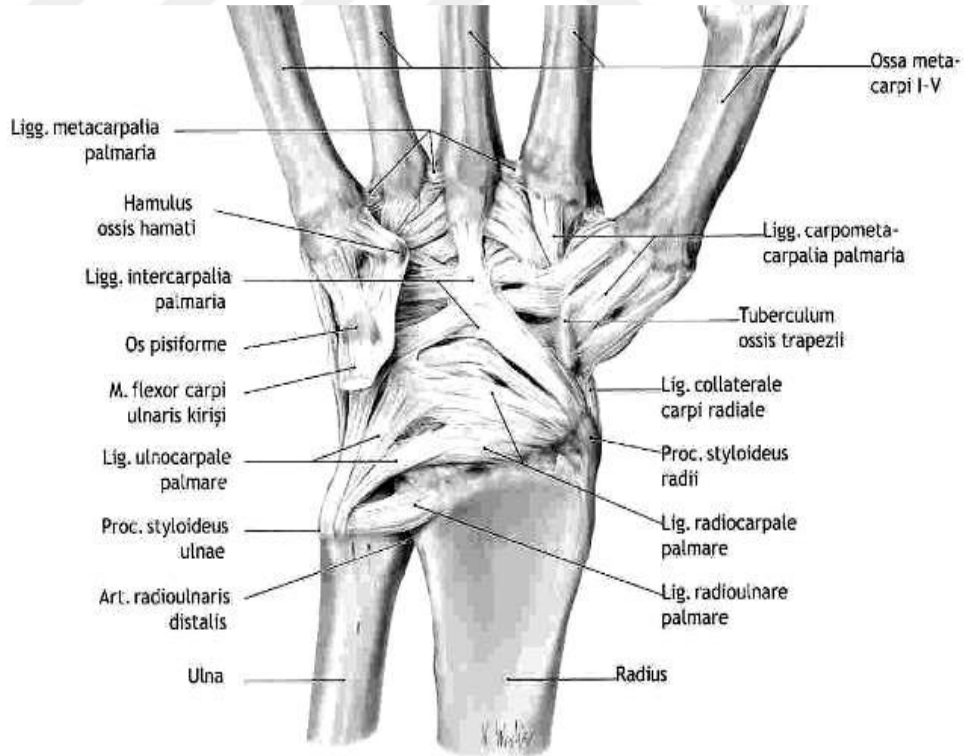
Radius distalinin skafoid ve lunat kemikerle yaptığı iki eksenli elips biçiminde bir eklemdir. Adduksiyon-abduksiyon, fleksiyon-ekstansiyon ve sirkümdiksiyon hareketine de izin vermektedir (13). Eklem en önemli bağları palmar ve kapsül içi bağlarıdır. dorsal radiokarpal bağ eklem dorsalini güçlendirir. Palmar radiokarpal bağ; radiokapitat bağ, radiotrikuetral bağ ve radioskafoid bağ olmak üzere 3 yapıdan oluşur ve gülü bir kapsül içi bağdır. Palmar radiotrikuetral bağ en güçlü el bileği bağıdır. Radial kollateral bağ radius stiloid çıkıntı ile skafoidi birbirine bağlar (14). (Şekil 6-7)

Ulnokarpal Eklem

Ulna alt ucu trikuetrum ve lunatumdan diskus artkularis denen , el bileği distalinden iletilen kuvvetleri emip ulna ve dirsek eklemi koruyan bir yapı ile ayrılır. ulnakarpal bağ palmar taraftan eklemi destekler ve ulnar styloid çıkıntıdan başlayıp trikuetrum ve psiform kemiğe iki demet halinde yapışan ular (medial) kollateral bağ eklemi medialden destekler. Adduksiyon-abduksiyon , fleksiyon-ekstansiyon ve sirkümdiksiyon hareketi de yapabilir.



Şekil 6: El Bileği Bağlarının Dorsal Görünüşü



Şekil 7: El Bileği Bağlarının Volar Görünüşü

Midkarpal Eklem

Pisiform kemik hariç proksimal ve distal el bileği kemik sıraları arasındaki eklemdir. El ve el bileği hareketleri sırasında midkarpal eklemden bir miktar kayma hareketi olur. Midkarpal eklem bağları; her iki grup sıradaki kemikleri bir arada tutan interosseöz bağlar ve proksimal diziden distal diziyeye uzanan midkarpal eklem bağlarından oluşur(14).(Şekil 6-7)

2.1.3 El Bileği Tendon ve Kasları

Volar Oluşumlar

El bileği volarinde içinden m.fleksör dijitorum superficialis ve profundus, m.fleksör pollicis longus ve n.medianusun geçtiği karpal tünel bulunmaktadır. Karpal tünelin ön duvarını oluşturan fleksör retinakulum el bileğinin güçlü bağ yapısıdır. Medialde pisiform kemik ve hamatum çengeline lateralde ise skafoid ve trapezium kemiklerine yapışır. Karpal tünelin dış duvarını skafoid ve trapezium, iç duvarını ise pisiform kemik ve hamatum çıkıntısı oluşturmaktadır. Arka duvarı ise karpal kemiklerden oluşur.

El bileği volarindeki bazı yapılar ise karpal tünelin dışından geçmektedir. Bunlar m.fleksör carpi radialis tendonu, m.fleksör carpi ulnaris tendonu, m.palmaris longus tendonu, a.radialis, a.ulnaris, n.ulnaris ve n.medianus'un palmar kutaneal dalıdır .

Dorsal Oluşumlar

El bileği dorsalindeki tendonlar ekstansör retinakulum altında oluşmuş 6 adet kompartman içinde bulunmaktadır (Şekil 8). Ekstansör retinakulum güçlü fibröz bir band şeklinde olup lateralde radius anterior kenarına medialde ise triquetrum ve pisiforme kemiklerine tutunur .

Kompartmanlarda radialden ulnare doğru sırasıyla şu yapılar bulunur:

1. Kompartman:M. abduktor pollicis longus ve m.ekstansor pollicis brevis tendonları geçmektedir.

2. Kompartman: İçinden m.ekstansor carpi radialis longus ve brevis

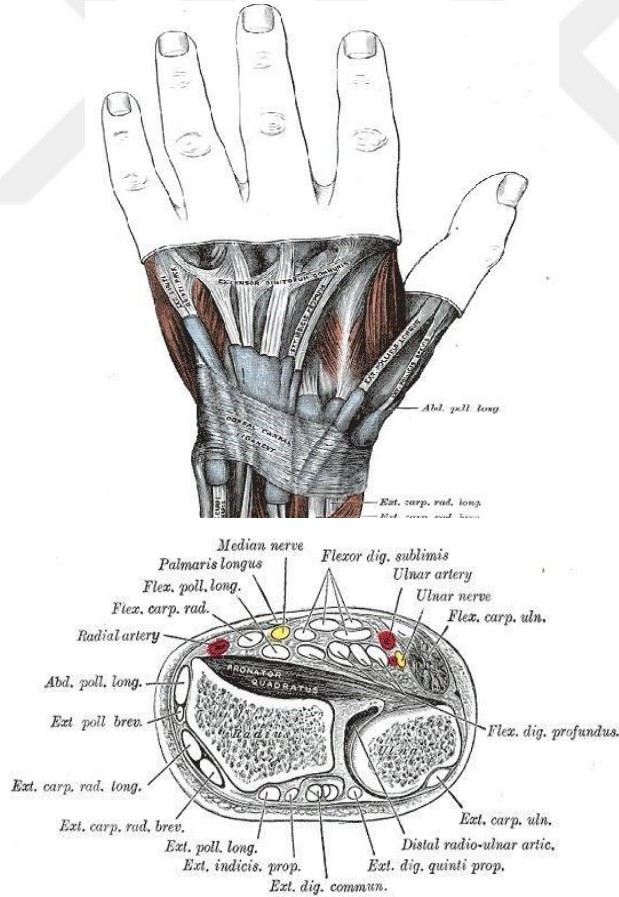
tendonları geçmektedir. Lister tüberkülünün lateralinde yer alır.

3. Kompartman: İçinden m.ekstansor pollucis longus tendonu geçer. Bu tendon tüberkülü geçtikten sonra 45° radial tarafa döner ve başparmağa uzanır. Lister tüberkülünün ulnar tarafında yer almaktadır.

4. Kompartman: İçinden m.ekstansor digitorum communis ve m.ekstansor indicis proprius tendonları geçer. Distal radioulnar eklem dorsalinde yer alır.

5. Kompartman: Ulna stiloidinin radialinde yer alır. İçinden ekstansor digiti minimi tendonu geçer.

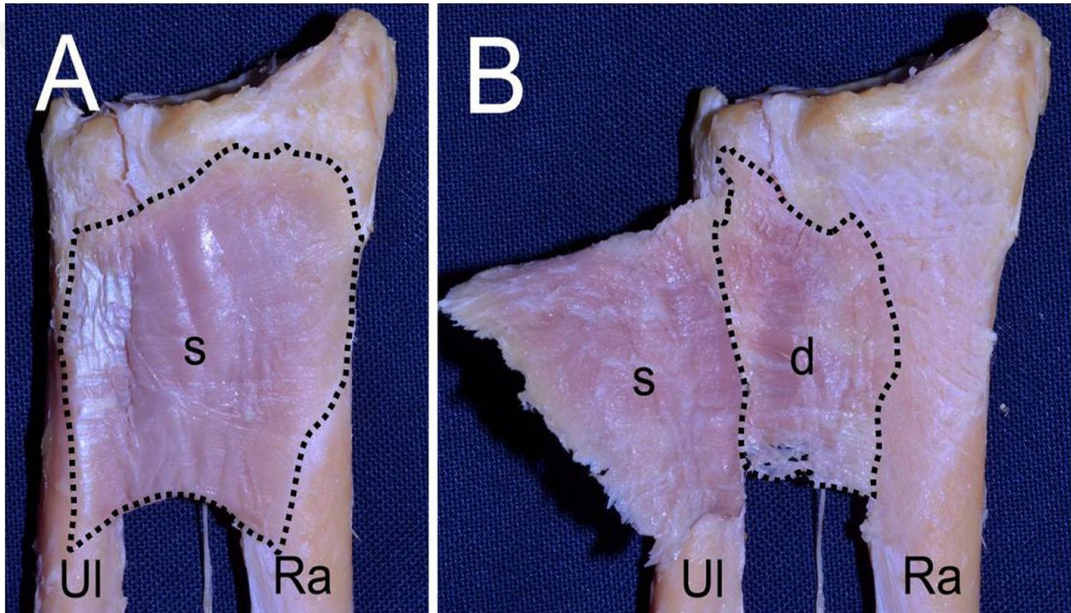
6. Kompartman: Ulna stiloidinin ucundaki olukta yer alır. İçinden ekstansor carpi ulnaris tendonu geçer.



Şekil 8 : El bileğindeki dorsal oluşumlar.

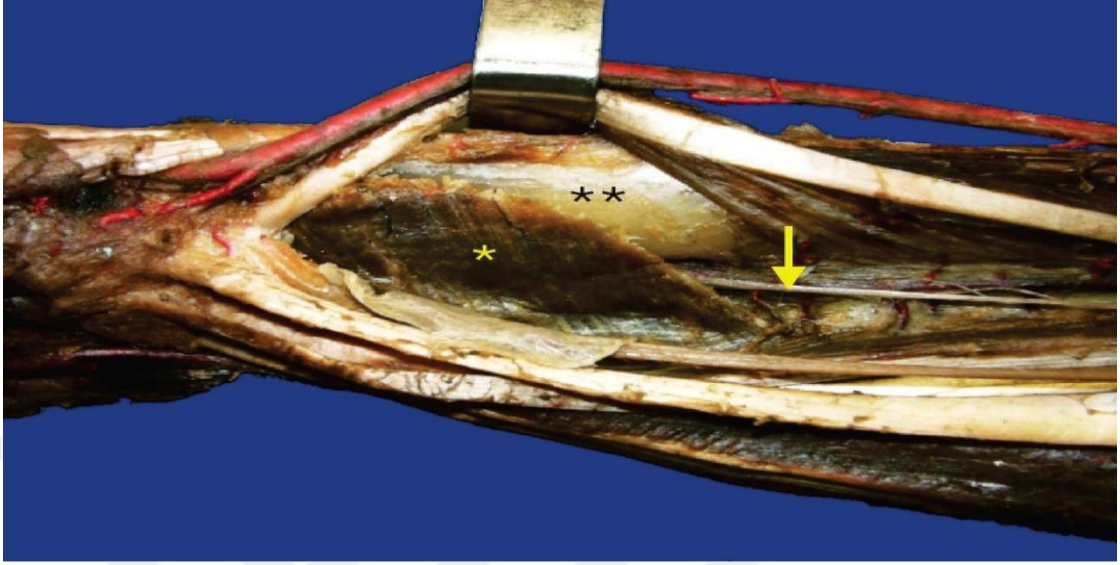
2.1.3.1 Pronator Quadratus Kası

Ulna distal $\frac{1}{4}$ lük volar yüzünden köken alan pronator quadratus kası radiusun distal $\frac{1}{4}$ lük volar kısmında sonlanmaktadır. Yüzeyel ve derin olmak üzere iki kısımdır. Derin başı; daha proksimalde ulnanın radial tarafından köken alıp oblik olarak seyrederek radiusun distalinde sonlanmaktadır. Yüzeyel kas pronasyonda görevli iken derin kas radioulnar stabilizasyonda görev alır (15) (Şekil 9). Yüzeyel başın distal kısmı daha kalın iken derin kasın orta bölümü daha kalındır. Derin başın gücü ise yüzeyel başın iki katıdır (16). Bazı nadir vakalarda distalde tenar kaslara ve proksimalde pronator kasına kadar ulaştığı bildirilmiştir (17).



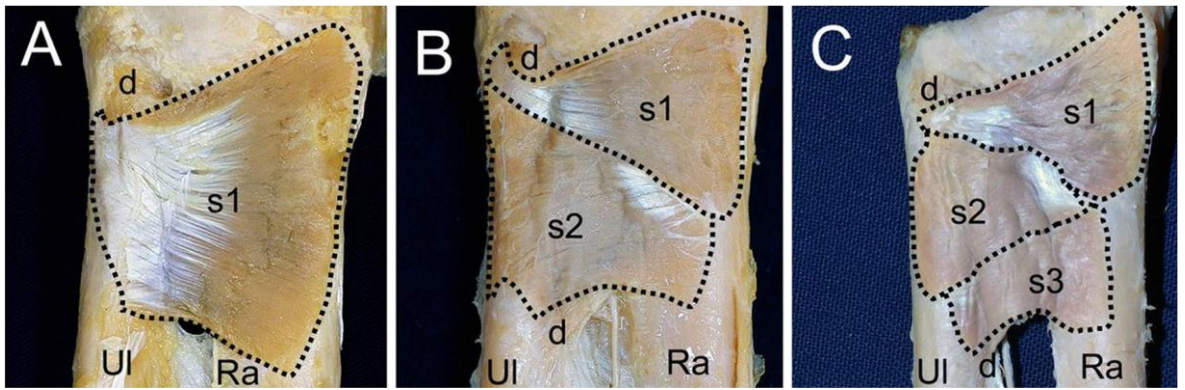
Şekil 9:Pronator quadratus kası derin(d) ve yüzeyel (s) komponentleri

Anterior interosseöz sinirle inerve olan bu kas interosseöz arterden beslenir(18)
(Şekil 10)

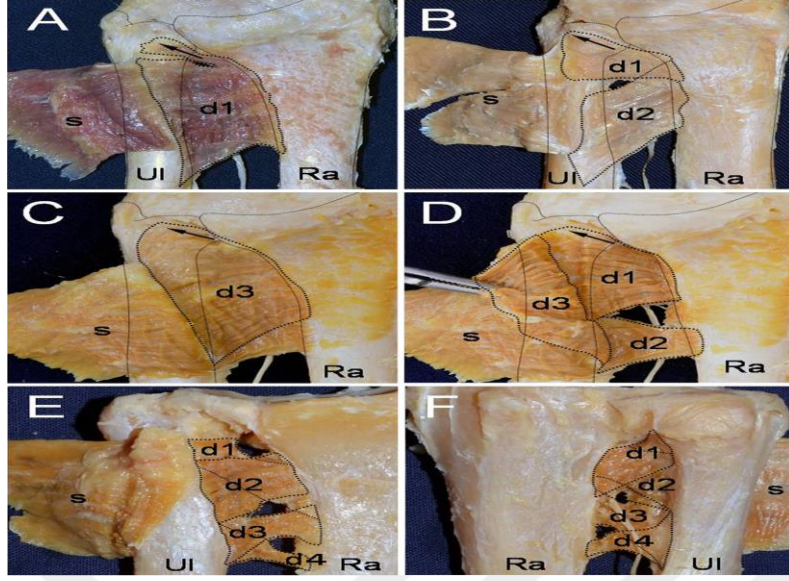


Şekil 10:pronator quadratus kası (sarı yıldız) inervasyonu (ok interosseöz sinir). Radius volar yüzü (çift yıldız)

Pronator quadratus kası anatomik diseksiyonlarda çeşitli varyasyonlar gösterir. Yüzeysel ve derin başın farklı başlangıç ve sonlanım varyasyonları şekil 11 ve şekil 12 de gösterilmektedir.

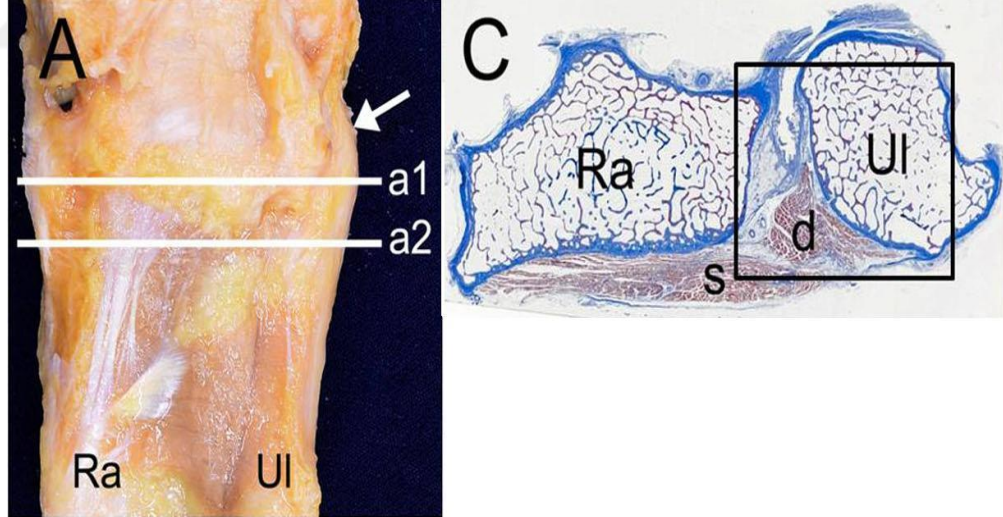


Şekil 11:Pronator quadratus yüzeysel başı varyasyonları (s1 ve s2)



Şekil 12:Pronator quadratus derin başı varyasyonları (d1,d2 ve d3)

Pronator quadratus kasının en kalın yeri olarak değerlendirilebilecek bir nokta maalesef yoktur. Ancak ultrasonografik ölçümlerde şekil 13 de görüldüğü gibi kesit alanındaki en kalın yer seçilebilir.



Şekil 13: Pronator quadratus kası derin ve yüzeysel başının en kalın olarak gözlendiği bölge

2.1.4 El Bileğindeki Damarsal Yapılar

Distal radiusun esas beslenmesini anterior interosseöz arter ve radial arter sağlar. Distal radioulnar eklem ve TFCC'nin kanlanması sağlayan damarlar, anterior interosseöz arter ve ulnar arterden köken alır. Ulnar arter ise styloid çıkıntısını ve triangüler fibrokartilajın ulnar kenarını besler.

2.1.5 El Bileği İnervasyonu

El bileği inervasyonu; median sinir, median sinirin anterior interosseöz ve palmar kutanöz dalı, ulnar sinir, ulnar sinirin dorsal kutanöz dalı, radial sinir, radial sinirin posterior interosseöz dalı ve radial sinirin yüzeyel duyu ile sağlanır (19-20). Anterior interosseöz sinir ; elin volar yüzünde birinci, ikinci, üçüncü parmakların tamamı ve dördüncü parmağın radial tarafının duyunu alır. El dorsalinde ise ikinci ve üçüncü distal falanksı ve dördüncü parmağın lateral yüzünün duyunu taşır. Motor olarak ise musculus pronator quadratus, musculus adduktör pollicis brevis, musculus opponens pollicis ve musculus fleksör pollicis brevisin derin başını uyarır. Radial taraftaki iki lumbrikal kasın uyarını median sinirdir.

Ulnar sinirin motor lifleri bütün hipotenar kasları ,interosseöz kasları , musculus fleksör pollicis brevisin derin başını, musculus abduktör pollicis ve ulnar iki lumbrikal kası uyarır. Beşinci parmağın ve dördüncü parmağın ulnar yarısının duyunu alırken dorsal yüzde ise median sinirin uyarım alanı dışında kalan bölgelerin duyunu alır. Özgül duyu alanı beşinci parmağın tepe noktasındadır (19-20).

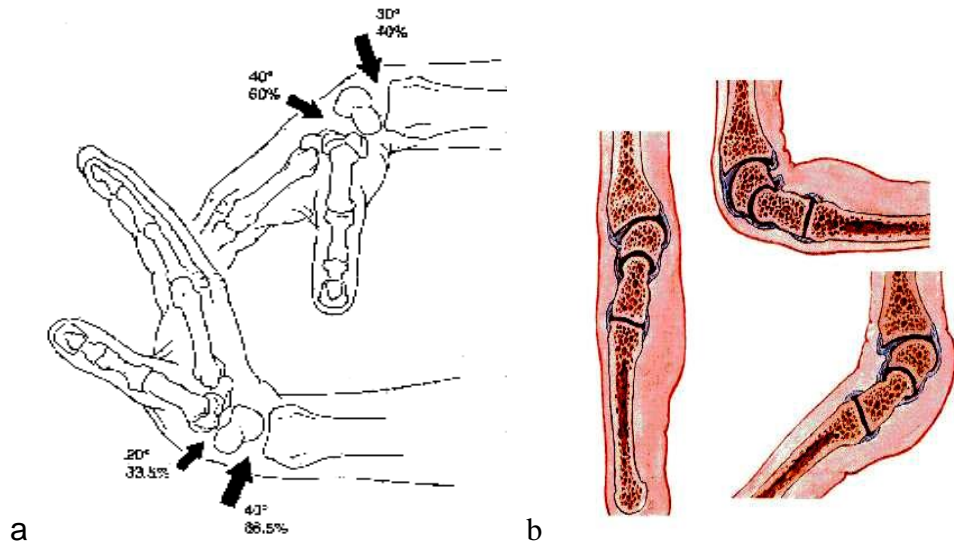
Radial sinirin duyu dalı birinci parmak dorsali ile ikinci ve üçüncü parmak dorsalinde median sinir alanı dışında kalan kısmın duyunu alır. Radial sinirin saf motor dalı olan posterior interosseöz sinir ise ; brakioradialis, ekstansör karpı radialis longus ve brevis , ekstansör dijiti communis, ekstansör digiti minimi, ekstansör karpı ulnaris , ekstansör pollicis brevis ve longus ile ekstansör indicis proprius' a motor dalı verir (19-20).

2.2 El Bileğinin Biyomekaniği

El bileğinin aktif kontrol mekanizmaları, önkol ve humerustan gelen ekstrensek kaslar ile el-el bileğine sınırlı intrinsek kaslar aracılığıyla olur. El bileğinde intrinsek kas yoktur. Bununla birlikte el bileğinde kemiklerin morfolojik özellikleri, ligamentöz yapılar ve tendinöz oluşumlar aracılığıyla oluşturulan pasif kontrol mekanizmaları söz konusudur. Bu açıdan el bileği, ön kol ve el arasında kas aktiviteleri ve yükün aktarımı için köprü görevi görür (21).

El bileği asıl olarak radiokarpal ve midkarpal eklemlerden oluşmaktadır, distal radioulnar eklem ise tamamlayıcı eklem rolünü üstlenmiştir (22). El bileğindeki eklemlerin fazlalığı ve hareket açıklığının karmaşıklığı nedeniyle, primer hareket merkezini saptamak oldukça güçtür. Birçok çalışmaya göre el bileği rotasyon merkezinin kapitat kemik olduğu saptanmıştır (23). Koronal planda nötral pozisyonda önkolun rotasyon merkezinden çizilen çizgi 3. metacarp bazisinden, kapitat kemikten, lunat kemiğin radialinden ve lunat fossanın merkezinden geçer. Saggital planda nötral pozisyonda kapitatum, lunatum ve radiusun longitudinal aksları aynı hatta iken skafoid 45° açı yapar.

El bileği radiokarpal ve midkarpal eklem hareketleri ile dorsifleksiyon, volar fleksiyon, ulnar deviasyon, radial deviasyon yapabilmektedir. Ön kolun supinasyon ve pronasyon hareketleri ise proksimal ve distal radioulnar eklemler tarafından sağlanmaktadır. Proksimal ve distal karpal sıralar birbirinden bağımsız ancak birlikte hareket ederler. Abduksiyonda proksimal sıra ulnaya doğru giderken, distal sıra radiusa doğru hareket eder. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında her iki karpal sıra da aynı yönde ve yaklaşık eşit oranda senkronize olarak hareket ederler. El bileği abduksiyonu, adduksiyondan daha kısıtlı bir hareket açıklığına sahiptir. Bunun nedeni, radial stiloid çıkıntının ulna stiloidinden daha distalde yer alması ve abduksiyon sırasında skafoid kemiğin bu çıkıntıya dayanmasıdır. Fleksiyon sırasında radiokarpal eklemdaki hareketin ekstansiyona göre daha fazla oluşunun nedeni de eklem anterior kenarının posterior kenarı kadar distale uzanmamasıdır (24) (Şekil 14).



Şekil 14: Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri esnasında eklemlerin katkısı (a), el bilek hareketlerinin kesitsel görünümü (b) (25)

El bileği eklemi dairesel hareket yeteneğine sahip kompleks bir eklemdir. Ekstansiyon-fleksiyon (140^0), radial-ulnar deviasyon (60^0) ve pronasyon-sıpinasyon (150^0) olmak üzere üç planda çok geniş bir hareket arkı vardır (26).

Normal el bileğinin belirtilen ortalama maksimum hareketleri nötral sıfır metoduna göre şu şekildedir (27) :

Dorsal fleksiyon (Ekstansiyon) : 50° - 80°

Volar fleksiyon (Fleksiyon) : 60° - 85°

Ulnar deviasyon (Adduksiyon) : 30° - 45°

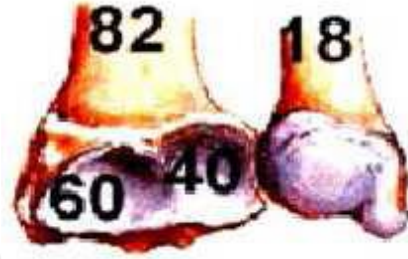
Radial deviasyon (Abduksiyon) : 15° - 30°

Pronasyon : 80° - 90°

Supinasyon : 80° - 90°

Bu hareketler ölçülürken humerusun rotasyon hareketini ekarte etmek için dirsek ekleminin 90^0 fleksiyonda olması gerekmektedir.

El bilek eklem yüzeyinin %46'sı lunat faset, %43'ü skafoïd faset ve %11'ini TFCC tarafından oluşturulur (28). Palmer yaptığı çalışmada normal kişilerde el bileğindeki aksiyel yük dağılımının %82'sinin radiokarpal eklem yüzeyinden olduğunu ve ancak %18'lik yük dağılımının ulnar eklem yüzü ve TFCC üzerinden gerçekleştiğini göstermiştir (Şekil 15). Distal radius kırıklarında bu oran değişir ve radial yüklenme artarak fizyolojik sınırın üstüne çıkar (29).



Şekil 15: El bileğine gelen kuvvetlerin dağılımı

3.RADIÜS DİSTAL UÇ KIRIKLARI

3.1 El Bileği Travma Mekanizmaları

Fizyolojik reflekslere sahip bir kiři dūřerken el bileđini pronasyona, kolunu ekstansiyona ve abduksiyona getirirerek açık el üzerine dūřer (30). Açık el üzerine dūřme neticesinde skafoid kemikte, distal radius ve ulnada, önkol kemiklerinde, suprakondiler ve proksimal humerusta kırıklar oluřabilir (30,31). Travma sonrası oluřabilecek kırık deformitesi dūřmenin hızına, meydana gelen zorlanmaya, bileđin pozisyonuna, hastanın yařına ve kemik kalitesine bađlıdır (30).

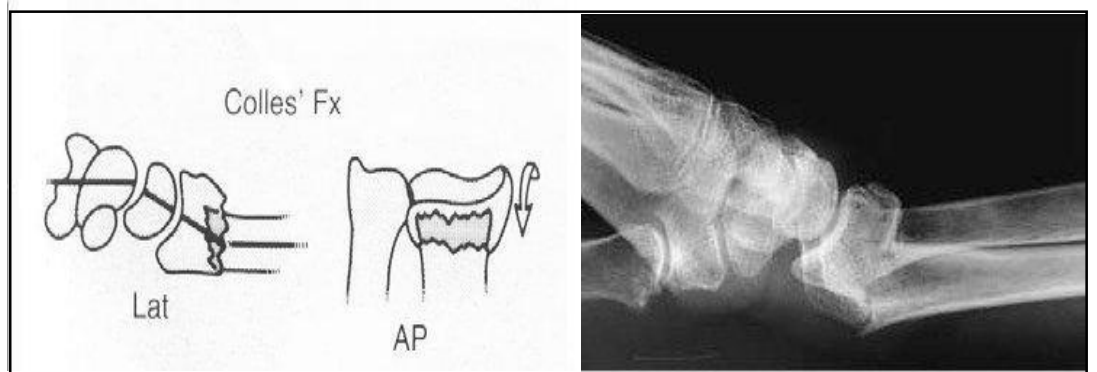
Radius distal uç kırıkları iki mekanizma ile meydana gelir (31).

- Direk travma: Radius distal ucuna direk gelen vurma ve çarpma gibi darbelerle olur.
- İndirek travma: Dirseđin gergin ve ekstansiyonda önkol pronasyonda el bilek dorsifleksiyondayken açık el üstüne dūřme anında oluşan kırıklardır.

Özel İsimlerle Bilinen Kırıklar

Colles Kırığı

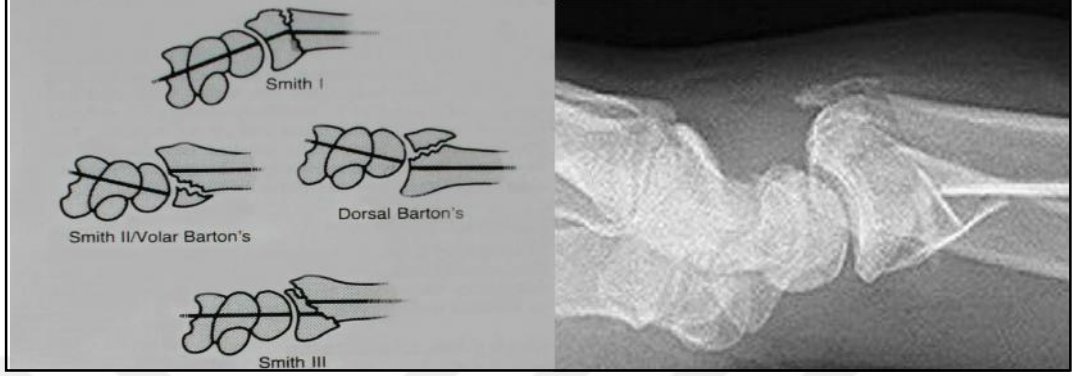
Distal radiusun eklem yüzeyinden yaklaşık 2,5cm proksimalinde distal parçanın dorsalde ve dorsal açılanma ile birlikte radial kısalmanın olduğu eklem dışı kırık tipidir (32) (şekil 16).



şekil 16 : Colles kırığı

Smith Kırığı

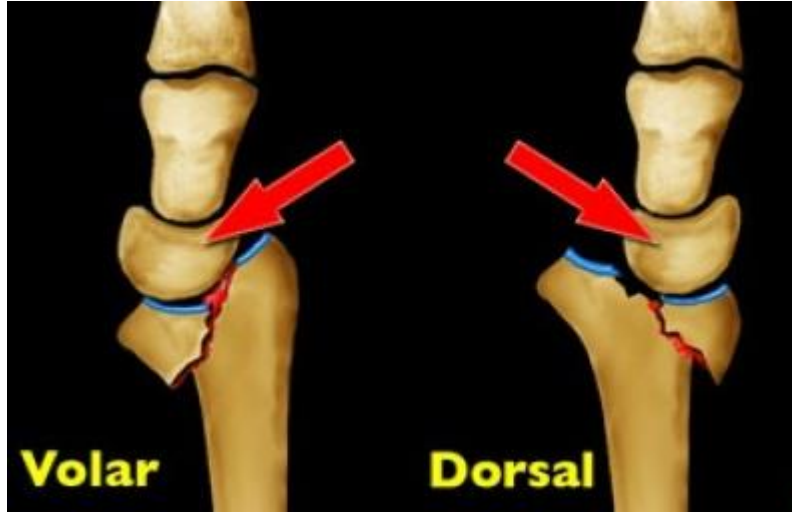
Distal radius metafizinin volare deplasman gösteren eklem dışı kırığıdır. (32)
(Şekil 17)



Şekil 17: Smith kırığı

Barton Kırığı

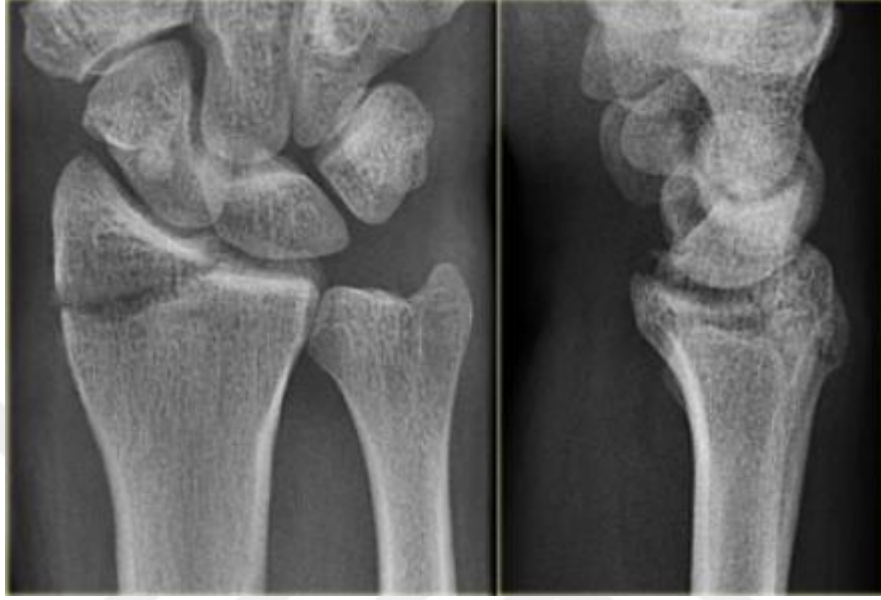
Distal radiusun el bileği eklem yüzeyine uzanan kırık ile beraber el bileği subluksasyonu gösteren kırık tipidir (Şekil 18). Kırık parça dorsal radius korteksini ilgilendiriyorsa Dorsal Barton, volar radius korteksini ilgilendiriyorsa Volar Barton kırığı adını alır (32).



Şekil 18 : Dorsal ve Volar Barton kırığı

Chauffeur Kırığı

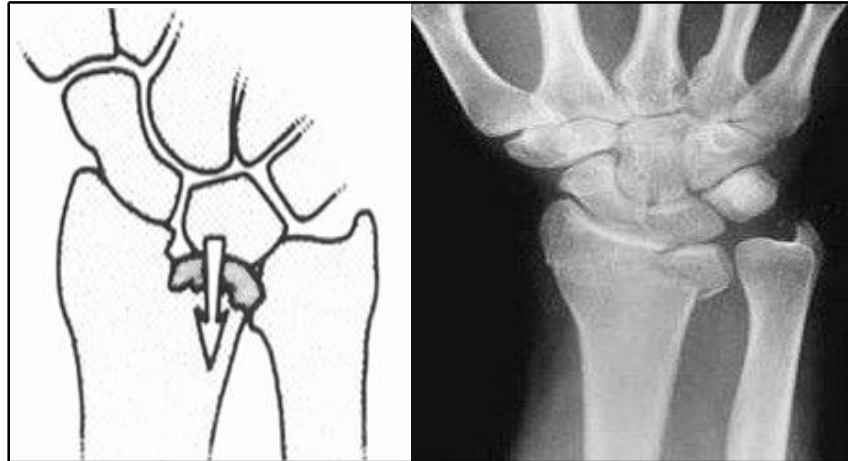
Harold C. Edwards tarafından tanımlanmıştır. Radial stiloidin oblik seyirli eklem içi kırığıdır (Şekil 19).



Şekil 19 : Chauffeur Kırığı

Lunat yüklenme veya Die-punch Kırığı

Sheck tarafından isimlendirilmiştir. radiusun medial eklem yüzeyinin metafiz içine3 deplase olmuş kırığıdır (32) (Şekil 20).

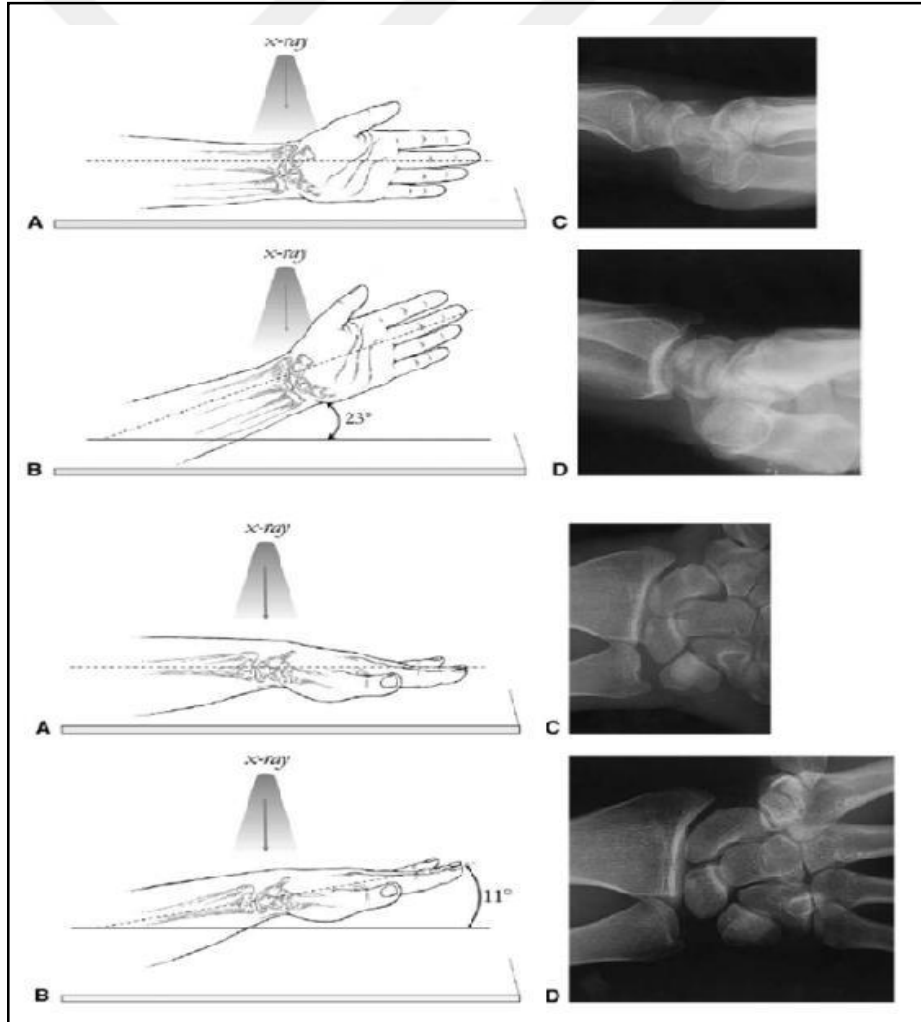


Şekil 20: Die-punch Kırığı

3.2. Radyolojik Değerlendirme

Direk Grafi

Radius distal uç kırığı düşünülen bir hastada ilk başvurulacak tetkik direk grafidir. Radius distal uç kırıklarının tanısı, sınıflandırılması, tedavi seçimi ve takibinde gereklidir. Radyograflerin alınmasında el bileğinin ve ön kolun pozisyonu çok önemlidir. Ön-arka röntgen incelemesinde omuz 90° abduksiyonda, dirsek omuz seviyesinde ve 90° fleksiyonda olacak şekilde avuç içi röntgen kaseti üzerine yerleştirilir. Bu pozisyon ön kolun nötral supinasyon-pronasyon durumudur. Lateral grafide ise dirsek 90° fleksiyonda röntgen kaseti üzerine el bileği yan olarak yerleştirilir (Şekil 21).



Şekil 21 : El bileğinin ap ve lateral grafileri

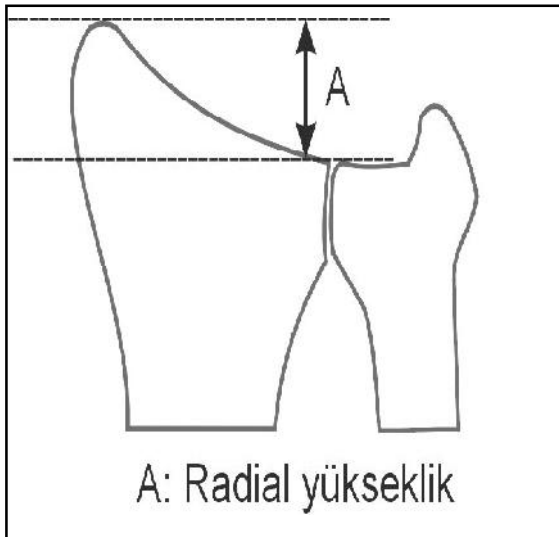
Ön arka grafide, radial ve ulnar stiloidin durumu, distal parçadaki deplasman ve parçalanma miktarı, radial eklem yüzünün eğimi, kırık hattının distal radioulnar ve radiokarpal ekleme uzantısı ve karpal kemikler değerlendirilir. Radial açılanma, radial yükseklik, radial kayma, ulnar varyans ile eklemdaki basamaklaşma miktarı ölçülür.

Lateral grafide; distal radial parçanın dorsale açılanması ve radioulnar subluksasyon değerlendirilir. Oblik grafilerde ve ulnar deviasyonda ön arka grafide ise eklem içi ile kırık ilişkisi, karpal kemik hasarı ve karpal kemik instabilitesi değerlendirilebilir.

Bu ölçümlerin hepsinde radiusun uzun eksenini kullanılmaktadır. Ön-arka ve yan grafide uzun eksen, radiokarpal eklem 3 ila 6 cm proksimalindeki radial diyafizinin orta noktasını birleştiren çizgi olarak tanımlanmaktadır (33).

a) Radial Yükseklik (Radial uzunluk, Alt radio-kübital indeks)

Ön-arka radyografide radial stiloid uç kısmından ve distal ulnar baş eklem yüzünden geçen birbirine paralel iki çizgi arası mesafedir. Normalde 8-18 mm ve ortalama 11-12 mm arasındadır (Şekil 22 ve 23).



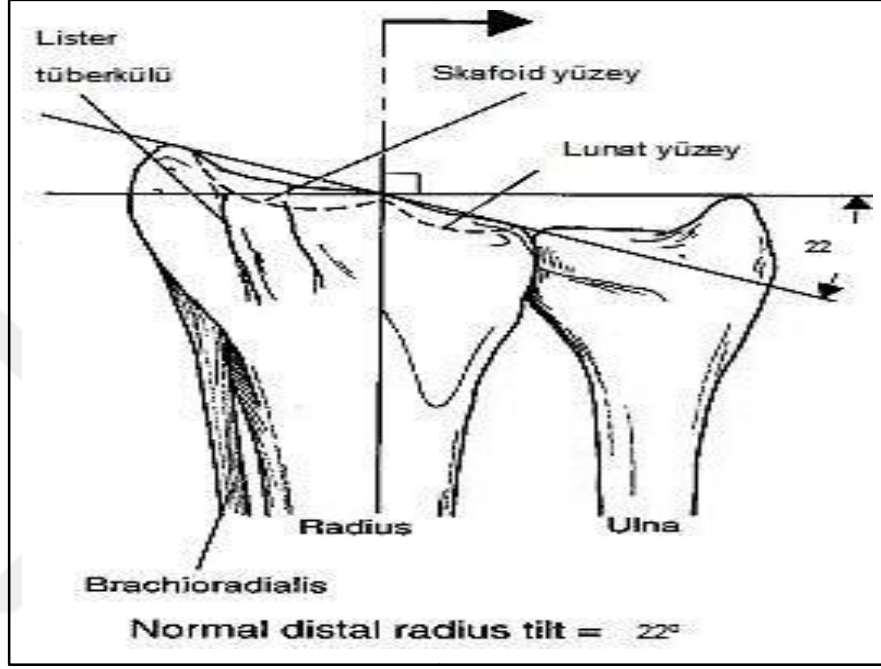
Şekil 22: Radial yükseklik



Şekil 23: Radial yüksekliğin Röntgende hesaplanması

b) Radial Açılanma (Radial inklinasyon)

Ön-arka radyografide, radial stiloidin uç kısmıyla distal radioulnar eklemin radial kısmını birleştiren çizgi ile , radiusun uzun eksenine çizilen dik çizgi arasındaki açıdır. Normali 13° - 30° ve ortalama 22° - 23° arasındadır (Şekil 24 ve 25).



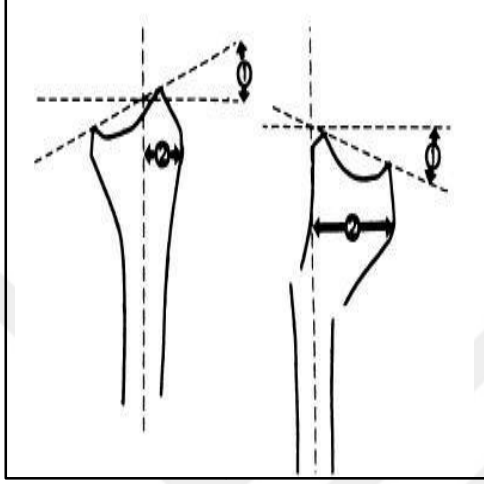
Şekil 24: Radial Açılanma



Şekil 25: Radial Açılanmanın Röntgende hesaplanması

c) Dorsal Açılanma (Palmar tilt, Volar tilt, Dorsal inklinasyon)

Lateral grafide radiusun volar ve dorsal uçlarını birleştiren doğru ile radiusun longitudinal aksına çizilen dik çizgi arasındaki açıdır. Normalde 0° - 22° (ortalama 11° - 12°) arasında ve volare dönüktür (34) (Şekil 26 ve 27).



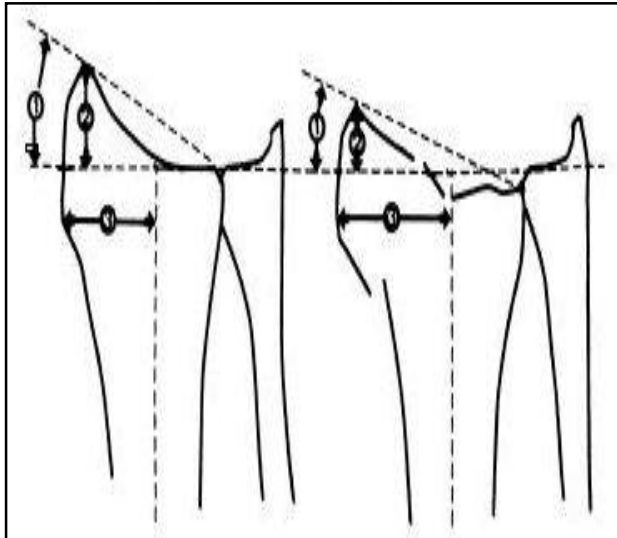
Şekil 26: Dorsal açılanma



Şekil 27: Dorsal açılanmanın röntgende hesaplanması

d) Radial Kayma (Radial şift)

Radius uzun eksenini ile radius stiloidi arasındaki uzaklıktır. Sağlam tarafla fark 1 mm' den fazla olmamalıdır (şekil 28 ve 29).





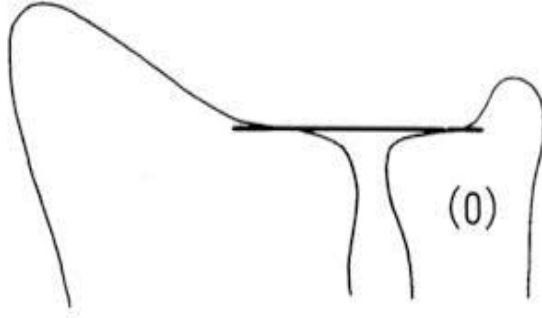
Şekil 28: Radial Kayma

Şekil 29: Radial Kaymanın Röntgende Hesaplanması

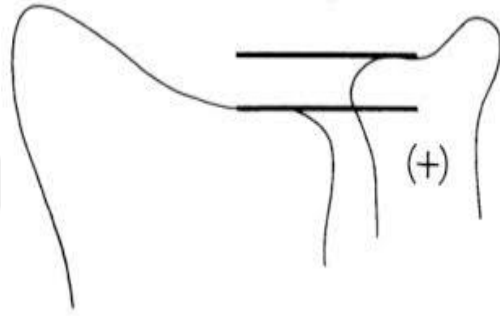
e) Ulnar Varyans

Ulna başının eklem yüzeyi ile distal radiusun lunat faseti arasındaki vertikal mesafeyi ifade eder. Normalde sık olarak bu iki yapı aynı seviyede olup mesafe sıfırdır . Bu durum " nötral anatomik varyans " olarak bilinir.

Normal el bileklerinin %10' unda ise ulna daha ileride olup "pozitif varyans" söz konusudur. Normal değeri 0 ± 2 mm' dir (Şekil 30 ve 31).



Şekil 30: Nötral anatomik varyans



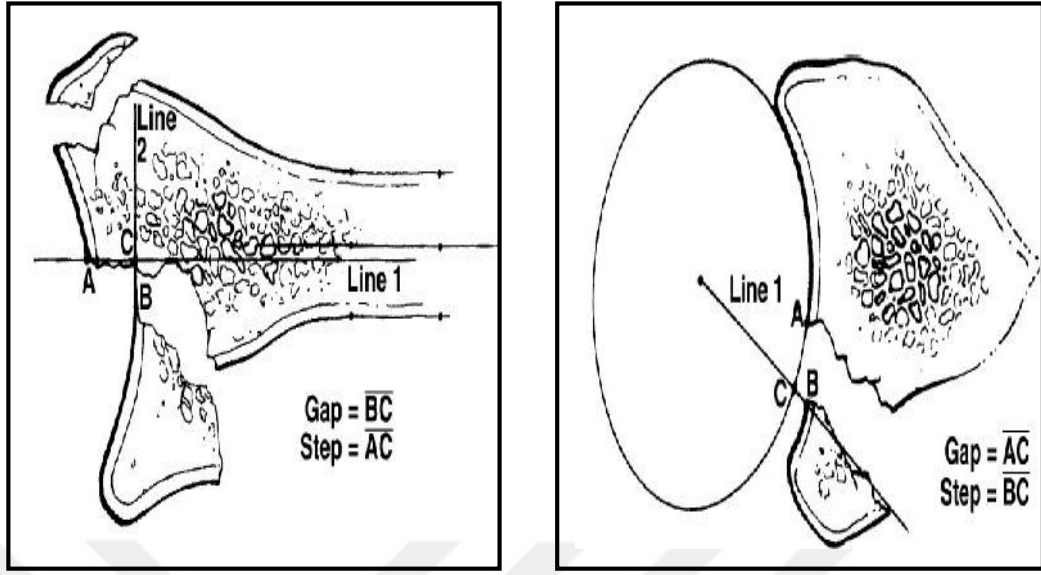
Şekil 31 : Pozitif ulnar varyans

f) Eklem yüzeyinde basamaklaşma

Eklemde basamaklaşmayı gösteren iki metod vardır:

1- Longitudinal aks metodu: Kırık hattının subkondral kenarlarına iki nokta konur. Radiusun frontal plandaki radyografik görüntüsünde, uzun aksına orta hattan paralel bir çizgi çizilir. İki subkondral noktadan bu çizgiye dik çizgiler çizilir. İki paralel çizgi arası, dikey mesafe eklem yüzeyinde basamaklaşmayı gösterir. Daha ziyade, düz radyografilerde kullanılır. Normalde 0-2 mm arasında olmalıdır (Şekil32-A).

2- Ark metodu: Eklem yüzeyinin geniş olan tarafından dairesel çizgi çizilip diğer fragmanla arasındaki mesafe ölçülür. CT de, dahi iyi değerlendirilir. Her iki metodda gap değerlendirmesi de yapılır (Şekil 32- B).



Şekil 32 : A:Longitudinal aks metodu B: Ark metodu

Bilgisayarlı Tomografi

Ekleme uzanan ve parçalı kırıklarının değerlendirilmesinde oldukça etkili bir tetkiktir. Radiokarpal eklemden 2 mm den fazla basamaklaşmanın osteoartroz gelişiminde önemli rol oynadığı bildirilmiştir (35).

Manyetik Rönzonans Görüntüleme (MRG)

Radius dital uç kırıklarına yaklaşımda rutin olarak kullanılmamaktadır. Fakat karpal instabilite, karpal ligament ve TFCC rüptürü, medyan sinir kompresyonu, fleksör yada ekstansör tendon yaralanması, skafoid ve lunatum avasküler nekrozlarının değerlendirilmesinde oldukça değerlidir (35).

Sintigrafi

Özellikle ligaman yaralanmalarının , refleks sempatik disrofinin ve grafilerde saptanamayan kırıkların tespitinde kullanılabilir (36).

Artroskopi

El bileği artroskopisi günümüzde kırıkla birlikte yumuşak doku yaralanmalarının tanınması ve tedavi edilmesi amacı ile daha yaygın hale gelmiştir (37). Kırık parçalarının deplasmanının görülmesi ve eklem yüzeyi restorasyonu,

aynı anda kırığın redüksiyonu ve perkütan tespiti yapılabilir.

3.3 Sınıflandırma

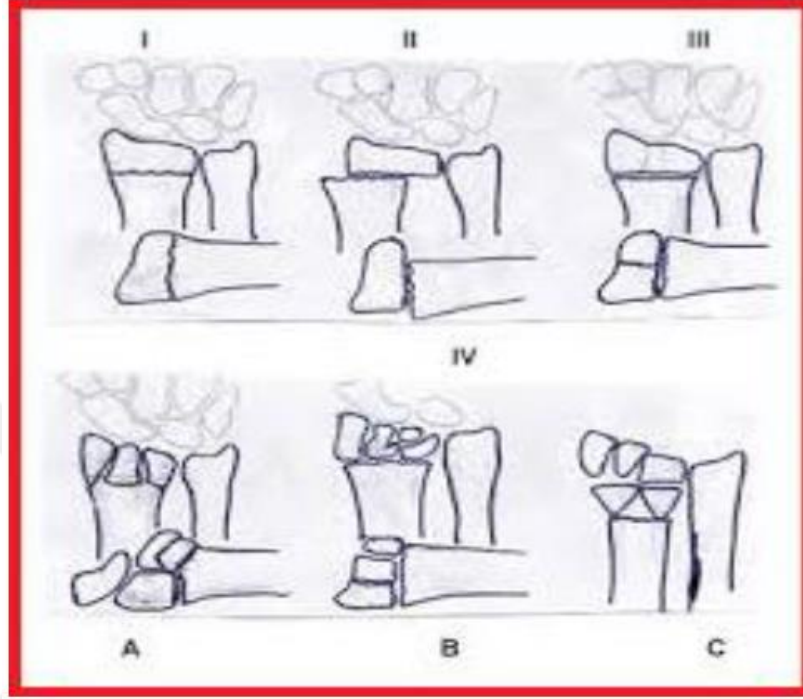
Radius distal uç kırıkları ile ilgili günümüze kadar oldukça çok sayıda sınıflandırma tanımlanmıştır. Son yıllarda gelişen görüntüleme yöntemleri sayesinde, eklemlerle ilişkili, deplasman gibi kırığa ait özellikler daha iyi belirlenmeye başlanmış ve sınıflamalar geliştirilmiştir. Yararlı bir sınıflamanın, kırığın tipini ve ağırlığını belirtmesi yanında tedavi yönteminin seçimi ile sonuçların değerlendirilmesinde de yardımcı olması gerektiği kabul edilmektedir (38).

Radius distal uç kırıkları için tanımlanan sınıflandırmalar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir;

- 1- Ayrılma miktarına göre: Gardland ve Werley sınıflaması, Older sınıflaması
- 2- Deplasmanın derecesi ve radyolojik görünümü: Lidström sınıflaması, Ünlversal sınıflama, AO/ ASIF sınıflandırması
- 3- Eklem tutulumuna göre: Frykman sınıflaması, Melone sınıflaması, Mayo sınıflaması
- 4- Mekanizmasına göre: Fernandez sınıflaması

Evrensel (Universal) Sınıflandırma

Kırığın intraartiküler yada ekstraartiküler, stabil veya instabil olması prensiplerine dayanır.tedavi önerilerini de içerir (39) (Şekil 33) (Tablo 1).



Şekil 33: Evrensel Sınıflandırma

Kırık sınıflaması	tedavi
1) Ekleme uzanmayan nondeplase	Alçı ile immobilizasyon
2) Ekleme uzanmayan deplase a) Stabil redükte edilebilir b) Redükte edilebilir instabil c) Redükte edilemez	Alçı ile immobilizasyon Perkütan çivileme Açık redüksiyon+eksternal fiksasyon
3) Ekleme uzanımlı nondeplase	Alçı ile immobilizasyon+perkütan çivileme
4) Ekleme uzanımlı deplase a) Redükte stabil b) Redükte edilebilir instabil c) Redükte edilemez d) Kompleks kırıklar	Kapalı redüksiyon+perkütan çivileme Kapalı redüksiyon+perkütan çivileme Açık redüksiyon+eksternal fiksasyon+perkütan çivileme

Tablo 1 : Evrensel Sınıflandırma

Frykman Sınıflandırması

Frykman, radius alt uç kırıklarını, 1967 yılında kırığın intraartiküler ya da ekstraartiküler oluşuna, ulna stiloidinin sağlam kalışı ve kırık oluşu ile inferior - radioulnar ve radiokarpal eklem tutulumuna göre 8 gruba ayırmıştır. Bu sınıflandırmada distal parçadaki kısalık veya parçalanma derecesi belirtilmez (40) (Şekil 34).

Tip 1: Eklem uzanım göstermeyen radius distal uç kırığı

Tip 2: Eklem uzanım göstermeyen radius distal uç kırığı ve ulna stiloid kırığı

Tip 3: Radiokarpal eklemi içeren radius distal uç kırığı

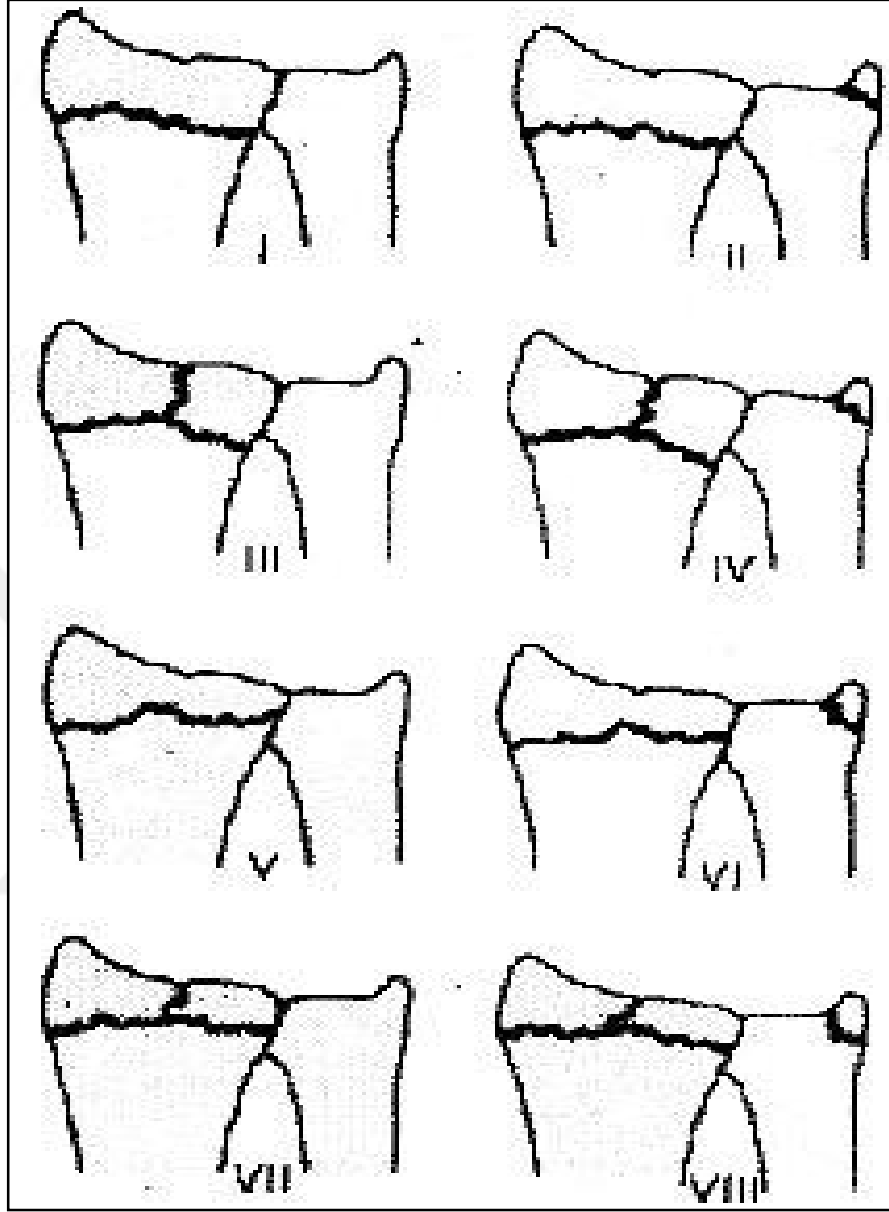
Tip 4: Radiokarpal eklemi içeren radius distal uç kırığı ve ulna stiloid kırığı

Tip 5: Radioulnar eklemi içeren radius distal uç kırığı

Tip 6: Radioulnar eklemi içeren radius distal uç kırığı ve ulna stiloid kırığı

Tip 7: Radiokarpal radioulnar eklemi içeren radius distal uç kırığı

Tip 8: Radiokarpal ve radioulnar eklemi içeren radius distal uç kırığı ve ulna stiloid kırığı



Şekil 34: Frykman Sınıflaması

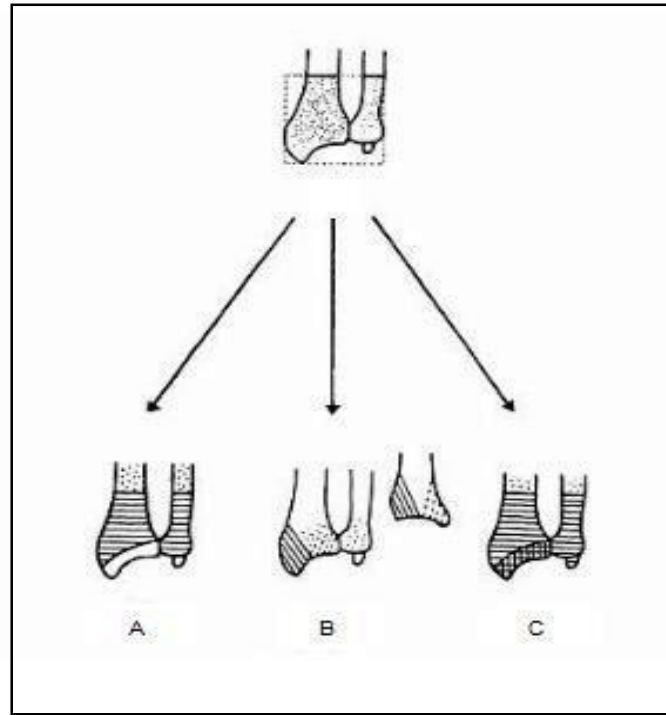
AO Sınıflandırması

AO/ASIF sınıflama sistemi 1986 yılında İnternal Tespit Problemleri Çalışma Derneği (AO) tarafından geliştirilen bir sınıflama sistemidir. Bu sistemde tüm uzun kemikler öncelikle 3 gruba ayrılır (Şekil 35);

Grup A: Ekleme uzanım göstermeyen kırık

Grup B: Basit eklem içi kırık

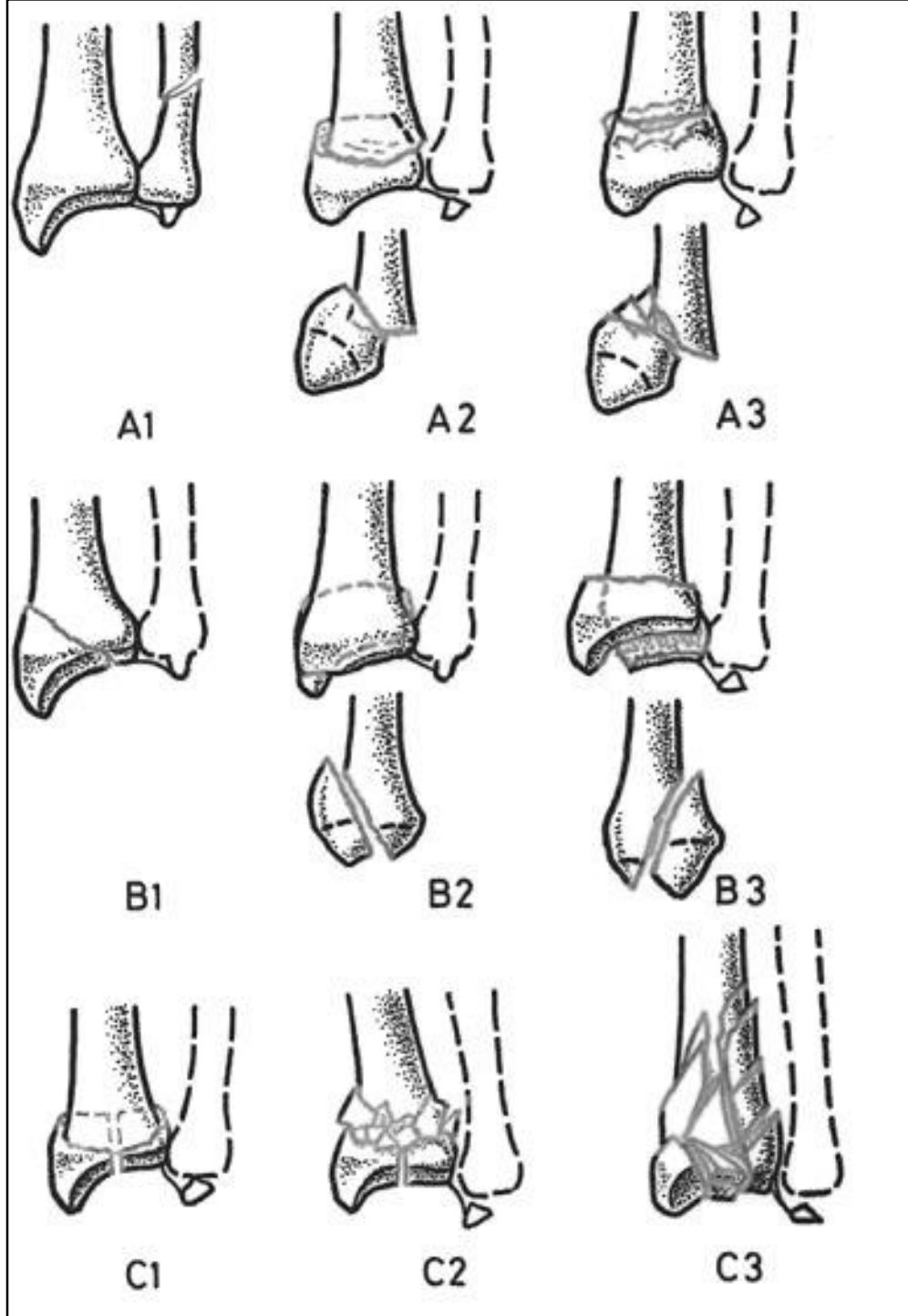
Grup C: Kompleks kırık



Şekil 35: Radius distal uç kırıklarının AO sınıflandırması göre gruplandırılması

Sınıflandırma kullanılırken öncelikle kırığın eklem içi olup olmadığına bakılır. Bu; tip A ve tip B arasındaki ayırıcı farktır. Sonra kırık eklem içi ise, parsiyel veya komplet olup olmadığına bakılır. Bu da tip B ve tip C arasındaki ayırıcı farktır. Üç grup da kendi içinde, kırığın stabilitesine, impaksiyonuna, parçalı olup olmamasına, redükte edilebilirliğine ve yerine göre 27 farklı alt gruba ayrılır.

Anderson ve arkadaşları bu sınıflandırmayı, kullanımını pratik hale getirmek için daha basite indirgeyerek üç sınıfa ayırmışlardır (41) (Şekil 36).



Şekil 36: AO sınıflandırması

TipA: Eklem dışı kırıklar

TipA-1: Ulna distal uç kırığı, radius sağlam

TipA-2: Radius distal uç basit parçalı olmayan kırık TipA-3: Radius distal uç parçalı kırığı

TipB: Parsiyel eklem içi kırıklar

Tip B-1: Radial stiloid kırığı

Tip B-2: Dorsal kenar kırığı (Dorsal Barton)

Tip B-3: Volar kenar kırığı (Volar Barton)

TipC: Kompleks eklem içi kırıklar

Tip C-1: Basit eklem içi iki parçalı (Colles ve Smith) kırıkları

Tip C-2: Eklem yüzü basit, metafizi parçalı eklem içi kırıklar

Tip C-3: Eklem yüzü ve metafizi çok parçalı kırıklar

3.4 Tedavi

Distal radius kırıklarının tedavisi günümüzde halen tartışmalıdır. Fizik muayene bulguları ve çekilen radyografilerdeki kırığın durumunun yanı sıra hastanın yaşı, fiziksel ve bilişsel durumu, mesleği, kemik kalitesi, eşlik eden diğer patolojiler, travmanın şekli ve şiddeti gibi faktörler de tedavi planlanmasında oldukça önemlidir (42).

Tedavide amaç, distal radiusun şeklinin ve eklem yüzeyindeki deplasmanın anatomik olarak düzeltilmesi olmalıdır. Temel prensip, kırık parçalarının en uygun şekilde redüksiyonu ve bu redüksiyonun tespit edilmesidir (43).

Laboratuvar çalışmaları distal radioulnar eklem üzerine en fazla etkisi olan komponentin radial kısılma olduğu şeklindedir. Dorsal angulasyonun artması durumunda el bileğinin palmar yüze yakın geçen yük transfer ekseninin dorsale kaydığı gözlenir ve bu da radiokarpal eklemden artroza neden olur. Eklem yüzeyinde 2 mm'den fazla basamaklanma olması, 5 mm'den fazla radial kısılma olması ve 20°'den fazla dorsal angulasyon olması durumunda artroz riskini ileri derece artırmaktadır(43).

Distal radius kırıklarının %75-80'i stabil ekstraartiküler kırıklardır ve konservatif olarak tedavi edilirler. İnstabil olan kırıklarda ise değişik fiksasyon yöntemleri ile cerrahi yapılmaktadır (44). Tedavi kararını vermede kırığın stabilitesi ön plana çıkmaktadır. Primer stabilite kriterleri olarak ; başlangıçtaki dorsal açılanmanın 20°'den fazla olması , radial kısılmanın 10 mm' den fazla olması, eklem içi uzanım gösteren kırık olması ve kemik defektine neden olan metafizer parçalanmanın varlığı ele alınır. Sekonser stabilite de ise kapalı redüksiyon ve alçılardan sonra dorsal açılanmanın 5°, radial kısılmanın 5 mm'den fazla olması baz alınır.

Günümüzde uygulanan çeşitli tedavi metodları vardır:

- 1- Konservatif Tedavi (kapalı redüksiyon alçılama)
- 2- Kapalı Redüksiyon + Perkütan Çivileme
- 3- Pin ve Alçı Tekniği
- 4- Sınırlı Açık Redüksiyon
- 5- Eksternal Fiksasyon
- 6- Artroskopi Destekli Fiksasyon
- 7- Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon

Kapalı Redüksiyon Alçılama

Deplasmanı olmayan veya minimal deplase ve az miktarda dorsal parçalanma ile birlikte olan kırıklarda kapalı redüksiyon ve alçılama uygulanır. Kapalı redüksiyonun korunması için yapılan alçılamanın dirsek üstü veya dirsek altı yapılması ve önkolun pronasyon yada supinasyonda olması konusunda görüş birliği olmamakla birlikte işlevsel sonuçlarda belirgin farklılık olmadığı gösterilmiştir (45).

Tavsiye edilen alçı pozisyonu 15 fleksiyon, 15 ulnar deviasyon ve hafif pronasyon şeklindedir. Ve önerilen alçı süresi 4-6 haftadır (46).

Kapalı Redüksiyon + Perkütan Pinleme

Eklem dışı , ayrılmış stabil ve metafizel parçalanması olmayan radius distal uç kırıklarında uygulanır. İki adet K telinin radial stiloidden gönderilmesi , DRUE’i tutmayan transulnar çivileme, bir K teli radial stiloidden ve ikincisinin DRUE’i tutacak şekilde çivileme, intrafokal çivileme ve transulnar ve transradial çoklu K teli gönderilerek çivileme yöntemi kullanılabilir (32-47).

Sınırlı Açık Redüksiyon

Distal radius kırıklarında eklem anatomik redüksiyonu açısından ; çökmüş, die-punc kırığı ve metafizer bölgesi parçalanmamış dört parçalı intraartiküler kırıklarda kapalı redüksiyon ile metafizer bölge uzunluğu ve radius stiloidi

düzeltilir. Fakat dorsoulnar, volar veya sigmoid çentikteki yerleştirilemeyen parçalar mini insizyon ile sınırlı açık redükte edilebilir (48).

Eksternal Fiksator ile Tespit

Kapalı redüksiyon ve eksternal fiksator uygulamasında ; kırık uçlarına traksiyon uygulandığında sağlam olan el bileği eklem kapsülü ile ligamentleri gerilim altında kalarak parçalı kırığa ait komşu ve birbiriyle ilişkili kemik fragmanları üzerinde kompresif kuvvet etkisine sahip olurlar ve bu sayede kırık redüksiyonu sağlanır (44).

Eksternal fiksator; instabil kırıklarda ,klasik alçı tedavisi sonrası takiplerde redüksiyon kaybına uğrayan ve ilk redüksiyon sonrası 50 nin üzerinde dorsal açılma,5 mm üzerine radial kısalıkla beraber ileri derecede eklem içi parçalanma gösteren kırıklarda, redüksiyonun korunamadığı ekstraartiküler parçalı kırıklarda, açık kırıklarda, kırıklı çıkıklarda, multitravmalı hastalarda uygulanabilir (49-50-51).

Artroskopik Girişimler

Eklem yüzeyinin daha iyi redüksiyonunda, kırıkta, ligaman ve TFCC yaralanmasının belirlenmesinde avantaj sağlamaktadır (52). Eklem açılmadan çökmüş eklem içi fragmanlar K teli ile eleve edilip redüksiyon sağlanır (53). Bu yöntem kompartman sendromunda ve açık kırıklarda kontrendikedir (54)

Açık Redüksiyon ve İnternal Fiksasyon

Erken redüksiyon kaybı olan kırıklar, kapalı yöntemlerle başarı sağlanamayan kompleks radius distal uç kırıklarında, radiokarpal kırıklı çıkıklar, karpal zedelenme veya yumuşak doku hasarı olan kırıklarda açık redüksiyon gerekmektedir (55).

Cerrahi teknik kırık deplasmanının yönüne, fragmanların yerleşimine göre değişiklik gösterir. Tespit edilecek fragmanın büyüklüğüne göre K telleri, vidalar, destek plakları kullanılarak tespit edilir. Gerekirse stabiliteye destek olmak ve kırık iyileşmesini hızlandırmak için greftleme de uygulanabilir (56).

3.5 Komplikasyonlar

Nöropatiler

En sık median sinir nöropatisi görülür (57). İlk travmaya bağlı olabileceği gibi yüksek enerjili yaralanmalarda kompartman sendromu sonucunda görülebilir. Geç dönemde ise aşırı kallus oluşumu, kırık bölgesinde derin fasya altı fibrozisi ve kötü kaynama median sinir basısına neden olabilir (58).

Ulnar ve radial sinir nöropatileri ise primr yaralanmaya veya alçı basısına sekonder gelişebilir .

Tendon Yaralanmaları

Genelde geç komplikasyon olarak görülmekle birlikte en sık ekstansör polisis longus tendonu yaralanır. Tendon kılıfındaki vasküler yetersizliğe bağlı dejenerasyon ve oluşan kallus dokusunun sürtünmesiyle meydana geldiği düşünülmektedir (58).

Eklem Sertliği

Genelde uzamış tespite bağlı olarak parmak, el bileği, dirsek veya omuz eklemlerinde sertlik oluşumu görülebilir.

Vasküler Komplikasyonlar

Açık tip kırık, yüksek enerjili, deplase kırık olgularında radial veya ulnar arterin sıkışması olabilir. Alçı tedavisi sonrası Volkmann'ın iskemik kontraktürü gelişebileceğide unutulmamalıdır (59).

Post Travmatik Artrit

Daha çok radiokarpal ve radioulnar eklemleri ilgilendiren parçalı kırıklardan sonra görülür.

Omuz – El Sendromu

Üst ekstremitenin distrofisi veya ağrılı disfonksiyon olarak adlandırılır (60) . Görülme sıklığı %2,1 olarak bildirilmekle beraber omuz bölgesinde rahatsızlık hissi veya yanıcı bir ağrı ile birlikte elde ve parmaklarda ağrı, şişlik ve solukluk mevcuttur (58).

Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu (Sudeck Atrofisi)

Distal radius kırığı sonrası tedavi yönteminden bağımsız sıklığı %7-37 olarak bildirilmiştir. Karpal kemiklerde benekli atrofi ve kozalji şeklinde semptomlar oluşur.

Kaynamama

Radius distal uç kırıklarından sonra nadir görülür.

Kötü Kaynama ve Redüksiyon Kaybı

Radyolojik ölçümlere göre 5 mm'lik radial uzunluk kaybı,10 'den fazla dorsal açılanma, dorsal-volar açılanma da20 'den fazla değişim, 2 mm'den fazla eklemden basamaklaşma redüksiyon kaybı olarak değerlendirilir (58).

Distal Radioulnar Eklemden Ağrı

Bu vakalarda %45 oranında TFCC yırtığı tespit edilmiştir. El bileğinin pronasyon ve supinasyonu ağrılı ve kısıtlıdır. Elin kavrama gücü azalmıştır.

Enfeksiyon

Açık kırıklar ve cerrahi uygulanan kırıklarda özellikle eksternal fiksatör uygulanan hastalarda çivi dibi enfeksiyonu olarak karşımıza çıkar.

Diğer Komplikasyonlar

Radius distal uç kırığı sonrası nadir olarak radial, ulnar yada median nörit, fleksör ve ekstansör tendinit, De Quervain hastalığı, alçıya bağlı bası yaraları, Dupuytren kontraktürü bildirilmiştir (58).

4.GEREÇ VE YÖNTEM

Izmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Servisi'nde, Ocak 2014 – Aralık 2015 tarihleri arasında radius distal uç kırığı nedeniyle opere edilen 197 hasta incelendi. 27 hastaya K teli ile tespit, 10 hastaya dorsal plak ile tespit, 4 hastaya eksternal fiksator ile tespit ve 5 hasta bilateral radius distal uç kırığı nedeniyle opere edildiğinden çalışma dışı bırakıldı. Sadece volar yaklaşımla volar anatomik kilitli plak ile tedavi edilen, takiplerine düzenli gelen ve her iki üst ekstremitede ek patolojisi bulunmayan 77 hasta çalışmaya dahil edildi. 2 hasta eklem içi vida ve 1 hasta da ekstansör tendon irritasyonu nedeniyle tekrar opere edildiğinden pronator quadratus kasının incelendiği gruba alınmadı.

Çalışmaya dahil olma kriterleri;

- 1)Volar yaklaşımla tedavi edilen distal radius kırığı olan hastalar
- 2) 18 yaşından büyük olan hastalar.

Çalışma dışı bırakılma kriterleri;

- 1) Aynı ekstremitede başka bir kemiksel veya yumuşak doku herhangi bir operasyon yada yaralanma geçiren hastalar
- 2) Diğer üst ekstremitesinde herhangi operasyon yada yaralanma geçirenler
- 3) Operasyon süresi 1 yıldan kısa olan hastalar.

Klinik değerlendirme olarak Quick DASH (The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score = kol, omuz ve el engelliliği) anketi , radyolojik sonuçları değerlendirmek için Stewart Skorum Formu kullanıldı. Bunlarla birlikte demografik veriler , AO sınıflaması, Frykman sınıflaması , son kontroldeki el bileği eklem hareket açıklıkları , kavrama (grip) gücü kayıt altına alındı. Ayrıca son kontrollerinde hastalara pronator quadratus kasına yönelik yüzeysel yumuşak doku ultrasonografisi yapıldı.

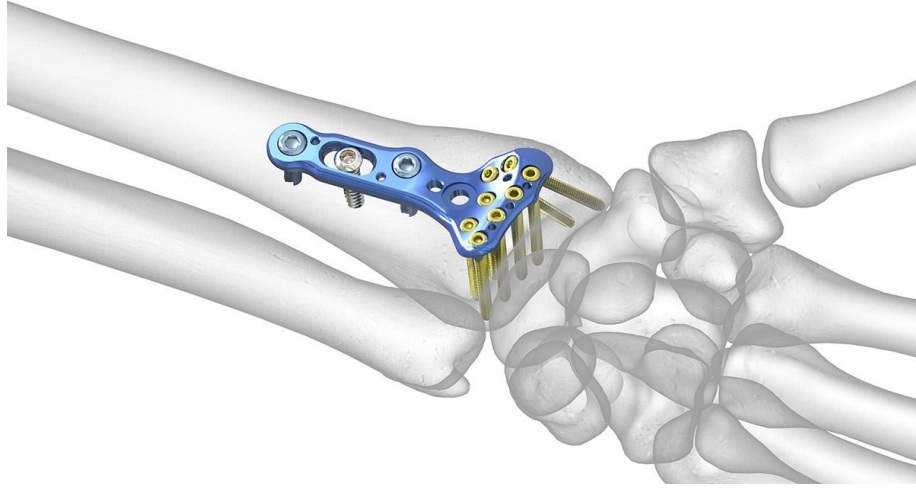
Hastaların 41'i (%53,2) erkek , 36'sı (%46,8) kadın hastalardan oluşmaktaydı

ve ortalama yaş $49,09 \pm 13,67$ idi. 50 hastanın (%64,4) sağ radius distal uç kırığı var iken 27 hastanın (%35,1) sol tarafında kırık mevcuttu. 47 hasta (%61) dominant taraf kırılmışken 30 hastada (%39) ise nondominant taraf kırılmış izlendi (Tablo 2).

Hastalar kırık sonrası ortalama 7,2 gün (1 gün – 56 gün) içinde opere edildi. Hastaların 39'unda 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP kilitli distal radius volar plağı (Hipokrat Medikal) (Şekil 37) , 38' inde ise 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP sabit açılı Acu-loc volar radius distal plağı (Şekil 38) kullanıldı.



Şekil 37: 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP kilitli distal radius volar plağı (Hipokrat Medikal)



. Şekil 38 : 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP sabit açılı Acu-loc volar radius distal plağı

4.1 Cerrahi Teknik ve Rehabilitasyon

Tüm hastalar supin pozisyonda pnömomatik turnike altında hazırlandı. El bileğı volardan fleksör karpi radialis (FKR) tendonu palpe edilerek üzerinden 6-8 cm'lik longitudinal insizyonla girildi. FKR tendon kılıfı radial tarafından açılarak tendon ulnar tarafa çekildi ve pronator quadratus kasına ulaşıldı. Pronator quadratus kası distal ve radial tarafından “ters L” şeklinde kesilip flep tarzında subperiosteal kaldırılarak unlar tarafa çekildi. Daha sonra distal radiusdaki kırık hattına ulaşıldı ve redüksiyonu takiben volar anatomik kilitli distal radius plağı ile fiske edildi. Plak distalinin subkondral kemikten 2 mm uzakta olmasına ve Water-sheed hattını geçmemesine dikkat edildi. Daha sonra skopi kontrolünde redüksiyon beğenildikten sonra pronator quadratus kası sağlam ve anatomik yerine uzayabilen vakalar 2-0 eriyebilen suturler ile dikildi. Kasın parçalı ve uzanamadığı durumlarda kas dikilemedi ve operasyon notuna eklendi. Pnömomatik turnikenin basıncı indirildikten sonra kanama kontrolünü takiben cilt kapatıldı.

Ameliyat masasında pansumanı takiben tüm hastalara metakarpofalangeal eklem açıkta kalacak şekilde kısa kol atel uygulandı. Postop 1. gün elevasyon ve parmak hareketlerine izin verildi ve 12-14. gün dikişler alınarak aktif ve pasif el

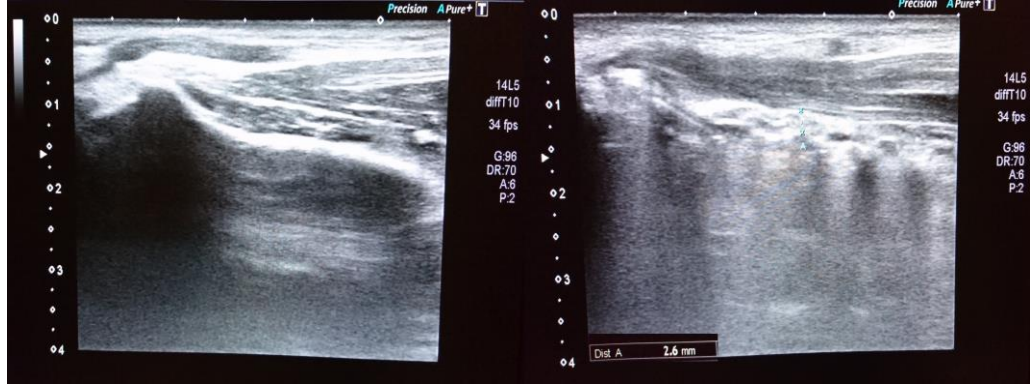
bileği ve parmak egzersizlerine izin verildi. Ortalama 6. haftada kayanama görüldükten sonra güçlendirme egzersizlerine başlandı ve 3-6-12. ay kontrollere alındı. Uygulanan ek girişimler ve komplikasyonlar not edildi.

4.2 Ultrasonografi ile Pronator Quadratus Kasının Değerlendirilmesi

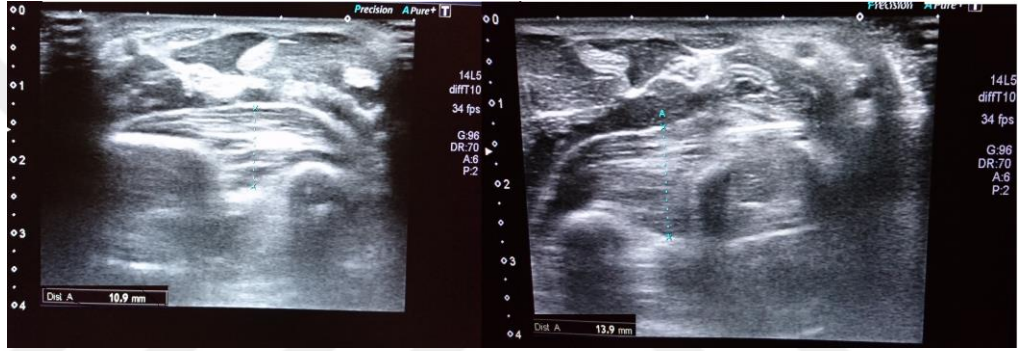
Hastalar oturur pozisyonda, dirsek ekstansiyonda önkol tam supinasyonda ve el bileği ekstansiyonda kasları gevşek olacak şekilde ultrason ile her iki el bileğinde longitudinal ve transvers ölçümler yapıldı (Şekil 39). Tüm ölçümler Toshiba Aplio 500 cihazı ile yapıldı. radius ve ulna arasında kalan ve anatomik olarak pronator quadratus kasının en kalın olduğu bölgelerden sağlam ve kırık taraf ölçümleri yapıldı (Şekil 40-41). Ayrıca ameliyat edilen taraftaki plak üzerinde pronator quadratus kası olup olmadığı ölçüldü (Şekil 41).



Şekil 39: Ultrasonografi sırasında el bileği pozisyonu



Şekil 40: Solda normal el bileğinde longitudinal P. Quadratus kalınlığı ölçümü, sağda ise plak üzerinden ölçüm izlenmekte



Şekil 41: Solda normal el bileğinde P. Quadratusun transvers ölçümü, sağda ise ameliyat edilen taraf ölçümü

4.3 İstatisel Analiz

Olguların demografik verileri için Independent sample t testi kullanıldı. Kullanılan malzemeye göre ve pronator quadratus kası tamirine göre kategorik değişkenlerin dağılımı Pearson Chi-Square, ki-kare trend analizi ile incelendi. İkili değişkenlerin analizinde ise Mann Whitney U analizi kullanıldı.

5.BULGULAR

Çalışmaya dahil olan 77 hastanın 41'i erkek (%53,2), 36'sı kadın (%46,8) dı (Tablo 2). Hastalarımız yaş olarak incelendiğinde en küçük yaş 18, en büyük yaş 76'ydı. Kadınların ortalama yaşı $55,14 \pm 10,84$, erkeklerin $43,78 \pm 13,81$ iken toplamda ortalama yaş $49,09 \pm 13,67$ olarak bulundu.



Tablo 2: Hastaların cinsiyet dağılımı

Hastalarımızın takip süresi ortalama $18,89 \pm 8,52$ ay iken en kısa 12 ay , en uzun ise 36 ay olarak tespit edildi. 50 hastanın (%64,9) sağ radius distal uç kırığı var iken 27 hastanın (%35,1) sol tarafında kırık mevcuttu. 47 hasta (%61) dominant taraf kırılmışken 30 hastada (%39) ise nondominant taraf kırığı mevcuttu (Tablo 3).

	Dominant Taraf Kırık Olan	Nondominant Taraf Kırık Olan
Hasta Sayısı	47	30
Hasta Yüzdesi	61	39

Tablo 3: Dominant taraf dağılımı

Radius distal uç kırığı AO sınıflamasına göre 11 hasta (%14,3) A2, 7 hasta (%9,1) A3, 2 hasta (%2,6) B1, 5 hasta (6,5) B2, 10 hasta (%13) B3, 89 hasta (%10,4) C1, 19 hasta (%24,6) C2, 15 hasta (%19,5) C3 olarak tanımlandı (Tablo 4). Frykman

sınıflamasına göre de 6 hasta (%7,8) tip 1,13 hasta (%16,9) tip 2, 7 hasta (%9,1) tip 3, 7 hasta (%9,1) tip 4, 6 hasta (%7,8) tip 5, 6 hasta (%7,8) tip 6, 7 hasta (%9,1) tip 7 ve 25 hasta (%32,4) tip 8 olarak ayrıldı (Tablo 5).

AO SINIFI	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	TOPLAM
HASTA SAYISI	11	7	2	5	10	8	19	15	77
HASTA YÜZDESİ	14,3	9,1	2,6	6,5	13	10,4	24,6	19,5	100

Tablo 4: Hastaların AO sınıflamasına göre dağılımı

FRYKMAN SINIFLAMASI	1	2	3	4	5	6	7	8	TOPLAM
HASTA SAYISI	6	13	7	7	6	6	7	25	77
HASTA YÜZDESİ	7,8	16,9	9,1	9,1	7,8	7,8	9,1	32,4	100

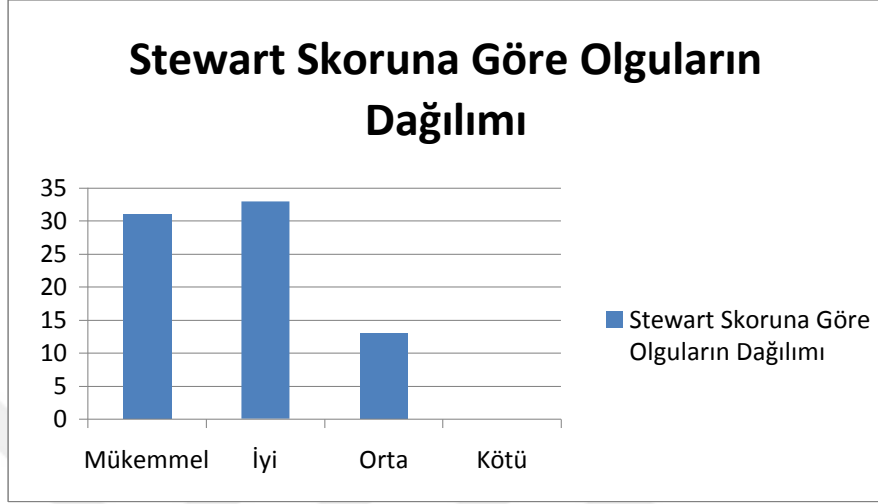
Tablo 5: Hastaların Frykman sınıflamasına göre dağılımı

Travma mekanizması olarak 55 hasta basit düşme (ev içi yada dışında düz zeminde düşme ,basit yaralanma gibi) , 6 hasta yüksekten düşme (2 metreden daha yüksek zeminden düşme), 12 hasta trafik kazası (araç içi+araç dışı) ve 4 hastanın spor yaralanması öyküsü mevcuttu. Ek travma olarak 4 hastada femur kırığı, 3 hasta da kosta kırığı, 2 hastada tibia kırığı, 1 hastada kalkaneus kırığı, 1 hastada ise epidural kanama eşlik etmekteydi.

Hastaların el kavrama güçleri dinamometre (Baseline Hydraulic Hand Dinamometer, NY,USA) yardımı ile dirsek 90⁰ el bileği ve önkol nötral pozisyonda iken kırık ve sağlam taraf karşılaştırmalı olarak ölçüldü. Sağlam taraf kavrama gücü ortalaması 28,4 kg iken kırık taraf kavrama gücü ortalaması 19,2 kg olarak bulundu. Kırık tarafta ortalama %32,3 güç kaybı olduğu görüldü. Son klinik başvurusunda yapılan QDASH skor ortalaması ise 8,6 puan olarak bulundu.

Kırıkların son kontroldeki radyolojik olarak değerlendirmesinde ise Stewart skoruna bakıldı. Buna göre; 31 hasta (%40,3) mükemmel, 33 hasta (%42,8) iyi, 13

hasta (%16,9) ise orta sonuç olarak belirlendi. Stewart skoruna göre kötü sonuca rastlanmadı(Tablo 6).



Tablo 6:Stewart skoruna göre olguların dağılımı

		sayı	%
KIRIK TARAF=DOMİNANT	Evet	47	61,0
	Hayır	30	39,0
AO	A2-A3	18	23,4
	B1-B2-B3	16	20,8
	C1-C2-C3	43	55,8
P. QUADRATUS TAMİRİ	Var	27	35,1
	Yok	50	64,9
KIRIK TARAF	SAĞ	50	64,9
	SOL	27	35,1
PLAK	Hipokrat med.	39	50,6
	Acu-Loc	38	49,4
		Ort.±SS	Min.-Max.
TAKİP SÜRESİ		18,89	12-36
Kavrama gücü (sağlam-kırık)		9,19±6,71	-2-28
QDASH		8,62±10,38	0-50
FLEKSİYON FARKI		4,09±7,51	0-40
EKSTANSİYON FARKI		5,06±8,21	0-35
PRONASYON FARKI		2,21±4,83	0-30
SUPİNASYON FARKI		4,55±7,53	0-30
RADİAL DEVİASYON FARKI		0,71±2,65	0-15
ULNAR DEVİASYON FARKI		0,58±2,29	0-10
RADİAL TİLT SAĞLAM-KIRIK SON FARKI		4,75±7,89	-10-30
RADİAL İNKLİNASYON SAĞLAM-KIRIK SON		1,29±2,8	-4-13
RADİAL YÜKSEKLİK SAĞLAM-KIRIK SON		0,78±1,8	-3-6
USG SAĞLAM-KIRIK TARAF TRANSVERS		1,34±0,75	-0,1-4,1
USG SAĞLAM-KIRIK TARAF LONGİTUDİNAL		1,45±0,66	0-3,2
PLAK ÜZERİ DOKU (mm)		2,52±0,58	1,9-4

Tablo 7:Olguların genel ve klinik özellikleri dağılımı. Farklar sağlam taraf değerinden kırık taraf değeri çıkarılarak elde edilmiştir.

Tüm hastaların sağlam taraf ve kırık taraf arasındaki eklem hareket açıklık farklarına bakıldı. Fleksiyon farkı $4,09^0$, ekstansiyon farkı $5,06^0$, pronasyon farkı $2,21^0$, supinasyon farkı $4,55^0$, radial deviasyon farkı $0,71^0$, ulnar deviasyon farkı $0,58^0$ olarak bulundu (Tablo 7). Son direkt grafilerdeki ölçümlerde ise sağlam taraf ve kırık taraf arasındaki açı farkları incelendi. Radial tilt farkı $4,75^0$, radial inklınasyon farkı $1,29^0$, radial yükseklik farkı ise $0,78^0$ olarak ölçüldü (Tablo 7).

Ultrasonografik olarak pronator quadratus kası transvers ve longitudinal olarak sağlam ve kırık tarafta en kalın olduğu yerden kalınlığı ölçüldü. Sağlam taraf transvers ölçümü ortalama 9,06 mm, sağlam taraf longitudinal 9,1 mm, kırık taraf transvers 7,73 mm ve kırık taraf longitudinal ise 7,65 mm olarak ölçüldü. Transvers ölçümlerde kırık tarafta ortalama %14,8 , longitudinal ölçümlerde ise %15,9 kalınlık azalması bulundu.Toplam sağlam tarafa göre kalınlık kaybı ise %15,4 olarak tespit edildi.

Operasyon sırasında kırık tespitinden sonra pronator quadratus tamiri yapılan ve yapılmayan olarak hastalar gruplandırıldı. İki hasta eklem içi vida nedeniyle tekrar opere edildiğinden ve 1 hasta ekstansör iritasyon yaptığı için pronator quadratus karşılaştırılan gruba dahil edilmedi. Tamir yapılan 26 hasta (%33,7) ve tamir yapılmayan 48 hasta (%62,3) incelendi (Tablo 8).

		P. QUADRATUS TAMİRİ				P
		Var (n=26)		Yok (n=48)		
		n	%	n	%	
CİNSİYET	Erkek	11	42,3	29	60,4	0,136
	Kadın	15	57,7	19	39,6	
KIRIK TARAF=DOMİNANT	Evet	14	53,8	31	64,6	0,366
	Hayır	12	46,2	17	35,4	
AO	A2-A3	7	26,9	11	22,9	0,616
	B1-B2-B3	6	23,1	10	20,8	
	C1-C2-C3	13	50	27	56,3	

Tablo 8: Pronator quadratus kası tamirine göre kategorik değişkenlerin dağılımı

Pronator quadratus kas tamiri yapılmayan olguların sağlam ve kırık taraf el bileği fleksiyon farkı, tamir yapılan olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu ($p<0,05$). Diğer eklem hareket açıklıkları, QDASH skorları, kavrama güçleri ve radyolojik ölçümlerde anlamlı istatistiksel fark saptanmadı (Tablo 9).

	P. QUADRATUS TAMİRİ		P
	Var	Yok	
	Ort.±SS	Ort.±SS	
YAŞ	47,65±14,32	49,75±13,41	0,424
TAKİP SÜRESİ	17,81±8,91	18,25±8,11	0,646
Kavrama gücü (sağlam-kırık)	8,42±7,04	9,58±6,64	0,300
QDASH	8,22±10,86	8,23±9,98	0,954
FLEKSİYON FARKI	1,35±4,37	4,48±6,78	0,020
EKSTANSİYON FARKI	4,23±7,58	4,48±7,31	0,698
PRONASYON FARKI	2,31±6,36	1,77±3,5	0,771
SUPİNASYON FARKI	2,69±6,67	5,21±7,92	0,148
R. DEVIASYON FARKI	0,38±1,96	0,73±2,73	0,474
U. DEVIASYON FARKI	0,38±1,96	0,52±2,12	0,675
R. TİLT SAĞLAM-KIRIK SON FARKI	6,62±9,61	3,63±6,91	0,325
R. İNKLİNASYON SAĞLAM-KIRIK SON	1,85±2,63	1,02±2,94	0,166
R. YÜKSEKLİK SAĞLAM-KIRIK SON	1,42±1,9	0,44±1,7	0,074
USG SAĞLAM-KIRIK TARAF TRANSVERS	1,43±0,96	1,24±0,58	0,312
USG SAĞLAM-KIRIK TARAF LONGİTUDİNAL	1,55±0,7	1,36±0,63	0,137

Tablo 9: Pronator quadratus kası tamirine göre klinik ve radyolojik değişkenlerin dağılımı

Hastalar dominant tarafın ve dominant olmayan tarafın kırık olmasına göre incelendiğinde ise; dominant tarafı kırık olanların kavrama gücü değerleri dominant olmayanların kavrama gücüne göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu ($p<0,05$). Diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (Tablo 10).

	DOMİNANT EL KIRIK		p
	Evet	Hayır	
	Ort.±SS	Ort.±SS	
Kavrama gücü	7,60±5,79	11,62±7,49	0,016
USG sağlam kalınlık	9,14±2,00	9,03±2,01	0,795
USG kırık kalınlık	8,47±2,05	8,42±1,96	0,925
QDASH	7,67±9,77	9,1±11,01	0,919
FLEKSİYON FARKI	4,22±6,74	2,07±5,09	0,100
EKSTANSİYON FARKI	5,22±7,53	3,1±7	0,147
PRONASYON FARKI	2±3,75	1,9±5,89	0,441
SUPİNASYON FARKI	5,11±7,5	3,1±7,61	0,058
R. DEVIASYON FARKI	0,78±3,01	0,34±1,29	0,970
U. DEVIASYON FARKI	0,44±2,08	0,52±2,05	0,672
R. TİLT SAĞLAM-KIRIK SON FARKI	3,87±7,21	5,93±9,15	0,396
R. İNKLİNASYON SAĞLAM-KIRIK SON	1,76±3,23	0,62±1,97	0,136
R. YÜKSEKLİK SAĞLAM-KIRIK SON	0,91±1,83	0,59±1,82	0,710

Tablo 10: Kırıkların dominant taraf olup olmamalarına göre klinik ve radyolojik değişkenlerin dağılımı

Dominant ve dominant olmayan taraf distal radius kırıklarında kavrama gücü ile pronator quadratus kası kalınlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı (Tablo 11).

		Kavrama gücü	
		r	p
DOMİNANT TARAF KIRIK	USG sağlam kalınlık	0,167	0,274
	USG kırık kalınlık	0,158	0,301
	USG kalınlık farkı	0,024	0,876
NONDOMİNANT TARAF KIRIK	USG sağlam kalınlık	-0,127	0,512
	USG kırık kalınlık	-0,147	0,446
	USG kalınlık farkı	0,110	0,572

Tablo 11: Dominant ve dominant olmayan taraf distal radius kırıklarında kavrama gücü ile pronator quadratus kası kalınlığı korelasyonu

Opere edilen hastaların 39'unda (%51) 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP kilitli distal radius volar plağı (Hipokrat Medikal) (Şekil 37) , 38'inde (%49) ise 2,7 mm distal vidalı ve 3,5 mm proksimal vidalı LCP sabit açılı Acu-loc volar radius distal plağı (Şekil 38) kullanıldı.

Hipokrat medikale ait plağın kullanıldığı olguların QDASH skorları, fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon ve supinasyon farkı Acu-Loc marka plağın kullanıldığı olgulardan istatistiksel olarak hafif yüksek; Hipokrat medikale ait plağın takip süreleri Acu-Loc marka plak kullanılan olgulardan istatistiksel olarak hafif düşük bulundu (Tablo12) ($p < 0,05$). Diğer değişkenlerde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Bu eklem hareket açıklığındaki farkın Hipokrat firmasına ait olan plakla opere edilen hastaların ortalama takip süresinin Acu-Loc marka kullanılan olgulara göre daha kısa olmasıyla ve AO sınıflamasına göre C grubu kırık oranının hipokrat medikalde daha fazla olmasıyla bağlantılı olabilir (Tablo13). Ayrıca her iki plak uygulanan hastaların stewart skoru dağılımında anlamlı fark saptamadık (Tablo 14).

	PLAK TÜRÜ		p
	Hipokrat (39)	Acu-Loc (38)	
	Ort.±SS	Ort.±SS	
YAŞ	52,69±13,68	45,39±12,81	0,014
TAKİP SÜRESİ	14,44±5,79	21,55±8,83	0,000
Kavrama gücü	8,15±5,78	10,26±7,47	0,173
QDASH	10,89±11,59	6,28±8,52	0,026
FLEKSİYON FARKI	5,26±6,88	2,89±8,02	0,011
EKSTANSİYON FARKI	6,54±7,96	3,55±8,29	0,016
PRONASYON FARKI	2,69±3,95	1,71±5,61	0,033
SUPİNASYON FARKI	6,54±8,12	2,5±6,34	0,004
R. DEVIASYON FARKI	0,9±3,01	0,53±2,26	0,430
U. DEVIASYON FARKI	0,64±2,35	0,53±2,26	0,685
R. TİLT SAĞLAM-KIRIK FARKI	3,87±7,85	5,66±7,94	0,099
R. İNKLİNASYON SAĞLAM-KIRIK	0,9±2,12	1,68±3,34	0,366
R. YÜKSEKLİK SAĞLAM-KIRIK	0,72±1,7	0,84±1,91	0,894
USG SAĞLAM-KIRIK TARAF TRANSVERS	1,38±0,73	1,29±0,78	0,567
USG SAĞLAM-KIRIK TARAF LONGİTUDİNAL	1,31±0,71	1,6±0,58	0,072

Tablo 12:Kullanılan kilitli plağa göre klinik ve radyolojik değişkenlerin

dağılımı

		PLAK TÜRÜ				p
		Hipokrat Med. (n=39)		Acu-Loc (n=38)		
		n	%	n	%	
CİNSİYET	Erkek	20	51,3	21	55,3	0,726
	Kadın	19	48,7	17	44,7	
KIRIK TARAF=DOMİNANT	Evet	27	69,2	20	52,6	0,135
	Hayır	12	30,8	18	47,4	
AO	A2-A3	6	15,4	12	31,6	0,083
	B1-B2-B3	8	20,5	8	21,1	
	C1-C2-C3	25	64,1	18	47,4	

Tablo 13: Kullanılan kilitli plağa göre kategorik değişkenlerin dağılımı

STEWART SKORU	HİPOKRAT	Acu-Loc
Mükemmel	15 (%38,4)	16 (%42,2)
İyi	19 (%48,7)	14 (%36,8)
Orta	5 (%12,9)	8 (%21)
Kötü	0 (%0)	0 (%0)

Tablo 14: Kullanılan kilitli plağa göre radyolojik sonuçların dağılımı

6.TARTIŞMA

Radius distal uç kırıkları ; son yıllarda yaşlı nüfusun artması ve aynı zamanda daha aktif bir yaşam sürülmesi ile insidansı artmakta olan kırıklardır (3). Acil servislere gelen radius distal uç kırıklarının %75-80'i stabil kırık olup, kapalı redüksiyon ve alçı ile tedavi edilebilmektedir . Ancak yaklaşık %20'si instabil kırıktır ve bu grupta cerrahi tedaviye ihtiyaç duyulabilir (1).

Geçmişten günümüze pek çok cerrahi tedavi uygulanmakla birlikte son yıllarda gelişen anatomik, biyolojik ve biomekanik bilgiler ışığında radius distal uç kırıklarında kilitli plak kullanımı popüler olmuştur. Çalışmamızda yeni geliştirilen bir distal radius anatomik kilitli plağının başka bir kilitli plak ile radyolojik ve klinik sonuçlarını karşılaştırdık. Ayrıca volar plak ile tespit için yapılan cerrahide karşılaşılan pronator quadratus kasının cerrahi sonrası durumunu ultrasonografik olarak inceledik.

Bir çok çalışmada volar kilitli plak ile distal radius uç kırığı tedavisinde iyi ve mükemmel sonuç alınmıştır (61-65). Chung ve arkadaşları; 87 hastalık prospektif vaka serisinde Michigan El Sonuçları Anketi skorlarının postop altıncı ayda normale yaklaştığı ve birinci yılda daha da iyileştiğini göstermişlerdir (66).

Radius distal uç kırıklarının konservatif tedavi ile cerrahi tedavinin karşılaştırıldığı bir meta-analizde toplam 523 hasta dahil edilmiştir (67). 269 konservatif tedavi uygulanan ve 253 hasta cerrahi uygulanan hasta verileri radyolojik ve klinik olarak karşılaştırılmıştır. Cerrahi uygulanan grupta radyolojik düzelmenin anlamlı derece daha iyi olduğu ($P<0.05$) fakat fonksiyonel ve komplikasyon gelişmesi olarak 2 grupta istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir. Ying-Ho Chan ve arkadaşları; kapalı redüksiyon ve alçı ile tedavi ettikleri 35 hasta ile volar plak ile tedavi ettikleri 40 hastayı; 3,6 ve 12. aylarda radyolojik ve klinik olarak karşılaştırdıkları çalışmada cerrahi yapılan hastaların eklem hareketlerini ve kavrama güçlerini daha erken kazandığını ortaya koydular. Fakat altıncı aydan sonra klinik ve radyolojik olarak iki grup arasında fark bulmadılar (68). Kapalı redüksiyon ve K teli ile tespit ve volar kilitli plağın intraartiküler basamaklanma açısından 359 hasta Johnson ve arkadaşları tarafından

değerlendirilmiştir. Hastaların son direk grafilerinde K teli ile tedavi edilenlerin %23'ünde , plak uygulananların % 28'nde eklemde 1 mm veya daha fazla basamaklanma tespit etmişlerdir. Her iki tedavi metodunda eklem basamaklanması ve restorasyonunda açısından anlamlı fark yaratmadığı sonucunu göstermişlerdir. Kırığı ilk gelişdeki deplasmanın sonraki tedavi metoduna bakılmaksızın eklem basamaklanması üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır (69).

Eksternal fiksasyon ve internal fiksasyonun incelendiği bir meta-analizde ; internal fiksasyonun DASH skoru, postop rehabilitasyonu, radial inklinasyon ve volar tilti düzeltme açısından eksternal fiksasyona göre istatistiksel olarak anlamlı daha iyi olduğu belirlenmiştir (70). Richard ve arkadaşları; 115 hastanın komplike inraartiküler uzanım gösteren radius distal kırıklarını eksternal fiksator ve volar plak ile tedavi etmişlerdir. Bu hastaların 59'una eksternal fiksator, 56'sına da volar plak uygulamışlardır. Volar plak uygulanan hastaların eksternal tespit uygulananlara göre daha az komplikasyon oranına sahip olduğu, radial kısalığı daha iyi düzelttiği, DASH skorlarının, eklem hareket açıklıklarının daha iyi olduğunu bulmuşlardır (71).

Randomize kontrollü bir çalışmada; deplase distal radius kırığı olan 56 hastanın 29'u volar kilitli plak ile ,27'si de diğer tedavi yöntemleri ile (kapalı redüksiyon ve alçı , K teli ile tespit, eksternal fiksator ile tespit) tedavi edilmiştir. 12. hafta sonuçlarında volar kilitli plak uygulanan hastaların QDASH skorları, eklem hareket açıklıkları , kavrama güçleri ve tüm radyolojik parametreleri diğer tedavi metodlarına göre daha iyi bulunmuştur (72).

Çalışmamızda 77 hastaya volar kilitli plak uyguladık. Eklem hareket açıklıkları, radial yükseklik ve radial inklinasyonda sağlam taraf ile kırık taraf arasında anlamlı fark saptanmadı. Radial tilt de ise sağlam tarafa göre kırık tarafta ortalama 4,61⁰'lik kayıp mevcuttu. Radial tiltteki 4 derecelik farkın fonksiyonel sonuçlara anlamlı değişiklik yapmadığı kanısındayız. Hastalarımızda ortalama takip süresi 18,9 aydı. Bu birçok çalışmadaki 1 yıllık takip süresinden daha uzundur. QDASH skoru ortalama 8.6 puan iken hastaların %83,2'sinde radyolojik olarak iyi ve mükemmel sonuca ulaşıldı. Bu bakımdan çalışmamız literatürdeki diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (77,86, ,87).

Çalışmamızda ameliyat edilen hastalar kırık sınıflamasına bakılmaksızın 2 farklı marka kilitli plak ile tedavi edildi. Her iki plakta volar anatomik kilitli plak olarak tasarlanmış, sabit açılı olarak 2,7 mm distal, 3,5 mm proksimal vidaları olan birbirine temelde benzeyen plaklardır. Hipokrat marka plak Acu-Loc marka plaktan pronator quadratus için hazır dikiş delikleri olması ile ayrılmakta iken Acu-Loc marka plağın gövdesinde kırık hattının greftlenmesi için ayrılmış bir pencere bulunmaktadır.

Hipokrat medikale ait plağın kullanıldığı olguların QDASH skorları, fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon farkları ve supinasyon farkı Acu-Loc marka plağın kullanıldığı olgulardan istatistiksel olarak hafif yüksek; hipokrat medikale ait plağın takip süreleri Acu-Loc marka plak kullanılan olgulardan istatistiksel olarak hafif düşük bulduk ($p < 0,05$). Diğer değişkenlerde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadık ($p > 0,05$). Bu eklem hareket açıklığındaki farkın Hipokrat firmasına ait olan plakla opere edilen hastaların ortalama takip süresinin Acu-Loc marka kullanılan olgulara göre daha kısa olmasıyla ve AO sınıflamasına göre C grubu kırık oranının hipokrat medikalde daha fazla olmasıyla bağlantılı olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca her iki plak uygulanan hastaların stewart skoru dağılımında anlamlı fark saptamadık. Her iki plağında distal radius kırıklarında başarılı olarak kullanılabilceğini düşünmekteyiz.

Pronator quadratus kasının el bileği ve ön kol işlevine katkısı birçok çalışmada gösterilmişse de distal radius kırığı cerrahisindeki yeri tam olarak net değildir (78,79). Pronator quadratus kasının pronasyona olan katkısının inceleyen McConkey ve arkadaşları; 17 sağ eli dominant olan gönüllünün lidokain enjeksiyonu sonrası pronasyon torkunu incelemişlerdir. Çalışmalarında gönüllülerin dominant taraf önkol pronasyon torklarını kaydettikten 30 dakika sonra pronator quadratus kasını lidokain enjeksiyonu ile elimine ederek tekrar pronasyon torkunu ölçmüşlerdir. Enjeksiyon sonrası yapılan ölçümlerde pronasyon torkunda %21 azalma bulmuşlardır (75). Biomekanik olarak Armangil ve arkadaşları pronator quadratus kasının pronasyon gücüne katkısını incelemişlerdir. 14 radius distal uç kırığına volar plak uygulanan hasta ile 16 sağlıklı gönüllüyü dahil ettikleri çalışmada pronasyon güçlerini kaydetmişlerdir. Opere edilen grupta pronator gücünde ortalama %18.5 ,

pronator dayanıklılığında ise % 12.9 kayıp tespit etmişlerdir (76).

Huh ve arkadaşlarının volar radius plak uygulanan hastalarda yaptığı biyomekanik çalışmada; 34 hastanın 6. ay ve 12. ay her iki önkolda pronasyon ve supinasyon güçlerini ölçmüşlerdir. 6. ay ölçümlerde opere edilen tarafta sağlam tarafa göre pronasyon ve supinasyon gücünde azalma tespit etmişlerdir . Fakat 12. ay opere edilen tarafta pronasyon gücünde azalma olmamasına rağmen supinasyon gücünde sağlam tarafa göre istatistiksel anlamlı azalma tespit etmişlerdir. Buna rağmen eklem hareket açıklıklarında, kavrama gücünde ve DASH skorlarında pronasyon ve supinasyon gücünde azalma ile korelasyon bulmamışlardır (77). Bizim çalışmamızda ise izokinetik ölçüm incelenmemesine rağmen pronasyon ve supinasyonda son takiplerde anlamlı değişiklik saptamadık.

Distal radius kırıklarında çalışmaları kısıtlayan önemli bir faktör hastaların el dominansıdır. El dominansı hastaların hem klinik sonuçlarını hem de kas gücü ölçümlerini etkileyerek çalışma grupların sayılarını kısıtlamaktadır. Ok ve arkadaşlarının 89 sağlıklı gönüllü yetişkinde yaptığı dominant ve nondominant taraf pronator quadratus kalınlığı ve kavrama gücünün incelendiği çalışmada dominant taraf pronator quadratus kalınlığı ve kavrama gücünde istatistiksel olarak anlamlı fark saptamışlardır (78). Dominant tarafın daha kalın olduğu (79) ve kavrama gücünün daha yüksek olduğu vurgulanmıştır (78). Çalışmamızda da dominant taraf kırık olan hastalar ile nondominant taraf kırığı olan hastalar karşılaştırıldığında dominant taraf kırık olanların kavrama gücü daha yüksek bulundu ($p<0,05$). Diğer klinik değişkenlerde anlamlı fark izlenmedi.

Tamir edilen dokunun durumu da çalışmalara konu olmuştur. Swigart ve arkadaşları; distal radius kırığına volar plak uygulanan 24 hastanın pronator quadratus kası tamiri sonrası radyoopak bir hemoklip ile işaretleyerek radyolojik takip yaptılar. Bu prospektif çalışmada 1 (%4) hastanın tamir kaybına uğradığı görüldü ve bunun yaralanma mekanizmasından bağımsız olduğunu tespit ettiler. Klinik sonuç olarak fleksiyon-ekstansiyon, pronasyon- supinasyon ve kavrama gücünde istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadılar (80). Çalışmamızda tamir yapılmış olan hastaların hepsinde volar plaklarının üstünde kas dokusunun varlığı izlendi. Plak üzerindeki kas dokusu ortalama 2,52 mm olarak ölçüldü.

Birçok çalışmada pronator quadratus tamirinin klinik sonuçlarda istatistiksel olarak fark yaratmadığı gösterilmiştir. Prospektif olarak yapılan ve 50 volar plak uygulanan hastanın incelendiği Saha ve arkadaşlarının çalışmasında; pronator quadratusu tamir edilen ve edilmeyen olarak 2 grup olarak oluşturulmuştur. Her iki hasta grubunda aynı cerrahi yaklaşım, redüksiyon ve fizik tedavi uygulayarak 12 ay takip etmişlerdir. Süre sonunda el bileği eklem hareket açıklıkları, DASH skorları ve VAS skorlarında anlamlı istatistiksel değişiklik saptamamışlardır (81). Tosti ve arkadaşlarının yaptığı 33 hastalık benzer çalışmada da pronator tamir edilen ve edilmeyen gruplarda kavrama gücü, eklem hareket açıklığı, DASH skoru ve VAS skorlarında farklılık saptamamıştır (82). Hershman ve arkadaşlarının yaptığı 112 hastanın yer aldığı çalışmada ise pronator tamir edilen ve edilmeyen hastalarda radial deviasyonun istatistiksel olarak anlamlı fark saptamışlardır. Tamir edilen grupta radial deviasyon azalmış bulmalarını ise kasın sıkı tamir edilmiş olabileceğine bağlamışlardır. Buna karşın diğer eklem hareket açıklıkları, kavrama gücü, DASH skoru ve ağrı oranlarında 2 grup arasında anlamlı fark bulamamışlardır. Volar plaklama sonrasında pronator kasının tamirinde avantaj olmadığı kanısına varmışlardır (83). Bu çalışmalara alternatif olarak plakların ortalama 9. Ayda çıkarılırken pronator quadratus kasının incelendiği Nho ve arkadaşlarının çalışmasında; pronator quadratusun uzunluğunun normal kasın ortalama %68'i olduğunu bulmuşlardır ve pronator kasının uzunluğunun el bileği kavrama gücü, eklem hareket açıklıkları, önkol rotasyon güçleri ve dash skorlarına etki etmediğini bulmuşlardır (84). Ahsan ve arkadaşları retrospektif olarak volar plak uyguladıkları distal radius kırığı olan 112 hastayı tamir edilen ve tamamen tamir edilemeyen quadrat kas olarak iki grupta incelemiştir. Pronator quadratusun tamirini; stabil ve tam bir şekilde anatomik orijinine getirmek, tam olmayan tamirini ise çeşitli nedenlerle anatomik bütünlüğün sağlanamadığı olarak tanımlamışlardır. İki grup arasında eklem hareket açıklıkları, kavrama gücü ve postop komplikasyonlar açısından anlamlı fark bulamamışlardır (85). Bizim çalışmamızda da pronator tamir edilen ve tamir edilmeyen hastaların QDASH skorları, kavrama güçleri, komplikasyon oranları, eklem hareket açıklıkları ve Stewart skorlarında anlamlı fark bulamadık.

Kavrama gücü birçok çalışmada distal radius kırığının tedavi sonucunu ölçmek

için kullanılmıştır. Ancak pronator quadratus kasının kavrama gücü ile olan ilişkisi net değildir. Yaptığımız ölçümlerde genel olarak hastaların sağlam taraf kavrama gücü ortalaması 28,4 kg iken kırık taraf kavrama gücü ortalaması 19,2 kg olarak bulundu. Kırık tarafta ortalama %32,3 güç kaybı olduğu görüldü. Beumer ve Lindau'nun yaptığı çalışmada sağlıklı gönüllülerde dominant ve dominant olmayan taraflarında kavrama gücü oranı 0,97 iken distal radius kırığı geçirenlerde bu oran 0,52 olarak ölçülmüştür (88). Takeuchi ve ark. yaptığı bir çalışmada ise kavrama gücünün operasyonu takip eden aylarda arttığı, dominant tarafı kırık olan hastalarda 1. yılın sonunda dominant olmayan tarafa göre kavrama gücünün %106'ya ulaştığı görülmüştür. Ancak dominant olmayan tarafı kırık olan hastalar 1. yılın sonunda %94'te kalmıştır (89). Yaptığımız ölçümlerde el dominansı olsun olmasın kavrama gücü ile pronator quadratus kası kalınlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı. Çalışmamızda USG ile yapılan ölçümlerde sağlam taraf transvers ölçümü ortalama 9,06 mm, sağlam taraf longitudinal 9,1 mm, kırık taraf transvers 7,73 mm ve kırık taraf longitudinal ise 7,65 mm olarak bulduk. Sağlam tarafa göre transvers ölçümlerde kırık tarafta ortalama %14,8 , longitudinal ölçümlerde ise %15,9 kalınlık azalması tespit ettik. Bu durum cerrahi sonrası kas kütlelerinin geri kazanılmadığının göstergesi olabilir. Literatürde volar plakla tespit sonrası pronator quadratus kas kalınlığının ölçüldüğü bir çalışmaya rastlamadığımızdan ölçümlerimizi karşılaştırma fırsatı bulamadık.

Distal radius kırığı tedavisindeki farklı metodların komplikasyon gelişme olasılığı açısından incelendiği bir meta-analizde; kapalı radüksiyon ve alçılamanın diğer tüm cerrahi metodlara göre daha az komplikasyon oranına sahip olduğu belirtilmiştir (73). Arora ve arkadaşları ise volar plak ile tedavi edilen 114 hastanın %27'sinde postop komplikasyon belirtmişlerdir. Bunları ; fleksör ve ekstansör tendon irritasyonu (2 fleksör polisis longus tendon rüptürü, 2 ekstansör polisis longus tendon rüptürü, 4 ekstansör tendon tenosinoviti, 9 fleksör tendon tenosinoviti), 3 hasta da karpal tünel sendromu, 5 hastada kompleks bölgesel ağrı sendromu, 2 hastada vida gevşemesi, 3 hastada geç kayanama ve 1 hastada intraartiküler vida olarak belirtmişlerdir. Volar plağın çok distale yerleştirilmesinin fleksör tendona, çok uzun vidaların ise ekstansör tendonlara zarar verebileceğini vurgulamışlardır (74). Çalışmamıza dahil olan hastaların 7 tanesinde kompleks

bölgesel ağrı sendromu ve 1 hastada karapal tünel sendromu gelişti. Hastalar kontrast su banyosu, fizik tedavi yöntemleri ve multimodal ağrı kontrol yöntemleri ile tedavi edilmiş olup postoperatif 6.aydan sonra şikayetleri tamamen geçmişti. Hipokrat medikale ait 2 hastada radiokarpal eklem içi olan birer adet vida sonraki gün tekrar opere edilerek çıkarıldı. Hastalar sorunsuz iyileşti. Eklem içi vidaların plağın watersheed hattının ilerisine koyulduğu için meydana geldiği görüldü. Acu-Loc marka plağın kullanıldığı 1 hastada ise ekstansör polisis kasına penetresyon nedeniyle el bileği hareketleri ağrılı ve kısıtlı idi. Hasta kardiyak problemleri olduğundan uzun olan vida çıkarım işlemini kabul etmedi.

Bizim çalışmamızdaki eksik noktalar ise; çalışmanın prospektif olmaması, pronasyon kuvvetinin özel olarak dinamometre ile ölçülememesi, ultrasonografi ile ölçümün kişiye özgü olması, vakaların birden fazla cerrah tarafından yapılmasıdır.

7.SONUÇ

Çalışmamızda yeni tasarlanan Hipokrat marka plağın Acu-loc marka plağa kıyasla benzer sonuçlar ürettiğini gördük. Belki de prospektif olarak tasarlanmış daha sayıca fazla olgu içeren ve daha dar endikasyonları konu alan bir çalışma ile iki plak arasındaki hafif farklar göz önüne serilebilir. Her iki plağında distal radius kırıklarında başarılı olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda pronator quadratus tamirinin; eklem hareket açıklığı, QDASH skoru, kavrama gücü üzerinde anlamlı fark yaratmadığını gördük. Tamir edilse de edilmese de ortalama %15,4'lük bir atrofi meydana geldiğini tespit ettik. Buradan hareketle kasın radiustan kaldırılan bölümünün elin genel işlevine çok etki etmediği düşünülebilir. Cerrahi tespit gerektiren distal radius kırıklarında pronator quadratus kasının ayrıntılı değerlendirilmesi için daha çok çalışma gerekmektedir.

ÖZET

Amaç: Distal radius kırığı nedeniyle iki farklı volar plak ile tedavi edilen hastaların klinik ve radyolojik olarak incelenmesi; pronator quadratus kası tamirinin klinik ve radyolojik sonuçla etkisinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Hastalar ve Yöntem: Radius distal uç kırığı olan 77 hasta açık redüksiyon ve volar kilitli plak ile tedavi edildi. Kilitli plak olarak; 39 hastada yeni geliştirilen radius distal uç kilitli volar plak (Hipokrat Medikal), 38 hastada da halihazırda kullanımda olan diğer plak (Acu-loc) kullanıldı. Komplikasyon nedeniyle tekrar operasyon gerektiren 3 hasta pronator quadratus kasının incelendiği gruplara alınmadı. 27 hasta pronator quadratus kası tamiri yapılırken 50 hastada ise tamir yapılmadı. Klinik sonuçlar Quick DASH anketi, el bileği eklem hareket açıklıkları, kavrama (grip) gücü ile değerlendirilirken, radyolojik sonuçları değerlendirmek için Stewart Skorumu Formu kullanıldı. Ayrıca ultrasonografik olarak pronator quadratus kası kalınlıkları kaydedildi.

Bulgular: Hipokrat medikale ait plağın kullanıldığı olguların QDASH skorları, fleksiyon, ekstansiyon, pronasyon farkları ve supinasyon farkı Acu-Loc marka plağın kullanıldığı olgulardan istatistiksel olarak hafif yüksek; hipokrat medikale ait plağın takip süreleri Acu-Loc marka plak kullanılan olgulardan istatistiksel olarak hafif düşük bulundu ($p<0,05$). Pronator quadratus kası tamiri yapılmayan olguların sağlam ve kırık taraf el bileği fleksiyon farkı, tamir yapılan olgulara göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulundu ($p<0,05$). Diğer eklem hareket açıklıkları, QDASH skorları, kavrama güçleri ve radyolojik ölçümlerde anlamlı istatistiksel fark saptanmadı. Tüm hastalar incelendiğinde ultrasonografik olarak pronator quadratus kasında %15,4 kalınlık azalması bulundu.

Sonuç: Yeni geliştirilen kilitli volar plağın klinik ve radyolojik sonuçlarının iyi olması distal radius kırığında güvenle kullanılabileceğini göstermektedir. Pronator quadratus kası tamiri; eklem hareket açıklığı, QDASH skoru, kavrama gücü üzerinde anlamlı fark yaratmamakta olup tamir edilse de edilmese de ortalama %15,4'lük bir atrofi meydana gelmektedir.

ABSTRACT

COMPARISON OF TWO DIFFERENT DISTAL RADIUS VOLAR LOCKING PLATES AND THE EFFECT OF PRONATOR QUADRATUS

Purpose ; The patients that are treated by two different volar plate due to distal radius fracture compare the clinical and radiographic outcomes and to assess the effect of pronator quadratus muscle repair over wrist function.

Method; 77 patients with distal radius fracture were treated by open reduction and volar locking plate. As locking plate , 39 patients were treated by distal radius volar locking plate which is newly developed and 38 patients were treated by the other plate which is currently in use (Acu-loc). 3 patients who need re-operation because of complications weren't taken into the groups that examine the pronator quadratus muscle. 27 patients' pronator quadratus muscle repair were done while 50 patients weren't. Clinical results were evaluated by QDASH, range of motion and grip strength. For evaluation of the radiological results, Steward score was used. Additionally, the thickness of pronator quadratus muscle were recorded ultrasonographically.

Results ; Whereas the QDASH scores, flexion, extension, pronation and supination differences of the facts that the plate belongs to Hipokrat Medical were used is statistically slightly higher than the facts that the plate belongs to Acu-Loc ; the duration of follow up of the plate which belongs to Hipokrat Medical is statistically slightly lower than the plate which belongs to Acu Loc. ($p < 0,05$) The flexion difference of healthy and broken wrist of the patients which pronator quadratus muscle repair weren't done is statistically higher at significant level than the patients which pronator quadratus muscle repair done. ($p < 0,05$) No significant relationship was found the other range of motions , QDASH scores, grip strength and radiological outcomes. Examining all of the patients, we found that reduction in thickness of 15,4 % on the pronator quadratus muscle is detected.

Conclusions; The good clinical and radiological results of newly developed volar locking plate show that it can be used safely on the treatment of distal radius fracture. The pronator quadratus muscle repair have no significant difference on the wrist joint range of motion, QDASH and grip strength. Whether it is repaired or not, an atrophy of 15.4% occurs.

Key words ; distal radius fractures , pronator quadratus muscle , volar locking plate



Kaynaklar

- 1) Xavier CR, Dal Molin DC, Dos Santos RM, Dos Santos RD, Neto JC. Surgical Treatment of Distal Radius Fractures with a Volar Locked Plate: Correlation of Clinical and Radiographic Results. *Rev Bras Ortop*. 2011;46(5):505–13. doi:10.1016/S2255-4971(15)30404-3. [PubMed: 27027046].
- 2) Arora R, Gabl M, Gschwentner M, Deml C, Krappinger D, Lutz M. A comparative study of clinical and radiologic outcomes of unstable colles type distal radius fractures in patients older than 70 years: nonoperative treatment versus volar locking plating. *J Orthop Trauma*. 2009 Apr;23(4):237-42. doi:10.1097/BOT.0b013e31819b24e9.
- 3) Chen NC, Jupiter JB. Management of distal radial fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(9):2051-62.
- 4) Biomechanics of Distal Radius Fractures [AO]. Available from: <https://www2.aofoundation.org>.
- 5) Musgrave DS, Idler RS. Volar Fixation of Dorsally Displaced Distal Radius Fractures Using the 2,4-mm Locking Compression Plates. *American Society for Surgery of the Hand* 2005; Jul; 30(4):743-9
- 6) Rozantal TD, Blazar PE. Outcome and Complications After Volar Plating for Dorsally Displaced, Unstable Fractures of the Distal Radius *J Hand Surg* 2006; 31A:359–365
- 7) An K-N, Chao E. Y-S: Kinematic analysis: Biomechanics of the wrist joint. An KA, Berger RA, Cooney WP 8Eds) Springer-Verlag, New York 1991, S:23-37
- 8) Mc Queen M, Caspers J. Colles' fracture : The anatomical result affect the final The anatomical result affect the final function. *J Bone Joint Surg* 1988; 70B: 649-651.
- 9) Çimen A. *Systema Locomotorium; Osteologia, Arthrologia. Anatomi. 2. baskı. Uludağ Üniversitesi güçlendirme vakfı yayınlarından* 1991. s39,60-73,118-130, 196-197
- 10) Snell RS. *Klinik Anatomi. Little, Brown and Company* 1998; 381-507.
- 11) Yıldırım M.(Snell RS' den çeviri), *Klinik anatomi, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul,1997,pp.427-37.*
- 12) Robert M. Szabo, *Distal Radioulnar Joint Instability: J Bone Joint Surg Am. 006;88:884- 894.*
- 13) Williams PL, Warwick R. *Artrology, In: Williams PL, Warwick R, (eds): Gray Anatomy. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1980, pp.464-470.*
- 14) Mayfield JK. Wrist ligamentous anatomy and pathogenesis of carpal instability. *Orthop Clin North Am* 1984;2:209-216.

- 15) Kazuaki Sakamoto • Hisayo Nasu • Akimoto Nimura et al. An anatomic study of the structure and innervation of the pronator quadratus muscle. *Anat Sci Int* (2015) 90:82–88 DOI 10.1007/s12565-014-0234-1
- 16) Johnson RK, Shrewsbury MM (1976) The pronator quadratus in motions and in stabilization of the radius and ulna at the distal radioulnar joint. *J Hand Surg* 1:205–209
- 17) Bergman RA, Thompson SA, Afifi AK, Saadeh FA (1988) Muscles. *Compendium of human anatomic variation*. Urban and Schwarzenberg, Baltimore, pp 1–51
- 18) ALVES, N.; CÂNDIDO P. L. & FRAZÃO, R. Innervation of the pronator quadratus muscle. *Int. J. Morphol.*, 22(4):253-256, 2004.
- 19) Çimen A. *Systema Locomotorium; Osteologia, Arthrologia*. Uludağ Üniversitesi güçlendirme vakfi yayınları, Bursa, 1991, pp.60-73.
- 20) Gökmen FG. *Sistemantik anatomi*. Güven Kitabevi, İzmir, 2003, pp.67-73, 114-7.
- 21) Kuhlman JN, F. M., Kapandji AI, Tubiana R. Stability of the normal wrist. In: Tubiana R (Ed.) *Hand vol.2* WB Saunders Company. 358-394. Philadelphia, 1985.
- 22) Ege R. *Travmatoloji*. Cilt 2, 5. Baskı. Ankara: Bizim Büro Basımevi, 2002:2337-2413
- 23) Weber ER: Concepts governing the rotational shift of the intercalated segment of the carpus. *Orthop Clin North Am* 15(2): 193, 1984.
- 24) Gupta R, Bozentka DJ, Bore FW: The evaluation of tension in a experimental model of external fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg* 24(1): 108-12, 1999.
- 25) Kirschner CG. Upper Limb. In *Netter's Atlas of Human Anatomy for Cpt Coding*. 2th ed. USA, 2005.
- 26) Bradway JK, Amadio PL, Cooney WP: Open reduction and internal fixation of displaced comminuted intraarticular fractures of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg* 71-A: 859-847, 1989.
- 27) McRae R (Çeviri: G. Leblebicioğlu). *Klinik ortopedik muayene*. Ankara: Güneş Kitabevi; 2004:77-93.
- 28) Linscheid RL. Kinematic consideration of the wrist. *Clin Orthop* 1986;202:27- 39
- 29) Özdemir H, Özenci M, GÜL S.: Konservatif yöntemle tedavi edilen distal radius kırıklarının erken ve geç dönem sonuçlarının karşılaştırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2000;34:284-292

- 30) Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH: Fractures and dislocation in wrist: Rockwood and Green's Fractures in adults. 3rd ed. Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW (Eds). JB Lippincott co. New York., Volume-I, Chapter 8. P:563-638.
- 31) Ege R. Distal radial fractures. In: Morning Lecture 1-2. The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand. Abstract Book; 2000; 126.
- 32) Fernandez DL, Scott W. Distal radius fractures. In Green DP, Hotchkiss RN, Eds. Green's Operative Hand Surgery. 5th ed. Vol 1. Philadelphia, Churchill-Livingstone, 2005; 645-710. surgery. Orthop Clin N Am 2007; 38:167-173.
- 33) Trumble TE, Culp RW, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA: Intra articular fractures of the distal aspect of the radius. J Bone Joint Surg Am 80(4): 582-600,
- 34) Ronald LL, William PC, James HH: Fractures dislocation in the hand. Rockwood and Green's fractures in adults, 4th edition, Volume 1. PP: 745-849. J.B. Lippincott- Raven, 1996.
- 35) Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. J Bone Joint Surg 1986;68(5):647-659
- 36) Jupiter JB. Fractures of the distal radius. J Hand Surg 1995;2:13-23.
- 37) Robert S, John DB. Arthroscopic diagnosis of intraarticular soft tissue injuries associated with distal radial fractures. J Hand Surg 1997;22(5):772-6.
- 38) Fernandez DL, Scott W. Distal radius fractures. In Green DP, Hotchkiss RN, Eds. Green's Operative Hand Surgery. 5th ed. Vol 1. Philadelphia, Churchill-Livingstone, 2005; 645-710. surgery. Orthop Clin N Am 2007; 38:167-173.
- 39) Cooney WP. Fractures of the distal radius a modern treatment-based classification. Orthop Clin North Am 1993;24(2):211-22
- 40) Jupiter JB: Fractures of the distal radius. J Hand Surg 2: 13-23, 1995.
- 41) Hutchinson F: Distal radius fractures. Orthopaedic knowledge update, Trauma 2(2): 65-83, 2000.
- 42) Shum L, Coleman CM, Hatakeyama Y, Tuan RS. Morphogenesis and dysmorphogenesis of the appendicular skeleton. Birth Defects Research (Part C) 2003; 69: 102-122.
- 43) Palmer AK. Fractures of the distal radius. Operative Hand Surgery ; 3th edition. Churchill Livingstone, 1991;929-941.
- 44) Werber KD, Raeder F, Brauer RB, Weiss S. External fixation of distal radial fractures: four compared with five pins: A randomized prospective study. J Bone Joint Surg Am 2003;85:660-6.

- 45) Sarmiento GW, Berry NC, Sinclair WF. Colles fractures. Functional bracing in supination. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:311-7.
- 46) Fernandez DL. Closed manipulation and casting of distal radius fractures. *Hand Clin* 2005; 21:307-316.
- 47) Ruch DS. Fractures of the distal radius and ulna. In Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CW, Eds. *Rockwood&Green's Fractures in Adults*. 6th Ed, Philadelphia, Lippincott Williams&Wilkins, 2006; 910-964.
- 48) Hutchinson F. Distal radius fractures. Orthopaedic knowledge update, *Trauma* 2000;2(2):65-83.
- 49) Glowacki KA, Weiss AP, Ekelman E. Distal radius fractures, concepts and complications. *Orthopaedics* 1997;19(7): 607-8.
- 50) Rikli DA, Kupfer K, Bodoky A. Long-term results of the external fixation of distal radius fractures. *J Trauma* 1998;44(6):970-6.
- 51) Sommerkamp TG, Seeman M, Silliman J, et al. Dynamic external fixation of unstable fractures of the distal part of the radius. A prospective, randomized comparison with static external fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1994;76:1149-61.
- 52) Ruch DS, Vallee J, Poehling GG, Smith BP, Kuzma GR: Arthroscopic reduction versus fluoroscopic reduction in the management of intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy* 20(3): 225-30, 2004.
- 53) Culp RW, Osterman AL. Arthroscopic reduction and internal fixation of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am* 1995;26(4):739-48.
- 54) Fernandez DG, Palmer AK: *Fractures of the distal radius*. Green's operative hand surgery. Vol 1,4: 929-85, Churchill-Livingstone, New-York,1999
- 55) Lipton HA, Wallstein R. Operative treatment of intraarticular radius fractures. *Clin Orthop* 1994; 327: 110-124.
- 56) Hahnloser D, Platz A, Amgwerd M. Internal fixation of distal radius fractures with dorsal dislocation, pi plate or two ¼ tube plates. *J Trauma* 1999;47 (4): 760-765.
- 57) Kozin SH, Wood MB: Early soft tissue complications after fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg* 75-A: 144-153, 1993.
- 58) Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL: Complications of Colles fractures. *J Bone Joint Surg* 62-A: 613-619, 1980.
- 59) Robert J, Belsole MD, Alfred V, Hess MD: Concomitant skeletal and soft tissue injuries. *Orthop Clin North Am* 24(2): 230-43, 1993.
- 60) Krishnan J, Wigg AE, Walker RW, Slavotinek J. Intra-articular fractures of the distal radius: a prospective randomised controlled trial comparing static bridging and dynamic non-bridging external fixation. *J Hand Surg (Br)* 2003;28(5):417-21.
- 61) Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg [Am]* 2002;27:205-15.
- 62) Rozenenthal TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally

displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg [Am]* 2006;31:359-65.

63) Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV, et al. Treatment of unstable distal radial fractures with the volar locking plating system. *J Bone Joint Surg [Am]* 2006;88-A:2687-94.

64) Orbay JL, Fernandex DL. Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg [Am]* 2004;29:96-102.

65) Musgrave DS, Idler RS. Volar fixation of dorsally displaced distal radius fractures using the 2.4-mm locking compression plates. *J Hand Surg [Am]* 2005;30:743-9.

66) Chung KC, Pillsbury MS, Walters MR, Hayward RA. Reliability and validity testing of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire. *J Hand Surg [Am]* 1998;23:575-87.

67) Jian Song, Ai-Xi Yu, Zong-Huan Li. Comparison of conservative and operative treatment for distal radius fracture: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Clin Exp Med*. 2015; 8(10): 17023–17035

68) Chan YH, Foo TL, Yeo CJ, Chew WY. Comparison between cast immobilization versus volar locking plate fixation of distal radius fractures in active elderly patients, the Asian perspective. *Hand Surg*. 2014;19(1):19-23. doi: 10.1142/S021881041450004X

69) Johnson NA, Dias JJ, Wildin CJ, Cutler L, Bhowal B, Ullah AS. Comparison of distal radius fracture intra-articular step reduction with volar locking plates and K wires: a retrospective review of quality and maintenance of fracture reduction. *J Hand Surg Eur Vol*. 2016 Oct 3. pii: 1753193416669502.

70) Zhang Q, Liu F, Xiao Z, et al. Internal Versus External Fixation for the Treatment of Distal Radial Fractures: A Systematic Review of Overlapping Meta-Analyses. *Omboni. S, ed. Medicine*. 2016;95(9):e2945. doi:10.1097/MD.0000000000002945.

71) Richard MJ, Wartinbee DA, Riboh J, Miller M, Leversedge FJ, Ruch DS. Analysis of the Complications of Palmar Plating Versus External Fixation for Fractures of the Distal Radius. *J Hand Surg Am* 2011;36: 1614-20.

72) Drobetz H, Koval L, Weninger P, et al. Volar locking distal radius plates show better short-term results than other treatment options: A prospective randomised controlled trial. *World Journal of Orthopedics*. 2016;7(10):687-694. doi:10.5312/wjo.v7.i10.687.

73) Qiu W-J, Li Y-F, Ji Y-H, et al. The comparative risk of developing postoperative complications in patients with distal radius fractures following different treatment modalities. *Scientific Reports*. 2015;5:15318. doi:10.1038/srep15318.

74) Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M. Complications following

internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma*. 2007 May;21(5):316-22.

75) McConkey, Mark O. et al. Quantification of Pronator Quadratus Contribution to Isometric Pronation Torque of the Forearm *Journal of Hand Surgery* 2009, Volume 34 , Issue 9 , 1612 – 1617

76) Armangil M, Bezirgan U, Başarır K, Bilen G, Demirtaş M, Bilgin SS. The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: is the muscle still working? *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014 Apr;24(3):335-9. doi: 10.1007/s00590-013-1193-2. Epub 2013 Feb 23.

77) Huh, Jung Kyu et al. Isokinetic evaluation of pronation after volar plating of a distal radius fracture *Injury* 2012 , Volume 43 , Issue 2 , 200 – 204

78) Nusret Ok , Kadir Agladioglu , Harun R. Gungor , Ali Kitis , Semih Akkaya , Nuran Sabir Akkoyunlu , Fahir Demirkan. Relationship of side dominance and ultrasonographic measurements of pronator quadratus muscle along with hand kavrama and pinch strength *Med Ultrason* 2016, Vol. 18, no. 2, 170-176 DOI: 10.11152/mu.2013.2066.182.qua.

79) Gungor HR, Agladioglu K . Clarification of terminology: sonographic appearance of the pronator quadratus muscle in healthy volunteers. *J Ultrasound Med*. 2015 Jan;34(1):174. doi: 10.7863/ultra.34.1.174.

80) Swigart CR, Badon MA, Bruegel VL, Dodds SD. Assessment of Pronator Quadratus Repair Integrity Following Volar Plate Fixation for Distal Radius Fractures: A Prospective Clinical Cohort Study *J Hand Surg Am*. 2012 Sep;37(9):1868-73. doi: 10.1016/j.jhssa.2012.06.005. Epub 2012 Jul 31.

81) Prasanta Kumar Saha, Sagnik Ray, Sudarshan Behera, Evaluation of Results of Pronator Quadratus Repair Following Volar Plate Fixation of Distal Radius Fracture: A Prospective Study. *International Journal of Scientific Study* , May 2015, Vol 3, Issue 2 . DOI: 10.17354/ijss/2015/205

82) Tosti R1, Ilyas AM. Prospective evaluation of pronator quadratus repair following volar plate fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 2013 Sep;38(9):1678-84. doi: 10.1016/j.jhssa.2013.06.006. Epub 2013 Aug 2.

83) Hershman SH, Immerman I, Bechtel C, Lekic N, Paksima N, Egol KA. The effects of pronator quadratus repair on outcomes after volar plating of distal radius fractures. *J Orthop Trauma*. 2013 Mar;27(3):130-3. doi: 10.1097/BOT.0b013e3182539333.

84) Nho J-H, Gong HS, Song CH, Wi SM, Lee YH, Baek GH. Examination of the Pronator Quadratus Muscle during Hardware Removal Procedures after Volar Plating for Distal Radius Fractures. *Clinics in Orthopedic Surgery*. 2014;6(3):267-272. doi:10.4055/cios.2014.6.3.267.

85) Ahsan ZS, Yao J. The importance of pronator quadratus repair in the treatment of distal radius

fractures with volar plating. *Hand (New York, NY)*. 2012;7(3):276-280. doi:10.1007/s11552-012-9420-6.

86) Mignemi ME, Byram IR, Wolfe CC, et al. Radiographic Outcomes of Volar Locked Plating for Distal Radius Fractures. *The Journal of hand surgery*. 2013;38(1):40-48. doi:10.1016/j.jhsa.2012.10.007.

87) Khan MS, Noordin S, Hashmi PM. Intra-articular distal radius fractures: Postoperative roentgenographic and functional outcomes. *J Pak Med Assoc*. 2016 Mar;66(3):275-9

88) Beumer A, Lindau TR. Grip strength ratio: a grip strength measurement that correlates well with DASH score in different hand/wrist conditions. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014;15:336. doi:10.1186/1471-2474-15-336.

89) Takeuchi et al. Recovery of Wrist Function after Volar Locking Plate Fixation for Distal Radius Fractures. *J Hand Surg Asian Pac Vol*. 2016 Jun;21(2):199-206. doi: 10.1142/S2424835516500193.