



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ

**KONSERVATİF TEDAVİ EDİLEN
ROBINSON TİP 2B1 KLAVİKULA
KIRIKLARINDA KELEBEK FRAGMAN
ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞMEYE ETKİSİ
“RETROSPEKTİF ÇALIŞMA”**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Celal Çağrı BAYSAL

Antalya, 2021



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ

**KONSERVATİF TEDAVİ EDİLEN
ROBINSON TİP 2B1 KLAVİKULA
KIRIKLARINDA KELEBEK FRAGMAN
ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞMEYE ETKİSİ
“RETROSPEKTİF ÇALIŞMA”**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Celal Çağrı BAYSAL

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hakan ÖZDEMİR

“Tezimden Kaynakça Gösterilerek Yararlanılabilir”

Antalya, 2021

TEŞEKKÜR

Tez sürecimin her aşamasında değerli fikir ve görüşleriyle desteğini esirgemeyen, cerrahi yetilerimin ve güvenimin gelişmesi için el veren, kendisinden çok şey öğrendiğim ve öğrenmeye devam edeceğim tez danışmanım Prof. Dr. Hakan ÖZDEMİR'e büyük saygı ve şükranlarımı sunarım.

Asistanlık sürecim boyunca her türlü bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, hiçbir sorumu cevapsız bırakmayan ve desteklerini her zaman hissettiren pek kıymetli hocalarım Prof.Dr. Mustafa ÜRGÜDEN'e, Prof.Dr. Haluk Özcanlı'ya, Doç.Dr. Tayyar Kürşat DABAK'a, Prof.Dr. Mehmet Serhan ER'e, Öğr.Üyesi Osman CIVAN'a; asistanlığımın bir bölümünde birlikte çalışma imkanı bulduğum Prof.Dr. Fikri Feyyaz AKYILDIZ'a, Prof.Dr. Serdar TÜZÜNER'e, Prof.Dr. Alpay Merter Özenci'ye, Prof.Dr. Yetkin Söyüncü'ye, Prof.Dr. Levent ALTINEL'e ve Doç.Dr. Halil ATMACA'ya sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Yıllarca gece gündüz birlikte çalıştığımız, birçok anda birlikte üzülüp birlikte sevindiğimiz, zorlu ve yoğun geçen asistanlık sürecini daha katlanılabilir kılan, birçok şeyi öğrenmemi sağlayan, birlikte çalışma imkanı bulduğum tüm asistan arkadaşlarıma; birlikte çalıştığımız hemşire, personel ve sekreter arkadaşlarıma sağladıkları destekten ötürü teşekkür ederim

Bugünlere gelmemde emeği olan, maddi manevi desteklerini esirgemeyen, babam Hayrettin BAYSAL, annem Nurgül BAYSAL, kardeşim Asil BAYSAL başta olmak üzere; asistanlık sürecimce her türlü desteğini esirgemeyen kayınvalidem Şengül GÜLCAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Asistanlık hayatım boyunca her türlü yorgun ve uykusuz günlerime karşılıksız katlanan canım hayat arkadaşım, çok kıymetli eşim Gülcan BAYSAL'a ve 1.5 Yıldır varlığı ile neşemize neşe katan, baba deyişi ile bana dünyaları veren bir oğlum Baybars BAYSAL'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	v
Şekiller Dizini	vii
Tablolar Dizini	x
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Klavikula embriyolojisi	4
2.2. Klavikulanın Anatomisi	6
2.3. Epidemiyoloji	26
2.4. Yaralanma Mekanizmaları	27
2.5. Klinik	29
2.6. Fizik Muayene	30
2.7. Görüntüleme ve Diğer Tanı Yöntemleri	32
2.8. Sınıflandırma	38
2.9. Klavikula Cisim Kırıklarının Tedavisi	44
2.9.1 Konservatif Tedavi	46
2.9.2 Cerrahi Tedavi	48
3. HASTALAR ve YÖNTEM	54
3.1. Hastaların Özellikleri	54
3.2. Kaynama Düzeylerinin Değerlendirme Yöntemi ve Gecikmiş Kaynama/Kaynamamanın Tanımlanması	57
3.3. Kaynama Miktarını Etkileyebilecek ve Gecikmiş Kaynama veya Kaynamamaya sebep olabilecek Radyolojik Parametrelerin Değerlendirme Yöntemi	61
3.4. İstatiksel Analiz Yöntemi	89
4. BULGULAR ve SONUÇLAR	91
4.1. Kaynamama veya Kaynama Gecikmesi Yaşayan Hastaların Haftalık M-RUSC Değerlerine Göre Tespiti	91
4.2. Radyolojik Parametrelerin ve Demografik faktörlerin Kaynama Miktarı ile İlişkisinin ve Kaynama Miktarı Üzerine Etkisinin Tespiti	94
4.3. Gecikmiş Kaynama ve Kaynamamaya Neden Olan Faktörün ve Bu Faktöre ait Eşik Değerinin Tespiti	110

5. TARTIşMA	118
6. ÖZET	132
7. İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	134
8. KAYNAKLAR	136



SİMGELER VE KISALTMALAR

vb	Ve benzeri
SKM	Sternokleidomastoid
lig	Ligament
AK	Akromioklavikular
KKL	Kostaklavikular ligament
SC	Sternoklavikular
IKL	İnter klavikular ligament
ÖSKL	Ön sternoklavikular bağ
ASKL	Arka Sternoklavikular bağ
mm	Milimetre
cm	Santimetre
LHB	Biceps tendonunun uzun başı
ant	Anterior
post	Posterior
KAL	Korakoakromial Ligaman
T	Trapezoid
C	Konoid
MCCL	Medial korakoklavikular bağ
Co	Korakoid uzantı
Cl	Klavikula
PI	Posterior İnterior
AS	Anterior Superior
M	Medial
CHL	Korakohumoral bağ
ark	Arkadaşları
AP	Ön arka
PA	Arka ön
BT	Bilgisayarlı Tomografi
MRI	Manyetik Rezistans
KK	Korakoklavikular
CIA	Güven Aralığı

ADTK	Araç Dışı Trafik Kazası
AİTK	Araç İçi Trafik Kazası
ROC	Receiver operating characteristic
RR	Rölatif Risk
AUC	Eğri Altındaki Alan



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Klavikulanın önden ve üstten görünümü ve topografik kesitleri	6
2.2. Sternoklavikular eklem çevresindeki bağlar	9
2.3. Sternoklavikular eklem stabilizasyonunu sağlayan yapılar	10
2.4. Klavikulanın osteokinematik hareketleri	11
2.5. Akromioklavikular eklem yapısı	13
2.6. Konoid ve Trepoid bağların bağlantı bölgeleri.	14
2.7. Korakoklaviküler bağların korakoid proses üzerindeki bağlanma bölgeleri	15
2.8. Caldane Bicorne Bağı	17
2.9. Akromioklavikular bağ uzanımı	18
2.10. Korakoakromial (KAL) ligaman ve çevresindeki anatomik yapılar	19
2.11. Klavikula üzerinde kas bağlantı bölgeleri	22
2.12. Subklavyen ven ve arterin klavikulaya göre konumu	23
2.13. Klavikula kırıklarında deformite edici kuvvetler	27
2.14. Zanca Grafisi Çekimi	32
2.15. Deplase olmuş sol klavikula cisim kırığının Standart AP ve Quesana grafisi görüntüleri	33
2.16. Serendipity Grafisi Çekimi	34
2.17. Hoobs Grafisi çekimi	35
2.18. Kırık klavikulanın Ultrasonografi ile değerlendirilmesi	37
2.19. Allman/Nordqvist ve Petersoon Sınıflaması	39
2.20. Lateral klavikula kırıkları için Neer (Craig tarafınca modifiye edilmiş) sınıflandırması	42
2.21. Klavikula cisim kırıklarının AO/OTA ve Robinson Sınıflaması	44
3.1. M-RUSC skoru hesaplanması 1. Örnek	58
3.2. M-RUSC skoru hesaplanması 2. Örnek	58
3.3. M-RUSC skoru hesaplanması 3. Örnek	59

3.4. M-RUSC skoru hesaplanması 4. Örnek	59
3.5. M-RUSC skoru hesaplanması 5. Örnek	59

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.6. Tepe ve Zemin noktalarının tespiti	62
3.7. Tepe noktasından, lateral fragmanın orta hat çizgisine dik ikinci çizgi oluşturulması	63
3.8. Zemin noktasından dik çizgi oluşturulması	64
3.9. Paralel zemin noktasının tespiti	65
3.10. Dikey yer değiştirme miktarı	66
3.11. Koni ortasındaki daire çapının hesaplanması	67
3.12. Klavikula cisminin medialden laterale doğru daralması	67
3.13. Orta hat çizgisine dikey olarak çapını ölçebileceğimiz kırık hattına en yakın dairenin tespiti	68
3.14. Zemin ve tepe izdüşüm noktalarının tespiti	69
3.15. Orta hat çizgileri üzerinde tepe ve zemin izdüşüm noktalarına eşit uzaklıktaki en yakın noktaların belirlenmesi	71
3.16. Klavikula dikey kalınlığının bulunması	72
3.17. Medial ve lateral ana fragmanlardan geçen orta hat çizgileri	73
3.18. Tepe ve zemin noktası	74
3.19. Tepe ve zemin izdüşüm noktası	75
3.20. Zemin izdüşüm noktasından medial orta hat çizgisine dik çizgi oluşturulması.	76
3.21. Kesişim noktasının tespiti.	77
3.22. Kısalma miktarının gösterimi	78
3.23. Orta hat çizgilerinin oluşturulması	79
3.24. Klavikula açısı ölçümü	80
3.25. Kelebek fragmanın hasarlanmamış korteks yüzünün tespiti	81
3.26. Kelebek fragman parça uzunluk ölçümü	82
3.27. Fragman açısının ölçümü	83
3.28. Lateral ana fragman orta hat çizgisi ve tepe noktasından bu çizgiye dik şekilde çizilen ikinci çizgi ile olası fragman bölgelerinin belirlenmesi	85

3.29. Kelebek fragman konumunun belirlenmesi	86
3.30. Kelebek fragman örtüşme miktarı ölçümü	87
4.1. ROC eğrileri ile eşik değerlerin tespiti	115



TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Klavikula cisim kırıkları için konservatif veya cerrahi tedavi endikasyonları	46
3.1. Hastaların Genel Özellikleri	56
3.2. Modifiye RUST ve Modifiye RUSC skortlama sistemlerinde tek korteksin puanlama sistemi	57
3.3. Ölçülen parametrelerin ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri, kategorik parametrelerin frekans ve yüzde dağılımı	88
4.1. Haftalara Göre M-RUSC Skor Ortalamaları	91
4.2. Haftalara Göre Hastaların M-RUSC Skorlarının Dağılımı ve Oranı	92
4.3. Dördüncü haftada yaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M RUSC skoru) ile ilişkisi	94
4.4. Dördüncü haftada yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	95
4.5. Dördüncü hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları	96
4.6. Sekizinci haftada yaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	99
4.7. Sekizinci hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	100
4.8. Sekizinci hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları	101
4.9. On ikinci haftada yaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	103
4.10. On ikinci hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	104
4.11. On ikinci hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları	105
4.12. Yirmi dördüncü haftayaş dışı demografik faktörlerin ve	107

kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	
4.13. Yirmi dördüncü hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi	108
4.14. Yirmi dördüncü hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları	109
4.15. İyileşmiş, kaynama gecikmesi ve kaynamama görülen hastaların; demografik/radyolojik verileri ve bu verilerin karşılaştırılma sonuçları	111
4.16. İyileşmiş kırık baz alınarak Gecikmiş kaynama için yapılmış logistik regresyon sonuçları	113
4.17. İyileşmiş kırık baz alınarak kaynamama için yapılmış logistik regresyon sonuçları	114
4.18. Dikey ötelenme miktarının kaynamama ve kaynama gecikmesi için eşik değerlerinin hesaplanması	116

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Erişkin kırıklarının %5-10'unu, omuz bölgesi kırıklarının ise yaklaşık olarak %44'ünü oluşturan klavikula kırıklarının %69-82'si cisim kırığı şeklindedir (1,2). Cisim ve dış üçte birlik kısmın birleşimi klavikulanın en ince ve kas-bağ bağlantısıyla korunmayan tek alanıdır. Bu anatomik özellik, omuz üzerine düşme tarzındaki travmalarda bölgeye iletilen aksiyel yüklenmeye bağlı olarak, klavikula cismini kırığa yatkın hale getirir. Erkeklerde daha sık görüldüğü bilinen klavikula kırıklarının en sık nedenleri; basit düşme, spor yaralanmaları ve trafik kazalarıdır. Klavikula cisim kırıkları genellikle tamamen ayrılmış kırıklardır, sıklıkla çok parçalı kırık paterni izlenir ve yaklaşık olarak %73'ünde ana kırık fragmanlar arasında herhangi bir temas olmaksızın yer değişimi söz konusudur (3, 4, 5).

Literatürde klavikula kırıkları ile ilgili olarak çok farklı sınıflandırma sistemleri vardır ve bu sistemlerin ortak özellikleri öncelikli olarak kırık bölgesini göz önünde bulunduruyor olmalarıdır. Bu sistemler içinde bulunan ve sıkça tercih edilen sistemlerden biri olan ve kırığın yer değiştirmesi ile parçalanmasını önemseyen Robinson sınıflamasında klavikula cismi Tip 2 bölgesi olarak tanımlanmaktadır. Kortikal temasını kaybetmiş, segmente kırıklar bu sınıflamada Tip 2B grubunu oluşturmakta ve ayrılmış basit veya kelebek fragmanlı kırıklar (Tip 2B1) ile izole veya parçalı segmental kırıklar (Tip 2B2) olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadırlar (5).

Sıklıkla kabul gören sınıflandırma yöntemlerinden birisi de, son yıllardaki gelişmeler de dikkate alınarak dizayn edilmiş olan AO/OTA kırık ve dislokasyon sınıflamasıdır. Bu yöntemde; klavikula segmenti 15 olarak kabul edilmiş, diafiz bölgesi kırıkları 15.2 alt kategorisinde değerlendirilmiş ve basit (15.2A), kelebek fragman içeren (15.2B) ile kompleks (15.2C) kırıklar olmak üzere üç alt gruba ayrılmıştır.

Klavikula cisim kırıkları, diğer birçok kırıkta olduğu gibi, konservatif veya cerrahi olarak tedavi edilebilirler. Konservatif tedavinin amacı, minimal klavikular deformite ve mümkün olan en az ağrı ile omuz fonksiyonlarının normal seviyeye

ulaştırılmasıdır (6). Kortikal dizilimi bozulmamış cisim kırıkları ve 2 cm.'den daha az kısalması veya deplasmanı olan yer değiştirmiş kırıklar konservatif olarak tedavi edilebilirler (5, 7). Buna karşın; açık kırık, riskli cilt basısı, subklavyen arter ve/veya ven yaralanması, ipsilateral birden fazla kaburga kırığı ve/veya skapula boyun kırığı birlikteliği durumlarında konservatif tedavi kontrendikedir (8). Bu bilgiler doğrultusunda yetişkin klavikula kırıklarının %50'den fazlasının konservatif yöntemlerle, mükkemmel fonksiyonel sonuç elde edilecek şekilde, tedavi edilebileceği rahatlıkla ifade edilebilir (9). Ancak, cilt basısına sebep olacak kadar açılmış veya ayrılmış kırıklar ile semptomatik kaynamama veya yanlış kaynama durumlarında kesin cerrahi tedavi endikasyonu söz konusudur (10, 11, 12). İlave olarak; yanlış kaynama veya kaynamama riskinin artışına neden olduğu bilinen 2 cm'den daha fazla kısalmış, fragmanlar arası temas kalmamış, yerinden ayrılarak dönmüş vertikal fragman içeren izole veya parçalı segmental (parçalı z şeklindeki) kırıklar (13) ile %66 oranında spontan iyileşme olması sebebiyle kırığa eşlik eden brakiyal plexus arazında, bilateral yerinden ayrılmış kırıklarda (erken rehabilitasyon amaçlı), çoklu travmalı olgularda ve konservatif tedaviye uyum sağlanamayacak hastalarda (kafa travması, nöbet vb.) da cerrahi tedavi rölatif olarak endikedir (12, 14, 15).

Cerrahi tedavi uygulanan klavikula cisim kırıklarında kaynamama oranı %1-3 iken aynı oran konservatif tedavi edilen klavikula cisim kırıklarında %5-20 düzeyindedir (16, 17; 18). Konservatif tedavi edilen hastalardaki yüksek kaynamama-gecikmiş kaynama oranları üzerine etki eden intrinsik ve ekstrinsik faktörleri şu şekilde sınıflandırmak mümkündür;

A) Hastayla ilişkili (intrinsik) faktörler

1. Yaş
2. Cinsiyet
3. Vücut kitle indeksi
4. Meslek
5. Ek morbiditeler (romatoid artrit, immün yetmezlik, böbrek yetmezliği vb.)
6. Kullanılan ilaçlar (kortikosteroid ve D vitamini metabolizmasını bozan)
7. Sigara, alkol vb. alışkanlıklar

B) Kırıkla ilişkili (ekstrinsik) faktörler

1. Yaralanma mekanizması
2. Kırığın yer değiştirmesi (translasyon, açılanma, kısılma)
3. Kırıktaki kelebek fragman varlığı
4. Kırığın parçalanma tipi ve düzeyi
5. Kırığa eşlik eden nörolojik defisit varlığı

Kaynama ve/veya gecikmiş kaynama üzerinde direkt olarak etkin olduğu bilinen bu faktörlerle ilgili olarak çok sayıda çalışma yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda da yaş, cinsiyet, sigara kullanımı ile kırığın yer değiştirme ve parçalanma düzeyinin kırık kaynaması üzerindeki olumsuz etkileri objektif parametrelerle ortaya konulmuş durumdadır.

Literatüre bakıldığında klavikula cisim kırıklarının çok parçalı olması durumunda ya da segmental-kompleks kırıklarda (Robinson sınıflamasına göre tip 2B2 veya AO/OTA sınıflamasına göre 15.2C kırık) vertikal-transvers fragman veya fragmanlar bulunması halinde kaynama gecikmesi veya kaynamama olabileceği konusunda çalışmalar olmasına rağmen, kelebek parçalı yerinden ayrılmış klavikula cisim kırıklarında (Robinson tip 2B1 ve AO/OTA tip 15.2B kırık) kelebek fragmanın morfolojik özelliklerinin kırık kaynama sürecini ne şekilde etkilediği konusunda daha önce herhangi bir çalışma ve detaylı veriye rastlanmamaktadır.

Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın amacı; kelebek parçalı yerinden ayrılmış klavikula cisim kırıklarında (Robinson tip 2B1 ve AO/OTA tip 15.2B kırık), kırık fragmanları ile kelebek fragman özelliklerinin kaynama gecikmesi veya kaynamama üzerindeki etkilerini istatistiki olarak ortaya koymak ve tedavi başlangıcında hekimin öngörüsünü kolaylaştıracak bir algoritma oluşturmaktır.

2.GENEL BİLGİLER

1.1. Klavikulanın Embriyolojisi

Ovumun döllelenmesinden sonra üç yapraklı germ tabakasının oluşumuna kadar geçen 3 haftalık dönem preembriyonik dönem olarak isimlendirilir. Büyüme ve farklılaşmanın hızlandığı 3. hafta ile 8. hafta arasını içeren döneme ise embriyonel dönem denir. Bazı doku, organ ve sistemler üç germ yaprağından bu dönemde gelişirler. Bu üç germ yaprağı yapısı ektoderm, mezoderm ve endodermdir.

Gelişimin 17. gününde; intraembroyenik mezoderm, ektoderm ve endoderm arasında bulunan ekstraembriyonik şölom boşluğuna uzanan bir doku yapısındadır. Mesoderm bulunduğu bölgede farklılaşarak farklı yapıları oluşturur. Nöral tüp ve notokordun her iki yanındaki mezoderm çoğalarak paraksiyel mezodermi oluşturur. Paraksiyel mezoderm gelişimin ilerleyen döneminde somit denen yapıları oluşturarak aksiyel iskeletin oluşumunu sağlar. Her iki taraftaki kenarda şölom boşluğuna bitişik olarak kalan mezoderm bölümüne lateral mezoderm, bu yapı ile paraksiyel mezoderm arasında kalan mezoderme de ara mezoderm denir.

19. gün civarında lateral mezoderm içerisinde intraembriyonik şölom boşluğunu oluşturacak olan boşlukları oluşmaya başlar ve zamanla birleşirler. Birleşme sonucu, şölom boşluğu mezodermi ikiye böler. Bölünme sonucunda ekstraembriyonik mezoderm ile devam eden bölümüne pariyetal (somatik) mezoderm, vitellüs kesesi yüzeyindeki ekstraembriyonik mezoderm ile devam eden bölümüne ise visseral (splanknik) mezoderm ismi verilir. Somatik mezoderm ektoderm ile birlikte lateral ve ventral vücut duvarını oluşturur. Somatik mezoderm ve çevresindeki ektodermal yapı, gelişimin 4. haftasında üst ekstremite tomurcuğunu oluşturarak pektoral kuşak ve üst ekstremite kemik oluşumu için ana yapıyı teşkil eder. Pektoral kuşak ve üst ekstremitenin oluşumu proksimalden distale doğru gelişir (19).

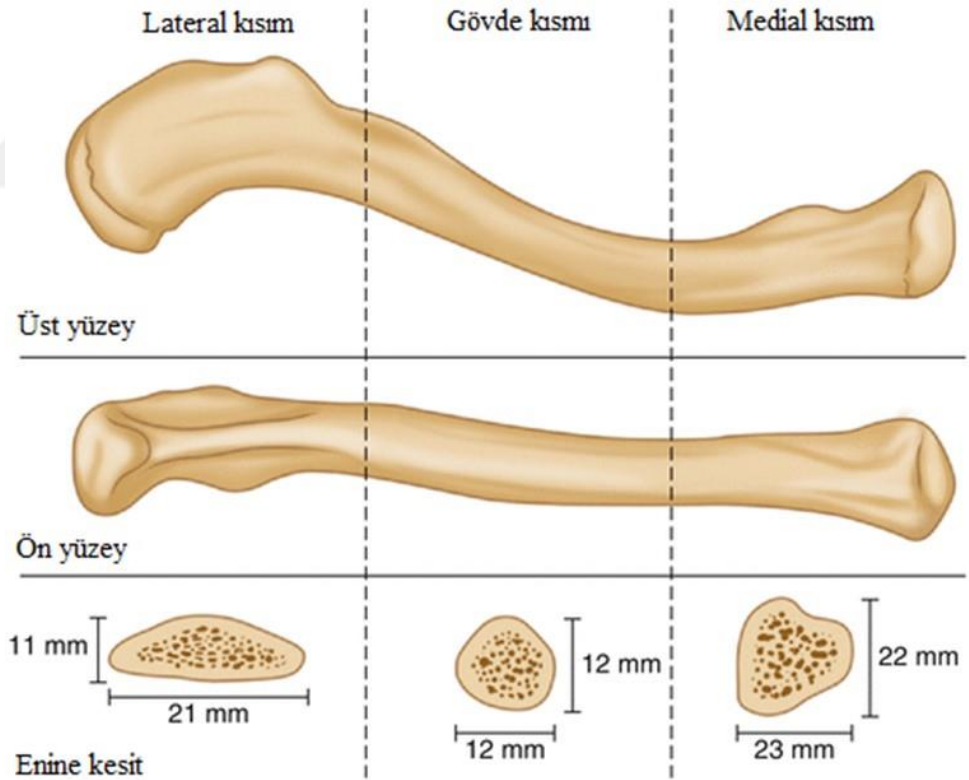
Klavikula pektoral kuşak yapı içerisinde gelişen bir kemiktir (19). Klavikula, akromiondan sternal primoradyuma doğru uzanan bir kord olarak yoğunlaşan mezenkimal hücrelerden oluşur (20).

Mezenkimal hücrelerin farklılaşmasından iki farklı mekanizma ile kemik oluştuğu gösterilmiştir. Bunlar enkondral ve intramembranöz kemikleşmedir (21). İntramembranöz kemikleşmede mezenkimal hücreler doğrudan osteoblastlara farklılaşır. Kafatasının, klavikulanın ve kranial kemiklerin çoğunun düz kemikleri intramembranöz kemikleşme ile oluşur (22). Enkondral kemikleşmede; mezenkimal hücreler öncelikle kıkırdak ara dokuya dönüşür ve daha sonra kemik dokuya evrilir. Aksiyel iskeletin ve uzun kemiklerin geri kalanı enkondral kemikleşme gösterir (23). Klavikula gelişimi içinde heriki kemikleşme türü de görüldüğü için benzersizdir (23). Gelişimin 5 ila 6. haftasında, klavikula cisim kısmının oluşturulması için ortaya çıkan iki adet intramembranöz kemikleşme çekirdeği izlenir (24). Bu çekirdekler yaklaşık bir hafta sonra kemikleşir ve klavikula uzunluğunun oluşmasına çok az katkıda bulunur. Gelişimin 7. haftasında klavikula cisminin her iki ucunda enkondral kemikleşme başlangıcı görülür. Zamanla medial kıkırdak bölgesi, lateral kıkırdak bölgesine göre klavikula uzunluğuna daha fazla katkıda bulunur. Hem kemikleşme merkezlerinin uzamsal yönelimi hem de uçlarındaki enkondral kemik oluşumu, klavikulanın karakteristik şekline yol açar. Klavikulanın kemikleşme süreci tüm kemikler içerisinde en erken başlagıca sahip olmakla birlikte, sternal uçtaki enkondral kemikleşmenin yaklaşık 25 yaşına kadar sürmesi nedeniyle kemikleşme sürecini en son tamamlayan kemik olma özelliğini de taşımaktadır (25, 26).

2.2. Klavikula' nın Anatomisi

Klavikula sözcüğü ''clavis'' kelimesinin kısaltılmış halidir ve anahtar, kapı kolu anlamları taşımaktadır (27).

Klavikula boru şeklinde, sephalad pozisyonundan bakıldığında medial tarafında konveks yüzeyi olan sigmoid şekilli uzun bir kemiktir. Klavikula medialde dışbükey, lateralde içbükey kavis yapar. Medial ucu, bir sinoviyal eklem yoluyla, manubriumun klaviküler çentiği ile eklemleşir. Lateral kenarı skapula kemiğinin akromiyal uzantısı (proçes) ile eklemleşir. Klavikula, enine kesitte oval ve dairesel kısımlar içerir. Klavikula; medial kısımda bir trampete benzer şekilde yuvarlaklaşıp genişlerken, lateral kısma doğru ilerledikçe süperior-inferior düzlemde düzleşmektedir (Şekil 2.1.). Uzunluğu boyunca kolayca palpe edilebilir (28).



Şekil 2.1.Klavikulanın önden ve üstten görünümü ve topografik kesitleri (Phadnis, J. and G.I. Bain, *Clavicle Anatomy, in Normal and Pathological Anatomy of the Shoulder*, G.I. Bain, et al., Editors. 2015, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 71-80.)

Klavikula, morfolojik analizi son derece zorlaştıran karmaşık bir osteolojik yapıya sahiptir. Bernat ve arkadaşlarının klavikulanın üç boyutlu anatomisini inceledikleri kadavra çalışmaları sonucunda erkek klavikulasının kadın cinse göre daha uzun ($166,8 \pm 7,3 \text{ mm}$ 'ye karşı $151,0 \pm 8,2 \text{ mm}$), daha kavisli ve hacim olarak daha geniş olduğunu göstermişlerdir (29). Daha çok kullanılan, dominant ekstremitelerdeki klavikulanın diğer tarafa göre daha uzun ve daha kavisli olduğu Martin ve ark.'nın yapmış olduğu antropolojik çalışmada gösterilmiştir (30). Hoogervorst ve arkadaşları tarafınca klavikular asimetriyi değerlendirmek için 100 erişkin hasta üzerinde yapılan çalışmada hastaların %30 unda klavikular arasında 5 mm den fazla uzunluk farkı olduğu ortaya konmuş, dominant taraf ve cinsiyet ile klavikula uzunluğu arasında korelasyon olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada erkeklerin kadınlara göre ve dominant tarafın dominant olmayan tarafa göre klavikula uzunluğunun daha fazla olduğu gösterilmiştir (31).

Klavikula üzerinde bulunan önemli yapılar:

- a) **Klavikulanın sternal ucu**; sağlam ve yuvarlaktır. Medial yüzeyinde manubrium ile eklem yapacak olan artiküler bir yüzeye ve 1. kosta ile eklemleşmek üzere alt yüzeye uzanan küçük bir fasete sahiptir.
- b) **Klavikulanın akromial ucu**; sternal uca göre daha geniş ve daha düzdür. Lateral yüzeyinde skapulanın akromion süreci ile eklemleşmek üzere akromiyal faset bulur.
- c) **Kostaklavikular tuberositas**; klavikulanın sternal ucunun alt yüzeyinde bulunur. Kostaklavikular bağı sabitleyen ve sternoklavikular eklemi güçlendiren geniş, düzensiz pürüzlü bir yüzeydir.
- d) **Subklavyan sulkus**; klavikula cisminin arka alt kadranı boyunca uzanır ve boynun büyük damarları üzerinde bir çatı sağlar. Klavikula ile göğüs kafesi arasında uzanan subklavius kası için insertio noktasıdır. Bir kırık durumunda, subklavius kası kırık kemiğin sivri ucundaki hareketi engelleyerek damarları korur.
- e) **Konoid tüberkül**; klavikulanın lateral ucunda kavis yaptığı ve prizmatik kısmın düzleşmiş bölgeyle birleştiği bölgenin arka kısmında yer alır. Skapulanın korakoid sürecine bağlanan konoid bağın bağlantı bölgesidir.

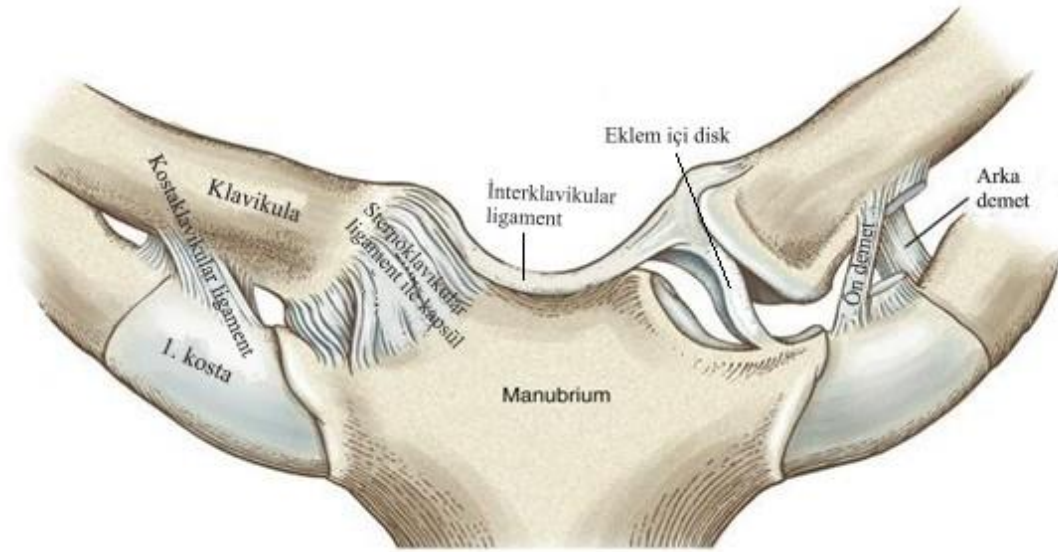
- f) **Trapezoid çizgi (oblik sırt);** klavikular alt yüzeyde konoid tüberkülün lateralinde ve anteriorunda bulunur. Trapezoid bağın bağlanma bölgesidir.
- g) **Nutrisyon forameni;** kemiğin arka alt kenarı boyunca uzanır ve kemiğin medialinden çıkar.
- h) **Klavikula üst yüzeyi;** üç ana kasın bağlantı noktası olmasına rağmen alt yüzeye göre daha az yük taşır
- i) **Trapezius kası insersiyosu;** üst yüzeyin posterolateral kısmı boyunca görülebilir.
- j) **Deltoid kas origosu;** üst yüzeyin anterolateral alanında bulunur.
- k) **Pektoralis majör kas origosu;** klavikulanın anteromedial kısmında bulunur ve bu kasın bir kısmı tutunur (28).

Klavikulanın gerçek cismi klinik olarak iki kısma ayrılır: medial üçte iki ve lateral üçte birlik kısım. Bu konumlar, kasların nereye bağlandığını doğru bir şekilde belirlemek için kullanılır. Medial üçte ikilik kısımda; arka üst yüzde sternokleidomastoid (SKM) kas ve subklavyen oluk boyunca aşağı yüzde subklavius kası için bir bağlanma yeri vardır. Ön yüzey pektoralis majör ve arka kısım sternohyoid kas için bir bağlantıdır. Kostoklaviküler bağın sternoklavikular eklemi yerinde tuttuğu ve desteklediği yer olan kosta tüberositesi de alt yüzeyde bulunur (32). Klavikulanın lateral üçte birlik kısmı; anteriorde deltoid, posteriorde trapezius kasları için bağlantı görevi görür. Altta, korakoklavikular bağın konoid ve trapezoid bileşenleri, klavikula ile skapulanın korakoid proçesi arasında stabilite sağlar.

Klavikula, yapısı ve bulunduğu yer itibarıyla diğer destek yapıları kadar belirgin olmasa bile, üst ekstremité hareket açıklığının sağlanmasına ve posterior nörovasküler yapıların korunmasına katkıda bulunur. Bu kemiğin her parçasının, pektoral kuşağın genel fizyolojisini etkileyen ekleriyle ilgili bir bağlantısı vardır. Klavikulanın aksiyel iskeletle apendiküler iskeleti bağlayan 2 adet eklemi mevcuttur (33).

2.2.1. Sternoklavikuler Eklem (Art. sternoclavicularis)

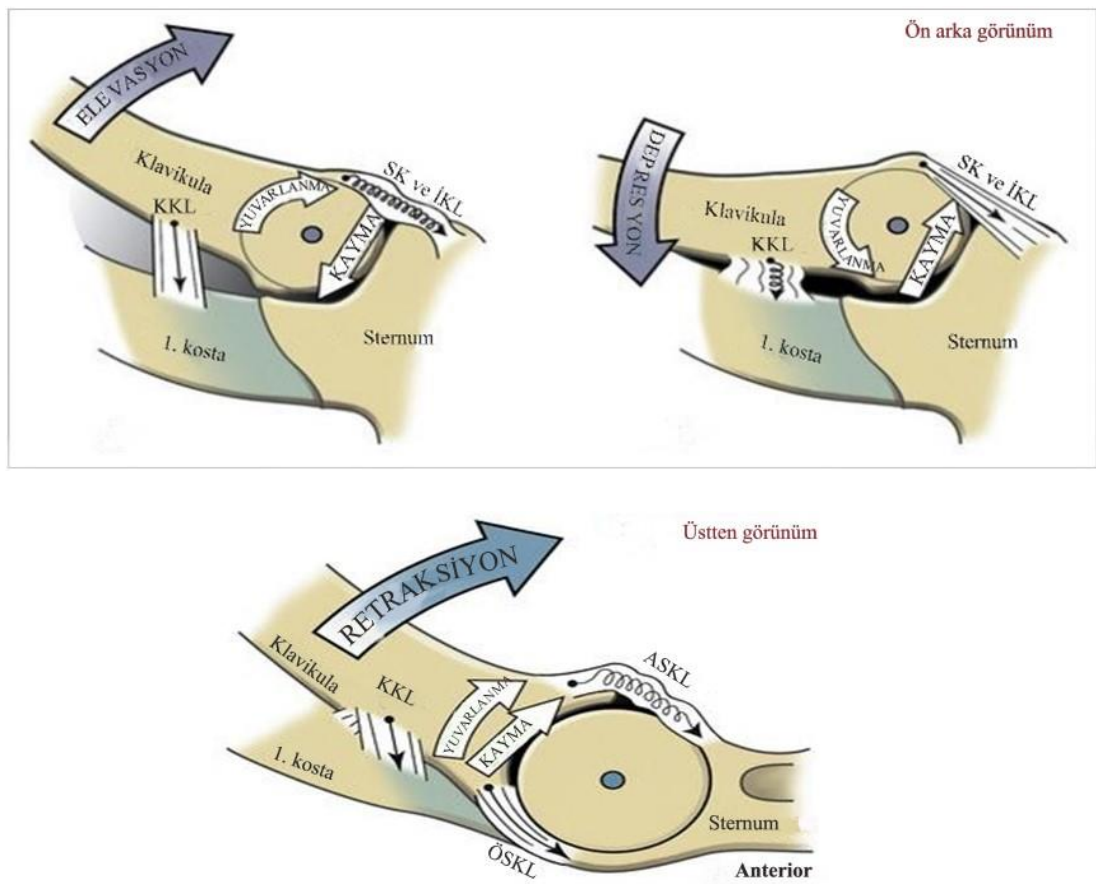
Sternoklavikular eklem; sternuma ait incisura clavicularis, klavikulanın medial ucundaki facies articularis sternalis ve birinci kosta arasında oluşur. Aksiyel iskelet ile üst ekstremité arasındaki birincil iskelet bağlantısı olarak görev yapan eyer (cellar) şeklindeki bu sinovyal eklemin her iki yüzü fibröz kıkırdak ile kaplıdır. Eklem kapsülü anteriorda lig. sternoclaviculare anterius, posteriorda lig. sternoclaviculare posterius, süperiorda incisura suprasternalis'i çaprazlayan lig. interclaviculare ile desteklenmiştir. Eklemün inferolateral desteğı ise lig. costoclaviculare tarafından sağlanır. Ön-arka ekseninde dışbükey, dikey ekseninde içbükey şekilli olan sternoclavikular eklemün eklemli yüzeyleri ön-arka ve dikey ekseninde fonksiyonel hareketliliğe sahip fibrokartilajinöz bir eklem diski ile ayrılır. Temel görevi üst ekstremitéyi gövdeye bağlamak olan sternoklavikular eklem, üst ekstremiteden gövdeye iletilen darbeler karşı yastık görevi de görür (34) (Şekil 2.2.).



Şekil 2.2. Sternoklavikular eklem çevresindeki bağlar (Neumann DA: *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*, ed 2, St Louis, 2010, Mosby, Figure 5-11.)

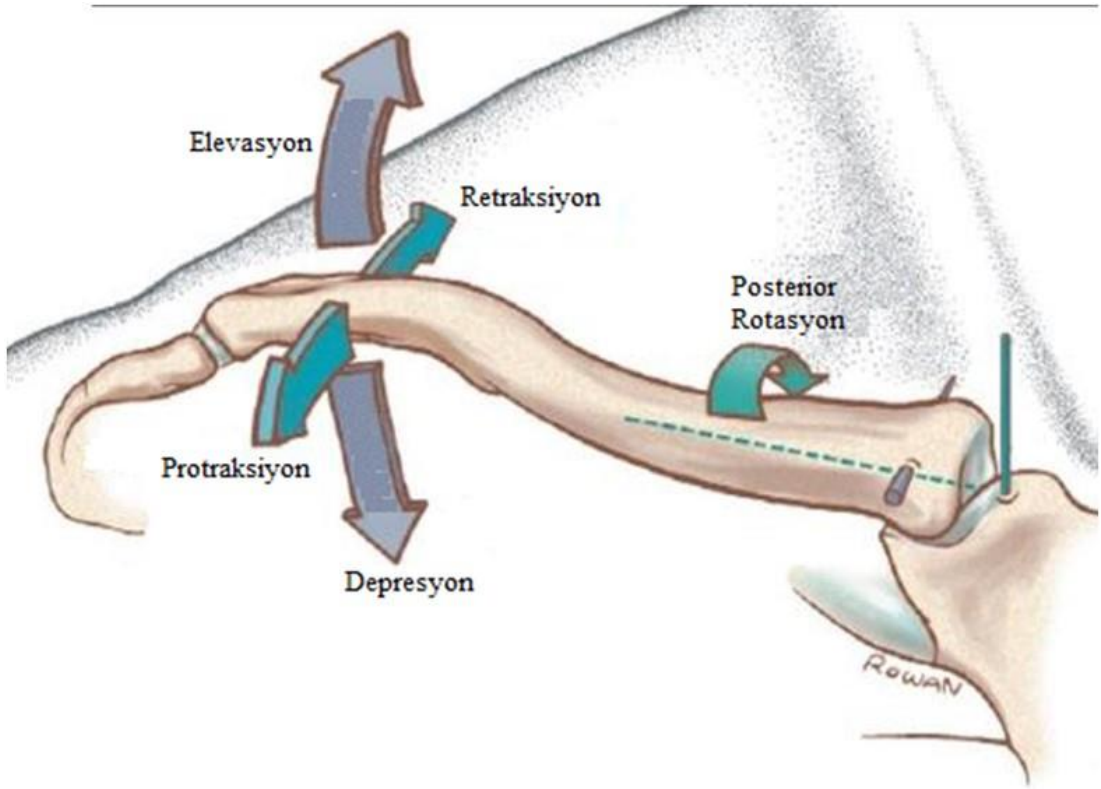
Klavikulanın sternal ucunun arka kısmından posterosuperior manibriyuma uzanan posterior sternoklavikular ligament sternoklavikular eklemün primer ön-arka stabilizatörüdür. Klavikula medial ucundan manibrium üst ön kenarına

uzanan anterior sternoklaviküler bağ da sternoklavikular eklemin ön-arka stabilizasyonuna katkıda bulunur. Manibriumun superior kısmından her iki medial klavikulanın süperior kısmına sternoklavikular eklem üzerinden uzanan interklavikular ligaman klavikulanın aşırı depresyonuna karşı stabilizasyonu sağlar. Kostal tüberosit'ten 1. kosta üst kısmına çift bant şeklinde uzanan kostaklavikular bağ ise klavikulanın aşırı elevasyonuna ve retraksiyona karşı stabilizasyonu sağlar.(şekil 2.3.)



Şekil 2.3. Sternoklavikular eklem stabilizasyonunu sağlayan yapılar. KKL; kostaklavikular bağ, SK ve İKL; Sternoklavikular ve interklavikular bağ, ÖSKL ve ASKL; ön ve arka sternoklavikular bağlar. (Neumann DA: *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*, ed 2, St Louis, 2010, Mosby)

Sternoklavikular eklem, eklem yüzeylerinin şekli nedeniyle sellar tipte bir eklem olmasına karşın eklem içinde bulunan ve eklem uyumunu sağlayan disk nedeniyle fonksiyonel olarak top ve soket tarzı eklem gibi davranır (35,36). Sternoklavikular eklemin bu fonksiyonel özelliği sayesinde; klavikula, kemiğin longitudinal eksenini etrafında elevasyon, depresyon, retraksiyon, protraksiyon, rotasyon hareketleri yapar. Bu hareketlerin temel amacı, glenoid'in humerus başına uyum sağlayacak şekilde konum değiştirmesini sağlamaktır. Klavikula sternoklavikular eklem üzerinden maksimum 40 derece elevasyon, 10 derece depresyon, 15-30 derece protraksiyon ve retraksiyon yapabildiği gösterilmiştir. Ayrıca omzu abduksiyonu ve fleksiyonu sırasında klavikula sternoklavikular eklem üzerinde 40-50 derece posterior rotasyon yaptığı gösterilmiştir (37, 38) (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Klavikulanın osteokinematik hareketleri. Dönme eksenleri, oklarla gösterilmiştir. (Neumann DA: *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*, ed 2, St Louis, 2010, Mosby, Figure 5-13.)

Brakiosefalik trunkus, vena jugulare interna ve arteria carotis communis, sternoklavikular eklemının arkasında yer alır. Klavikula ve sternoklavikular eklemının arkasında bulunan diğer mediastinal yapılar vagal sinir, frenik sinir, innominat arter, innominat ven, trakea ve özofagustur.

Sternoklavikular eklem üzerinde hemen hiçbir kas etki etmezken, Sternoklavikular eklemının hareketinin öncelikle skapulanın hareketine ve klavikula dahil tüm omuz kuşağına bağlı olduğunu belirtmek önemlidir. Sternoklavikular eklemının hareketini etkileyen klavikula üzerine uzanan kaslar deltoid, pektoralis majör, trapezius ve sternokleidomastoid kaslarıdır (39).

2.2.2. Akromioklavikular Eklem (Art. acromioclavicularis)

Lateralde, klavikula akromiyon ile eklemleşir ve akromioklaviküler bağı oluşturur. Akromioklaviküler eklem, omuz kompleksine stabilite ve hareket sağlar (40). Akromioklaviküler eklem, normal fizyolojik koşullar altında sadece kayma hareketine izin veren planar tipi bir sinovyal eklemdir. Skapulayı toraksa bağladığından, skapulaya ek bir hareket aralığı sağlar, omuz abduksiyonu ve fleksiyon gibi hareketlere yardımcı olur. Aynı zamanda kuvvetlerin üst koldan iskeletin geri kalanına iletilmesini sağlar.

Erişkin Akromioklaviküler eklemdaki eklem yüzlerinin ortalama boyutu dikey düzlemde 9 mm, yatay düzlemde ise 19 mm olarak bulunmuştur (41). Akromioklaviküler eklemın ortalama genişliği 1-3mm arasında değişmekte ve cinsiyet farketmeksizin yaş ilerledikçe azalmaktadır (42).

Akromioklaviküler eklem bir kapsülle çevrili ve sinovyal bir zarla kaplıdır. Eklem yüzleri arasında kıkırdak bir disk bulunur. Eklem yüzlerini kaplayan hyalin kıkırdak; eklemın akromiyal tarafında 17, klavikular tarafında ise 24 yaşında fibrokartilaj karakter kazanır (43,44,45) (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Akromioklavikular eklem yapısı. (Bony and ligamentous structures of the acromioclavicular joint. Image courtesy of Medical Multimedia Group LLC, www.eOrthopod.com)

Akromioklaviküler eklemi üç ana bağ stabilize eder. Akromioklaviküler bağ üst, alt, ön ve arka bileşenlere sahiptir. Üst ve arka bağlar en güçlüsüdür ve esas olarak horizontal (yatay) stabilite sağlarlar. Korakoklaviküler bağ kompleksi, konoid ve trapezoid bağlardan oluşur. Sırasıyla, distal klavikulanın alt yüzeyinin posteromedial ve anterolateral bölgesinden korakoid procese uzanırlar. Esas olarak vertikal (dikey) stabilite sağlarlar. Korakoakromiyal bağ, korakoid proçesi akromiyona bağlayan ve aynı zamanda dikey stabilite sağlayan güçlü bir üçgen banttır.

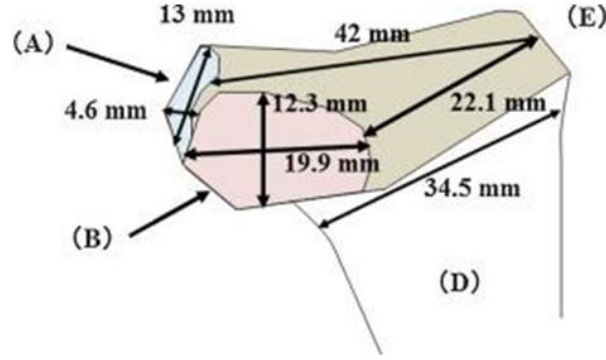
A) Korakoklavikular Bağ Kompleksi:

Korakoklaviküler bağ, akromioklaviküler bağ için birincil destek görevi görür. Bunlar birlikte ana omuz eklemlerinden biri olan akromioklaviküler eklemi stabilize eder. Akromioklaviküler eklem, omuz kuşağının stabilitesine yardımcı olan sinovyal düzlem eklemi olarak hayati bir rol oynar (46). Akromioklaviküler eklemin birincil desteği akromioklaviküler bağ ve korakoklaviküler bağdan elde edilir. Korakoklaviküler bağ esas olarak dikey stabiliteyi sağlar. Bu bağlar ayrıca intrinsik ve ekstrinsik ligaman olarak bölünür. Korakoklaviküler ligaman ekstrinsik ligamenttir. Korakoklaviküler bağ doğrudan akromioklaviküler eklemin içinden veya çevresinden geçerse de akromiyonun klavikula ile uygun anatomik ilişkisinin korunmasına yardımcı olur.

Korakoklaviküler bağ kompleksi, konoid ve trapezoid bağlardan oluşur. Sırasıyla, distal klavikulanın alt yüzünün posteromedial ve anterolateral bölgesinden başlayarak korakoid çıkıntının aynı noktasına uzanırlar. Konoid ve trapezoid bağlar, korakoid çıkıntıya bağlanırken aynı noktadadır, ancak bu bağların üst kısımları klavikulanın alt tarafına bağlanmadan önce bir açıyla ayrılır (47).



Şekil 2.6. Konoid ve Trepoid bağların bağlantı bölgeleri. Klavikula inferior yüzünde topografik olarak conoid (C) ve trepezoid (T) bağ bağlanma bölgeleri (Chahla J, Marchetti DC, Moatshe G, Ferrari MB, Sanchez G, Brady AW, Pogorzelski J, Lebus GF, Millett PJ, LaPrade RF, Provencher MT. Quantitative Assessment of the Coracoacromial and the Coracoclavicular Ligaments With 3-Dimensional Mapping of the Coracoid Process Anatomy: A Cadaveric Study of Surgically Relevant Structures. Arthroscopy. 2018 May;34(5):1403-1411.)



Şekil 2.7. Korakoklaviküler bağların korakoid uzantı üzerindeki bağlanma bölgeleri (korakoid uzantının üstten görünümü). Her şekil ölçülen ortalama değerleri gösterir. A bölgesi (gök mavisi alan); konoid bağın bağlanma bölgesi, B bölgesi (koyu kırmızı alan); trapezoid bağın bağlanma bölgesi, D bölgesi; korakoakromiyal bağın bağlanma bölgesi, E; korakoid uzantının sapı. (Takase, K. *The coracoclavicular ligaments: an anatomic study. Surg Radiol Anat* 32, 683–688 (2010).)

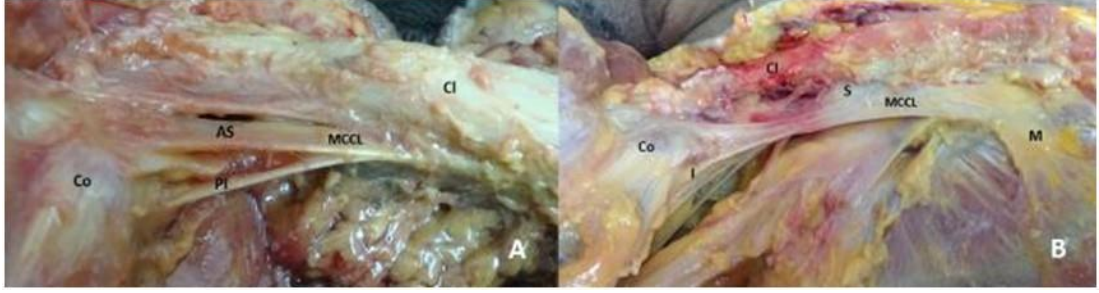
Konoid bağ, trapezoid tüberkülün arka medialinde olan konoid tüberkülde klavikulaya tutunur. Konoid tüberkül, klavikulanın en arka tarafında, cismin orta üçte birlik kısmından lateral üçte birlik kısma kıvrıldığı noktada yer alır. Transvers planda, aşağı dönük bir koni olarak görünür. Konoid bağın klavikular insersiyosunun, korakoid yapışma bölgesine göre yaklaşık iki kat daha geniş (medial lateral planda) ve kalın (anterior posterior planda) olduğu gösterilmiştir. Böylece, klavikuladaki yapışma yeri genişken, altta bulunan korakoiddeki yapışma yeri dardır. Konoid bağın alt kök kısmı kendi etrafında dönerek ve daralarak korakoid proçes tavanının posteromedial tarafına yapışır. Konoid bağın uzunluğu 0.7 cm ile 2.5 cm arasında, genişliği 0.4 cm ile 0.95 cm arasındadır. Yapılan çalışmalarda konoid bağın klavikula lateral ucundan ortalama 25.3 mm medialde yapıştığı gösterilmiştir (41,48).

Korakoklaviküler bağın diğer kısmı olan trapezoid bağ, tipik olarak konoid bağın antero-lateralindedir. İsminden de anlaşılacağı gibi dörtgen şeklindedir ve konoid bağdan daha incedir. Altta trapezoid bağ, korakoid proçesin posterior-superior yönüne bağlanır ve konoid bağın ön kısmı ile temas eder. Trapezoid bağ klavikulaya bağlanma bölgesi korakoide bağlanma bölgesine göre üç kat daha kalındır, ancak genişliğimde konoid bağa kıyasla daha az daralma gösterir. Trapezoid bağ hem uzunluk hem de genişlik olarak 0.8 cm ile 2.5 cm arasında değişiklik gösterir. Ortalama trapezoid bağın yapışma bölgesi klavikula lateralinin 11.8 mm medialinde yer alır. Trapezoid ve konoid bağlar arasındaki uzaysal ilişki göz önüne

alındığında, alt bağlantıdan üst bağlantıya doğru hareket edildiğinde, trapezoid bağın konoid bağdan anterolateral olarak uzaklaştığı, konoid bağın ise neredeyse dikey olduğu görülebilir. Son olarak, trapezoid bağ, klavikulanın alt yüzeyindeki trapezoid çizgiye bağlanır. Bir bursa, trapezoid bağı ve konoid bağı ayırır.

Korakoklaviküler bağ, yukarıda tarif edildiği gibi, klavikulayı ve skapulanın korakoid proçesini birleştirmeye yarar. İki bileşenli yapısı, skapulanın klavikulaya göre vertikal (dikey) olarak yer değiştirmesini önlerken akromiyon ve klavikulanın uygun şekilde yerleştirilmesine izin verir. Trapezoid ve konoid bağlar arasındaki açılı boşluk, scapula'nın klavikulaya göre biraz dönmesine izin verir. Akromioklavikular eklemin kendine özgü bir bileşeni olmasa da, bu eklemin stabilitesine katkıda bulunur (49,48).

Bazı yazarlar, konoid ve trapezoid bağları lateral korakoklavikular bağ olarak tanımlamış ve bu bağdan bağımsız olarak medial korakoklaviküler bağdan (MCCL) söz etmişlerdir. MCCL ‘‘Caldani Bicorne’’ bağı olarakta adlandırılmaktadır. MCCL ilk olarak 1802'de tanımlanmıştır ve korakoid procesin posterosuperior kısmı, birinci kosta (medial sınır) ve klavikula cisminin alt alanı arasında tariflenmiştir. MCCL'nin uzunluğu yaklaşık 59,5 mm'dir. Korakoid proçesten başlayan iki demetli bir yapıdır. Anterosuperior demeti korakoakromiyal bağın önünde, korakoid procesinin üst yüzeyinden başlar. Daha büyük olan posteroinferior demeti ise korakoid proçesin medial kenarından başlar. Bu iki demet medialde birleşerek ligaman gövdesini oluşturur. Mediale doğru ilerlerken klavikula cisminin anteroinferior bölgesine yapışmak için lifler yukarı ve içe doğru uzanır. Lifler kemik ile horizontal eksende 20 derecelik bir açı oluşturur ve subklavyen kas kılıfı ile birleşir. Bu bağın işlevi, akromioklaviküler eklemin stabilize edilmesine yardımcı olmak ayrıca superior ve posterior traksiyonların varlığında son bir fren görevi görmektir (50) (Şekil 2.8.).



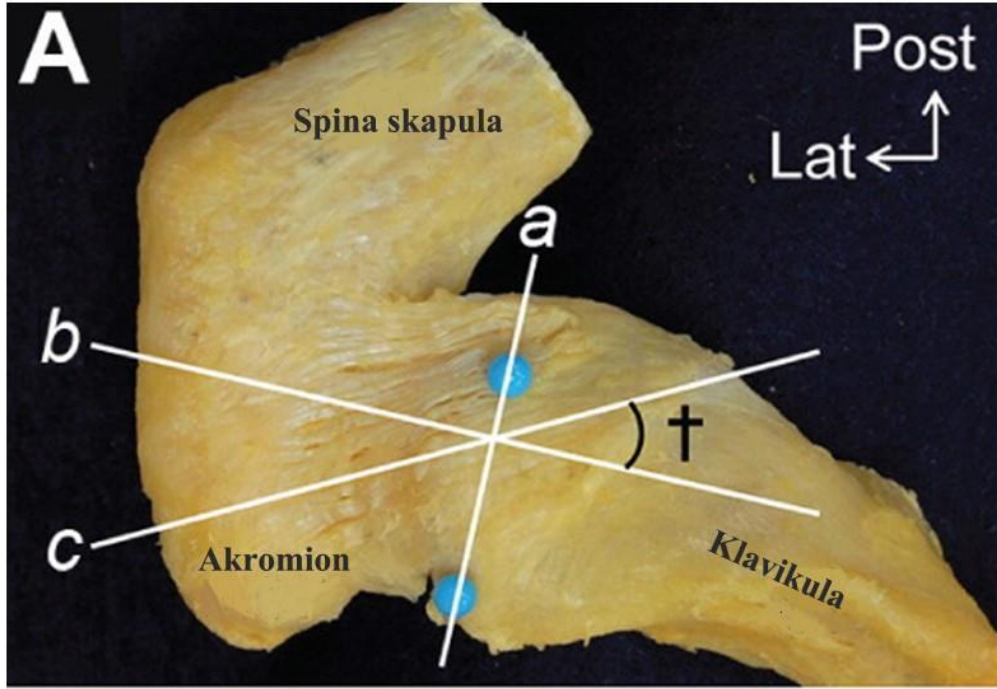
Şekil 2.8. Caldane Bicorne Bağı (**A**) Korakoid orijin: ön-üst ve arka-alt demetler (sağ omuz). Co, korakoid proçes; Cl, klavikula; MCCL, medial korakoklaviküler bağ; AS, anterosuperior demet; PI, posteroinferior demet. (**B**) Fasiyal genişlemeler (sağ omuz). M, medial; S, superior, İ, İnferior; Co, korakoid proçes; Cl, klavikula; MCCL, medial korakoklaviküler bağ. (Moya D, Poitevin LA, Postan D, Azulay GA, Valente S, Giacomelli F, Mamone LA. The medial coracoclavicular ligament: anatomy, biomechanics, and clinical relevance-a research study. JSES Open Access. 2018 Sep 22;2(4):183-189.)

Omuz kuşağı hareketine ve stabilitesine katılan birçok kas vardır. Korakoklaviküler bağın işlevi, omuz hareketi sırasında skapulanın klavikuladan ayrılmadan hareket etmesini sağlamaktır. Bu yapılar etrafında harekete neden olan ana kaslar arasında serratus anterior, trapezius, teres major, rhomboid major, rhomboid minor ve triceps brachii (uzun başı) bulunur. Bu listeye başka kaslar dahil edilebilmesine rağmen, listelenen her kas doğrudan skapulaya bağlanır ve korakoklaviküler bağdan ilave mekanik stabilite, hareket kısıtlaması elde eder.

Pektoralis minörün tendonu, korakoid proçes seviyesinde MCCL tarafından oluşturulan fasiyal arkı çaprazlar (51).

B)Akromioklavikular Bağ:

Akromioklavikular eklem kapsülü oldukça ince olmakla birlikte önemli ölçüde ligaman desteğine sahiptir. Superior, inferior, anterior ve posterior olmak üzere dört akromioklavikular bağ vardır. Superior ve posterior ligamanlar en güçlüleridir, esas olarak horizontal (yatay) stabiliteyi sağlarlar. Üst ve arka bağ demetleri klavikulanın uzun aksına 30° açıyla akromiyondan distal klavikulaya arkaya doğru uzanır (Şekil 2.9.). Üst ve arka bağ demetlerinin yönelimi hesaba katıldığında, akromioklavikular ligament, akromiyonla ilişkili olarak klavikulanın posterior translasyonunu önleyen birincil stabilizatör olarak görev yapar (52,53).

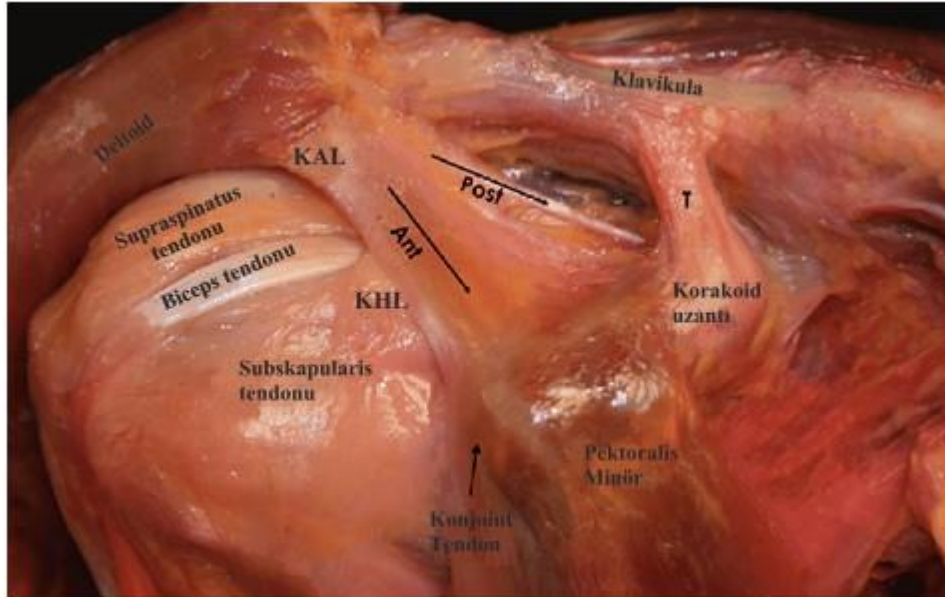


Şekil 2.9. Akromioklavikular bağ uzunumu. (A) Akromioklaviküler (AK) ligaman ile klavikulanın uzun eksenini arasındaki açının ölçülmesi. Sağ akromioklaviküler eklemin kaslar olmadan üstten görünümü. Eklem yüzeyine paralel çizgiyi gösterecek şekilde mavi pimler, a.eklem çizgisi b.eklem çizgisine dik çizgi c. akromioklaviküler ligaman paralel çizgi. t: b ve c arasındaki açı ortalama 30 derecedir. (Nakazawa M., Nimura A., Mochizuki T., Koizumi M., Sato T., & Akita K. (2016). The Orientation and Variation of the Acromioclavicular Ligament. The American Journal of Sports Medicine, 44(10), 2690–2695)

Stine ve ark. tarafından 2009 senesinde yapılan bir kadavra çalışmasında, üst akromioklavikular ligamanın, alt akromioklavikular ligamandan daha sağlam ve daha kalın (2,0 mm- 5,5 mm) olduğu ve distal klavikulaya daha belirgin şekilde tutunduğu gösterilmiştir (54). Bu çalışmada akromioklavikular eklem üzerini kaplayan kapsülün akromionun en medialinden ortalama 2.8 mm (dağılım 2.3-3.3 mm) lateralde ve klavikulanın en lateralinden ortalama 3.5 mm (dağılım 2.9-3.9 mm) medialde sonlandığı gösterilmiştir. Ortalama kapsül genişliği 1,6 ila 2,9 mm arasında bulunmuştur.

C) Korakoakromial Bağ

Korakoakromial ligaman (KAL), inferomedial olarak akromiyonun alt anterolateral yüzeyinden korakoid proçesin lateral sınırına uzanır. Akromiyonun alt tarafı ve scapula kemiğinin korakoid proçesi arasında uzanan korakoakromial ligaman, humerus başının glenoidden üst kısma yer değiştirmesini sınırlamak için korakoakromiyal arkı oluşturur. Korakoakromial ligaman ve rotatar interval kapsülü arasındaki ligamentöz bağlantı korakoakromial örtü olarak adlandırılır ve glenohumeral eklemin depresyonunu engeller (55). Korakoakromial ligaman üstünde klavikula ve deltoid kas ile, altında subakromiyal bursa ve supraspinatus tendonu ile sınırlanmıştır. Akromiyona yapıştığı yerde deltoid kasın fasyası olarak devam eder (56). Korakoid proçese yaklaştıkça, Korakoakromial ligaman anterolateral ve posteromedial şekilde iki banta ayrılır (Şekil 2.10). Fearly ve ark. anterolateral bant'ın akromiyon yapışma yerinin korakoid yapışma yerine göre daha kalın olduğunu, posteromedial bant'ın ise bunun aksine korakoid yapışma yerinin acromion yapışma yerine göre daha kalın olduğunu göstermiştir (57) .



Şekil 1.10. Korakoakromial (KAL) ligaman ve çevresindeki anatomik yapılar. KHL: Korakohumeral ligaman (Chahla J, Marchetti DC, Moatshe G, Ferrari MB, Sanchez G, Brady AW, Pogorzelski J, Lebus GF, Millett PJ, LaPrade RF, Provencher MT. Quantitative Assessment of the Coracoacromial and the Coracoclavicular Ligaments With 3-Dimensional Mapping of the Coracoid Process Anatomy: A Cadaveric Study of Surgically Relevant Structures. Arthroscopy. 2018 May;34(5):1403-1411.

Korakoakromiyal ligaman, korakoid proçesi akromiyona bağlayan ve aynı zamanda dikey stabilite sağlayan güçlü bir üçgen banttır. Glenohumeral eklem, humerus başını fonksiyonel bir pozisyonda tutmak için benzersiz şekilde kaslara, tendonlara ve bağlara bağlıdır. Korakoakromial ligaman 'ın, hem statik kısıtlaması hem de ligamentler, kaslar ve kemik yapıları dahil olmak üzere diğer omuz elemanlarıyla dinamik etkileşimi sayesinde omuz stabilitesi için önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir. Humerus başının yukarı doğru yer değiştirmesini pasif olarak sınırlar. (58). Korakoakromiyal ligaman ayrıca skapula boyunca yükleri iletme görevi görür. Korakobrakiyalis, pektoralis minor ve biceps (kısa başı) kaslarının korakoid üzerine uyguladığı kuvvetleri gergi bandına benzer şekilde akromiyona iletilir (59). Benzer şekilde, deltoid ve trapezius kaslarının uyguladığı kuvvetlerden kaynaklanan akromiyal distorsiyon, korakoakromiyal ligaman'ın hareketi ile sınırlıdır. Klinik önemi belirsiz olmakla birlikte, Korakoakromiyal ligaman omuz kuşağı içinde dinamik bir destek görevi göstermektedir (60).

2.2.3 Klavikulanın Stabilizasyonu

Klavikula çevresinde bulunan ve klavikulayı stabilize eden statik ve dinamik yapılar mevcuttur.

Klavikulanın statik stabilizatörleri arasında medialde, anterior ve posterior sternoklaviküler ligamanlar, kostoklaviküler bağ ve interklaviküler ligaman bulunur. Anterior ve posterior sternoklaviküler bağlar, sternoklaviküler eklem çevresindeki fibröz kapsülü güçlendirir. Kostaklaviküler bağ, klavikulanın medial üçte birlik kısmının altında yer alır ve bitişik kostal kıkırdağa ve birinci kostaya kadar uzanır. Bu bağ medial klavikulanın anterior, posterior ve medial translasyonunu engeller ve en önemli medial statik stabilizatördür. İnterklaviküler ligaman, her iki klavikulayı birbirine bağlar ve her iki sternoklaviküler eklem arasında, üst sternal manubriumun bitişiginde bulunur. Sternoklaviküler eklem ayrıca, medial klavikulanın medial translasyonunu önleyen bir kontrol dizgin görevi gören bir eklem diski ile tamponlanır. Diskin birincil işlevinin eklem uyumunu sağlamak olduğu ve şok emilimini artırdığı düşünülmektedir (61,62,63).

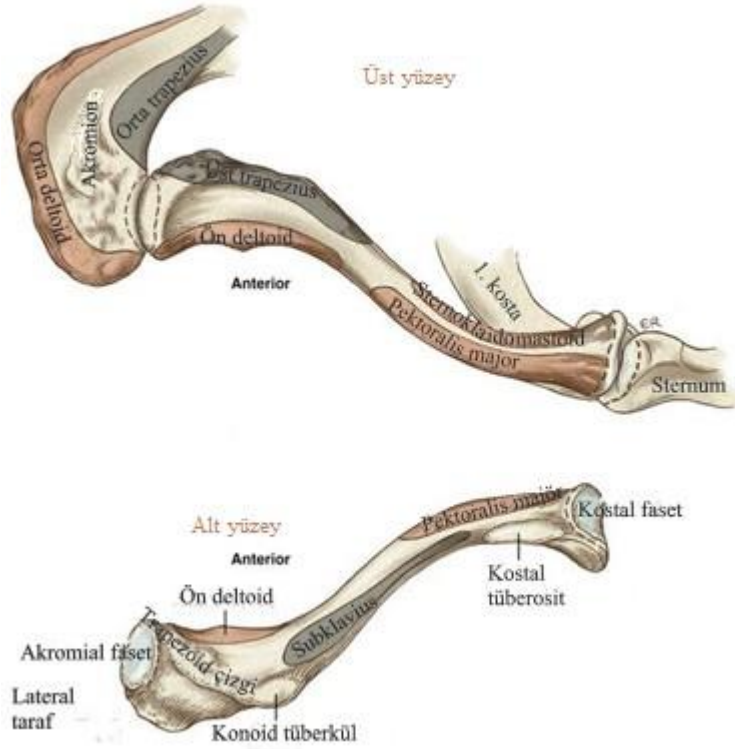
Akromioklaviküler eklem, lateralde ise akromioklaviküler ligamanlar ve korakoklaviküler bağ kompleksi (konoid ve trapezoid) tarafından stabilize edilir. Akromioklaviküler ligamanlar küçük yükler altında anterior-posterior ve vertikal (dikey) stabilite sağlar. Konoid ve trapezoid bağlar ise distal klavikulanın vertikal stabilitesini sağlarlar ve akromioklaviküler eklem boyunca büyük yüklere karşı ana stabilizatör görevi görürler. Korakoklaviküler bağlar bozulmadan distal klavikulanın superiora translasyonu imkansızdır (63).

Klavikulanın dinamik stabilizatörleri, bu kemikten köken alan ve bu kemiğe gelen kasları içerir. Kökenini klavikuladan alan beş kas vardır. Bunlar medialde pektoralis majör ve sternokleidomastoid kasları, cisim kısmında subclavius kası ve lateralde deltoid ve trapezius kaslarıdır.

Kaslar klavikulanın farklı yüzeylerine bağlantı sağlar (Şekil 2.11.).

- Üst yüzey: Ön deltoid lifleri anterolateral bölge üzerinden köken alır ve omuzun fleksiyonuna yardımcı olurken, trapezius kası üst yüzeyin posterolateral kısmından köken alır. Trapezius kası ağırlıklı olarak skapulanın stabilize edilmesinden sorumludur (64).
- Alt yüzey: Subklavius kası, klavikulanın subklavyen oluşuna bağlanır ve klavikulayı anteroinferiora doğru çekmenin yanı sıra omuzu bastırma işlevi görür. Korakoakromiyal ligaman laterale yerleşmiştir ve aşağıda bulunan korakoidden destek sağlar.
- Ön yüzey: Pektoralis majör kasının klavikular kısmı anteriorda medial klavikuladan köken alır. Pektoralis majör'ün klavikular başı humerusun fleksiyonuna, yatay planda adduksiyona iç rotasyonuna katkıda bulunur. Platsyma kası bu yüzeyin ön kısmında yer alır.
- Arka yüzey: Belirtildiği gibi, trapezius klavikula üzerinde posterosuperior bölgeye yerleşir. Sternokleidomastoid (SCM) kasının klavikular başı da benzer bir konuma sahiptir, ancak klavikulanın medial üçte birlik kısmında bulunur. Sternoklavikleidomastoid kası tek başına kasıldığında, başın diğer tarafa dönmesine ve ipsilateral olarak yanal olarak yana bükülmesine neden olur. Her iki sternoklavikleidomastoid kası kasıldığında, bu başın fleksiyonuna neden olur. Sternohiyoid kas, manubrium ve arka

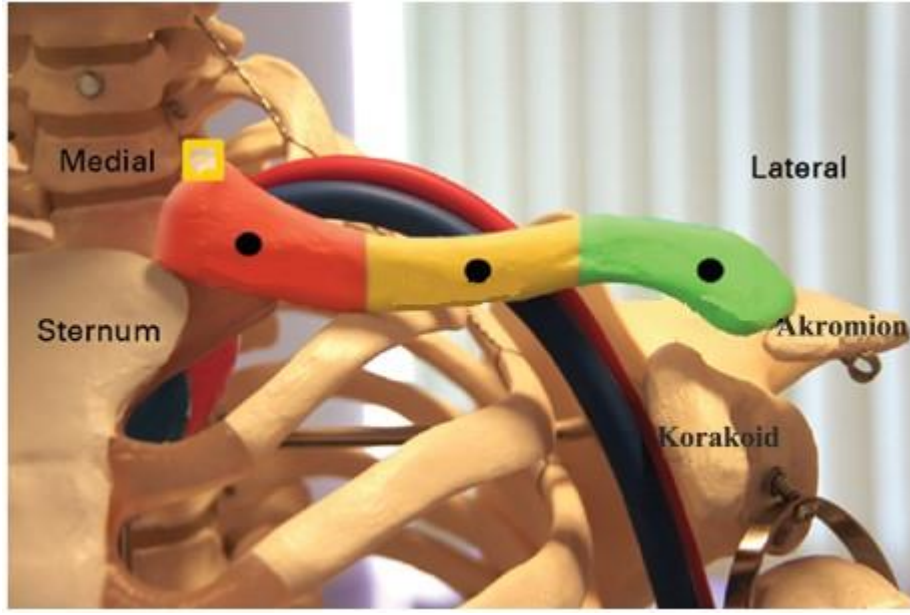
sternoklaviküler bağa ek olarak klavikulanın arka yüzeyi boyunca inferomedial olarak çıkan liflere sahiptir. Sternohyoidin kasılması, hyoid kemik depresyonuna neden olur (65).



Şekil 2.11. Klavikula üzerinde kas bağlantı bölgeleri (Neumann DA: *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for physical rehabilitation*, ed 2, St Louis, 2010, Mosby, Figure 5-3.)

2.2.4 Önemli Anatomik Komşulukları

Önemli nörovasküler yapılar (subklavian arter ve ven, brakiyal pleksus ve supraklaviküler sinirlerin dalları) klavikula çevresinde bulunur ve bu yapıların tanınması, klavikula kırıklarını düzeltirken olası majör komplikasyonları önlemek için önemlidir (66,67). Subklavyen arter ve ven paramedian bölgede klavikulanın medial kısmının arkasında bulunmakta iken, laterale doğru gidildikçe klavikulanın orta kısmından başlayarak alt kısma doğru yol olur (68,69).



Şekil 2.12. Subklavyen arter ve venin klavikula göre konumu. (Sinha A, Edwin J, Sreeharsha B, Bhalaik V, Brownson P. A radiological study to define safe zones for drilling during plating of clavicle fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2011 Sep;93(9):1247-52.)

Brakiyal pleksus da klavikula cisminin altında yer alır (70). Subklavyen ven klavikula en yakın olan yapıdır (7-9 mm), ardından brakiyal pleksus (9-10 mm) ve arter (10-12 mm) gelir. Bu nedenle klavikula kırıklarında subklavyen ven, yaralanma riski en fazla olan yapıdır ve bunu brakiyal pleksus ve subklavyen arter takip eder (68,70). Supraklaviküler sinirlerin dalları (medial, intermediate ve lateral) klavikula, anteromedial omuz ve proksimal göğüs üzerindeki cildi innerve eden yüzeysel duyusal sinirlerdir (71). Ansa Cervicalis'in C3 ve C4 kökünden çıkan dallar birleşerek supraklavikular siniri oluştururlar. Bu sinirin dalları platizmayı delmek ve subkutan hale gelmek için klavikulanın medial ve cismi üzerinde devam eder (72, 71). Supraklaviküler sinir dallarının deri altı konumu, klaviküler prosedürler için diseksiyon sırasında tüm dalları yaralanma riskine sokar (71).

2.2.5 Klavikula'nın Arteriyal Beslenmesi

Klavikula uzun bir kemik olarak sınıflandırılmasına rağmen çoğunlukla medüller bir boşluğa sahip değildir. Kemikli yapı periosteal arteriyel kan ile beslenmektedir ancak merkezi nutrisyonel besleyici arter yoktur. Supraskapular arter, torakoakromiyal arter ve iç torasik arterin periosteal arter uzantıları ile klavikulaya arteriyel destek sağladığı gösterilmiştir (73).

2.2.6 Klavikula'nın Duyusal Sinirleri

Klavikula'nın birincil duysal innervasyonu ihtilafli bir konudur. Klaviküler kırığı takiben yapılan anestezi çalışmaları, tek başına veya kombine biçimde supraklavikular sinir, subklavyen sinir ve uzun torasik/supraskapuler sinirin etkilenebileceğini göstermiştir (74). Yaygın bir anatomik varyasyon olarak supraklaviküler sinir'in klavikula cismini delen bir dalı olabilir. Klavikulanın üst yüzeyinden geçer. Yapılan kadavra çalışmalarında, sinirin klavikula cisminden geçen bir tünelde veya üst yüzeyde bulunan bir olukta yerleştiği gösterilmiştir. Bu sebeple yaralanmaya duyarlıdır ve klaviküler kırığı takiben tünel ya da olukta sıkışmaya bağlı tuzak nöropatisi oluşabilir (74).

2.3. Epidemiyoloji

Klavikula kırıkları tüm kırıkların yaklaşık %2,6–4'ünü oluşturur. Ergen ve yetişkin popülasyonda klavikula kırığı görülme sıklığının 100.000 kişide 29 ile 64 arasında olduğu bildirilmiştir (5,75). Genellikle yüksek hızlı düşüşlerin yaşandığı bisiklet ve motosiklet binme gibi aktiviteler veya sıra dışı çarpışmanın yaşandığı futbol ve hokey gibi sporları yapan genç aktif bireylerde görülür (76,77). Robinson ve ark.'nın 1000 ardışık klavikula kırıklı hasta üzerinde yaptığı çalışmaya göre, en yüksek insidans çocuklarda ve genç yetişkinlerde görülmüştür. Erkeklerde klavikula kırıklarının üçte birinden fazlasının, kadınlarda ise klavikula kırıklarının %20'sinin 13 ile 20 yaş arasındaki hastalarda meydana geldiği gösterilmiştir. Erkekler de yaş ilerledikçe görülme sıklığı azaldığı görülmekle birlikte kadınlarda dekadlara göre kırık görülme sıklığının daha az değiştiği gösterilmiştir. Yaşlılarda osteoporoz nedeniyle kırık insidansı artışı bildirilmiştir (5). Nordqvist ve ark.'nın 2035 hasta üzerinde yaptıkları epidemiyolojik çalışmada; ortalama yaş 29,3 olarak bildirilmiştir ve insidansın yaşamın ikinci on yılından sonra önemli ölçüde azaldığı, erkeklerin kadınlardan yaklaşık iki kat daha sık etkilendiği gösterilmiştir (%67.9'a karşı %32.1). Yine aynı epidemiyolojik analizde klavikula kırıklarının yaz mevsiminde daha sık olduğu bildirilmiştir (78). Klavikula kırıkları, sporla ilgili tüm kırıkların % 10' unu oluşturur ve bu tür yaralanmalara sahip sporcuların % 20 kadarı spora dönemezken, diğer bölge kırıkları ile karşılaştırıldığında üçüncü en uzun spora dönüş süresine sahiptir (79).

Yetişkinlerde, klavikula kırıklarının üçte ikisinden fazlası (%75-80) klavikula cisminde meydana gelir ve bu yaralanmaların, medial ve lateral bölüm klavikula kırıklarına kıyasla (muhtemelen spor yoluyla yüksek enerjili travmaya daha fazla maruz kalmaya bağlı olarak) yer değiştirmesi daha olasıdır. Çocuklarda klavikula kırıklarının %90 kadarı cisim kırıklarıdır (78,80). Distal üçte birlik kısım kırıkları tüm klavikula kırıklarının yaklaşık %20'sini oluşturur ve cisimde meydana gelen kırıklara göre yer değiştirme ihtimali daha azdır. Genelde düşmeye bağlı olarak yaşlı bireylerde görülür.

Medial üçte birlik kısım klavikula kırıkları bu yaralanmaların kalan %2-3'ünü oluşturur (81).

Medial üçte birlik kısım klavikula kırıkları oranının düşük olduğu belirtilse de görüntüleme yöntemi değiştirilerek (direkt grafi yerine tomografi) yapılan çalışmalarda oranın %9,3'e kadar çıktığı gösterilmiştir (82).

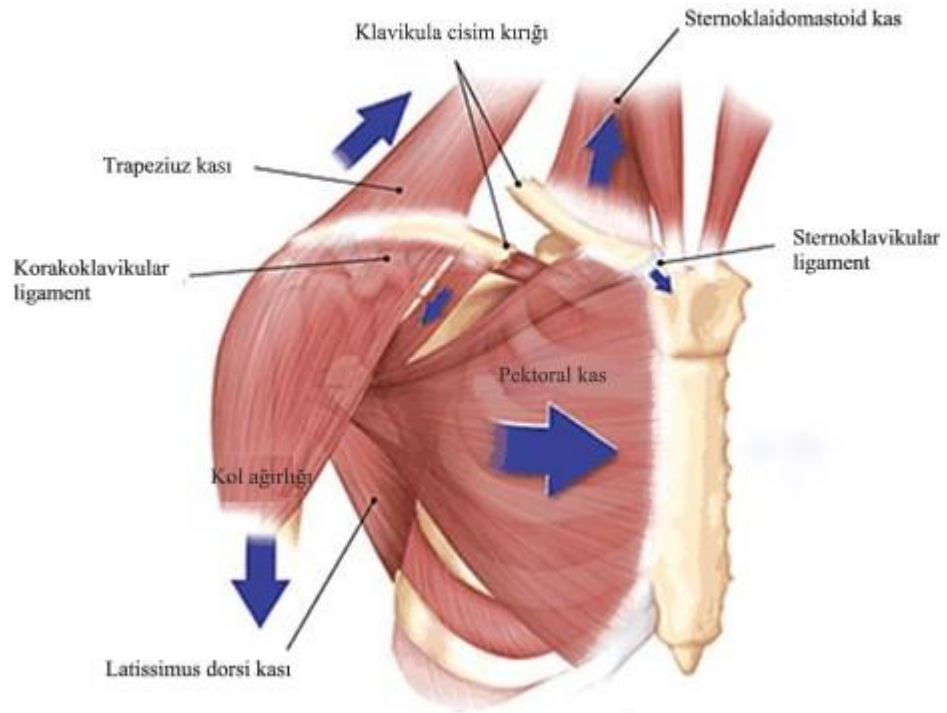
2.4. Yaralanma Mekanizması

Klavikula cisim kırıklarında %87 oranla en çok bildirilen mekanizma omuz üzerine direk düşmedir (83). Daha az görülen oluşum mekanizması ise; uzatılmış el üzerine düşme sonrasında kuvvetin kol üzerinden omuza, omuz üzerinden klavikulaya iletilmesi ile kırık oluşumudur. Kaza sırasında motorlu araç, motorsiklet veya bisikletten düşme veya fırlama, spor esnasında düşme gibi omuz üzerine direk travma birçok şekilde olabilir. Omuz kemeri lateralinden gelen bir kompresyona maruz kaldığında bu kuvveti klavikula ile birlikte akroioklavikular eklem ve sternoklavikular eklem karşılar. Eğer uygulanan kuvvet bu yapıların direncini aşarsa üç olasılıkla karşılaşılır; klavikula kırılabilir, akromioklavikular veya sternoklavikular eklem disloke olabilir.

Sternoklavikular yaralanmalar nadir görülen yaralanmalardır. Medial klavikula üzerine direk posterior yönde uygulanan kuvvet ile posterior çıkık oluşabilmektedir. Omuz lateraline anteriordan travma kuvveti etkilemesiyle kaldırma mekanizması oluşturup medial klavikulada anteriora dislokasyon oluşabilmektedir.

Klavikula kırıklarının çoğu (%80) kesitsel kalınlığın en az ve çevreleyen yumuşak doku kitlesinin az olduğu cisim bölgesinde görülür (5,84,85,86). Özellikle bisiklet, motorsiklet ve diğer motorlu araç kazalarında düşme sonucu oluşan klavikula deplase cisim kırıklı hastalarda omzun posteriorunda geniş abrazyon veya kontüzyon görmek tipik bir bulgudur. Buradaki kuvvetin yönü de kırığın lokalizasyonunu belirler. Başlangıç kuvvetinin yönü, klavikula üzerindeki yerçekimi ve kas kuvvetleri kırık sonrası tipik deformitenin meydana gelmesine yol açar. Deplase klavikula cisim kırıklarında medial parçayı sternoklavikular kas superiora doğru çekerek deplase ederken sternoklavikular ligamanlar bu kas kuvvetine karşı koymaya çalışır. Lateral klavikular parçayı ise korakoklavikular bağ ve deltoid kas

yoluyla kolun ağırlığı inferiora doğru çekerken, trapezius kası superiora doğru çeker. Ek olarak pectoralis majör ve latissimus dorsi kası lateral klavikular parçayı inferomedial yönde çeker ve toplam klavikula uzunluğunu kısaltır. Sonuç olarak deformite edici kuvvetler lateral klavikular parçayı anteriora, inferiora ve mediale (kısalık) çekerken anteriora da döndürür (87) (Şekil 2.13.).



Şekil 2.13. Klavikula kırıklarında deformite edici kuvvetler (Pecci M, Kreher JB. *Clavicle fractures*. *Am Fam Physician*. 2008 Jan 1;77(1):65-70.)

Basit bir düşme ile sağlıklı bireylerde deplase kırık oluşma ihtimali oldukça az iken yaşlı osteoporotik bireylerde özellikle distal üçte birlik kısımda deplase kırık görülebilir. Eğer kırık mekanizmasında travma açıklayıcı nitelikte değilse, patolojik kırık açısından dikkatle sorgulanmalıdır (88).

2.5. Klinik

Herhangi bir kas-iskelet rahatsızlığı için öğrenilmesi gereken ilk bilgi; ayrıntılı hasta özgeçmişidir. Klavikula kırıkları olan bireyler tipik olarak kırık bölgesinde iyi lokalize edilen ağrı ile başvururlar. Hastalar genellikle etkilenen ekstremitayı adduksiyonda göğüs kafesine sabitleyerek ve karşı el ile yaralı omuzu taşıyarak desteklerler (75). Kırık mekanizmasının belirlenmesi önemlidir. Basit düşmeler sıklıkla izole kırıklara neden olurken, genç popülasyonda daha fazla görülen orta-yüksek enerjili travmalar sonucunda kaburga, skapula veya ipsilateral üst ekstremita kırıkları oluşabilir (75). Ek olarak, pnömotoraks, hemotoraks, sinir ve vasküler hasarın tümü klavikula kırıklarıyla ilişkili olarak görülebilir. Tedavi seçeneğini değiştirebileceğinden daha önce ipsilateral klavikulada yaralanma olup olmadığı ve baskın el tarafı sorgulanmalıdır (87).

Kırıkların çoğu omuza direkt darbe ile oluşurken traksiyon tipi kuvvetler de kırıklara sebep olabilir. Bu tip yaralanmalar genellikle endüstriyel veya gemicilikte kolun makineye kaptırılarak gövdeden uzaklaşması şeklinde meydana gelir. Bu durum, kolun bir yere sıkışıp gövdenin harekete devam etmesi şeklindeki araç kazalarıyla da oluşabilir. Traksiyon tipi kuvvetle oluşan yaralanmalarda skapulotorasik ayrışma ve sternoklavikular eklem, klavikula veya akromioklavikular eklemden omuz kemer gerginlik kaybı meydana gelebilir. Normalde röntgende gözlenen klavikulada üst üste binmenin aksine tamamen deplese ve distrakte klavikulanın görünmesi bir skapulotorasik ayrışma belirtisidir. Bu durumda traksiyona bağlı nörolojik ve vasküler yaralanma insidansı yüksek olması ve ekstremitayı tehdit edici olabilmesi nedeniyle ileri tetkik yapılması zorunludur (90,91).

Klavikula kırığı minimal travma ile meydana gelmişse patolojik kırık açısından değerlendirilmelidir. Kemikte zayıflığa neden olan metabolik hastalıklar (böbrek yetmezliği, hiperparatiroidizm), iyi ve kötü huylu tümörler (myelom, metastazlar), eskiden varolan lezyonlar (klavikulanın konjenital psödoartrozu) patolojik kırığa neden olabilecek sebeplerdendir. Bu durumda başlangıçta nonoperatif klavikula tedavisi önerilmeli, devamında altta yatan patolojiye göre tedavi belirlenmelidir. Tanı konulduktan sonra tedavi buna göre

şekillendirilmelidir. Ayrıca tipik olarak haltercilerde veya aşırı yüklenmeye maruz kalanlarda klavikulada stres kırığı görülebilir (92,93).

2.6. Fizik Muayene

Klavikula kırıklarının çoğu için konservatif tedavi uygulandığından omuz kemeri fizik muayenesine genellikle daha az dikkat gösterilir. Bunun yanında eğer dikkat edilirse cerrahi müdahale kararı vermeye yönelten birçok bulguya rastlanabilir.

Fiziksel muayene bulguları, kırığın konumuna dayanmaktadır. Klavikula cisim kırıklarında genellikle orta kısımda ağrı ve şekil bozukluğu vardır. Deformite, şiddetli bir yer değiştirme ile daha çok anlaşılmaktadır. Proksimal parça üste, distal parça aşağı doğru yer değiştirir. Lateral klavikula kırıklarında akromioklavikular eklem ayrışmasına benzer şekilde proksimal parçanın superiora deplesmanı görülebilir. Deformitenin boyutu, kırık bölgesindeki yer değiştirme miktarına bağlıdır. Medial klavikula kırıklarında hasta göğüs ağrısından şikayetçi olabilir. Akciğer, özofagus, trakea veya büyük damarlardaki yaralanmaları dışlamak için mediastinal yapıların ayrıntılı incelemesi yapılmalıdır. Nefes almada veya yutmada herhangi bir zorluk olması ileri tetkik yapmayı gerektirmektedir.

Deplase kırıklarda kırık bölgesinde genellikle sıyrık, ekimoz ve ezilme mevcuttur. Omuz deformitesi en iyi hasta ayakta iken tespit edilir ve travmanın yaygınlığını ortaya koymada önemli bir faktördür. Tamamen deplase olmuş klavikula cisim kırıklarındaki genel görünüm tipiktir. Omuz öne doğru düşmüş, mediale yaklaşmış ve kısalmış olarak izlenir ve bu durum düşük omuz olarak adlandırılır (91,94,95). Ek olarak omuz öne doğru yer değiştirir ve döner. Bu deformite hastaya üstten bakıldığında en belirgin şekilde görünür. Omuzun bu malpozisyonu nedeniyle hastaya arkadan bakıldığında ise normalde daha az belirgin olan inferior skapular köşe daha belirgin hale gelmiştir. Klavikulanın kısalması klinik olarak mezura ile ölçülebilir. Ölçüm yapılırken suprasternal çentiğin ortasına ve her iki akromioklavikular eklem lateral palpabl köşesine bir işaret konur. Yaralanmış ve normal taraf arasındaki fark kırık klavikuladaki kısalma miktarının gösterir (96).

Kemiğin cilt altı sınırı boyunca yapılan palpasyon, bir hassasiyet alanını ve normalde pürüzsüz olan konturun potansiyel kaymasını ortaya koymalıdır. Palpasyonla fokal ağrı olması kırık, pürüzsüz olan kemik kontürünün bozulması ve krepitasyon hissedilmesi deformite açısından şüphe doğurur. Omuzun hareket aralığı sınırlanabilir. Genellikle hareketle oluşan ağrı nedeniyle ilk başvuruda kapsamlı bir hareket açıklığı incelemesi yapılamaz.

Özellikle cerrahi müdahale kararı verilmişse, etkilenen omuzun dikkatli bir nörolojik ve vasküler muayenesini yapmak zorunludur. Bu muayeneleri yapmak prognoza dair hastanın bilgilendirilmesinde ve ameliyata atfedilebilecek olan defisitler nedeniyle yasal olarak zor durumda kalmamak için önemlidir. Radyal, ulnar, medyan ve aksiller sinirlerin motor ve duysal fonksiyonları doğrulanmalıdır. Brakiyal pleksusun medial dalının yaralanma ihtimali klavikula kırıklarında daha fazladır. Bu nedenle ulnar sinir dermatom diseztesi veya duyu kaybı özellikle muayene edilmelidir. Radyal nabız palpe edilmeli ve kontralateral tarafa göre kapiller yeniden dolum zamanı karşılaştırılmalıdır (97,98).

Klavikulanın cilt altında belirgin olması ve çevresini saran yumuşak doku miktarının az olmasına rağmen açık kırıklar nadirdir. Bunların çoğunluğu yüksek enerjili travmalar nedeniyle meydana gelmekte olup irrigasyon debridman ve fiksasyon gerektirmesi ve birlikte bulunma ihtimali yüksek olan diğer problemler nedeniyle önemlidirler. Taitsmen ve arkadaşlarının açık klavikula kırıklı 20 hastalık serilerinde 15 pulmoner yaralanma, 13 kafa travması, 8 skapula kırığı, 11 yüz travması ve diğer çeşitli travmalar tespit etmişlerdir. İpsilateral skapula veya kaburga kırıkları olan yüksek enerjili yaralanmalarda solunum patolojisi (pnömotoraks veya hemotoraks) görülme riskinin artması nedeniyle, bu hastalarda solunum fonksiyonları değerlendirilmeli, akciğer alanları oskültasyona tabi tutulmalıdır. Herhangi bir solunum sıkıntısı veya anormallik belirtisi, olası pnömotoraks veya intratorasik bir yaralanmaya işaret edebilir (99,100).

2.7. Görüntüleme ve Diğer Tanı Yöntemleri

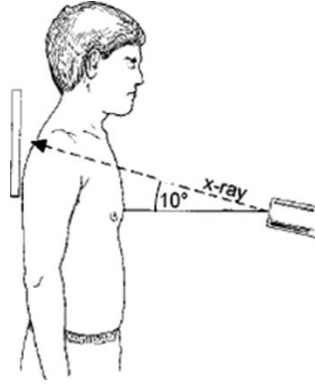
Klavikula kırıklarının tedavisi, kırık parçalarının yer değiştirme derecesine ve yönelimine bağlıdır. Klavikula aksiyel iskeleti üst ekstremiteye bağlayan bir destek görevi görür, kırık sonrasında üst ekstermitenin ağırlığı lateral parçayı aşağıya kaydırırken sternokleidomastoid kasın çekim kuvveti sonucu medial parça deplase olur. Bu karşıt kuvvetler deplasmana, açılanmaya ve kısalmaya neden olur. Bu yer değiştirme parametrelerini düzgün bir şekilde ölçebilmek için, etkilenen klavikula üzerinde doğru değerlendirme yapılabilecek görüntüleme yöntemlerini kullanmak gerekir.

2.7.1. Direkt Grafi

Klavikula yaralanması ile gelen tüm hastalarda standart bir ön-arka (AP) klavikula radyografisi çekilmelidir. Basit AP grafi klavikula kırığını tanımlamada genellikle yeterlidir. İdeal AP grafidede ışının yönü 20 derece superiordan (kaudal) getirilerek klavikulanın toraks kafesine superpoze olması engellenir. Aynı şekilde vücudun 20 derece içe döndürülmesi ya da karşı taraf omuzun supin pozisyondayken yükseltilmesiyle (vücudun kırık tarafa rotasyonu) kırık klavikulanın kasete paralel hale gelmesi ve gerçek bir AP grafi elde edilmesini sağlar. AP grafide klavikula kırığındaki deformitenin sağlam tarafla karşılaştırarak tespitiyle beraber kaburga, glenoid ve skapular kırıkları gibi ilişkili iskelet yaralanmaları tanımlanabilir.

Klavikula cisim kırıkları genellikle vertikal veya obliktir. Yer değiştirme, kısalma ve parçalanma yaygındır. Kırığı teşhis etmek için tek bir standart AP görüntü yeterli olabilir. Klavikulanın yapısından dolayı X ışınının yönündeki değişiklikler, algılanan yer değiştirmeyi değiştirir. Standart AP grafi üzerinde değerlendirme yapmanın, kırık özellikleri hakkında yanlış sonuçlara sebebiyet verebileceği gösterilmiştir (96). J. Wright ve arkadaşlarının 2016'da 26 klavikula cisim kırıklı hastanın standart AP-20 derecelik kaudal grafi ve BT üzerinde yer değiştirme, kısalma düzeyleri ölçülerek karşılaştırdığı çalışmada, yer değiştirme miktarında görüntüleme yöntemleri arasında farklılık olduğu gösterilmiştir (101). Bu sebeple kırık sonrası oluşan yer değiştirme, kısalma, açılanma gibi tedavi seçiminde etkili olan parametrelerin doğru şekilde değerlendirilmesi için farklı pozisyonlarda

radıyografi çekilmesine ihtiyaç vardır. Daha doğru bir ölçüm yapabilmek ve klavikula cisminde AP grafi ile göremediğimiz bir kırık şüphesi varsa, ışının inferiordan klavikula üzerine düşürüldüğü sefalik açılı eğim (15-30 derecelik) verilerek elde edilen Zanca grafisi çekilmelidir (Şekil 2.14.). Literatürde, klavikula cisim kırıklı hastaların kırık özelliklerinin daha doğru değerlendirilmesi için rutin olarak standard AP grafi ile 15 derecelik sefalik açılı eğim grafisinin birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir (102,103,104).



Şekil 2.14. Zanca Grafisi Çekimi. X-ışını kaynağının 10-15° derece sefalik açılardırılması ile elde edilir. Kırığın vertikal yer değişimini, AP grafiye göre daha doğru değerlendirilmesini sağlar. (1999 American Academy of Orthopaedic Surgeons. Reprinted from the Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Volume 7 (3), pp. 176-188)

Klavikulanın Quesana grafisi, AP grafide ışının 40°-45° inferiordan (sefalik) ve superiordan (kaudal) getirilerek çekilen klavikula grafisidir (105). Austin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Quesana grafileri ile yer değiştirme miktarının standart AP grafi ve 15 derecelik sefalik açılı eğim grafilerine göre daha doğru şekilde ölçülebildiğini göstermiştir (Şekil 2.15.). Klavikula cisim kırıklarında ortopedik cerrahiye karar vermek için bu grafi ile değerlendirme yapılmasını önermiştir (106).

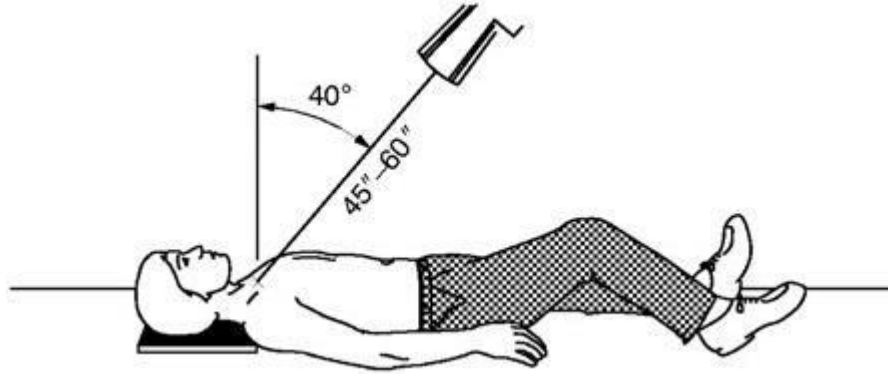


Şekil 2.15. Deplase olmuş sol klavikula cisim kırığının Standart AP (**A**) ve Quesana (45 derecelik sefalik tilt projeksiyonundan) grafi (**B**) görüntüleri. Kırık deplasman miktarı; standart AP grafiye göre Quesana grafisinde daha belirgindir. (<https://musculoskeletalkey.com/intramedullary-fixation-of-clavicle-fractures/>)

Karşı klavikulanında görüldüğü AP grafide uzunluk ölçümü sağlam tarafla kıyaslanarak yapılabilir. Bununla birlikte, kısalmayı tam olarak AP görünümünü kullanarak ölçmek zordur (107). Smekal ve arkadaşları 2006’da yaptıkları çalışmada posterior-anterior (PA) düz göğüs röntgeni üzerinde yaralanmış ve yaralanmamış klavikula uzunluklarının karşılaştırmanın kısalık ölçümü için en doğru sonucu verdiğini göstermiştir (108). Klavikula kırığını değerlendirilirken eğer ki cerrahi düşünülmekteyse, deformitenin maksimum olarak görülebilmesi için grafinin ayakta çekilmesi önerilir. Bununla birlikte 10-15 derece sefalik eğimle AK ekleme odaklanarak çekilen Zanca grafisinin normal AP grafiye göre avantajı; toraksın üst bölümlerinin üst üste binmesini önleyerek akromiyoklavikular eklemin ve lateral klavikula kırığının daha net biçimde değerlendirmesini sağlaması, diğer avantajı ise daha az radyasyon dozu gerektirmesidir (109). Kırık deplasmanını iyi

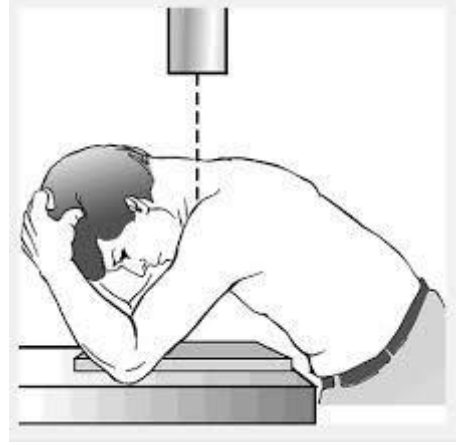
değerlendirebilmek için hasta ayaktayken kırık taraf üst ekstremiteye herhangi bir destek sağlanmadan grafisinin çekilmesi uygundur. Korakoklavikular bağ yaralanmasını anlayabilmek için el bileğine 3-5 kg ağırlıklar bağlayarak stres grafileri çekilebilir. Bağ yaralanması mevcutsa stres grafisinde deformite artarak yer değiştirme miktarının arttığı gözlenir (97).

Medial klavikula kırıkları, üstte yatan kemik gölgeleri nedeniyle standart AP radyografilerinde gözden kaçabilir. Kostoklaviküler bağlar lateral fragmana yapışık kalırsa deplesman minimum olacağından proksimal kırıkları radyografilerde görmek zordur (97). Rockwood (Serendipity) grafisi, hasta sırtüstü yatarken ışının 40-45 derece inferiordan (sefalik) eğimli olarak manibrium üzerine düşürüldüğü AP görüntü olarak tanımlanmıştır (şekil 2.16.). Yaralı ve yaralanmamış tarafın karşılaştırılarak kırığın ortaya çıkarılması çalışılır (77,110). Bu grafinin sternoklavikular eklemleri ve medial klavikula kırıklarını iyi görselleştirmesine karşın literatürde standart AP grafi ile karşılaştıran bir çalışma yoktur (111).



Şekil 2.16. Serendipity Grafisi Çekimi. Hasta yatar pozisyonda iken X-ışını kaynağının 40° derece sefalik açıldırılması ile elde edilir. Sternoklavikular eklem yaralanmaları ve medial klavikula kırıklarında, AP grafiye göre daha doğru değerlendirme sağlar. (Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, et al. Rockwood and Green's Fractures in Adults. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2015: 1616.)

Hoobs grafisi, dirsekleri röntgen masasına yaslanmış öne doğru eğilerek oturan hasta üzerinde çekilir (Şekil 2.17.). Işın kaynağı, kaset altta olacak şekilde etkilenen taraftaki ense üst kısmına odaklandırılır. Özellikle sternoklavikular çıkıkları tanımlamak için kullanılmaktadır (112).



Şekil 2.17. Hoobs Grafisi çekimi. Özellikle SC eklem çıkığına tanıyabilmek için kullanılır. (Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, et al., eds. *Fractures in the adult*. Philadelphia, PA, JB Lippincott, 1996.)

Yine benzer şekilde sternoklavikular eklemi değerlendirmek ve spinal yapıların superpozisyonunu engellemek için 35 dış rotasyonla çekilen AP radyografi görüntüsü Kattan grafisi olarak tanımlanmıştır (113). Ek radyografik görüntülerin kullanılmasına rağmen medial klavikula kırıklarının tanımlanması genellikle zordur. Teşhis en iyi şekilde, kaburga kırıkları, pulmoner kontüzyon ve pnömotoraks gibi ek patolojilerinde teşhisi için de kullanılan BT taraması ile doğrulanır.

2.7.2.Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT taramasının klavikular kırık değerlendirilmesindeki en önemli rolü, düz görüntülerin yeterli olmadığı durumlarda sternoklavikular eklemi etkileyen medial klavikular kırıkların ve yaralanmaların değerlendirilmesidir. Throckmorton ve arkadaşlarının 2007'de 57 akut klavikula medial kırıklı hasta üzerinde yaptığı çalışmada; BT taraması sonrası bütün kırıklar tespit edilmesine karşın düz radyografi ile değerlendirmede hastaların %22'sinin kırıklarının gözden kaçtığı gösterilmiştir (82). Bu sebeple medial klavikula kırığı şüphesi varsa ve radyografide herhangi bir patolojik görüntü saptanmadıysa her iki sternoklavikular eklemi ve her iki klavikulanın en az yarısını içeren BT taraması yapılmalıdır. Düz grafilerde medial epifizial hat ile sternoklavikular eklem karışabilir. BT ayrıca 25 yaşlarına kadar görülebilen medial epifizial hat kırığını da ayırt edebilir (97,114).

BT çekimi basit klavikula cisim kırıkları için klinik uygulamada nadir kullanılır. Yüksek enerjili travmalarda klavikula cisim kırığına skapula jukstaartikuler tip glenoid boyun kırıkları eşlik edebilir. Üst ekstremité ile aksiyel iskelet arasındaki kemik bağlantının bozulmasına bağlı yüzen omuz deformitesi oluşabilir. Bu durum acil ortopedik cerrahi girişim gerektirir (115). Bu tarz yüksek enerjili travma sonrası oluşan klavikula kırıklı hastalarda yüzen omuz için klinik bulgu ve radyografik şüphe varsa BT çekilmesi önerilir. BT omuzdaki deformiteyi 3 boyutlu gösteren, skapular açılanma ve protroksiyonun ölçülebilceği en iyi tetkiktir (102,116). Ayrıca BT; klavikula cisim kırıkları sonrasındaki kısılma, yer değıştirme, açılanma gibi tedavi protokolünü etkileyen parametrelerin de değerdendirilebildiğı altın standart tanı yöntemidir (96,117). Bununla birlikte maliyet olarak götürüsünün fazla olması nedeniyle klinik uygulamalardaki kullanımını sınırlıdır. Daha çok akademik çalışmalarda parametrelerin diğér tetkiklerle ölçümlerinin doğruluğı için referans tetkik olarak kullanılmaktadır.

Lateral klavikula kırıklarında BT; kırığın intraartiküler uzanımını görmek amacıyla ve stress kırıklarını anlayabilmek için kullanılır. Bunun dışında kullanımı nadirdir. BT; kapsül, bağlar ve sinovyum gibi çevredeki yumuşak dokuların değerdendirilmesinde sınırlı bilgi verir.

2.7.3.Magnetik Rezonans (MRI)

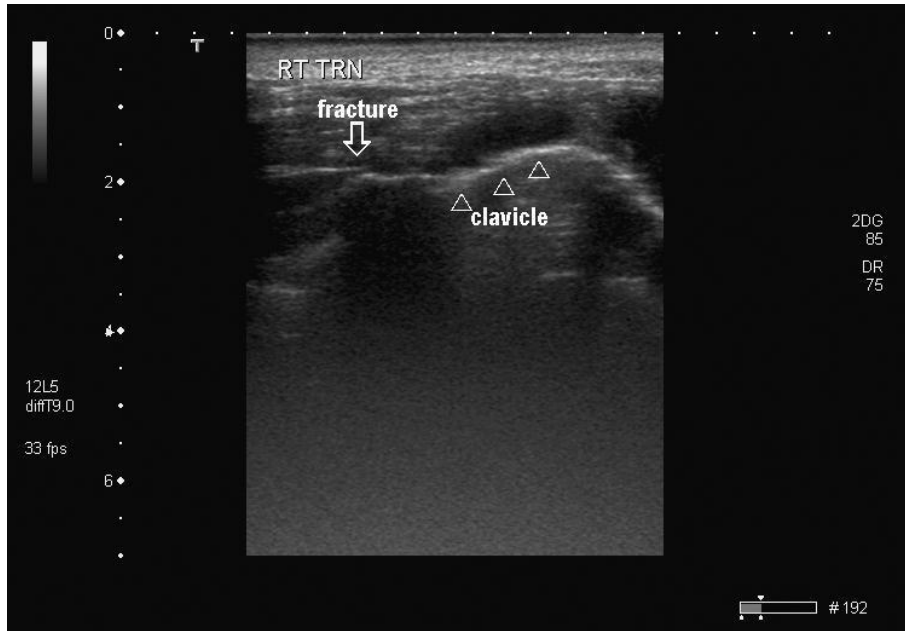
Klavikula patolojisinden ziyade daha çok kırığa bağlı oluşan çevresel yumuşak doku yaralanmaları için kullanılır. Çoğunlukla medial klavikula ve sternoklavikular eklem standart radyografi veya BT taraması ile yeterli düzeyde değerdendirilebilir. Bununla birlikte, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) kemik iliğı anormalliklerini, disk-kıkırdak yaralanmalarını ve eklem içi efüzyonlarını göstermede BT taramasından daha üstündür. MR ayrıca, eklem dışı yumuşak dokuları değerdendirmek için diğér yöntemlerden daha iyidir. Dahası MRG hastaları radyasyona maruz bırakmaz ve reformasyonlardan ziyade doğrudan çok düzlemli veriler sağlar.

Vasküler yaralanma olduğu düşünölen hastalarda tanı için manyetik rezonans anjiyografi yapılabilir. Akromioklaviklar eklem uzanan eklem içi kırıkları veya stres kırıklarını aydınlatmak için bazen MRI kullanılabilir (118,119).

Proksimal klavikuladaki şişliğin klinik ve radyografik kanıtı, yanlış bir şekilde neoplastik veya inflamatuvar bir süreci akla getirebilir. Ayırıcı tanıda böyle bir patolojiyi dışlamak için BT veya MRI görüntüleme gerekli olabilir (97).

2.7.4. Ultrasonografi (USG)

Katz ve arkadaşları, ultrasonografinin yenidoğan bebeklerde klavikula kırıklarının değerlendirilmesinde duyarlı bir tanı aracı olduğunu ve nedenle de yenidoğan klavikula kırığı tanısında tercih edilen prosedür olması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Katz R. ve arkadaşlarının radyografi ve ultrasonografi kullanarak yenidoğanlarda 41 klavikula kırığını inceledikleri çalışmada tanı açısından yöntemler arasında önemli fark bulunmamıştır (120). Chien ve arkadaşlarının 58 pediatrik hasta üzerinde yaptıkları prospektif çalışma; ultrasonografinin klavikula kırığını %89.5 özgüllükle doğru şekilde teşhis ettiğini ve acil serviste kalış süresini kısaltabileceğini göstermiştir (121) (Şekil 2.18.).



Şekil 2.18. Kırık klavikulanın Ultrasonografi ile değerlendirilmesi.

Sternoklavikular eklemin incelenmesinde ultrasonografinin rolü sınırlıdır. Ultrasonografi sternoklavikular eklem çıkığının belirlenmesi için bir tarama aracı olarak önerilmiş olsa da, pratikte sadece diğer modaliteler mevcut değilse kullanılır.

Ultrasonografinin, çıkık bir eklemi redükte etmek için intraoperatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Doppler ultrasonografi, damarların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi için kullanılabilir (118).

Araştırmalar, ultrasonografinin yüksek enerjili yaralanmalarda AC eklemin incelenmesinde yumuşak dokular hakkındaki bilgiye katkıda bulunduğunu ve Tip 3 yaralanmaların tanımlanmasında faydalı olabileceğini göstermektedir (122).

Genel durumu bozuk, yoğun bakım hastalarının ultrasonografi ile teşhis konulabilceği hakkında da çalışmalar mevcuttur (123).

2.8. Sınıflandırma

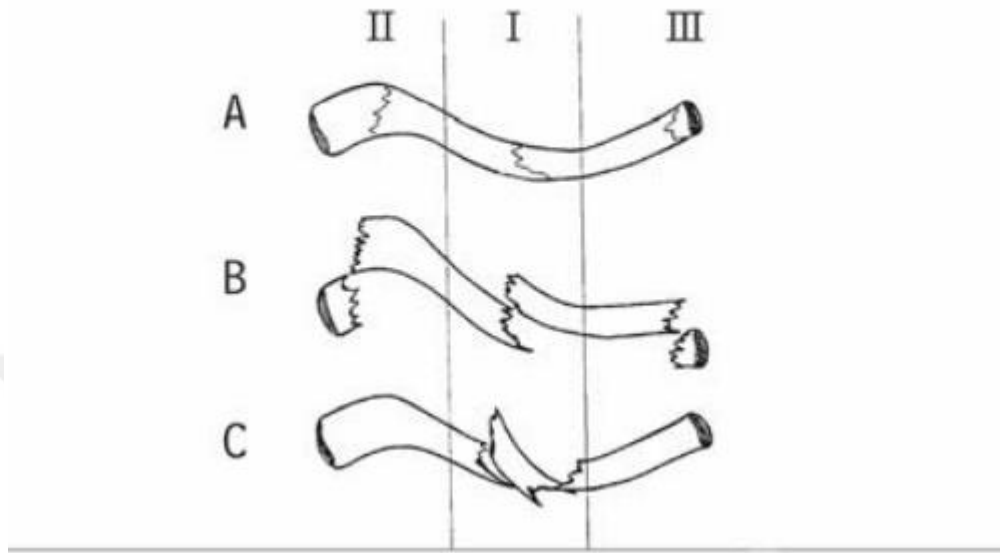
Klinik ve araştırma amaçlarına yönelik olarak klavikula kırığı modellerinin tanımlanmasına yardımcı olmak için bir dizi sınıflandırma sistemi önerilmiştir (81). Tarihi süreçte birçok klavikula kırık sınıflaması yapılmıştır. Ancak sınıflandırmaların çoğu esas olarak tanımlayıcıdır ve prognozu hakkında yeterince bilgi vermezler.

i)Allmann/ Nordqvist ve Petersson Sınıflandırması

Klavikula kırıkları için yaygın olarak kabul gören ilk sınıflandırma sistemi 1967'de Allman tarafından tanımlanmıştır (124). Kırıklar, anatomik yerleşim bölgesi baz alınarak azalan kırık insidansı sırasına göre sınıflandırılmıştır. Tip I kırıklar klavikulanın orta üçte birlik kısmında meydana gelirken, Tip II ve Tip III kırıklar sırasıyla lateral ve medial üçte birlik kısımların tutulumunu temsil eder.

Nordqvist ve Peterssoon 1994'de Allman sınıflamasını yer değiştirme ve parçalanma düzeyine göre modifiye etmiştir. Bu sınıflamada ana kategori; Allman sınıflamasındaki anatomik kırık bölgesi baz alınarak belirlenirken, alt kategori;

ayırışmamış kırıklar için A, ayırışmış kırıklar için B ve segmente kırıklar için C olarak tanımlanmıştır (78) (şekil 2.19.).



Şekil 2.19. Allman/Nordqvist ve Petersoon Sınıflaması. A–C, kırık lokalizasyonuna ve kırığın türüne bağlı olarak Allman/Nordqvist, Petersoon ve Neer sınıflandırmasına göre sınıflandırılan klavikula kırıklarının şematik çizimlerini gösterir - sırasıyla Allman Grup I, II ve III, Neer Tip I, II ve III. (A) Yer değiştirmemiş, (B) yer değiştirmiş ve (C) parçalı klavikula cisim kırıkları.

ii)Neer Sınıflaması

Neer, Allman sınıflamasıyla benzer şekilde kırığın anatomik bölgesi ve kırık paternine göre sınıflandırma yapmıştır. Neer sınıflamasının Allman ve benzeri sınıflandırmalardan farkı özellikle korakoklavikular ligamanların önemini vurgulayarak klavikulanın lateral üçte birlik kısmını sınıflamasıdır.

Neer tip II (lateral klavikula kırıkları) alt tipleri:

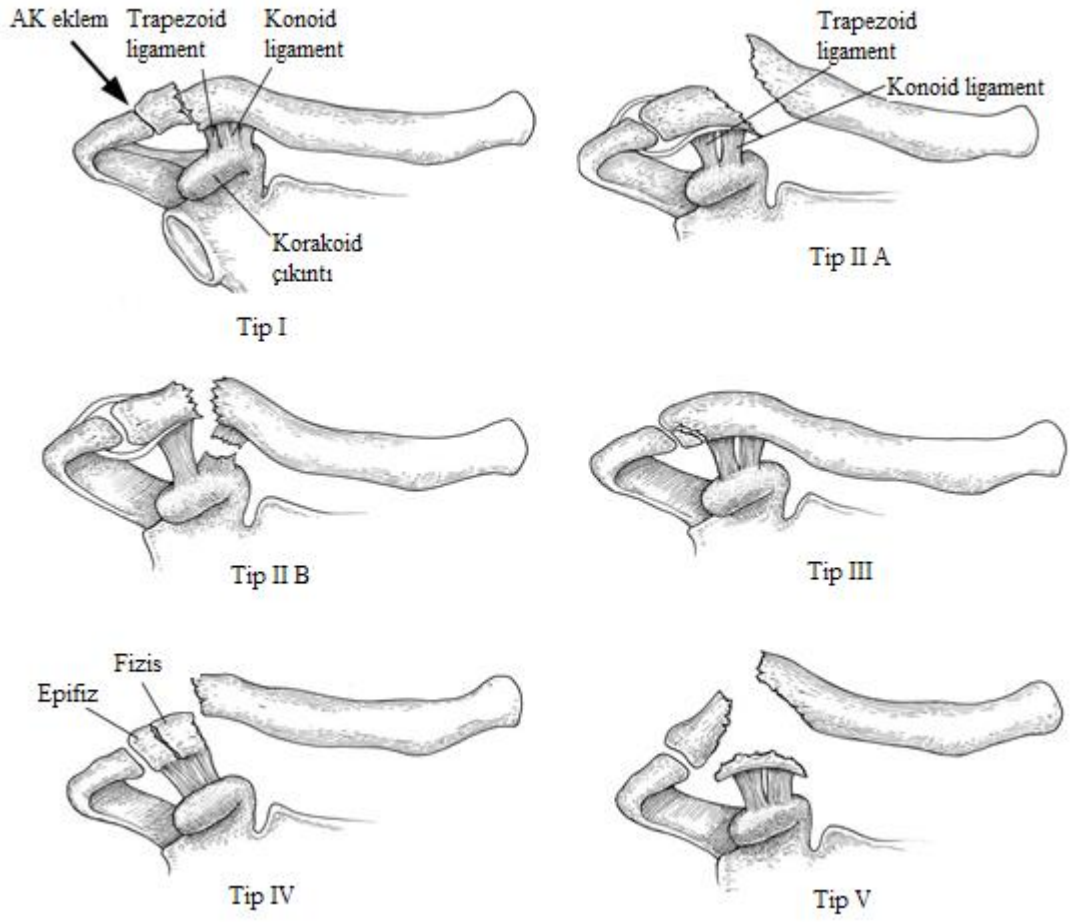
- Alt Tip I: KK bağların distalinde meydana gelen kırığı tarifler. Tipik olarak stabil, minimal yer değiştirmiş bir kırılma görülür.
- Alt Tip II: KK bağların düzeyinde veya medialinde olan lateral klavikula kırığını tarifler. Kırık medialindeki ana fragman, KK bağlar tarafından sağlanan ligamentöz stabilite kaybından sonra genellikle dikey instabilite sergiler.

- Alt Tip III: KK bağların sağlam olduğu akromio-klaviküler ekleme uzanan eklem içi kırığı tarifler. Bu kırıklar tipik olarak stabil yaralanmalar olsa da, akromioklaviküler eklemin travmatik artrozuna neden olabilirler (125).

iii) Craig Sınıflaması

Craig, Allman ve Neer sınıflandırma sistemlerini birleştirerek medial ve lateral kısımlar için alt gruplar ekleyerek yeni bir sınıflandırma yapmıştır. Eklem içi ve pediatrik klavikula kırıklarını ayrı ayrı değerlendirmeye sokarak ve konoid bağ tutulumuna göre Neer tip II lateral klavikula kırık sınıflamasını modifiye etmiştir. Craig sınıflamasına göre lateral klavikula kırık tipleri şunlardır:

- Tip I: KK bağların lateralinde meydana gelen stabil eklem uzanmayan kırıkları tarifler.
- Tip IIA: KK ligamanların medialinde oluşan kırığı tarifler. Konoid bağ ve trapezod bağ sağlamdır. Stabil olmayan kırıklardır. Ameliyatsız tedavi ile %56' ya varan kaynamama oranı bildirilmiştir.
- Tip IIB: Kırık KK bağların arasında (Trapezoid bağ sağlam) veya lateralinde (trapezoid bağ yaralı) oluşur. Konoid bağ yaralanması vardır. Stabil olmayan kırıklardır. Ameliyatsız tedavi ile %45' kadar varabilen kaynamama oranları bildirilmiştir.
- Tip III: KK bağların lateralinde meydana gelen ve AC eklem uzanan eklem içi kırıklardır. Konoid ve trapezoid bağ sağlamdır. Stabil kırıklardır ancak artrit riski taşırlar.
- Tip IV: Çocuklarda görülen olgunlaşmamış durumda olan fizial kırıklardır. Klavikula periost kılıfından dışarı çıkar. KK bağlar sağlam olduğu için stabil kırıklardır.
- Tip V: KK bağ ile ayrı bir fragmanın tutunduğu çok parçalı stabil olmayan kırıklardır (Şekil 2.20.).



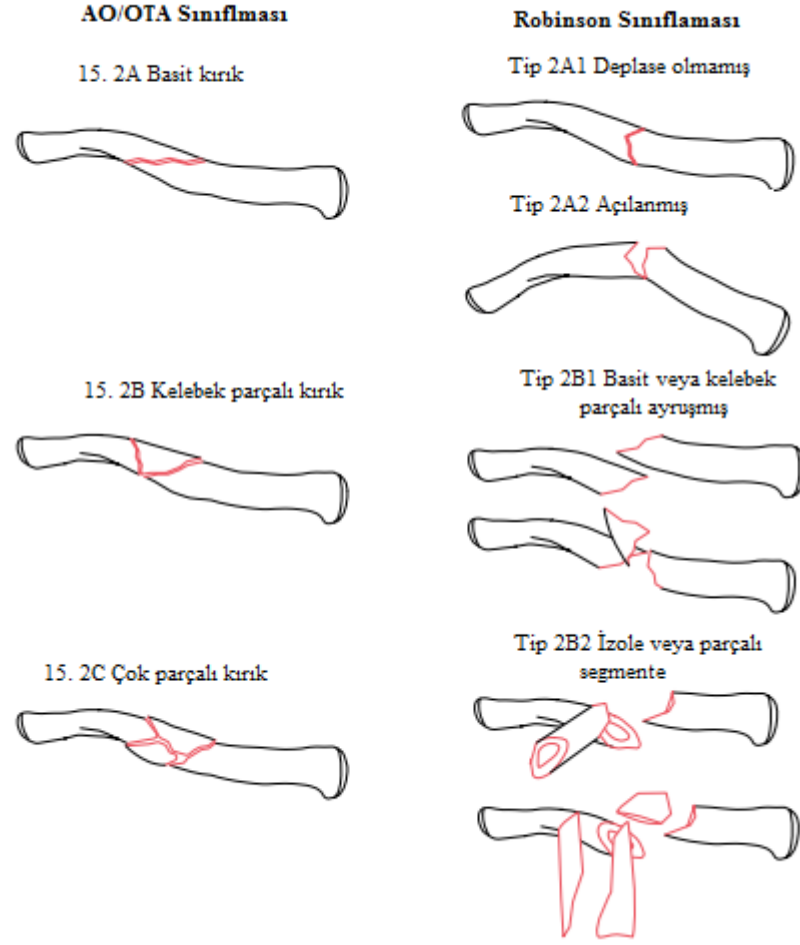
Şekil 2.20. Lateral klavikula kırıkları için Neer (Craig tarafınca modifiye edilmiş) sınıflandırması (<https://www.orthobullets.com/trauma/12770/distal-clavicle-fractures>)

Craig sınıflamasının, klavikula lateral üçte birlik kısım kırığı sonrası oluşan gecikmiş kaynama ve kaynamama için prognozu tahmin etmede en etkili sınıflama olduğu gösterilmiştir (126, 127).

iv) Robinson (Edinburgh) Sınıflaması

1998’de 1000 klavikula kırığı Robinson tarafından analiz edilerek daha ayrıntılı bir sınıflandırma sistemi yapılmıştır. Allman ve türevi olan sınıflandırmalara benzer şekilde ilk olarak kırık bölgesinin anatomik yerleşimi sınıflandırma içerisinde tanımlanmıştır. Allman ve türevi olan sınıflamalarda klavikula eşit uzunlukta üç parçaya bölünerek sınıflandırılmasına karşın, Robinson sınıflamasında bu bölünme klavikula üzerine yapışan bağ ve deformite edici etkisi olan kas kuvvetleri gözetilerek yapılmıştır. Şaft kırıklarını deplasmanlarına ve ufalanma derecelerine göre sınıflandıran ilk sistemdir. Medial beşte birlik kısım kırıkları Tip 1, orta beşte üçlük kısım kırıkları (cisim) Tip 2 ve distal beşte birlik kısım Tip 3 olarak tanımlanmıştır. Kırık bölgesinin anatomik lokasyonuna göre sınıflama yapıldıktan sonra, kırık parçalarının yer değiştirmesi göz önüne alınarak alt tiplere ayrılır. Kortikal temasını kaybetmemiş-ayrışmamış (%100'den daha az yer değiştirme) kırıklar A alt tipini karakterize ederken, kortikal temasını tamamen kaybetmiş-ayrışmış (%100'den fazla yer değiştirme) kırıklar B alt tipini oluşturur.

Robinson Tip 1 (medial bölge) ve Tip 3 (lateral bölge) kırıklar ayrışma-yer değiştirme miktarına göre alt tiplere ayrıldıktan sonra kırığın eklem uzanımlı olup olmadığına göre daha alt tiplere ayrılır. Kırık eklem içine uzanım göstermiyorsa Alt Tip 1, eklem içi uzanım gösteriyorsa Alt Tip 2 içerisinde gruplandırılır. Benzer şekilde Robinson Tip 2 (cisim bölgesi) kırıklar da ayrışma-yer değiştirme miktarına göre 2 alt tipe ayrıldıktan sonra parçalanma derecesine göre daha alt tiplere ayrılır. Ayrışmamış klavikula cisim kırıkları basit (Robinson Tip 2A1) ve açılanmış (Robinson Tip 2A2) olarak iki alt gruba ayrılır. Ayrışmış klavikula cisim kırıkları ise basit veya kelebek parçalı (Robinson Tip 2B1) ve izole veya parçalı segmente (Robinson Tip 2B2) olarak iki alt gruba ayrılır (5) (Şekil 2.21.).



Şekil 2.21. Klavikula cisim kırıklarının AO/OTA ve Robinson Sınıflaması. (E. G. Meinberg, J. Agel, C. S. Roberts, M. D. Karam, and J. F. Kellam, "Fracture and dislocation classification compendium-2018," *Journal of Orthopaedic Trauma*, vol. 32, no. suppl 1, pp. S1–S10, 2018; C. M Robinson, "Fractures of the clavicle in the adult," -e *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, vol. 80-B, no. 3, pp. 476–484, 1998.)

Klavikula kırığı sınıflandırma sistemleri karşılaştırıldığında; klavikula cisim kırığı sonrası oluşan gecikmiş kaynama ve kaynamama riski için en iyi prognozu belirleyen sistemin Robinson sınıflama sistemi olduğu gösterilmiştir (127).

v) AO(Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen)/OTA(Orthopedic Trauma Association) Sınıflaması

AO/OTA sınıflamasında klavikula kemiği 15 numara olarak tanımlanır. Kırık bölgesine göre proksimal veya medial kırıklar 15.1, diyafiz kırıkları 15.2, distal veya lateral kırıklar 15.3 olarak alt gruplara ayrılır. Proksimal (medial) ve distal (lateral) uç kırıkları, kırığın eklem içerisine uzanımına ve parça sayısına göre A (ekstraartiküler), B (kısmi eklem uzanımlı) ve C (ekleme uzanımlı 3 ve daha fazla parçalı) alt tiplerine ayrılır. Diyafiz bölge kırıkları ise A (basit), B (kelebek parçalı) ve C (çok parçalı) alt tiplerine ayrılır. AO/OTA Kırık ve Çıkık Sınıflandırması, kırığın yer değiştirme derecesini hesaba katmadığı için sınırlı terapötik ve prognostik değere sahiptir (128) (Şekil 2.19.).

2.9 Klavikula Cisim Kırıklarının Tedavisi

Klavikula cisim kırıklarını tedavi etmek için çeşitli metodolojiler ve teknikler kullanılmaktadır. Bu tedavi yöntemleri operatif ve konservatif olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Tarihsel süreçte akut klavikula cisim kırıklarının büyük çoğunluğu nonoperatif olarak tedavi edilmiştir. Bunun nedeni; Rowe ve Neer gibi araştırmacıların yaptığı eski yayınlarda, konservatif tedavi edilen klavikula cisim kırıkları için % 1'den daha düşük kaynamama oranı bildirilmesidir (129,130). Konservatif tedavi başarısı ile ilgili yapılan literatür çalışmalarının sonuçları zaman içinde değişiklik göstermiştir. 1997 yılında Hill ve ark. tarafınca konservatif tedavi edilmiş deplase klavikula cisim kırıkları üzerinde yapılan çalışmada, kaynamama oranı %15 bulunmuş ve konservatif tedavi edilen kırıkların %30'unda kötü fonksiyonel sonuçlar olduğu bildirilmiştir (131,132). Yine benzer şekilde deplase klavikula cisim kırıklarında konservatif ve cerrahi tedavi sonuçlarının karşılaştırıldığı güncel çalışmalardan Mc Kee ve ark. yapmış olduğu metaanaliz çalışmasında konservatif tedavi sonrası kaynamama oranı %15, Robinson ve ark. tarafınca yapılmış randomize kontrollü çalışmada ise konservatif tedaviyle kaynamama oranı %26 bulunmuştur (17,134). Eski yayınlara kıyasla güncel çalışmalarda konservatif tedavi sonrasında kaynamama oranlarının bilinenden daha yüksek olduğu ortaya

konulmuştur. Güncel literatürde cerrahi tedavinin konservatif tedaviye göre daha az kaynamama komplikasyonuna neden olduğu gösterilmesiyle birlikte, cerrahi tedaviyle aktif hastalarda işe dönüşün daha hızlı sağlanması ve kısa vadede daha iyi fonksiyonel sonuç elde edilmesi; operatif tedavinin avantajlarıdır (18,133,134,135,136,137,138,139). Bu sebeplerden dolayı günümüzde klavikula cisim kırıkları için cerrahi tedavinin tercih edilme oranında artış olduğu görülmektedir.

Cilt basısı olmayan yerinden ayrılmamış klavikula cisim kırıkları (Edinburgh/Robinson Tip 2A) için konservatif tedavi geçmişte olduğu gibi günümüzde de tercih edilmeye devam edilmektedir. Ciltte bası yaratan veya cilt perforasyonu oluşturan kırıklar, açık kırıklar, eşlik eden nörovasküler yaralanması olan kırıklar, erken fonksiyonel rehabilitasyona ihtiyaç duyan çoklu travma hastaları, patolojik kırıklar ve yüzen omuzlu hastalar için akut cerrahi müdahale endikasyonu mevcuttur (81). Bu endikasyonların dışında, yer değiştirmiş klavikula cisim bölge kırıkları (Edinburgh Tip 2B) için hangi tedavi yönteminin daha uygun olduğu literatürde tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Deplase klavikula kırığı tespit edilen hastalarda tedavi seçimine karar vermek için kar/ zarar durumu değerlendirilmelidir. 6-60 yaş arası, uyumlu, yaşam stili ve fiziksel aktivite düzeyi yüksek olan (tekrarlayan ağır yük taşıyanlar, baş üstü iş veya spor yapanlar ve fırlatmayla ilgili spor yapanlar) tıbbi açıdan problemsiz, kemik kalitesi iyi ve deplase kırıkları olan hastalar cerrahi müdahaleye aday iken uyumsuz, alkol-ilaç-madde bağımlıları, tedavi edilmemiş psikiyatrik hastalığı olanlar, kontrolsüz epileptik nöbeti olanlarda cerrahi kontroendikedir (140,141) (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Klavikula cisim kırıkları için konservatif veya cerrahi tedavi endikasyonları

Tedavi	Mutlak Endikasyon	Göreceli Endikasyon	Göreceli Kontraendikasyon
Konservatif	• Deplase olmamış kırıklar • Cilt sağlam • Genel durumu operasyonu kaldırmayacak hastalar		• Açık kırıklar • Birçok ekstremitte yaralanması • Klavikula kırık basısına bağlı cilt çadırılanması veya cilt nekrozu
Cerrahi	• %100'den daha fazla ayrışma gösteren kırıklar • Kırık basısına bağlı cilt çadırılanması veya nekrozu • Açık kırıklar • Subklavyen arter veya ven yaralanması • Yüzen omuz (skapula ve klavikula kırığı) • Semptomatik kaynamama • Semptomatik yanlış kaynama	• Önemli derecede kısalık (>2 cm) • Parçalı kırık • Bilateral yer değiştirmiş klavikla kırıkları • Brakiyal plexus yaralanması (%66'sında spontan dönüş) • Nöbet bozukluğu • Üst ekstremitenin ağırlık taşımaya ve kol kullanımına erken ihtiyaç duyulan çoklu travma hastası	• Aktif enfeksiyon • Cilt kondüsyonunu bozan patolojiler (akne vs.) • Ekstremitte kullanımı kısıtlanmış felçli hasta

2.9.1. Konservatif Tedavi

Klavikula deplase orta hat kırığının en erken kapalı redüksiyon girişimi kaydı “Edwin Smith” papirüsündendir ve milattan önce 30.yy’a dayanmaktadır. Hipokrat bu yaralanmadan kaynaklanan tipik şekil bozukluğunu tarfilemiş düzeltilmesini vurgulamıştır. Hastayı supin pozisyonda yatırıp omuz altına yükseltici destek konularak omuzun anteriora kayması ve distal parçanın yerçekimi ile düzelmesi sağlanır. Ardından etkilenen kolun süperiora çevrilmesi ve desteklenmesi sağlanır. Fakat elde edilen redüksiyonun devamlılığını sağlamak nedeniyle imkansız olduğu için ilk tedaviyi takip eden binlerce yıllık süreçte redüksiyonun devamlılığını sağlayacak; alçı, askı, askıbandajı, kemer, body ceket ve sargı gibi birçok araç tasarlanmıştır. Günümüzde bunların güvenilir şekilde redüksiyonun devamlılığını sağladığının bir kanıtı yoktur.

Figür 8 bandaj ve basit kol askısı ile omzun desteklenmesi günümüzde konservatif tedavi için en çok tercih tedavi yöntemleridir. Basit kol askısı veya figür 8 bandaj tedavisiyle kırık tarafındaki omuz hareketsiz hale getirilerek; iyileşme sırasında klavikulanın düzgün şekilde hizalanması amaçlanmaktadır. Figür 8 bandaj ile basit kol askı tedavisini karşılaştıran çalışmalarda; figür 8 tedavisinin daha fazla ağrı ve rahatsızlığa sebebiyet verdiği gösterilmiştir (142). İki tedavi şekli arasında kaynama oranı veya kaynamaya kadar geçen süre açısından fark olmadığı bildirilmiştir (143,144). Yanlış uygulanmış figür 8 bandaj kullanımının geçici brakiyal plexus arazına neden olduğu bildirilmiştir (133).

Kol aksısı veya figür 8 bandaj tedavisi dört hafta boyunca kullanılır, ardından omuz ekleminin aktif hareketlerine başlanabilir. Kırık oluşumu sonrası altıncı hafta hafif fiziki güç gerektiren işlerde çalışmaya başlanabilir, ancak tedaviye başladıktan en az üç ay sonrasına kadar temas sporlarından kaçınılması önerilmektedir (132). Kırık iyileşmesi; radyografik ve omuz ekleminin fizik muayenesi ile izlenir.

Klavikula cisim kırıklarının nonoperatif tedavileri fonksiyonel deformitelere ve kaynamamaya neden olabilir. Kaynamama ile ilişkili klavikula kemiğinin kısılması; kas disfonksiyonu, güç eksikliği ve baş üstü hareketlerle ağrıya neden olabilir (132). Tek taraflı klavikula kırığı olan hastalarda çift taraflı klavikula uzunluğunun karşılaştırılması sonucu kısılma miktarının ölçüldüğü çalışmalarda; kısılmaya bağlı komplikasyonların görülmemesi için kabul edilebilir kısılma miktarının erkeklerde 18 mm, kadınlarda ise 14 mm olduğu bildirilmiştir (145). Başka bir çalışmada; kısılığı 2 cm'den fazla olan kırıkların kaynamamaya yatkınlık oluşturduğu için bu duruma sahip semptomatik hastalar için operatif tedavi önerilmektedir. Buna karşın Nordqvist ve arkadaşları, konservatif tedavi ettikleri 225 klavikula cisim kırıklı hastanın 185'inde kabul edilebilir iyi fonksiyonel sonuçlar alındığını bildirmişlerdir (7).

Konservatif tedavinin komplikasyonları; çoğunlukla kaynamama, yanlış kaynama ve ikincil operasyonlar sonrasında oluşan nörolojik yaralanmalardır (18,146). Parçalanma, yer değiştirme-ayırışma ve sigara içmenin, kaynamama riski ile önemli ölçüde ilişkili olduğu gösterilmiştir (134,147). Kaynamama sonrası ikincil cerrahi tedavi uygulanmış (kemik grefti konulan veya konulmayan) hastaların iyi fonksiyonel sonuçlar elde edildiği ve kaynamama oranlarının (%7,5) azaldığı

gösterilmiştir. Ancak bu hastaların iyileşme süreleri daha uzundur ve bu hastaların %27'si memnun değildir (18,148).

2.9.2. Cerrahi tedavi

Orta şaft klavikula kırığının cerrahi tedavisi için üç ana seçenek vardır. Bu seçenekler plak ve vida fiksasyonu, intramedüller fiksasyon veya eksternal fiksasyondur. Her tekniğin hasta ve kırık özelliğine göre belirli avantajları, endikasyonları ve dezavantajları vardır.

i) Plak ve vida ile fiksasyon tedavisi

Açık redüksiyon sonrası iç fiksasyon (AR-IF) olarak da bilinen plak ve vida fiksasyonu, altın standart cerrahi seçenek olarak kabul edilmektedir. Plak tespiti, intramedüller tespite göre teknik olarak daha az zahmetli olma avantajına sahiptir. Kırığı ortaya çıkarmak için plak vida tespitinde ve intramedüller tespitte benzeri cerrahi kesiler yapılmaktadır. Klavikulanın normal anatomisini yeniden oluşturmak ve redüksiyonu güvence altına almak için klavikula parçaları klemp, sütür ve Kirschner telleri kullanılarak yeniden şekillendirilir. Daha sonra klavikula yüzeyinde kemik ile hizalandığı yere bir plak yerleştirilerek vida ile sabitlenir. Kırık modeline bağlı olarak plakların yapı tasarımı değişmektedir. Biyomekanik çalışmalar, geleneksel plaklara kıyasla klavikula şekline uygun üretilmiş plakların mükemmel klinik sonuçlar yanı sıra postoperatif donanımsal komplikasyonlarında da azalma yarattığını göstermektedir (149,150). Plaklama; rijit fiksasyon, kırık üzerinde rotasyonel kontrol ve kortikal kompresyon yeteneği sağlamaktadır. Bununla birlikte çevredeki nörovasküler yapıların zarar görmesi ve yumuşak dokuda nekroz gibi bazı olumsuz sonuçlara da yol açabilmektedir (132,143). Klavikula şekline göre tasarlanmış plak kullanılarak yapılan unikortikal fiksasyonun, bikortikal fiksasyona benzer şekilde aksel kompresyon ve rotasyonel kuvvetlere karşı direnç sağladığı gösterilmekle birlikte unikortikal fiksasyonun bikortikal fiksasyona göre daha

güvenli bir plaklama yöntemi olduğu gösterilmiştir (151). Kilitli olmayan plakların; kemik teması ve dizilimin iyi bir şekilde sağlanabildiği durumlarda biyomekanik olarak yeterli olduğu bildirilmiştir. Buna karşın kilitli plakların kilitli olmayan plaklara göre daha rijid tespit sağladığı gösterilmiştir. Bu sebeple osteoporotik klavikula kırığı veya ciddi parçalı kırıkları olan hastalarda kilitli plak kullanım endikasyonu konulmuştur (152).

Plağın kemik üzerinde yerleştirme bölgesinin nerede olması gerektiği tartışmalıdır. Geleneksel plak fiksasyonu klavikulanın superior kısmına uygulanırken, günümüzde anteroinferior plak yerleştirme daha popüler hale gelmiştir. Superior kısma plak yerleştirme; kırığın gerilim tarafında fiksasyona izin vermesine rağmen daha az yumuşak doku ile plağın üzerinin kapatılmasına ve nörovasküler yapılara yönelik vida konulmasına sebebiyet verir (153). Anteroinferior plak yerleştirmenin teorik faydaları arasında fiksasyon için konulan vidaların daha uzun olmasına bağlı plak mukavemet gücünün artması, plak üzerinden konulan vidaların daha güvenli yörüngede bulunması ve üzerindeki cilt desteğinin daha fazla olmasına bağlı daha az plak çıkarılma ihtiyacı duyulması olduğu gösterilmiştir (152,153,154). Formaini ve ark.'ının plak konulma bölgelerini karşılaştırıldığı çalışmada; superiora yerleştirilmiş plakların anteroinferior bölgeye yerleştirilmiş plakalara göre daha çok rahatsızlık vermesi nedeniyle daha sık çıkarıldığı gösterilmiştir (155). Plak yerleşim konumlarına göre yapılmış biyomekanik karşılaştırma testlerinde tasarıma bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiş çalışmalar vardır (152,156,157,158). Ancak, yakın zamanda yapılan üç biyomekanik çalışmada, anteroinferior plak yerleştirmenin manivela bükülmesine karşı daha fazla direnç sağladığı konusunda fikir birliğine varıldığı görülmektedir (152,156,158).

Plak ile fikse edilmiş klavikula cisim kırıklarını inceleyen literatür çalışmaları genellikle iyi klinik ve radyolojik sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Shen ve ark.'nın 232 klavikula cisim kırığını inceledikleri çalışmalarında; postoperatif %97 kaynama oranı ve %94 memnuniyet oranı bildirmişlerdir (159). Robinson, tamamen yer değiştirmiş klavikula cisim kırıkları için konservatif tedavi ile cerrahi tedavi (açık redüksiyon sonrası plak ile fiksasyon) sonuçlarını karşılaştırdığı çalışmada; açık redüksiyon sonrası plak ile fiksasyon tedavisinin daha düşük kaynamama ve komplikasyon oranları ile sonuçlandığını bildirmiştir (134). Benzer şekilde, Duan ve

ark.'da klavikula cisim kırıklarının ameliyatsız tedavisine kıyasla AR-IF tedavisinin daha düşük yanlış kaynamama oranları ve daha yüksek hasta memnuniyeti ile sonuçlandığını göstermişlerdir (160). Ayrıca altı randomize kontrollü çalışma ve 400'den fazla hasta içeren 2012 tarihli bir meta-analiz çalışması; deplase olmuş klavikula cisim kırıkları operatif tedavisinin (plaka veya intramedüller fiksasyon), operatif olmayan tedaviye göre daha düşük kaynamama oranları ve daha erken fonksiyonel geri dönüş ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (146). Plak ile fiksasyonun konservatif tedaviye göre diğer bir avantajı spora dönüşün daha erken sağlanabilmesidir. Meisterling ve ark. klavikula kırığı plak ile fikse edilmiş bir vakada 13 gün gibi kısa süre içerisinde spora dönüşe izin verilebileceğini bildirmişlerdir (161). Plak ve vida fiksasyon tedavisinin önemli dezavantajı ikinci bir operasyon ihtiyacına gerek duyulmasıdır. 2014 yılında 1350 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada, klavikula cisim kırığı nedeniyle AR-IF uygulanan hastaların yaklaşık %25'inde ikinci bir operasyon ihtiyacı doğduğu gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada konulan plağın hastaya rahatsızlık vermesinin ikincil ameliyatın en yaygın sebebi olduğu bildirilmekle birlikte en çok kadınların risk altında olduğu gösterilmiştir (162).

ii) İntramedüller Fiksasyon

İntramedüller fiksasyon, en iyi sırtüstü veya plaj sandalyesi pozisyonunda yapılan minimal invaziv bir tekniktir. Langer çizgileri boyunca daha az yumuşak doku diseksiyonuna neden olan küçük bir insizyon giriş için kullanılır (132). Bu prosedür, klavikula kanalına bir delik açmayı ve medüller kanal içerisine kırığı çaprazlayan pin yerleştirilmesini içerir. İyileşme radyografik olarak kesinleştirildiğinde, pin cerrahi olarak çıkarılabilmektedir. Bu süre ameliyat sonrası 2 ila 6 ay arasında değişmektedir (89,163,164). Tarihsel olarak, bu prosedürün daha düşük kırılma oranına, supraklaviküler sinirlere daha az zarar verme riskine ve daha hızlı kaynama oranına sahip olduğu gösterilmiştir. 1975'te Neviaser ve ark.'nın yaptığı çalışmada; Knowles pini kullanarak yapılan fiksasyon sonucunda %100'lük bir iyileşme başarısı sağlandığı bildirilmiştir (165). Benzer şekilde 1980'de Zenni ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada; çeşitli intramedüller fiksasyon teknikleriyle %100

başarı oranı sağlandığı bildirilmiştir (166). Grassi ve arkadaşlarının 2001'de yaptığı çalışmada; pin ile intramedüller fiksasyon yapılan kırıklar için yüksek iyileşme oranı gösterilmekle birlikte çoğunluğunu yüzeysel enfeksiyonların oluşturduğu %35'lik bir komplikasyon oranı bildirilmiştir (167). Benzer şekilde, Strauss ve arkadaşlarının 2007'de yaptıkları çalışmada; intramedüller pin fiksasyonunu yapılmış klavikula cisim kırıklarının %100'nde klinik ve radyolojik olarak iyileşme görülmesine karşın %50 oranında komplikasyon geliştiği bildirilmiştir (168). Aksine, 2011 yılında yapılan bir meta-analiz çalışmasında; intramedüller pin fiksasyonu, plak fiksasyonu ile karşılaştırıldığında implanta bağlı daha az semptom geliştiği gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada; intramedüller pin fiksasyon tedavisinin konservatif tedaviye kıyasla daha yüksek kaynama oranı ve daha iyi fonksiyonel sonuçlar ortaya çıkardığı bildirilmiştir (160). Ayrıca, 2012 senesinde yer değiştirmiş klavikula cisim kırıklarında plak ve intramedüller pin fiksasyonun tedavi sonuçlarını karşılaştıran sistematik bir çalışmada; sonuç ve komplikasyon açısından hiçbir farklılık bulunmamıştır (139).

iii) Eksternal Fiksasyon

Açık kırıklarda ve kaynamanın sağlanamadığı durumlarda eksternal fiksasyon daha etkili olabilir (169,170). Bu teknik, kırık çevresindeki yaralanmamış klavikula bölgelerinde belirlenen giriş noktalarının delinmesi ve oluşan deliklerden şanz veya tellerin yerleştirilerek klavikula diziliminin sağlanmasını içerir. Bu prosedürde kırık periostuna zarar verilmediği için klavikulanın devaskülarize olma olasılığı daha düşüktür. Ayrıca klavikula kemiğinin kortikal yapısı nedeniyle, pin veya şanzlar köprücük kemiğine iyi bir şekilde sabitlenir ve böylece kırık stabillenmesine bağlı olarak hızlı bir şekilde kaynama elde edilebilir (170). Bununla birlikte, tekniğin doğası gereği, pin veya şanzlar deriyi geçtiği için enfeksiyon riskini artırır. Bu nedenle, pin yeri bakımı uygun şekilde yapılmalıdır. Öte yandan implant cilt üzerinde bulunduğu için çıkarılması için ikincil bir operasyona gerek duyulmamaktadır. Schuind ve arkadaşları eksternal fiksasyon yapılırken medial pinlerin anteriordan posteriora ve lateral pinlerin üstten aşağıya yerleştirilmesi

gerektiğini önermişlerdir. Bu şekilde tedavi ettikleri 20 hastanın hepsinde iyileşme sağladıklarını bildirmişlerdir (170). Modern uygulamada nadiren kullanılmasına rağmen, klavikula üzerinde geniş yumuşak doku yaralanması, açık cerrahiyi önleyen ciddi cilt rahatsızlıkları veya iç fiksasyon sonrasında gelişen septik kaynamama durumlarında eksternal fiksasyon endike olabilir (170).

iv) Komplikasyonlar

Genel olarak operatif tedavinin dezavantajlarından ve komplikasyonlarından biri, her iki tedavi yönteminde de %70'e varan oranlarda karşılaşılan, implanta bağlı irritasyondur (138,171). Klavikula plakları şişlik azalır azalmaz belirginleşir ve sıklıkla cilde bası yaparak rahatsızlık oluştururlar. İntarmedüller fiksasyon sonrası implanta bağlı tahriş, giriş tarafındaki çivinin iç içe geçmesinden kaynaklanabilmektedir (172,173). Bu iç içe geçmeyi önlemek amacıyla intarmedüller implanta göre hacmi daha geniş bir end cup eklenmesiyle implanta bağlı tahriş azaltılabilmektedir (173). Kırık parçalanmasının artışı; daha yavaş iyileşme, daha kötü fonksiyonel sonuç ve implantla ilgili daha fazla irritasyon için güçlü bir risk faktörüdür (138,174). Çok parçalı kırıkların doğurduğu bu etki açık redüksiyonla yapılan plak fiksasyonu sonrası görülmemiştir. Bu sonucu ortaya çıkaran birçok literatür çalışması, intarmedüller fiksasyon tedavisini sadece parçalanmamış deplase klavikula cisim kırıkları için savunmaktadır (138,174,175). Bilinen ve korkulan diğer komplikasyonlar yara yeri enfeksiyonlarıdır. Farklı çalışmalarda, %0 ile %4 arasında derin enfeksiyon oranları bildirilmiştir (18,134,138).

v) İmplantın çıkarılması

Olası implantın çıkarılması, ikincil operasyonlarla sonuçlanan operatif tedavinin açık bir dezavantajıdır. Çok çeşitli implant çıkarma oranları rapor edilmiştir. Woltz ve Smeeing'in çalışmalarına göre 1 yıl sonra çıkarılan implant oranları sırasıyla %17 ve %35'dir (18,136). Buna karşın, Fuglesang ve Hulsmans'ın yaptığı çalışmalarda çok daha yüksek plak ve intramedüller çivi çıkarma oranları bulunmuştur. Fuglesang ve Hulsmans ayrıca plak ve intramedüller çivilerin çıkarılma oranları arasında da önemli farklar olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda plakların çıkarılma oranı %38-50, intramedüller çivilerin çıkarılma oranı ise %73-82'dir (138,174). İntramedüller fiksasyon'un avantajı, implant çıkarılmasının lokal anestezi altında yapılabilmesidir (174).

3. HASTALAR VE YÖNTEM

3.1. Hastaların Özellikleri

Çalışmamız için hastanemizin bilgi yönetim ve arşiv sistemi (Mia-Med version 1.0.1.2808, Mia Technology A.Ş, Ankara, Türkiye) üzerinden retrospektif dosya tarama yöntemiyle bilgilerine ulaşılan Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisi'ne veya Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Polikliniği'ne 2015-2019 yılları arasında başvurarak klavikula kırığı teşhisi almış 389 hastanın radyografileri Picture Archiving and Communication System (PACS; Version 21.1, February 2019; Sectra Workstation, Linköping-Sweden) programı ile değerlendirilerek kelebek fragman içeren deplase olmuş klavikula cisim kırığı (OTA/AO sınıflamasına göre 15.2B veya Robinson sınıflamasına göre kelebek parçalı tip 2B1 kırık) mevcut olan 67 hasta tespit edildi. Bu hastalar içerisinde dışlama kriterlerine sahip olanlar çıkarıldığında kalan 31 hasta çalışma grubu olarak kaydedildi. Çalışma grubumuzu oluşturmak için belirlenen dışlama kriterleri; akut dönemde klavikula kırığı için cerrahi tedavi uygulanmış olması, ilk başvuruda klavikula kırıklarında kesin cerrahi gerektiren endikasyonlardan en az birine (açık kırık, patolojik kırık, nörovasküler yaralanma, beraberinde skapula boyun ya da birden çok kot kırığı, aynı taraf üst kolda daha önceden majör travma öyküsü olması) sahip olunması, ilk başvuruda kafa travması olması, immüsupresyon tedavi alınıyor olması, romatizmal hastalık-diabet-vasküler hastalık gibi kırık iyileşmesini geciktirecek hastalıklara sahip olunması, radyoterapi-kemoterapi alınması ilk başvuru radyografisinde epifiz hatlarının açık olması ve kırık oluşumu sonrasında hastanemizde 6 aydan daha az takip edilmesi idi.

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş aralığının 21-74 arasında değiştiği, yaş ortalamasının $43,58 \pm 13,27$ olduğu, hastaların yirmi dokuzunun erkek ikisinin kadın hasta olduğu, kırığın; on bir kişide sağ, yirmi kişide sol tarafta olduğu tespit edildi. Sistem üzerinde hastaların dominat üst ekstremité tarafı ve sigara kullanım öyküsü ile ilgili kayıt bulunamadı.

Kırık sebepleri; on beş hastada motorsiklete binerken oluşan araç dışı trafik kazası, bir hastada bisiklete binerken oluşan araç dışı trafik kazası, altı hastada araç içi trafik kazası, iki hastada kendi seviyesinden düşme, yedi hastada yüksekten düşme idi. Otuz bir hastanın on beşinin ilk başvurusunda ek patolojiler mevcut olup bunlar; hemopnömotroks veya akciğer kontüzyosu, tek kot kırığı, servikal vertebra kırığı, alt ekstermite (femur) kırığı, üst ekstremitte (radius ve skapula) kırığı ve dalak laserasyonu idi. Travma sonrasında dört hasta, ek patolojileri nedeniyle, akut dönemde opere edilmişti. Başlangıçtaki konservatif tedavi şeklinin on dokuz hastada kol askısı, on iki hastada figür-8 bandaj kullanımı olduğu tespit edildi. Ana kırık fragmanları arasında bağlantı kalmıyacak şekilde ayrışma ve en az kendisi kadar seviye farkı yaratacak şekilde deplasmanı ve 2 cm üzeri kısalması olan kırıklarda figür-8 bandaj tedavisi tercih edildiği görüldü. Tüm hastaların 4. 8. 16. ve 24. hafta poliklinik kontrol bilgileri ve radyografileri mevcut olmasına rağmen, 1 yıllık bilgileri mevcut olan hasta sayısı 7 idi. Hastaların takip bilgilerinde; ağrıya ve radyolojik bulgulara bağlı olarak 3 hastada kaynamama teşhisi konularak 24. hafta'dan sonra cerrahi tedavi yapıldığı bilgisi bulundu.

Tablo 3.1.Hastaların Genel Özellikleri

Temel Parametreler		Hasta Sayısı	Tüm Hastalar İçerisindeki Oranı (%)
Cinsiyet	Erkek	29	93,5
	Kadın	2	6,5
Taraf	Sağ	11	35,5
	Sol	20	64,5
Kırık Etiyolojisi	Araç dışı trafik kazası (motosiklet)	15	48,4
	Araç dışı trafik kazası (bisiklet)	1	3,2
	Araç içi trafik kazası	6	19,4
	Düşme (kendi seviyesinden)	2	6,4
	Düşme (yüksekten)	7	22,5
Ek Travma Durumu	Var	15	48,4
	Yok	16	51,6
Ek Travma Tipi	Hemopnömotoraks veya Akciğer Kontüzyosu	6	19,3
	Vertebral Kolon Kırığı	2	6,4
	Alt Ekstremit (Femur) Kırığı	1	3,2
	Üst Ekstremit (Skapula ve Radius) Kırığı	3	9,6
	Dalak Laserasyonu	1	3,2
	Kot Kırığı	5	16,1
Konservatif Tedavi Şekli	Figür-8 bandaj	19	61,7
	Kol askısı	12	38,7

3.2.Hastaların Kaynama Düzeylerinin Değerlendirilme Yöntemi ve Gecikmiş Kaynama/Kaynamamanın Tanımlanması

Modifiye RUST (M-RUST) skarlama sistemi; tibia kırıklarının kaynama takibi için kullanılan ve kantitatif değerlendirme yapılmasına olanak sağlayan bir radyografik kaynama skalasıdır. Yapılan çalışmalarla femur ve humerus kırıklarında da kullanılabileceği gösterilen bu sistemde ön-arka ve yan radyografiler üzerinde kırık hattını ve kaynama dokusunu (kallus) değerlendirerek skarlama yapılmaktadır. Ön-arka ve yan grafide her bir kortekse 4'er puan üzerinden puan verilerek toplamda 16 puan üzerinden puanlama yapılmaktadır. Tek korteksin değerlendirildiği puanlama sistemi tablo 3.2.'de gösterilmiştir (176, 177, 178; 179).

Tablo 3.2. Modifiye RUST ve Modifiye RUSC skarlama sistemlerinde tek korteksin puanlama sistemi

Tek kortekse göre skor	Kallus (Kaynama dokusu)	Kırık hattı
1 puan	Yok	Görülüyor
2 puan	Var (Köprüleşme yok)	Görülebilir
3 puan	Var (Köprüleşme var)	Görülebilir
4 puan	Yok	Kırık hattı görünmüyor

M-RUST skarlama sisteminin tek korteks üzeri değerlendirme yapılmasını sağlayan puanlama sistemi, klavikula cisim kırıkları için ön-arka klavikula radyografisi üzerinde kırık kaynama miktarını değerlendirme amacıyla tarafımızca kullanıldı. Ön-arka klavikula grafisi incelenerek, kırık hattında her iki üst korteks arası ve her iki alt korteks arası ayrı ayrı değerlendirdikten sonra tablo 3.2.'de gösterildiği gibi her bir aralığa 4'er puan üzerinden puan verildi. Üst korteks aralığına ve alt korteks aralığına verilen puanlar toplanarak 8 puan üzerinden total skor hesaplandı. M-RUST skarlama sisteminden farklı olarak üst ve alt olmak üzere toplamda iki korteks aralığı değerlendirilerek puanlama yapıldığı için tarafımızca

tariflenen bu yeni skortlama sistemine Modifiye RUSC (M-RUSC) ismi verildi. Aşağıdaki radyografilerde örnek puan hesaplama gösterildi.



Şekil 3.1. M-RUSC skoru hesaplanması 1. Örnek. Üst korteks aralığı ve alt korteks aralığında kallus dokusu olmadığı için aralıkların herbirine 2'şer puan verildi. Toplam M-RUSC skoru 4 olarak hesaplandı. Üst korteks aralığı yıldızla, alt korteks aralığı okla gösterilmiştir.



Şekil 3.2. M-RUSC skoru hesaplanması 2. Örnek. Üst korteks aralığında kallus oluşumu gözlenmediği için 2 puan, alt korteks aralığında kallus oluşumu gözlenmesine rağmen belirgin oluşmadığı için 3 puan verilerek toplam M-RUSC skoru 5 olarak hesaplandı. Üst korteks aralığı yıldızla, alt korteks aralığı okla gösterilmiştir.



Şekil 3.3. M-RUSC skoru hesaplanması 3. Örnek Üst korteks aralığında kallus oluşumu görülmekle birlikte iki üst korteks arasında tam bir köprüleşme oluşmadığı için 2 puan, alt korteks aralığında korteksler arası köprü oluşturan kallus oluştuğu için 3 puan verilerek toplam M-RUSC skoru 5 olarak hesaplandı. Üst korteks aralığı yıldızla, alt korteks aralığı okla gösterilmiştir.



Şekil 3.4. M-RUSC skoru hesaplanması 4. Örnek Üst korteks aralığı ve alt korteks aralığının herikisinde de köprüleşme oluşturan kallus oluşumu görülmekle birlikte kırık hattı seçilebildiği için 3'er puan verilerek toplam M-RUSC skoru 6 olarak hesaplandı. Üst korteks aralığı yıldızla, alt korteks aralığı okla gösterilmiştir.



Şekil 3.5. M-RUSC skoru hesaplanması 5. Örnek. Üst ve alt korteks aralıklarının herikisinde de kallus görülmemekle birlikte kırık hattı görünmediği için 4'er puan verilerek toplam M-RUSC skoru 8 olarak hesaplandı. Üst korteks aralığı yıldızla, alt korteks aralığı okla gösterilmiştir.

Çalışma kapsamındaki tüm hastaların; dördüncü, sekizinci, on ikinci ve yirmi dördüncü haftadaki ön arka radyografileri M-RUSC skorlaması ile değerlendirilerek haftalara göre kaynama düzeyleri kaydedildi.

Konservatif tedavi edilen klavikula cisim kırığında beklenen normal kaynama ilk üç ayda köprüleşmiş kallus (belirgin konsolidasyon) dokusunun oluşması olarak tanımlandı. Bu tanımlamaya göre; on ikinci hafta radyografik değerlendirmesinde M-RUSC skoru 4 olup köprüleşmiş kallus görülen veya M-RUSC skoru 4 üzerinde olan hastalar normal beklenen süre içinde kaynama görülen hastalar olarak değerlendirilerek kaydedildi. Gecikmiş kaynama; üç-altı ay aralığında köprüleşmiş kallus dokusunun oluşması olarak tanımlandı. Bu tanımlamaya göre; on ikinci hafta radyografik değerlendirilmesinde kallus dokusu olmayan (M-RUSC skoru 4'den düşük hastalar veya skoru 4 olup köprüleşme görülmeyen hastalar) ve yirmi dördüncü hafta radyografik değerlendirmesinde köprüleşmiş kallus görülen (M-RUSC skoru 4'den fazla olan veya skoru 4 olup köprüleşme görülen hastalar) hastalar gecikmiş kaynama olarak değerlendirilerek kaydedildi. Kaynamama ise altı ay içerisinde köprüleşmiş kallus dokusunun oluşmaması olarak tanımlandı. Bu tanımlamaya göre; yirmi dördüncü hafta radyografik değerlendirmesinde M-RUSC skoru 4 olup köprüleşmiş kallus oluşmamış veya M-RUSC skoru 4 altında olan hastalar kaynamama görülen hastalar olarak değerlendirilerek kaydedildi (18,134,180).

3.3. Kaynama Miktarını Etkileyebilecek ve Gecikmiş Kaynamaya/Kaynamamaya Sebep Olabilecek Radyolojik Parametrelerin Değerlendirilme Yöntemi

Haftalık kaynama düzeyleri arasında farklılığa, gecikmiş kaynamaya veya kaynamaya sebep olduğunu düşündüğümüz ve tarafımızca isimlendirilen yedi parametre tanımlandı.

Bu parametreler:

- 1- Dikey ötelenme miktarı
- 2- Kısılma miktarı
- 3- Klavikula açısı
- 4- Kelebek fragman uzunluğu
- 5- Kelebek fragman açısı
- 6- Kelebek fragman konumu
- 7- Kelebek fragman örtüşme miktarı idi.

İlk başvuru ön arka radyografisi üzerinde ölçülen veya kategorize edilen bu parametrelerin tanımları ve ölçüm şekilleri aşağıda sırayla belirtmiştir:

i) Dikey Ötelenme Miktarı

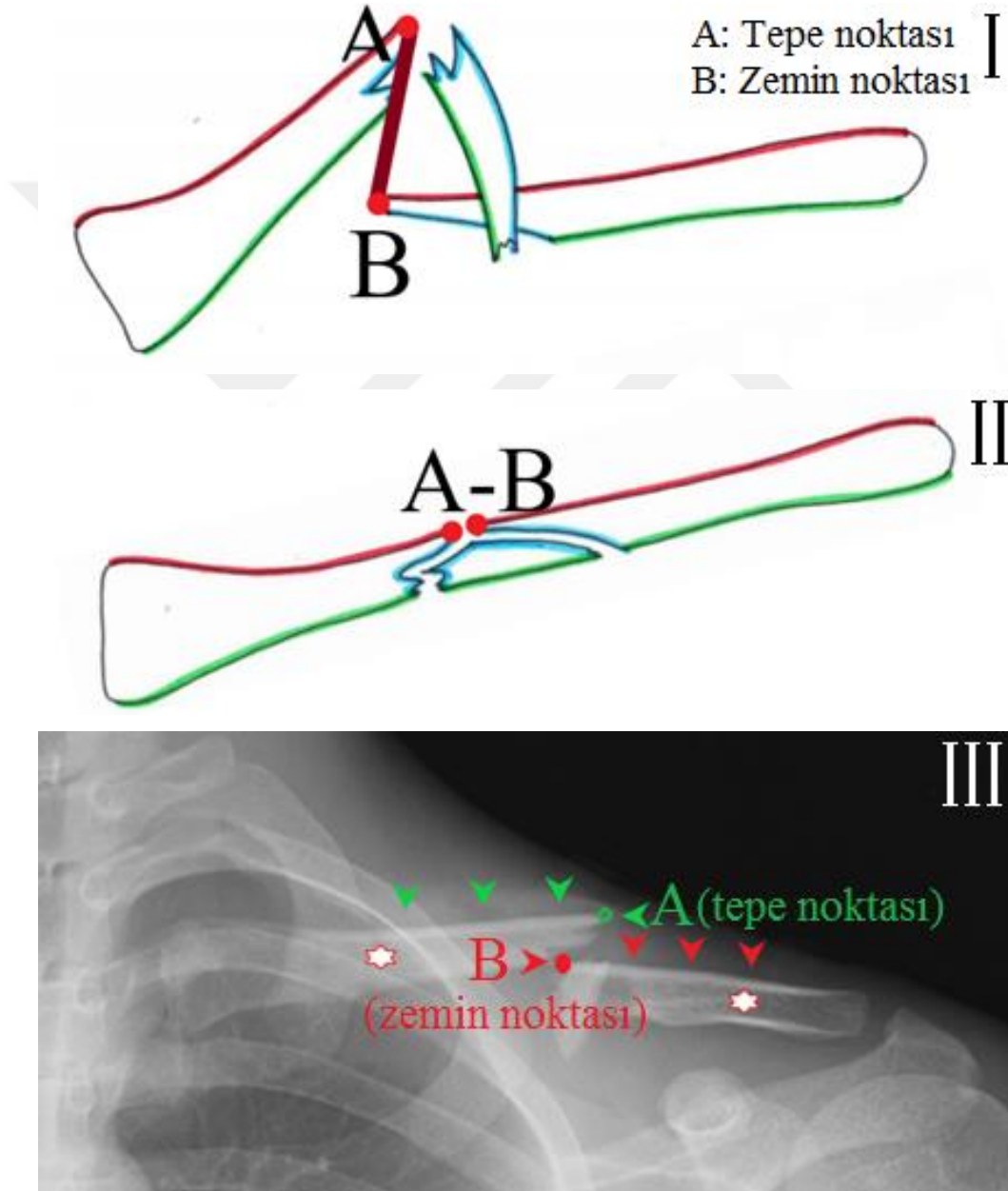
Deplase olan ana fragmanın deplase olmayan ana fragmana göre dikey (vertikal) yer değiştirme miktarının, kırık bölgesindeki klavikula dikey kalınlığına yüzde (%) cinsinden oranı olarak tanımlandı ve formülize edildi:

$$\text{Dikey ötelenme miktarı} = \frac{\text{Dikey yer değiştirme miktarı}}{\text{Dikey klavikula kalınlık miktarı}}$$

Bu parametrenin hesaplanabilmesi için tanımda ve formülde belirtilen iki uzunluk sırasıyla ölçüldü. Ölçüm şekilleri aşağıda sırasıyla anlatıldı:

- **Dikey (Vertikal) yer değiştirme miktarının ölçümü:**

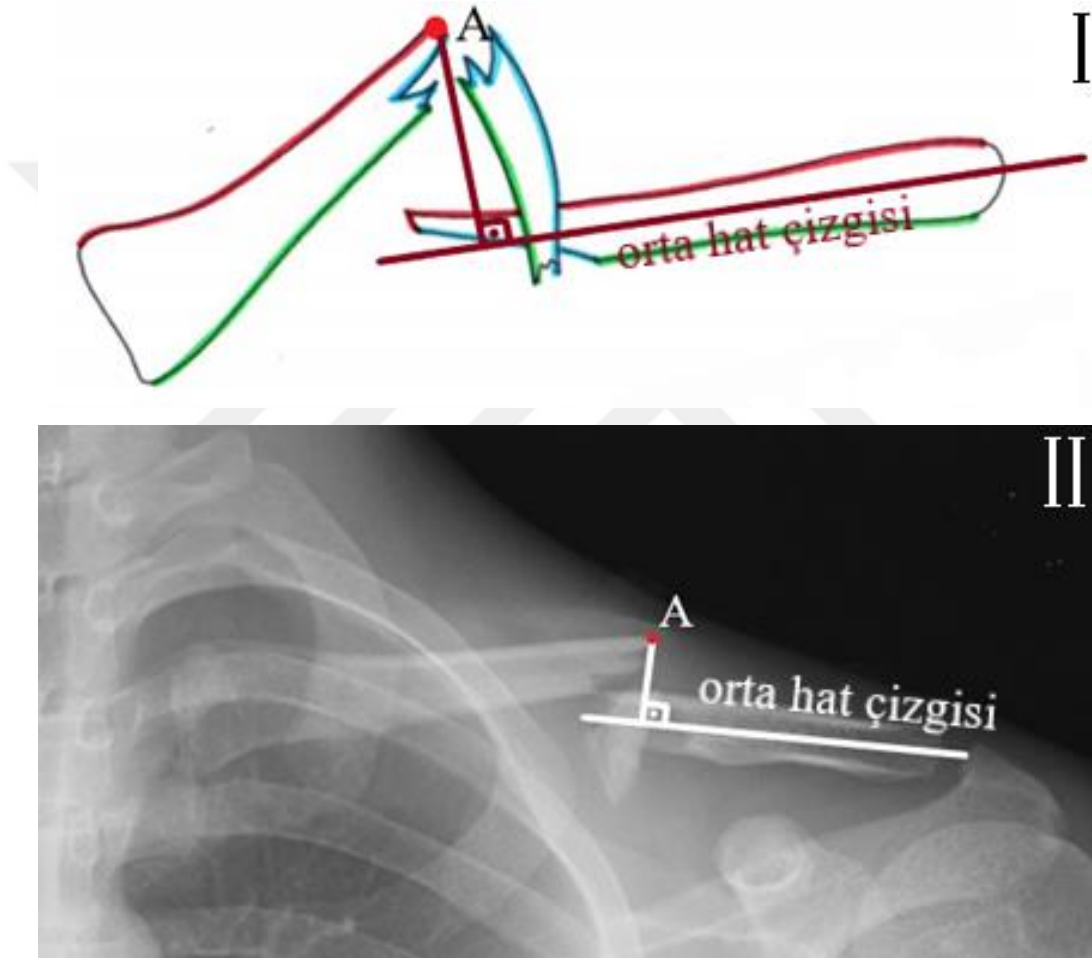
Öncelikle ayrışmış olan ana fragmanlar kırık hattında değerlendirilerek; açık redüksiyonla karşılıklı geleceğine kanaat getirilen noktalar ve bu noktaların fragmanlar üzerindeki korteks uzantıları tespit edildi. Deplase olan (medial) ana fragmanda tespit edilen nokta *tepe noktası*, deplase olmamış (lateral) ana fragmanda tespit edilen nokta ise *zemin noktası* olarak isimlendirildi (şekil 3.6.).



şekil 3.6. Tepe ve Zemin noktalarının tespiti. I-II. A(tepe noktası) ve B(zemin noktası) noktaları açık redüksiyonla karşılıklı getirebileceğni varsaydığımız noktaları kırmızı renkli korteks ise karşılıklı gelebilecek korteks uzantıları olarak belirlendi. III. Her iki ana fragmanda açık redüksiyonla karşılıklı geleceğine

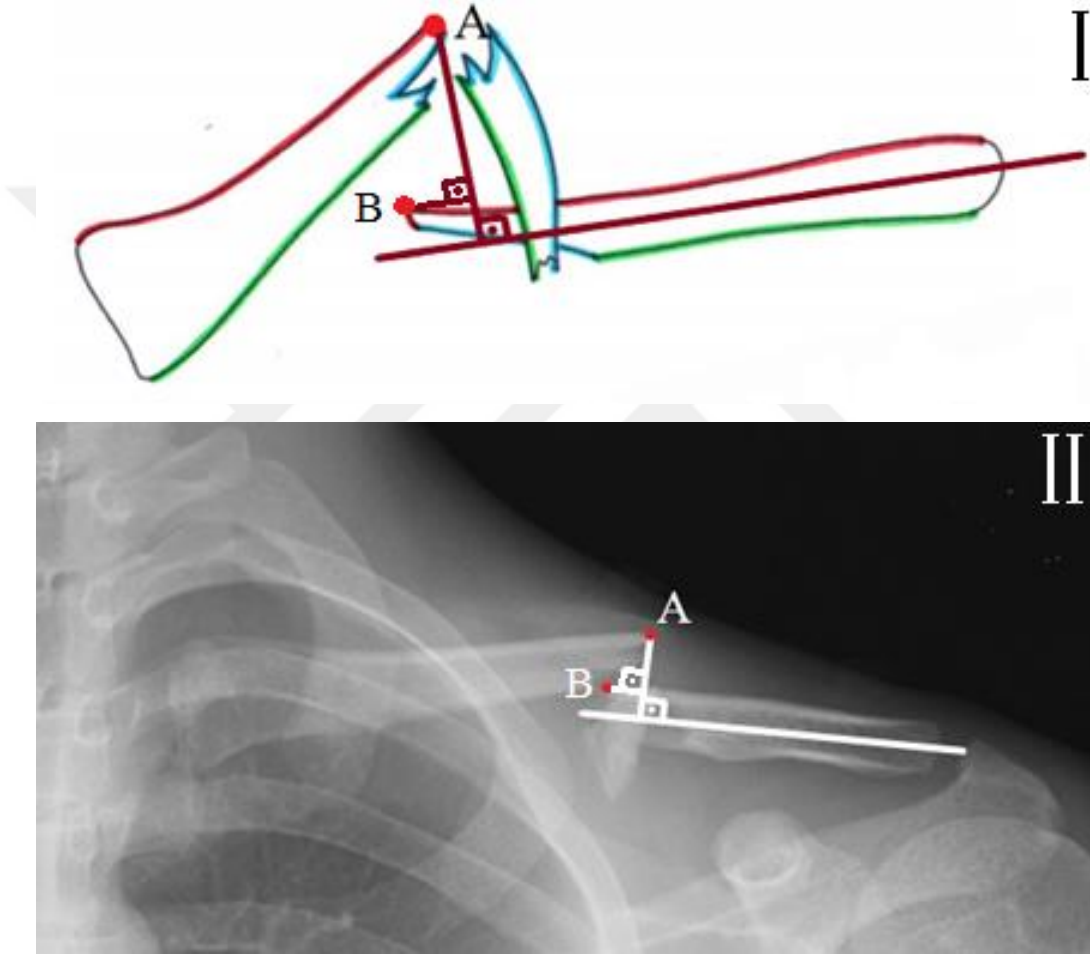
düşündüğümüz korteks uzantıları medial ana fragmanda yeşil ok uçlarında, lateral ana fragmanda kırmızı ok uçlarında gösterilmiştir.

Koronal planda; deplase olmamış ana fragmanın (lateral) orta hattından geçen bir çizgi (*orta hat çizgisi*) oluşturularak tepe noktasından bu çizgiye dik bir ikinci çizgi çizildi (Şekil 3.7.).



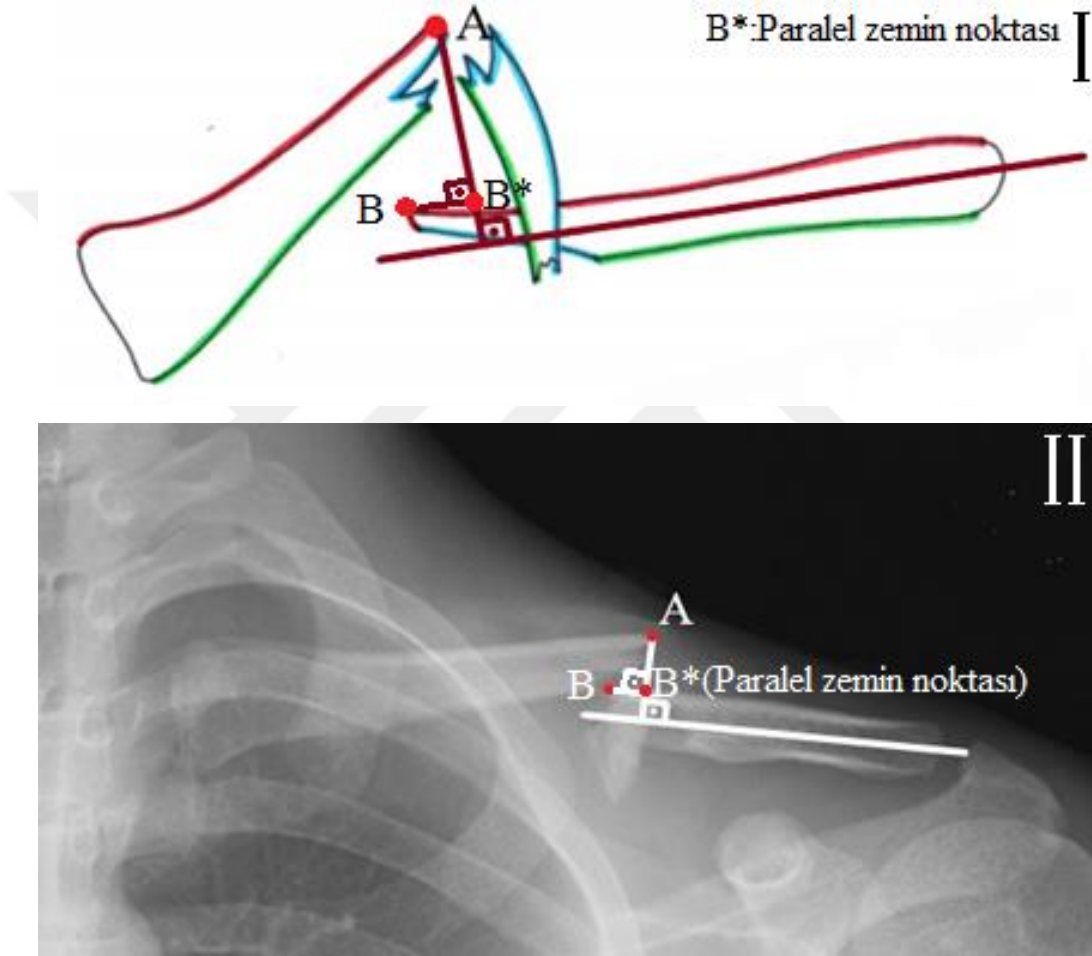
Şekil 3.7. I.-II. Tepe noktasından(A noktası) lateral fragmanın orta hat çizgisine dik bir ikinci çizgi oluşturulması.

Çizili olan dik çizgiye zemin noktasından yeni bir dik, üçüncü çizgi, çizildi (Şekil 3.8.).



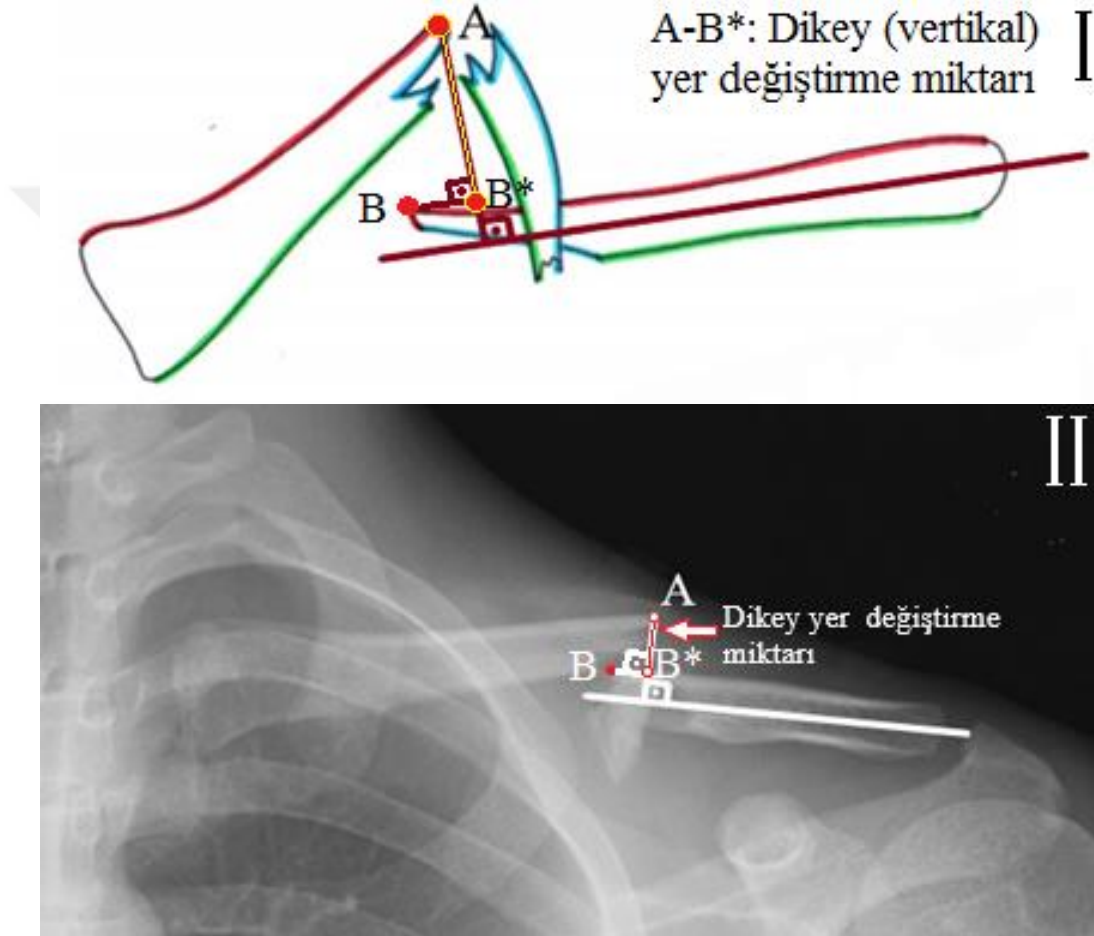
Şekil 3.8. I-II. Zemin noktasından(B noktası) dik çizgi oluşturulması

İkinci ve üçüncü çizginin kesişim noktası tespit edildi ve bu nokta *paralel zemin noktası* olarak isimlendirildi (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. I.-II. Paralel zemin (B* noktası) noktasının tespiti

Paralel zemin noktası ile tepe noktası arasındaki uzaklık *dikey (vertikal) yer değiştirme miktarı* olarak ölçüldü ve kayıt altına alındı (şekil 3.10.).



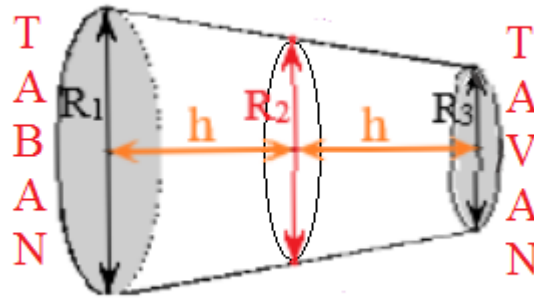
şekil 3.10. I-II. Dikey yer değiştirme miktarı. Bu uzunluk şekil ve radyografi üzerinde gösterilmiştir. A:Tepe noktası B*:Paralel zemin noktası

- **Dikey klavikula kalınlık miktarının ölçümü:**

Bir sonraki aşamada dikey yer değiştirme miktarı ölçülen bölgede dikey klavikula uzunluğunun ölçümü yapıldı. Bernat A. ve ark. 2014'de klavikulanın 3 boyutlu koordinatları üzerinde yaptıkları çalışmada frontal plan ölçümlerinde

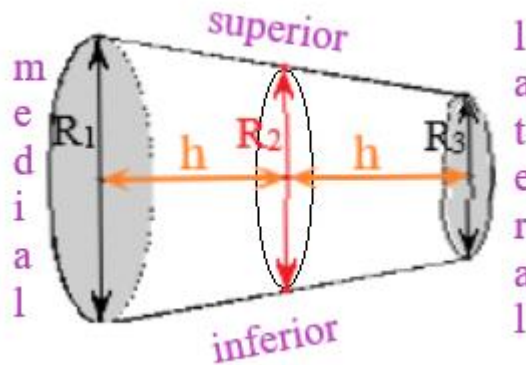
klavikula şaftının medialden laterale doğru hacimsel olarak daraldığını, conoid tüberküle yaklaşmaya başlayınca tekrar hacim artışı gösterdiğini tespit etmiştir (181).

Daralan bir yarım konide tavan ve tabana eşit uzaklıkta bulunan orta dairenin çapı tavan ve taban çapının aritmetik ortalamasıdır (Şekil 3.11.).



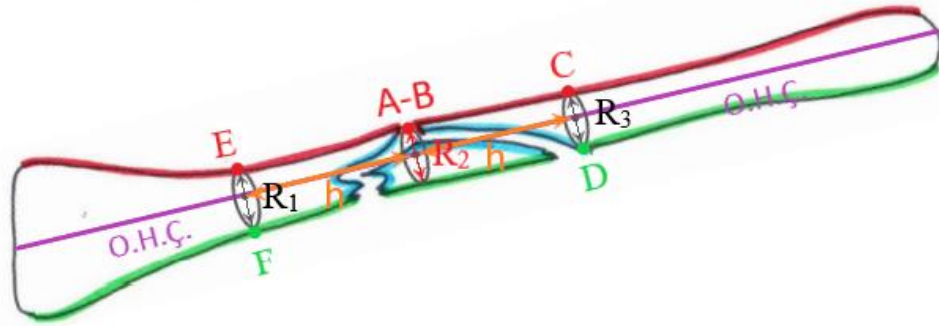
Şekil 3.11. Konide ortasındaki daire çapının hesaplanması. R_1 :Taban çapı R_3 :Tavan çapı R_2 :Yarım koninin orta kısmının çapı h : uzaklık $R_2 = (R_1 + R_3) / 2$

Bizde bu bilgiler ışığında klavikula cismini medialden laterale doğru daralan bir koniye benzettik (Şekil 3.12.).



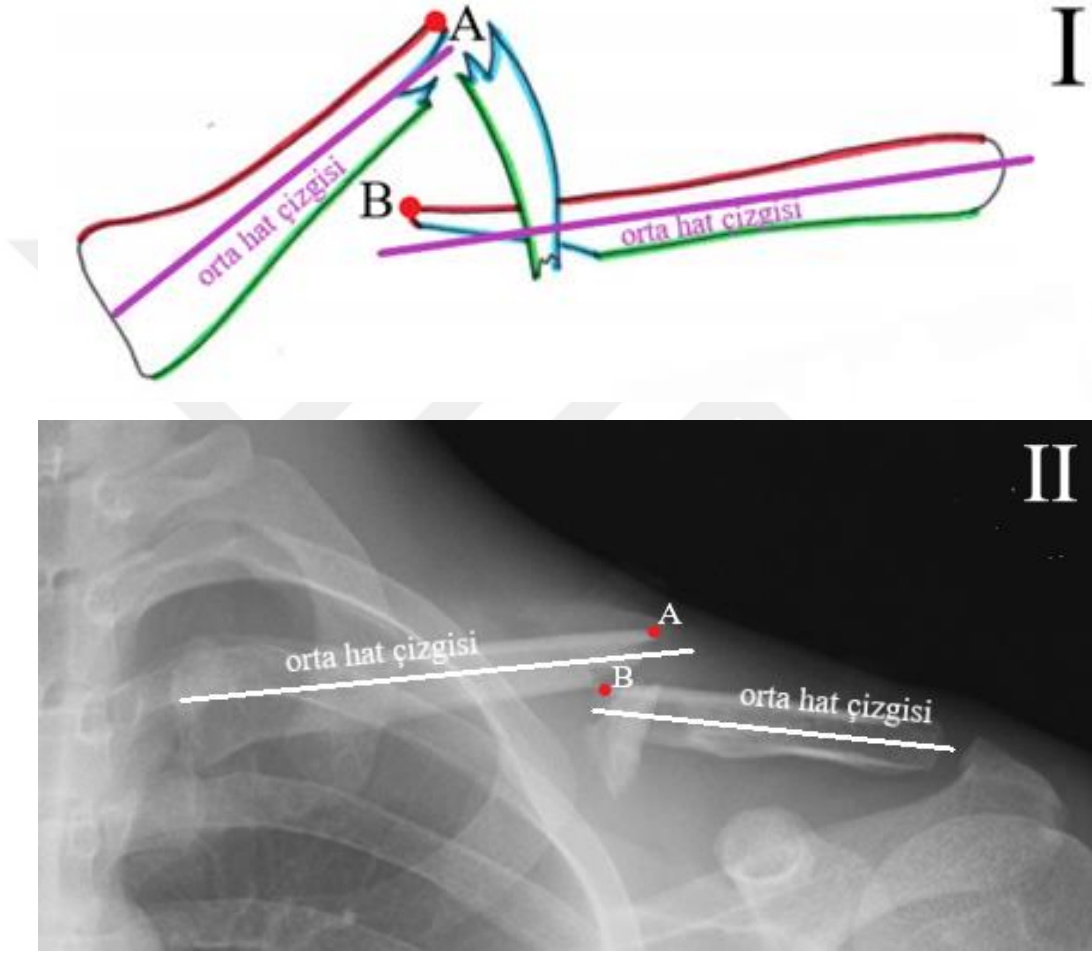
Şekil 3.12. Klavikula cisminin medialden laterale doğru daralması

Açık redüksiyonla karşılıklı geleceğine kanaat getirilen tepe ve zemin noktalarının kırık öncesinde yarım koninin tam ortasındaki daire içinde olduğu varsayıldığında; bu dairenin çapı dikey yer değiştirme miktarı ölçümü yapılan bölgedeki dikey klavikula uzunluğunu verecektir. Bu çapı hesaplayabilmek için bu koni ortasındaki daireye eşit uzaklıkta çapı ölçülebilecek tavan ve taban daireleri gerekmektedir. Tavan ve taban daireleri AP grafiye uyarlandığında bu dairelerin çapı bulundukları bölgenin dikey klavikula uzunluğu ile eşdeğer olacaktır. Burdan yola çıkarak orta hat çizgisi üzerinde tepe ve zemin noktalarına eşit uzaklıkta olan orta hat çizgisine dik bir şekilde dikey klavikula uzunluğunun ölçülebileceği en yakın noktaları tespit etmek gereklidir. Klavikula dikey uzunluğunun doğru ölçülebilmesi için bu noktalardan orta hat çizgisine dik çizilen çizgi üzerinde klavikulanın üst ve alt korteksi AP grafide sağlam olmalıdır (Şekil 3.13.).



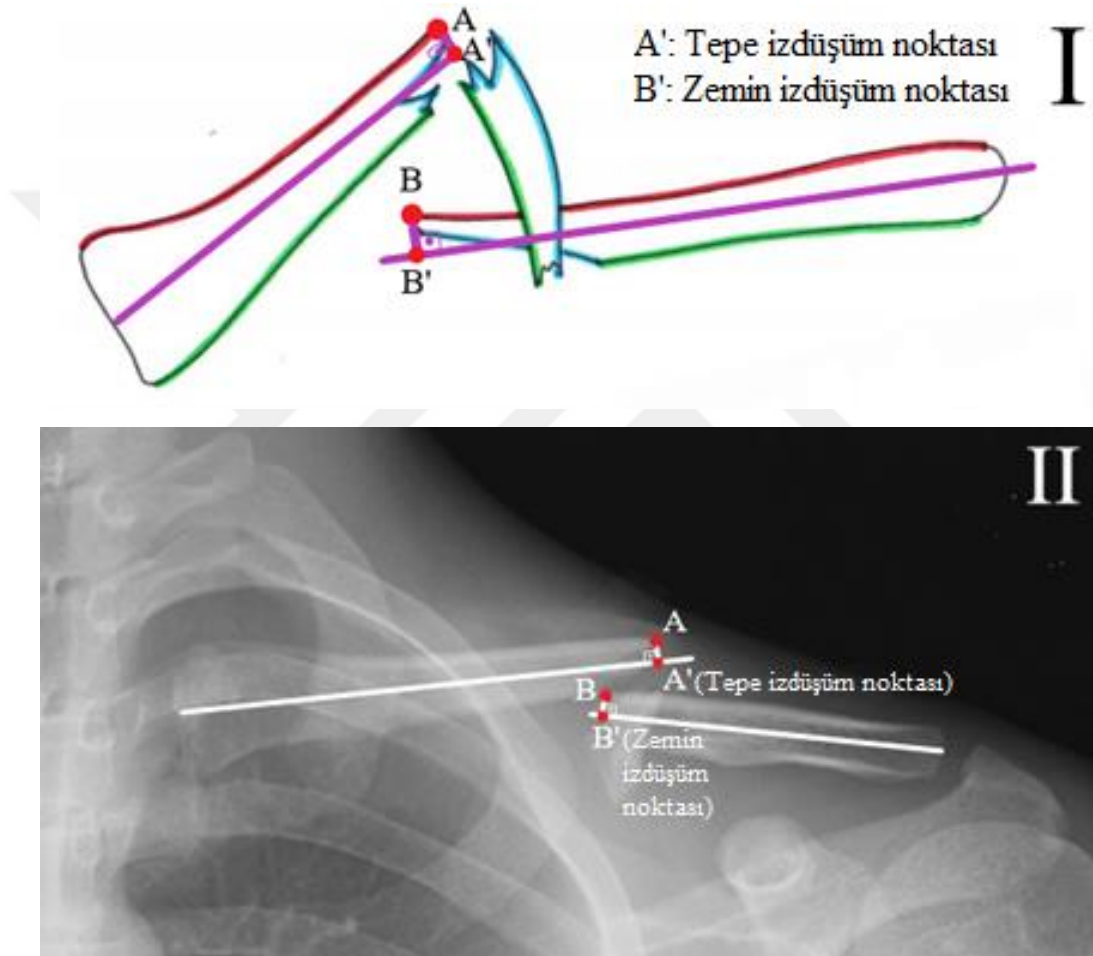
Şekil 3.13. Orta hat çizgisine dikey olarak çapını ölçebileceğimiz kırık hattına en yakın dairenin tespiti. R3 çaplı daire, orta hat çizgisine dik olarak klavikula dikey uzunluğunu (C-D noktaları arası) ölçebileceğimiz kırık hattına, lateral ana fragman üzerinde en yakın olan ilk dairedir. Bunun nedeni dairede alt (D noktası) ve üst (C noktası) kortekslerin sağlam olması ve aralığın ölçülebilmesidir.

Öncelikle tepe, zemin noktaları ve ana fragmanların orta hat çizgileri çizildi (Şekil 3.14.).



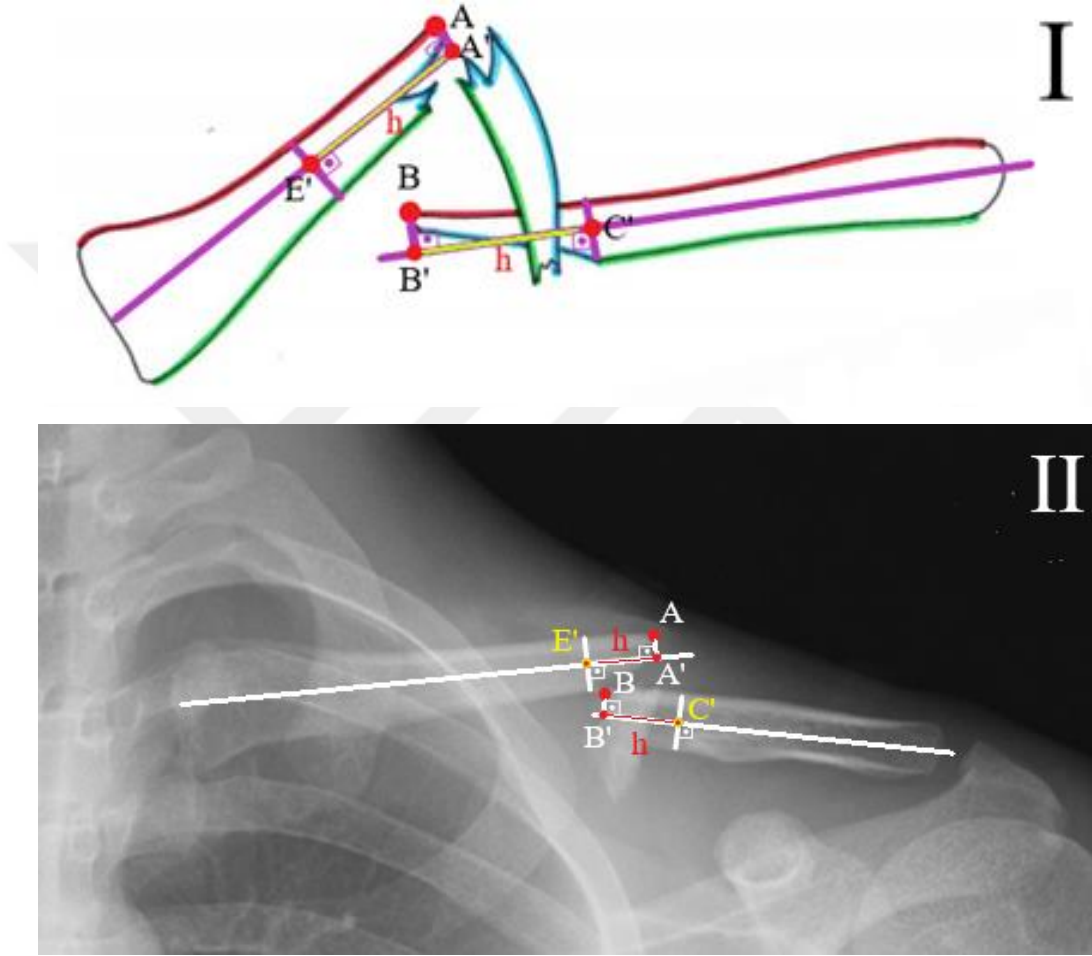
Şekil 3.14. Zemin ve tepe noktaları. I.-II. A noktası: tepe noktası, B noktası: Zemin noktası

Tespit edilen tepe ve zemin noktalarının bulundukları fragmanlar üzerindeki orta hat çizgilerine dik izdüşümleri çizildi. Dik izdüşüm çizgileri ile orta hat çizgilerinin kesişim noktaları bulundu ve bu noktalar *dik izdüşüm noktaları* olarak adlandırıldı (Şekil 3.14.).



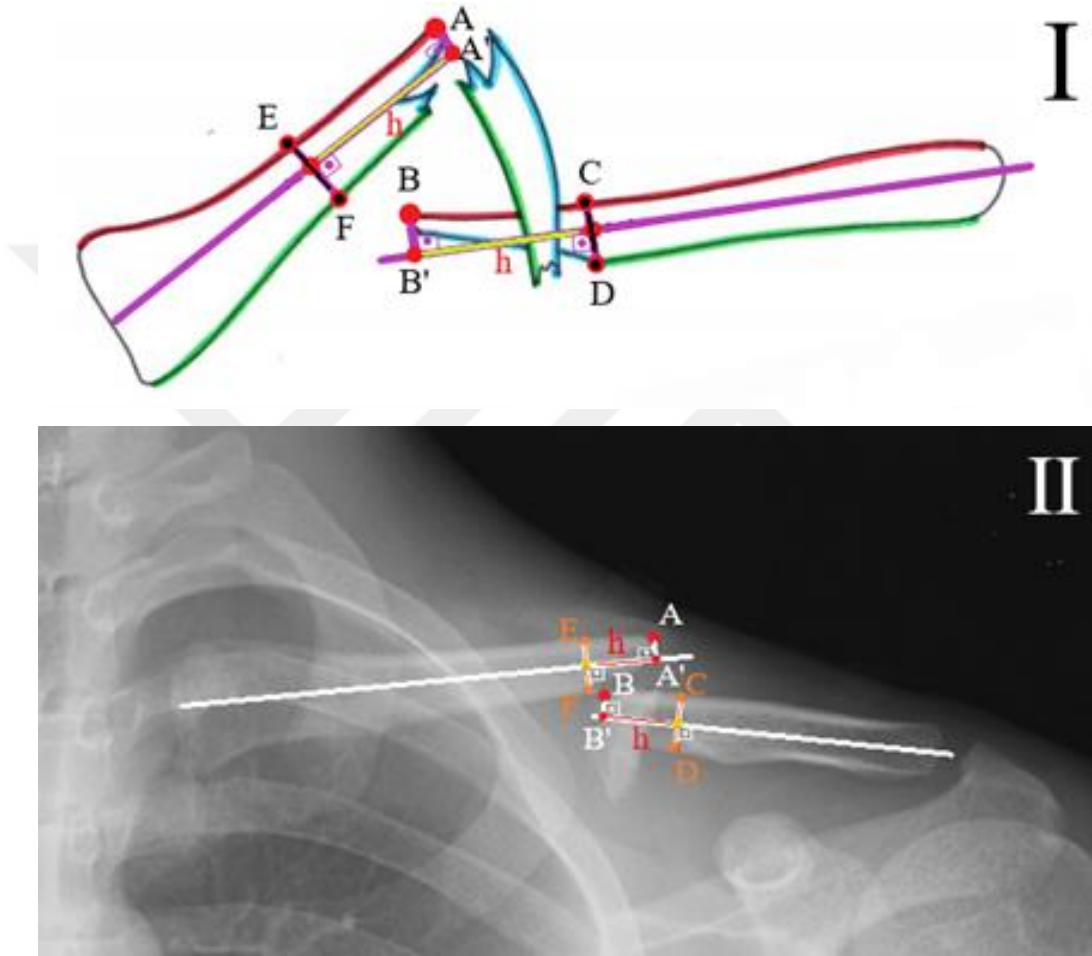
Şekil 3.14. I.-II. A': Tepe izdüşüm noktası B': Zemin izdüşüm noktası

Orta hat çizgileri üzerinde dik izdüşüm noktalarına eşit ve en kısa mesafede olan ve dikey klavikula kalınlığını orta hat çizgisine dik olarak ölçülebileceği noktalar tespit edildi (Şekil 3.15.).



Şekil 3.15. Orta hat çizgileri üzerinde tepe ve zemin izdüşüm noktalarına eşit uzaklıktaki en yakın noktaların belirlenmesi I.-II. E' noktası tepe izdüşüm noktasına, C' noktası da zemin izdüşüm noktasına eşit uzaklıktadır (h). E' noktasında medial ana fragmanın orta hat çizgisine dik olarak, C' noktasından da lateral ana fragmanın orta hat çizgisine dik olarak klavikula kalınlığı ölçülebilmektedir.

Belirlenen yeni noktalar üzerinde orta hat çizgisine dik şekilde dikey klavikula kalınlıkları ölçüldü. Ölçüm sonrasında çıkan iki değerin aritmetik ortalaması alınarak kırık bölgesindeki klavikula dikey kalınlığı ölçüldü ve kayıt altına alındı (şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Klavikula dikey kalınlığının bulunması. I-II. E-F noktaları arası uzaklık: medial ana fragmanda taban klavikula dikey uzunluğu, C-D noktaları arası uzaklık: lateral ana fragmanda tavan klavikula dikey uzunluğu. Kırık hattındaki dikey uzunluğu: C-D noktaları arası uzaklık+E-F noktaları arası uzaklık/2

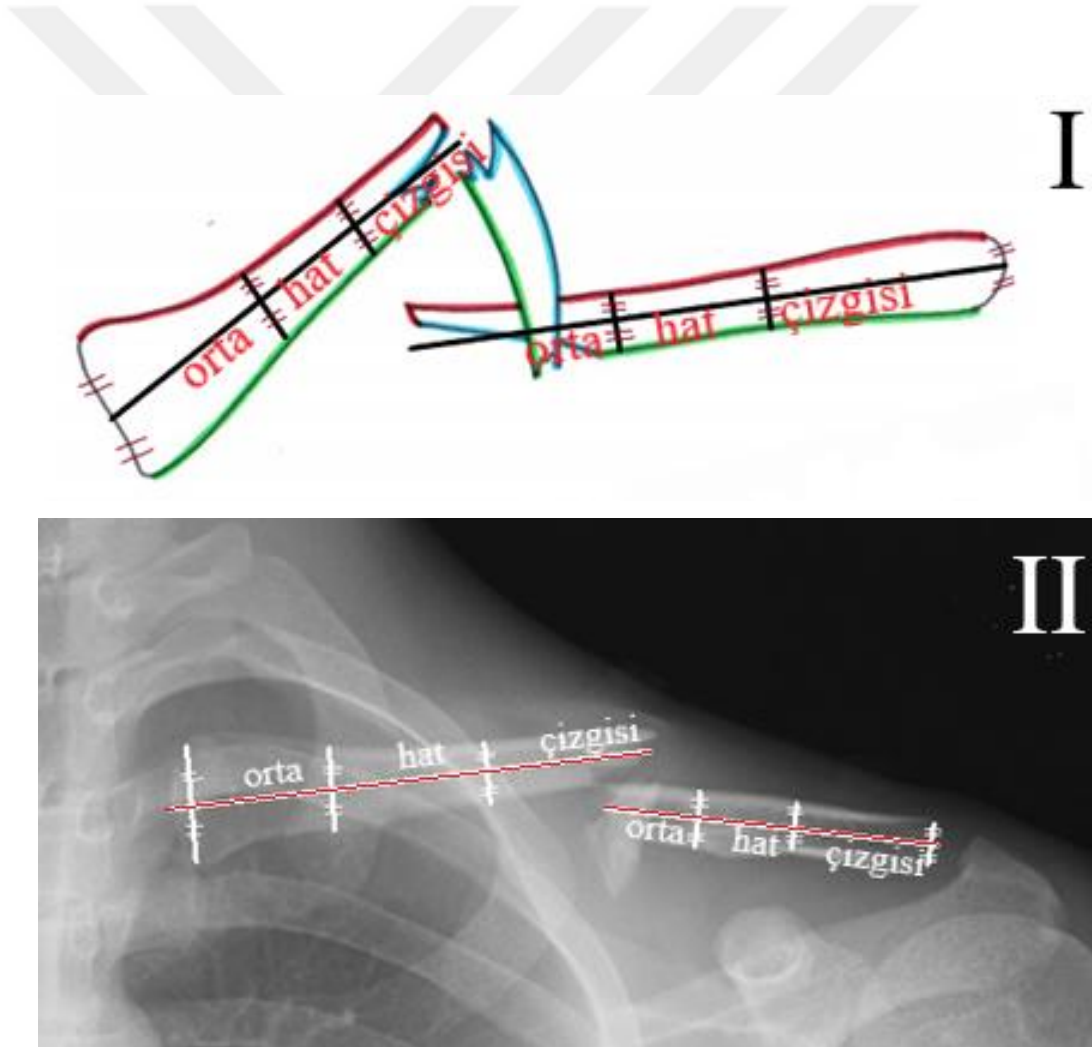
- **Dikey ötelenme miktarının hesaplanması:**

Dikey yer değiştirme miktarı, ölçüm yapılan yerdeki dikey klavikula kalınlığına oranlanarak dikey ötelenme miktarı yüzde (%) olarak hesaplandı ve kayıt altına alındı.

ii) Kısalma Miktarı

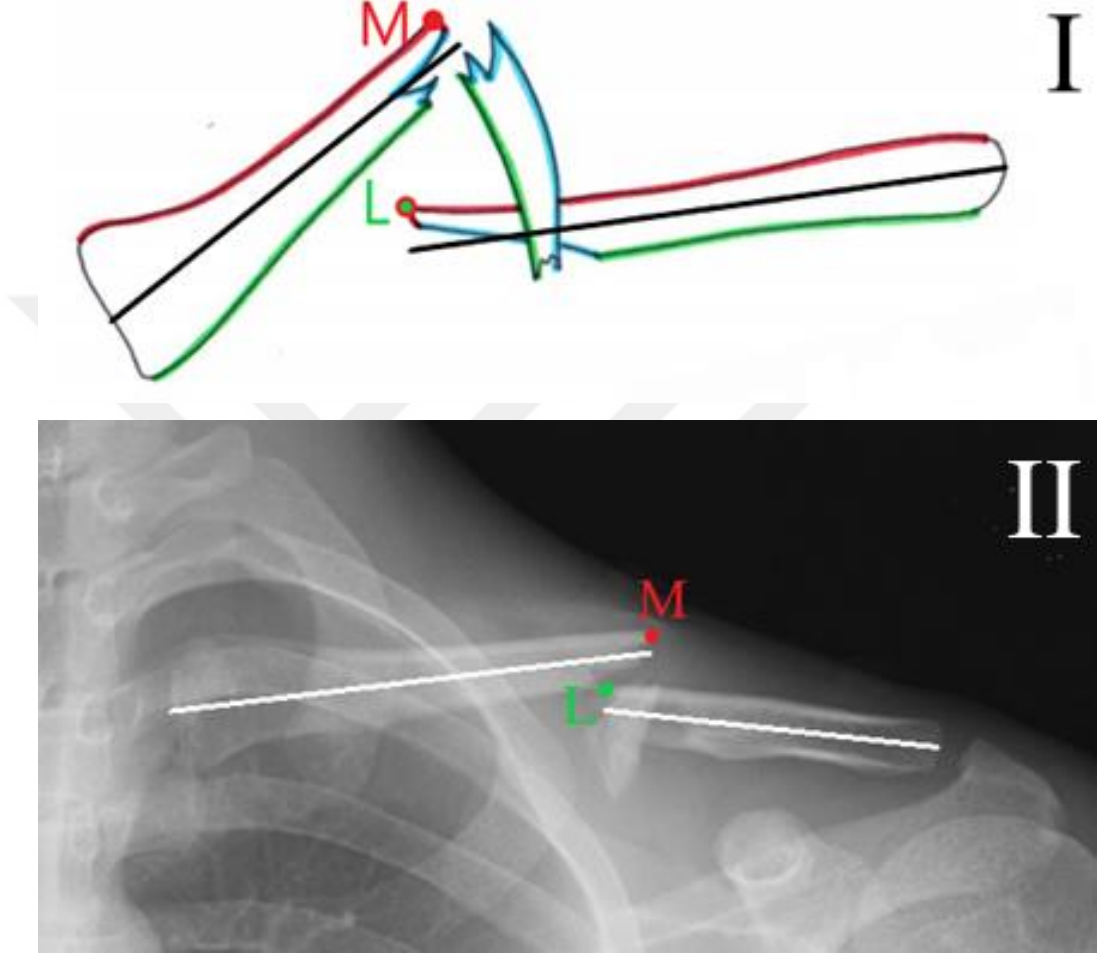
Kısalma miktarı; koronal düzlemde, kırık öncesi klavikula uzunluğu ile kırık sonrası oluşan klavikula uzunluğu arasındaki uzunluk farkı olarak tanımlandı. Silva tarafından geliştirilen ve ön-arka grafide fragmanların üst üste binme miktarını belirlemeyi esas alan yöntem ile kısalma miktarı milimetre cinsinden ölçüldü (182).

Bu uzunluğu ölçmek için öncelikle ayrılmış her iki ana parçanın orta hat çizgileri çizildi (Şekil 3.17.).



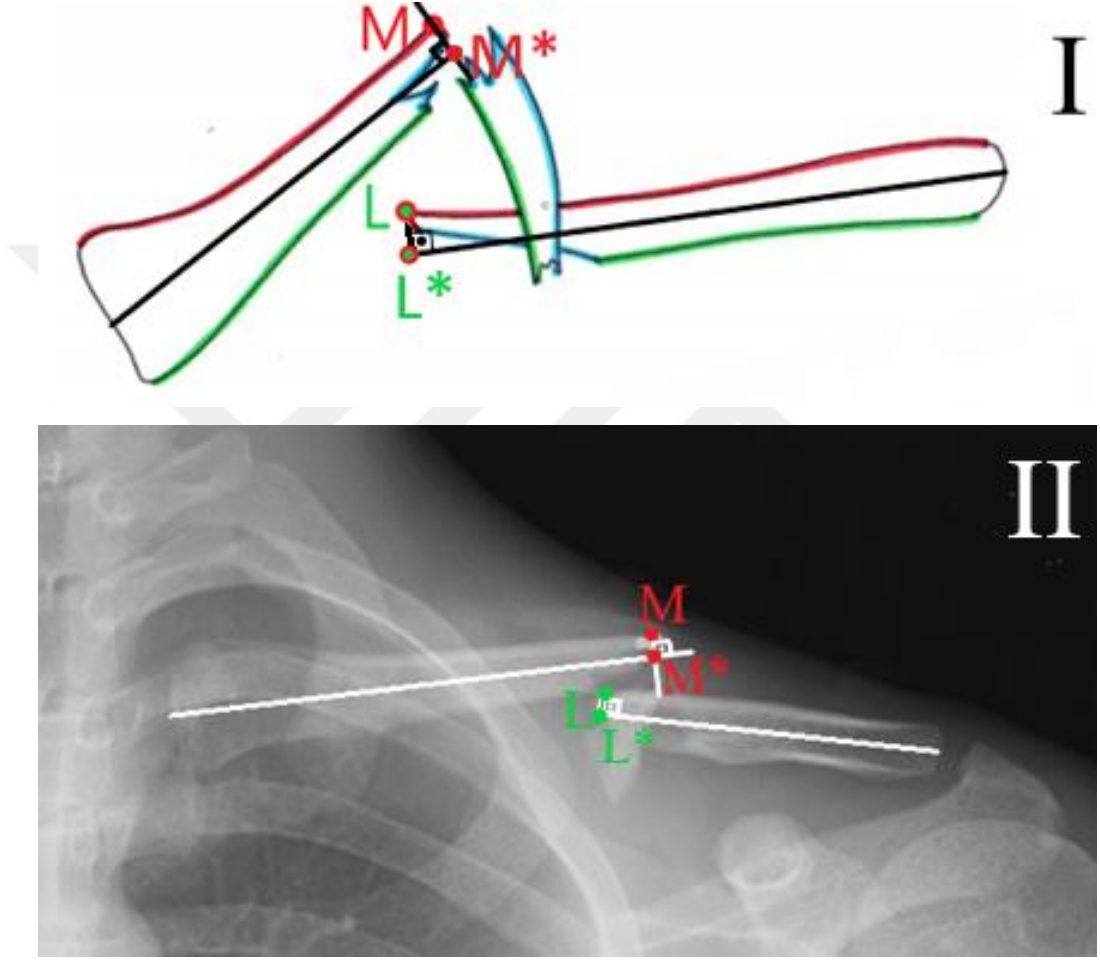
Şekil 3.17. I-II. Medial ve lateral ana fragmanlardan geçen orta hat çizgileri

Heriki ana parçanın tepe ve zemin noktaları bulundu (Şekil 3.18.).



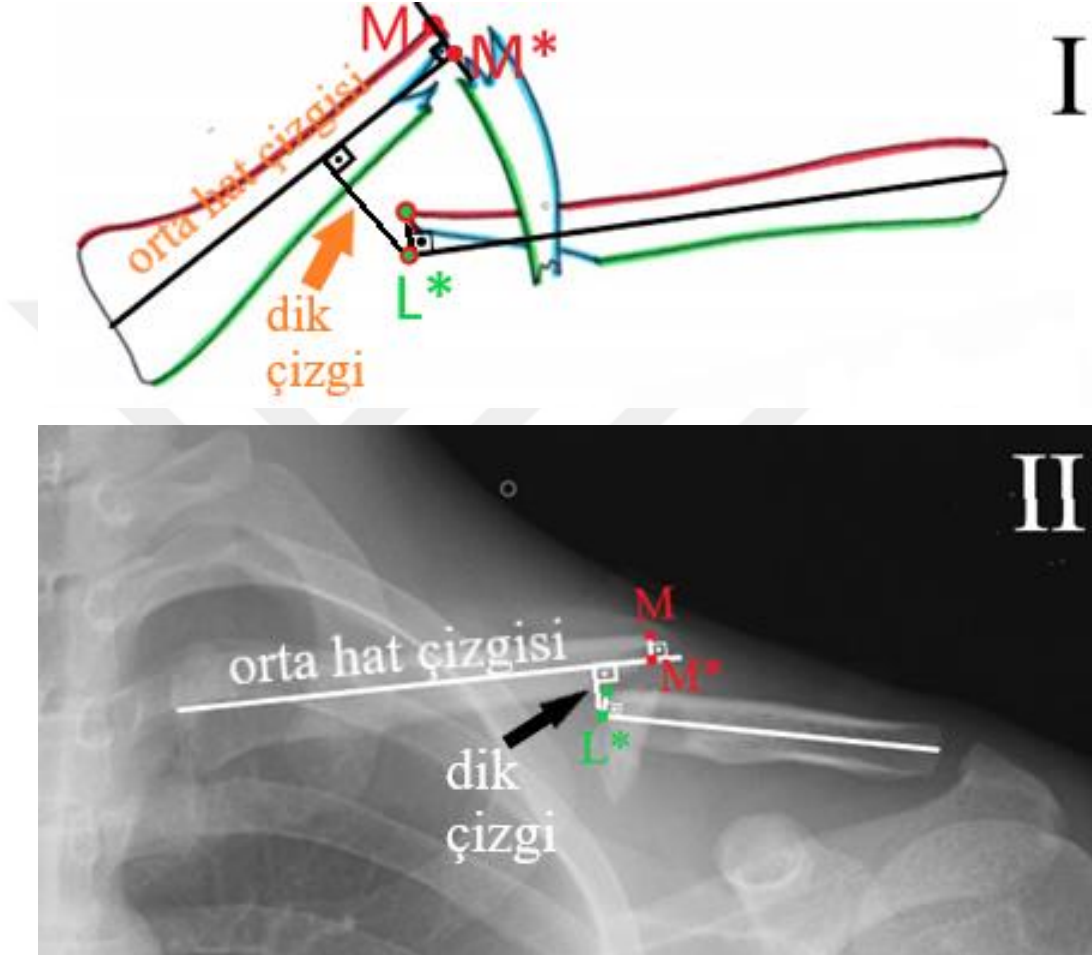
Şekil 3.18. I-II. M noktası: tepe noktası L noktası: zemin noktası

Medial ana fragman orta hat çizgisi üzerinde tepe izdüşüm noktası lateral ana fragman orta hat çizgisi üzerinde zemin izdüşüm noktaları tespit edildi (Şekil 3.19.).



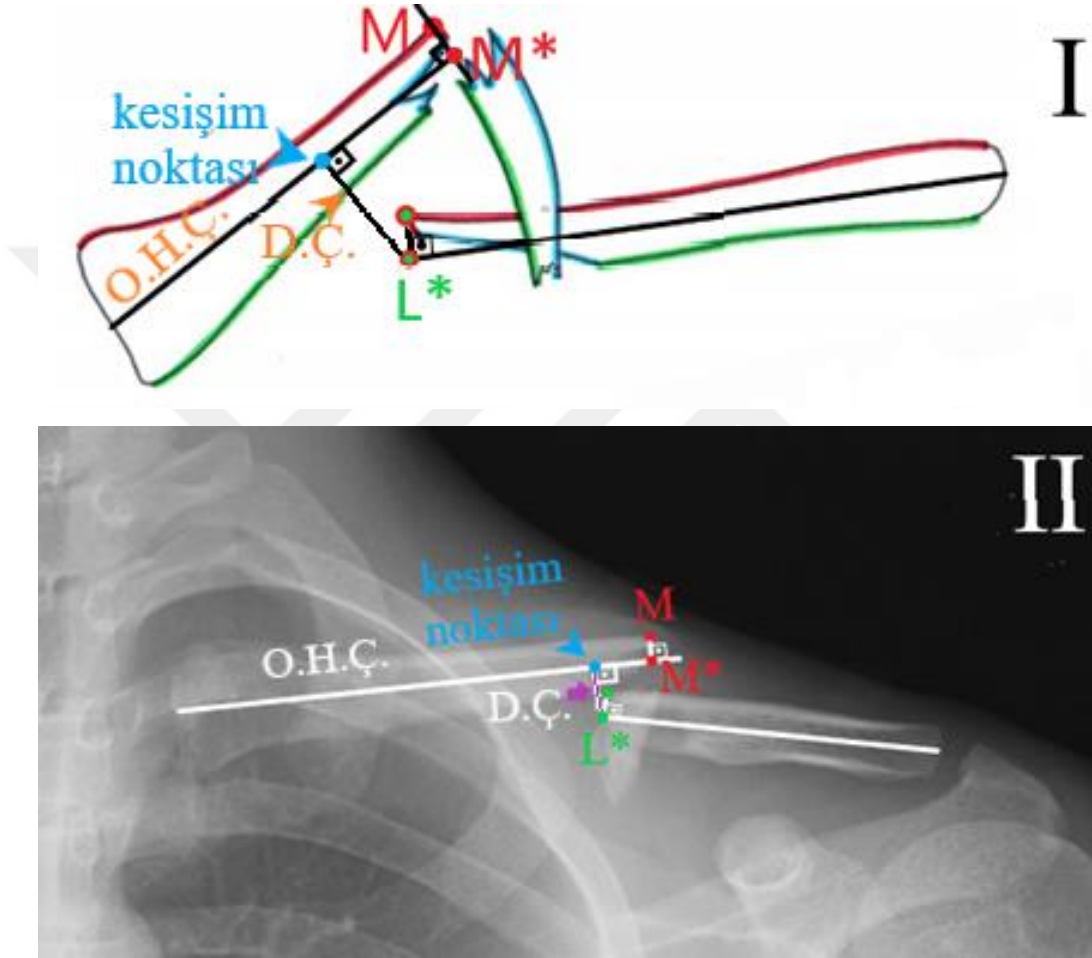
Şekil 3.19. I.-II. M*noktası: Tepe izdüşüm noktası, L* noktası: Zemin izdüşüm noktası

Zemin izdüşüm noktasından medial ana fragman üzerindeki orta hat çizgisine dik bir çizgi çizildi (Şekil 3.20.).



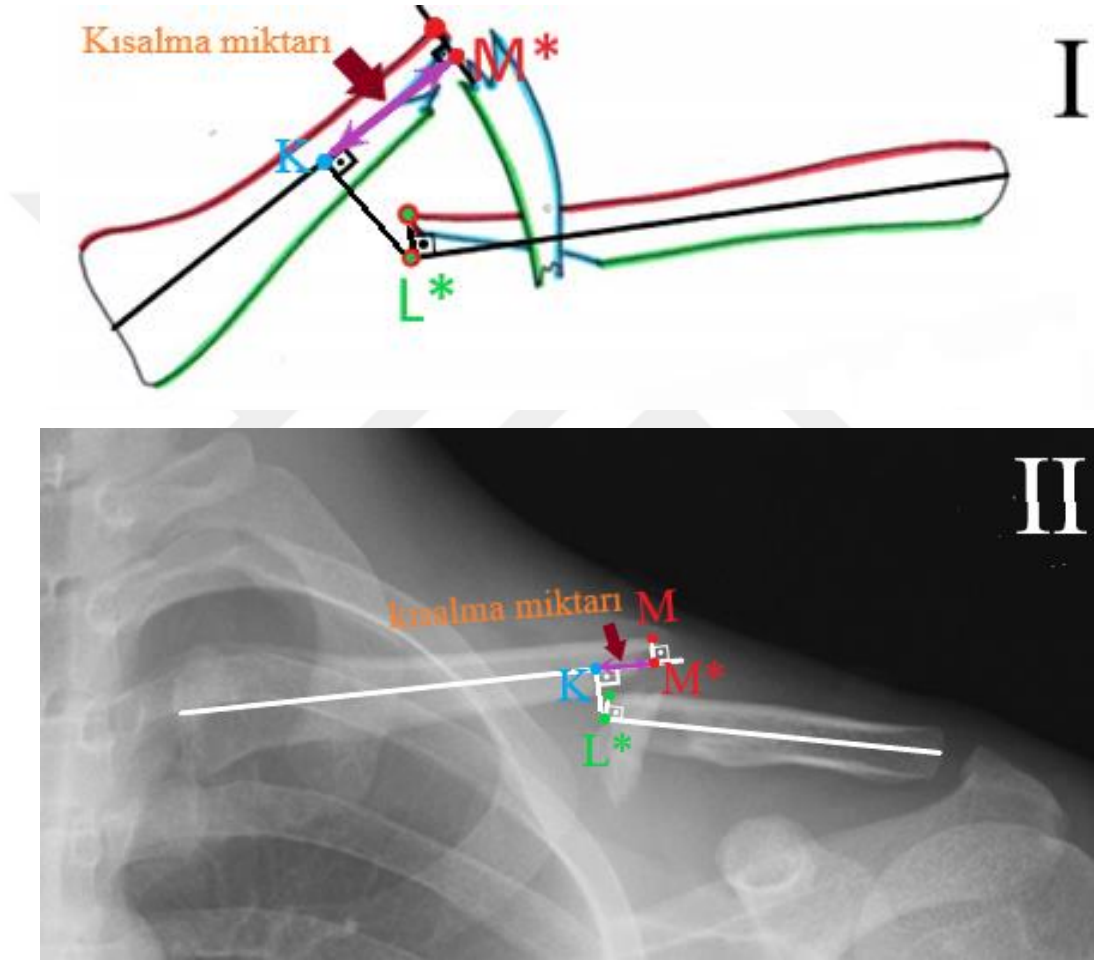
Şekil 3.20. I-II. Zemin izdüşüm noktasından(L^*) medial orta hat çizgisine dik çizgi oluşturulması.

Zemin izdüşüm noktasından çizilen dik çizgi ile medial ana fragman orta hat çizgisi kesişim noktası tespit edildi (Şekil 3.21.).



Şekil 3.21. I-II. Kesişim noktasının tespiti. O.H.Ç: Orta hat çizgisi, D.Ç: Dik çizgi

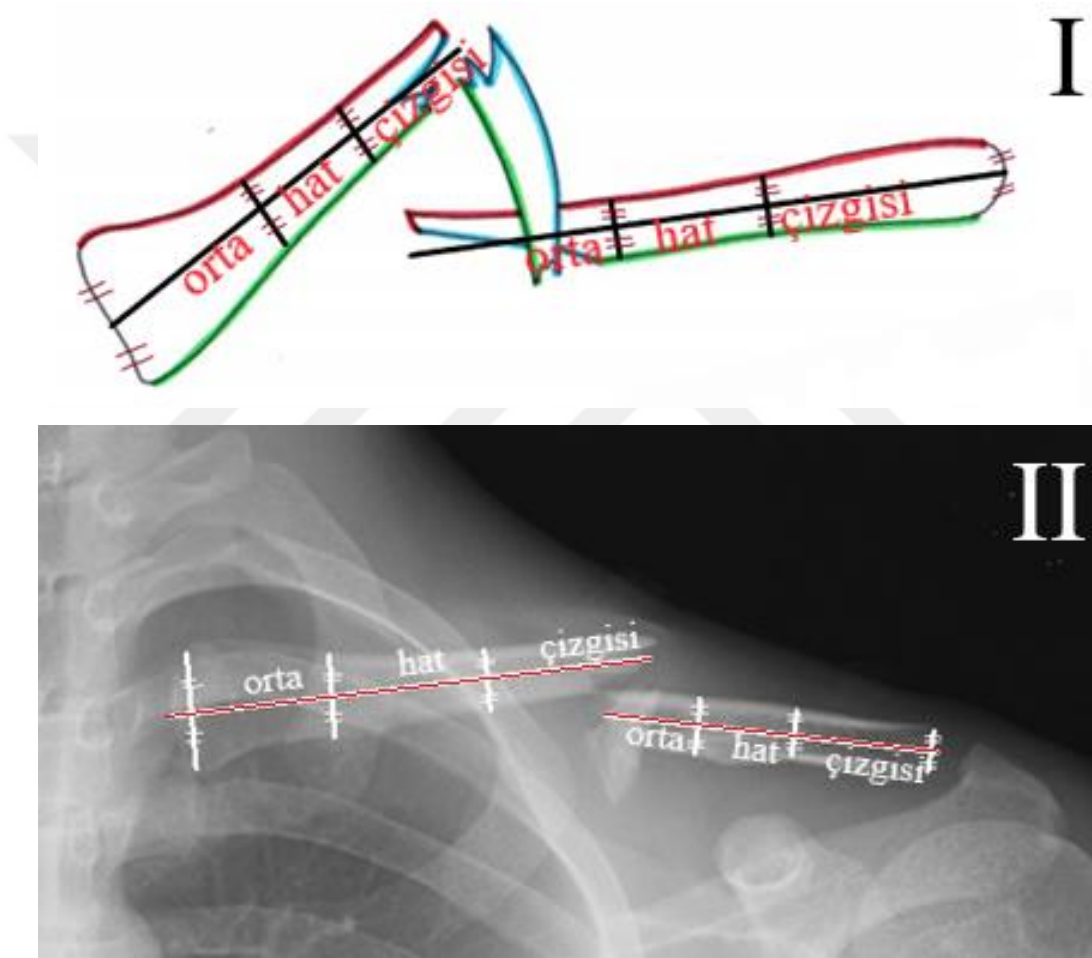
Kesişim noktası ile tepe izdüşüm noktası arasındaki uzaklık milimetre olarak ölçüldü ve kısalma miktarı olarak kayıt altına alındı (Şekil 3.22.).



Şekil 3.22. I-II. Kısalma miktarının gösterimi. K: Kesişim noktası, M*: Tepe izdüşüm noktası

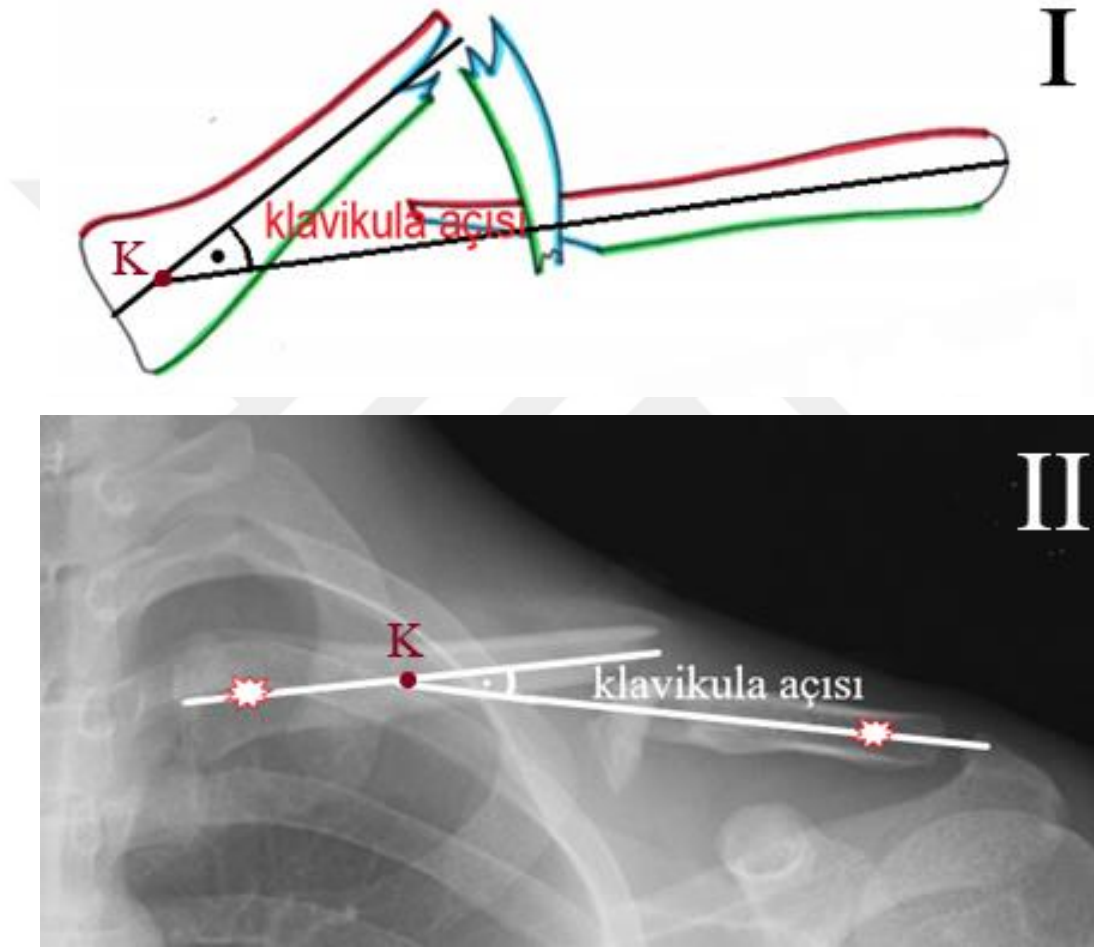
iii) Klavikula Açısı

Klavikula açısı; ana fragmanların orta hat çizgileri arasındaki açı olarak tanımlandı. Kırık sonrasında oluşan medial ve lateral ana fragmanların orta hat çizgileri çizildi (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23. I.-II. Orta hat çizgilerinin oluşturulması

Orta hat çizgilerinin kesişim noktası temel alınarak çizgiler arasındaki açı ölçüldü ve kayıt altına alındı (Şekil 3.24.).

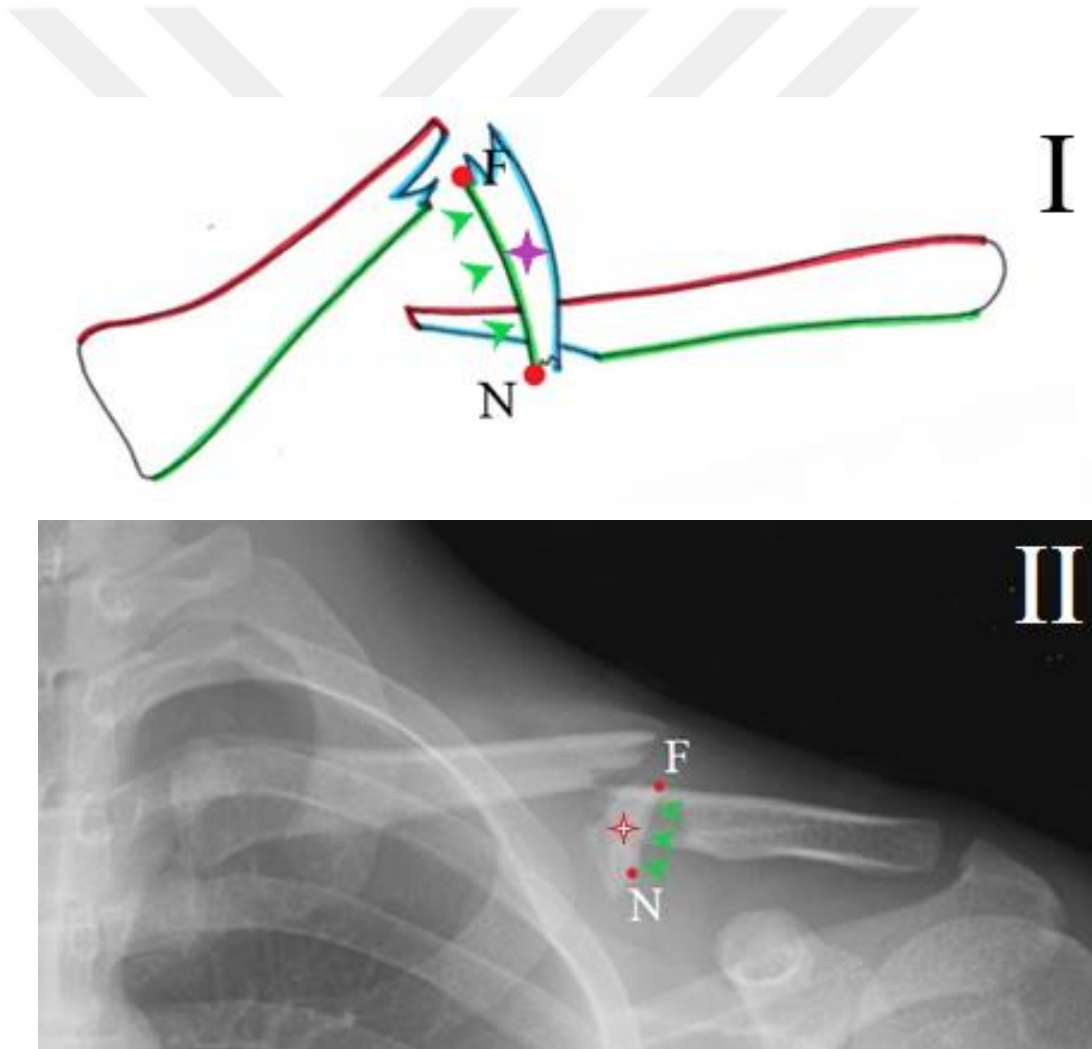


Şekil 3.24. Klavikula açısı ölçümü. K noktası: Orta hat çizgilerinin kesişim noktası.

iv) Kelebek Fragman Uzunluğu

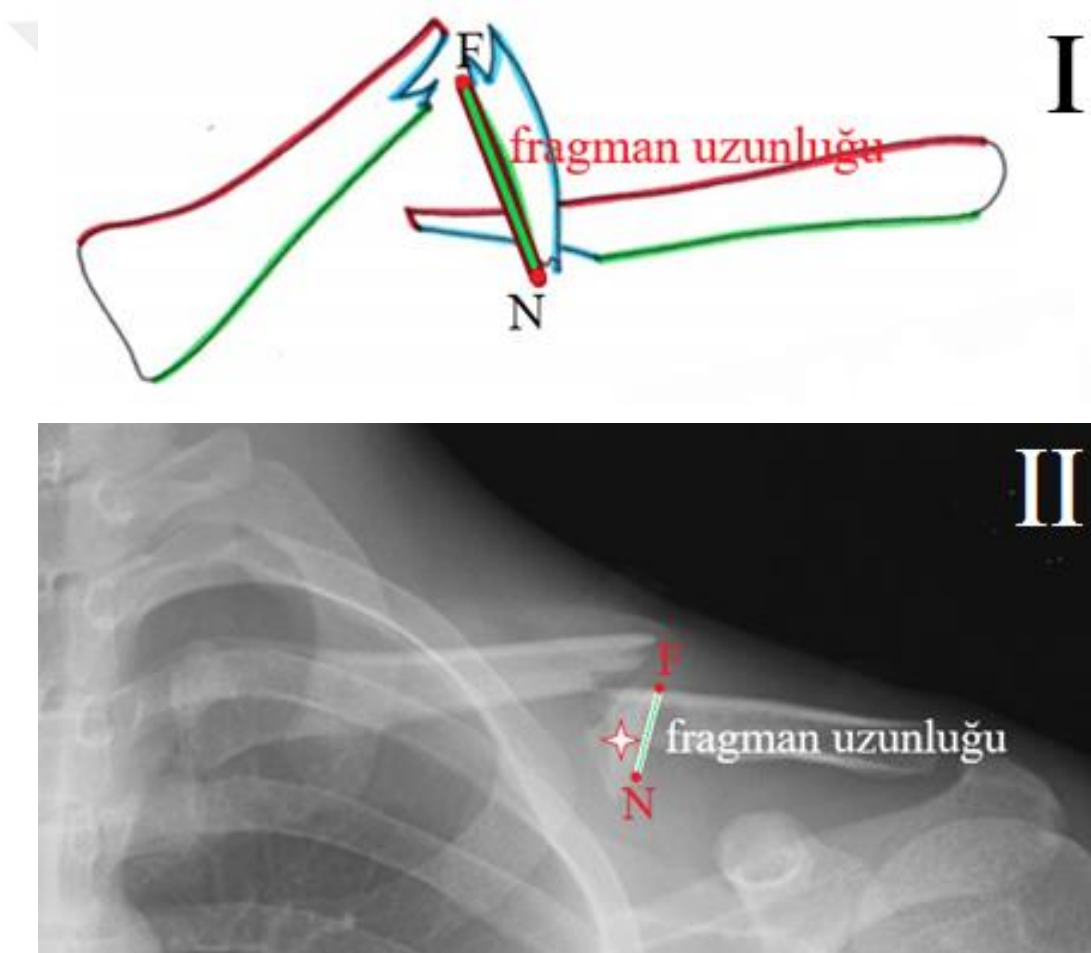
Kelebek fragman uzunluğu, kırık sonrası bozulmamış kelebek fragman korteks hattının ölçülebilir uzunluğu olarak tanımlandı ve milimetre cinsinden ölçüldü.

Ölçüm yapabilmek için öncelikle kelebek fragmanın üzerinde bozulmamış korteks hattı belirlendi. Korteks hattı üzerinde birbirine en uzak noktaları tespit edildi (Şekil 3.25.).



Şekil 3.25. Kelebek fragmanın hasarlanmamış korteks yüzünün tespiti. **I-II.** Kelebek fragmanın bozulmamış kırık hattı yeşil uçlarla gösterilmiştir. Bu hatta birbirinden en uzak noktalar(F ve N noktaları) işaretlenmiştir.

Bu noktalar arasındaki uzaklık ölçülerek milimetre cinsinden kelebek fragman uzunluğu olarak kayıt altına alındı (Şekil 3.26.).

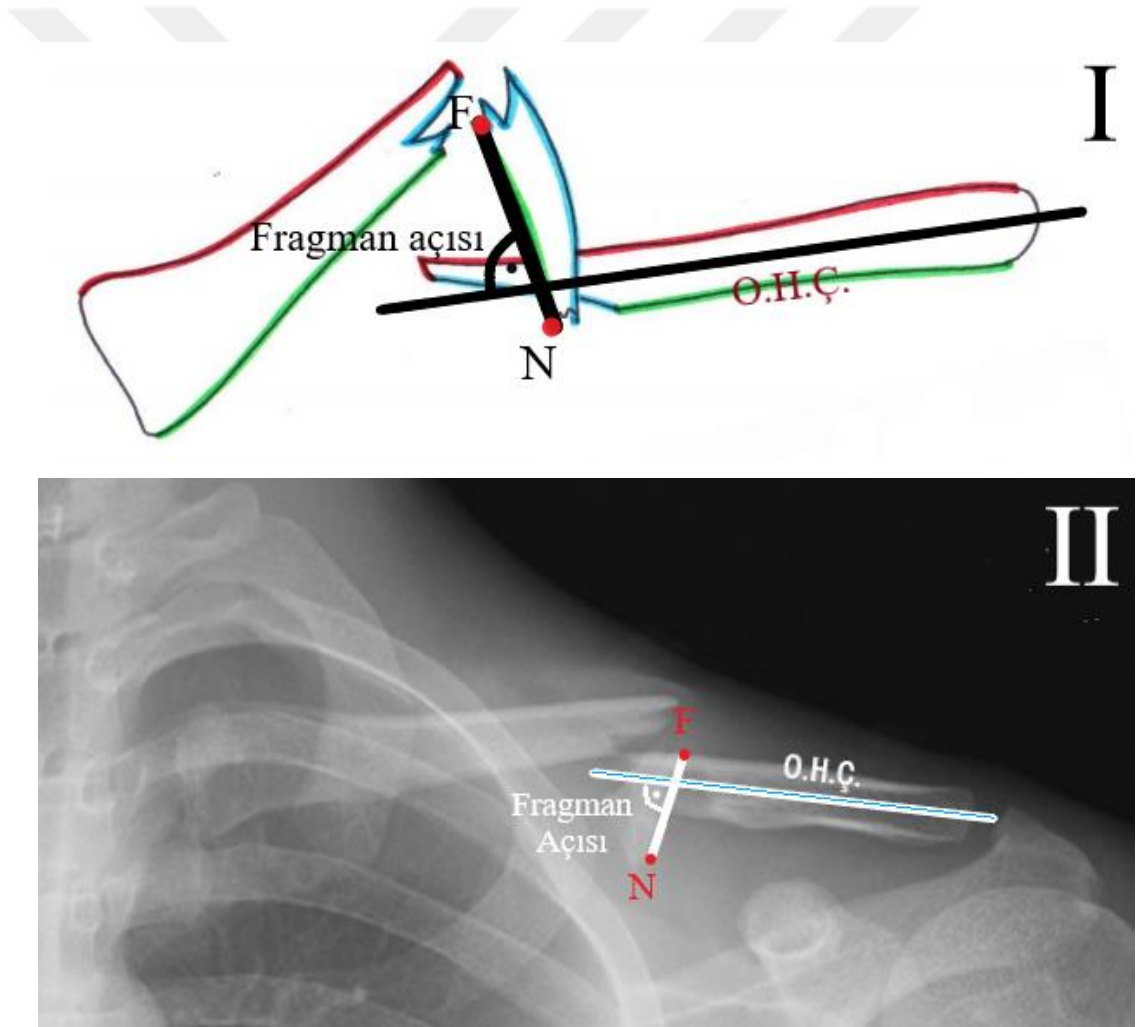


Şekil 3.26.. I-II. Kelebek fragman parça uzunluk ölçümü ;F ve N noktaları arası uzaklıktır.

v) Kelebek Fragman Açısı

Kelebek fragman açısı; kelebek fragman ile lateral ana fragman arasındaki dar açı olarak tanımlandı.

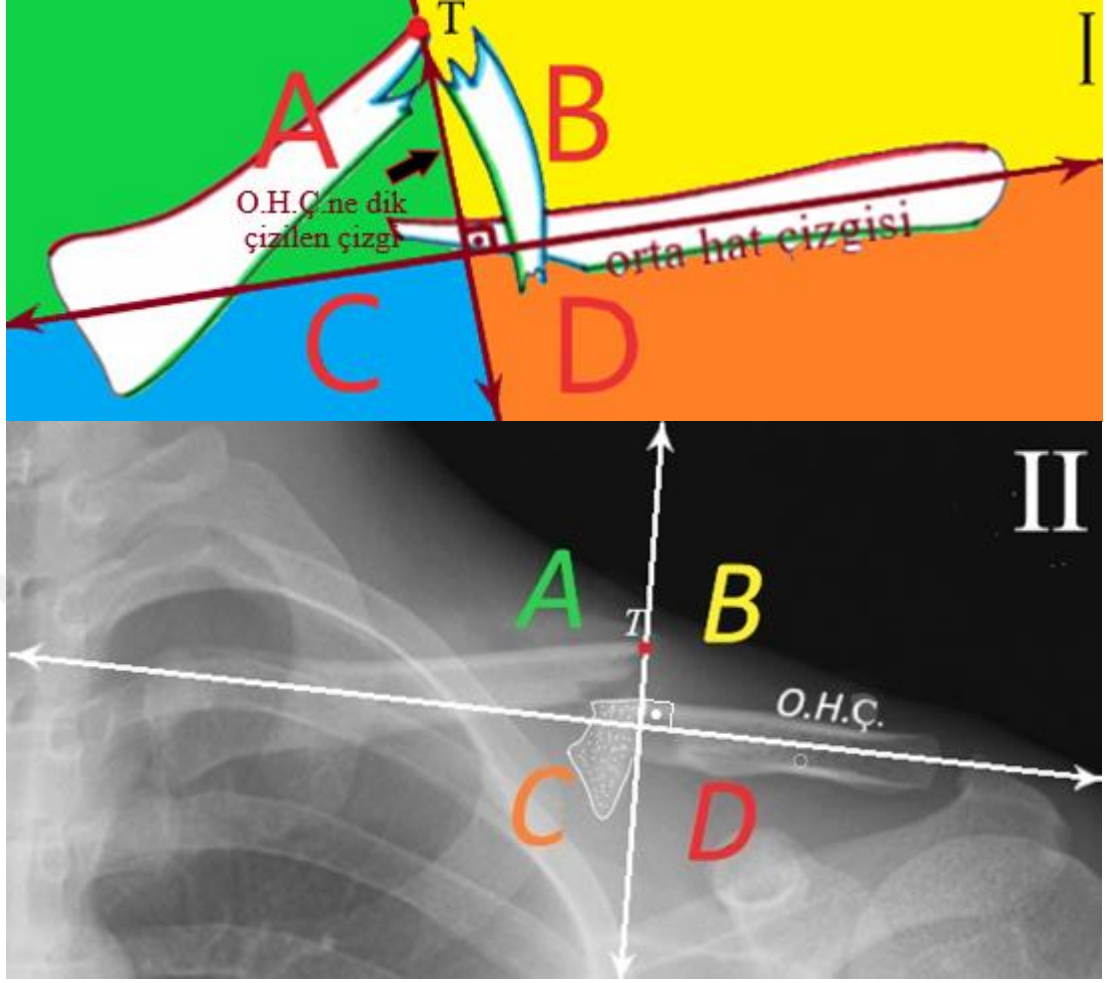
Kelebek fragmanının bozulmamış korteks hattında belirlenen birbirine en uzak noktalar arasında çizilen doğrusal çizgi ile lateral ana fragmanın orta hat çizgisi arasındaki dar açı ölçüldü kelebek fragman açısı olarak kayıt altına alındı (Şekil 3.27.).



Şekil 3.27. Fragman açısının ölçümü. O.H.Ç: Orta hat çizgisi F ile N noktaları: Kelebek fragmanın bozulmamış korteks hattındaki birbirine en uzak noktalar

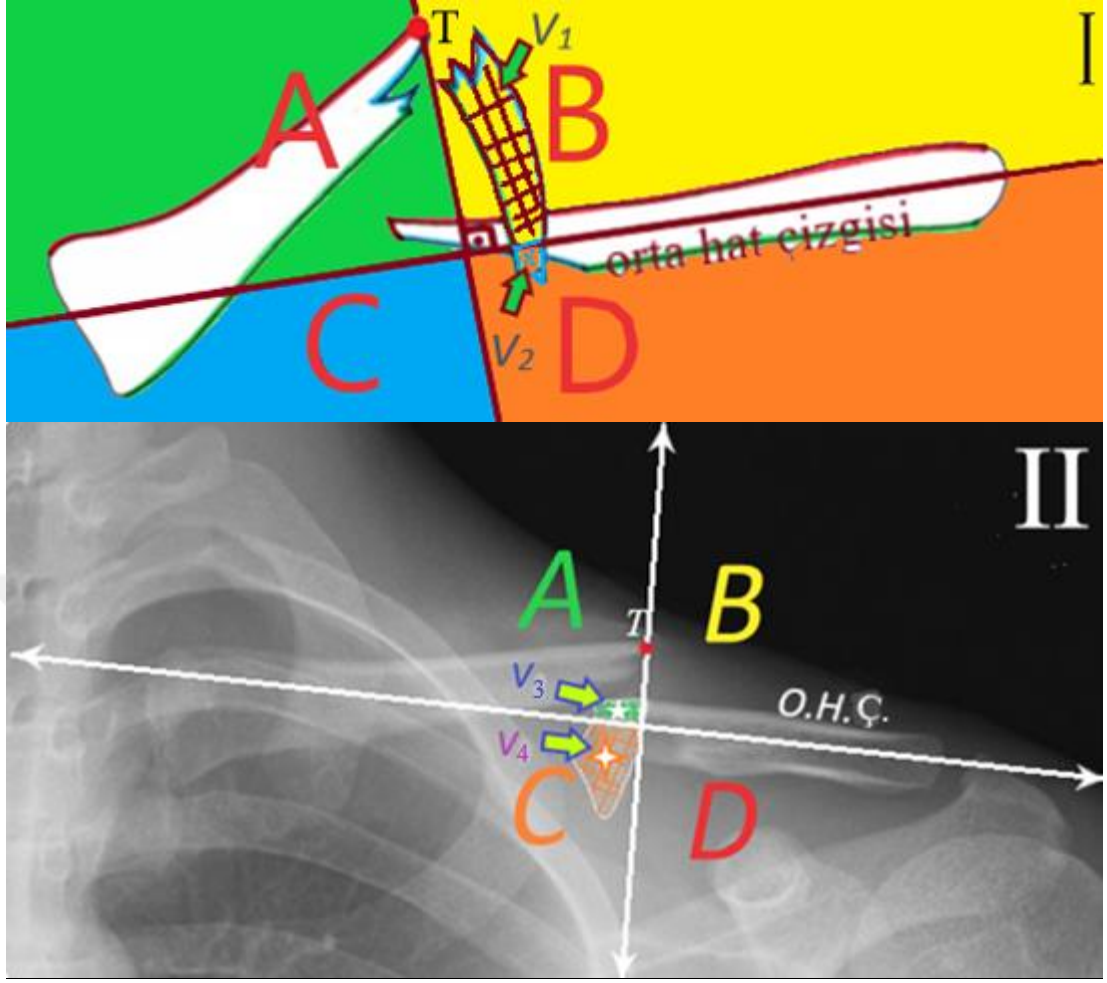
vi) Kelebek Fragman Konumu

Kelebek fragman konumu; koronal düzlemde kemik kaynamasının beklendiği bölgeye göre (lateral ve medial ana fragmanların birbirine en çok yakınlaştığı bölge) kelebek fragmanın bulunduğu konum olarak tanımlandı. Distal ve proksimal ana fragmanların birbirine en çok yaklaştığı bölgeyi tanımlayabilmek için proksimal fragmanın tepe noktasından distal fragmanın orta hat çizgisine dik olarak çizilen ikinci bir çizgi kullanıldı. Birbirine dik bu iki çizgiye göre oluşturulan dört bölge tanımlandı. Orta hat çizgisinin üst kısmında kalan ve orta hat çizgisine dik olan ikinci çizginin medialinde kalan bölge ana fragmanların birbirine en çok yaklaştığı bölge olarak tanımlanarak A bölgesi ismi verildi. Bu iki çizgiye göre; üst lateral tarafta kalan bölge B bölgesi, alt medial tarafta kalan bölge C bölgesi, alt lateral tarafta kalan bölge D bölgesi olarak isimlendirildi (Şekil 3.28.). Kelebek fragmanı; A bölgesinde bulunan kırıklar kaynamanın en çok beklendiği, D bölgesinde bulunan kırıklar ise kaynamanın en az beklendiği bölgeler idi.



Şekil 3.28. Lateral ana fragman orta hat çizgisi ve tepe noktasından bu çizgiye dik şekilde çizilen ikinci çizgi ile olası fragmanbölgelerinin(zone A-B-C-D) belirlenmesi. O.H.Ç: Orta hat çizgisi T:tepe noktası

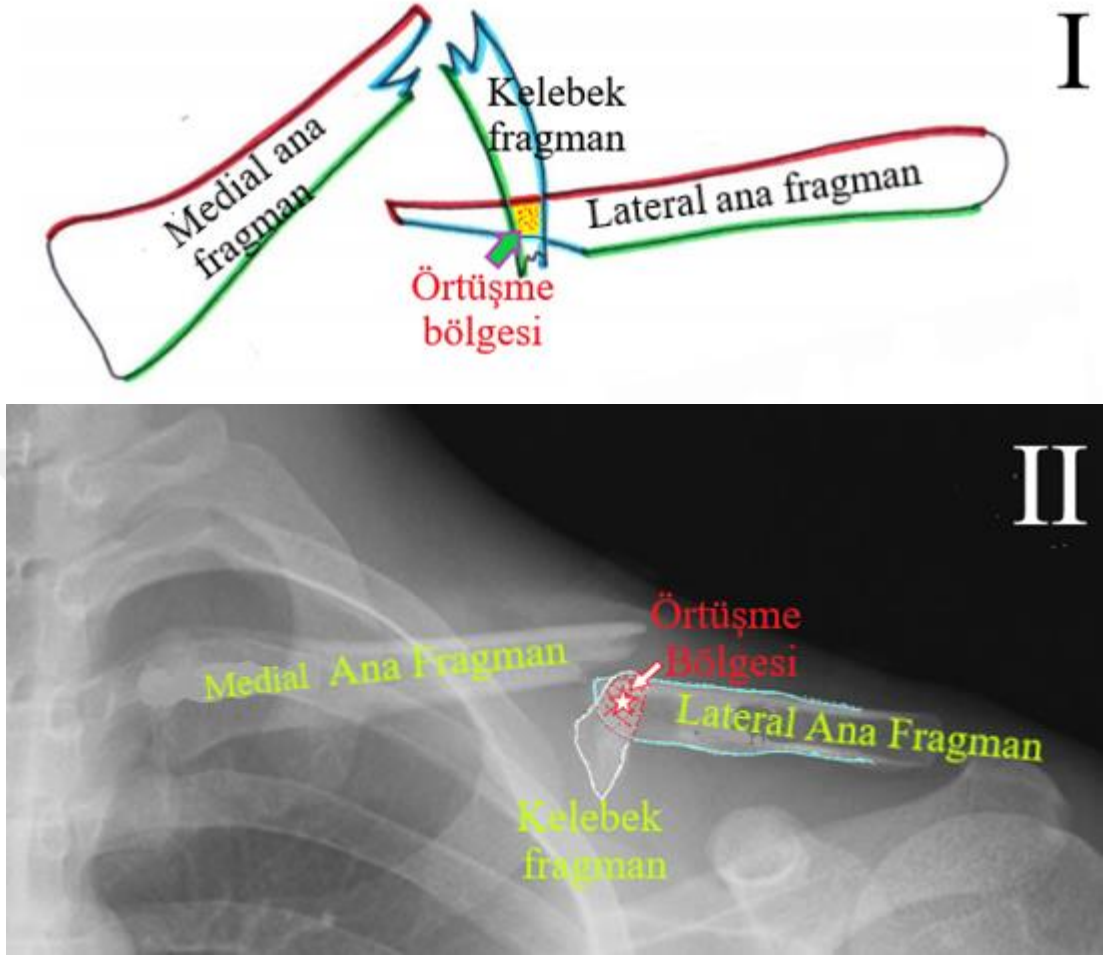
Kelebek fragman hacminin en fazla yer kapladığı bölge belirlenerek kelebek fragmanın konumu olarak kayıt altına alındı (Şekil 3.29.).



Şekil 3.29. Kelebek fragman konumunun belirlenmesi. İlk şekilde; kelebek fragman B ve D bölgesinde bulunmakla birlikte fragmanın B bölgesindeki hacmi (V_1), D bölgesindeki hacminden (V_2) fazla olduğu ($V_1 > V_2$) için kelebek fragman konumu B bölgesidir ($V_1 > V_2$). Radyografide; kelebek fragman A ve C bölgesinde bulunmakla birlikte fragmanın C bölgesindeki hacmi (V_4), A bölgesindeki hacminden (V_3) fazla olduğu için kelebek fragman konumu C bölgesidir ($V_4 > V_3$).

vii) Kelebek Fragman Örtüşme Miktarı

Kelebek fragman örtüşme miktarı; AP grafide kelebek fragmanın ana fragmanlarla üstüste görünüm veren (örtüşen) bölge alanı olarak tanımlandı. Kelebek fragman ana fragmanlarla örtüşmüyorsa örtüşme yok (0) , ana fragmanlardan bir tanesi ile örtüşüyorsa tek örtüşme var (1), her iki ana fragmanla da örtüşüyorsa çift örtüşme var (2) şeklinde kategorize edildi (Şekil 3.30.).



Şekil 3.30. Kelebek fragman örtüşme miktarı ölçümü. Hem şekil ve hem radyografide kelebek fragman sadece lateral ana fragmanla örtüştüğü için tek örtüşme var (1) kategorisine girmektedir.

Radyolojik parametreler 3 farklı ortopedik cerrah tarafınca ilk başvuru grafisinde ölçüldükten sonra ortalama değer alınmak suretiyle kaydedildi. Sayısal parametrelerin aritmetik ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri , kategorik parametrelerin frekans ve yüzde dağılımı saptandı (Tablo 3.3.).

Tablo 3.3. Ölçülen parametrelerin ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri, kategorik parametrelerin frekans ve yüzde dağılımı

Ölçümler	Ortalama değer	Standart sapma	Minimum değer	Maximum değer
Dikey ötelenme-yer miktarı(%)	125,0%	±27,36%	83,0%	193,0%
Kısalma Miktarı (Mm)	18,37mm	±9,04mm	3,00mm	42,90mm
Klavikula Açısı (Derece)	11,27°	±6,75°	1,00°	27,00°
Kelebek Fragman Uzunluğu (Mm)	21,72mm	±8,38mm	12,00mm	47,20mm
KelebekFragman Açısı (Derece)	50,18°	±24,46°	5,00°	90,00°
	Alt Gruplar	Hasta Sayısı(n:31)	Hasta Grubundaki Yüzdesi	
Kelebek Fragman Konumu	A	12/31	38,7%	
	B	10/31	32,3%	
	C	6/31	19,4%	
	D	3/31	9,6%	
Kelebek Fragman Örtüşme Miktarı	0 (örtüşme yok)	2/31	6,5%	
	1 (tek örtüşme var)	20/31	64,5%	
	2 (çift örtüşme var)	9/31	29%	

Haftalık Modifiye-RUSC skor değerleri arasındaki farklılığa sebebiyet veren faktörlerin ve gecikmiş kaynama/kaynamama ile ilişkili faktörlerin anlaşılması için istatistiksel analiz bölümüne geçildi.

3.4. İstatiksel Analiz Yöntemi

Hastalardan elde edilen radyolojik parametreler (dikey ötelenme miktarı, kısalma miktarı, klavikula açısı, fragman uzunluğu, fragman açısı, fragman konumu, fragman örtüşme miktarı) ve demografik (yaş, cinsiyet, tedavi şekli, ek patoloji durumu, travma şekli) faktörlerin verileri kodlanarak bilgisayar programına aktarıldı. İstatistiksel değerlendirme için SPSS (Statistical Package for Social Science, Chicago, II, USA) 22.0 Windows paket programı kullanıldı ve 0,05'ten küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistiksel analiz sonucunda; değerlendirilme yapılan haftada kaynama miktarlarına göre farklılık yaratan ve/veya kaynama miktarı ile ilişkili olduğu gösterilen demografik faktörler ile radyolojik parametrelerin belirlenmesi, belirlenen faktörlerin kaynama miktarı üzerindeki etkisinin (etkinlik düzeylerinin) anlaşılması ve karşılaştırılması, kaynama patolojisi (kaynamama ve gecikmiş kaynama) görülen hasta gruplarının belirlenmesi, hangi faktörlerin kaynama patolojisi riski ile ilişkili olduğunun anlaşılması, kaynama patolojisi ile ilişkisi olduğu gösterilen parametrelerin eşik değerlerinin belirlenmesi planlandı.

Haftalara göre ortalama M-RUSC değerlerinin farklılığının/farklılaşmasının incelenmesinde Friedman analizi ve ikili testi için Wilcoxon analizi uygulandı.

Haftalara göre sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Yaş dışındaki demografik (kategorik veriler) ve kategorik radyolojik faktörlere (fragman konumu, fragman örtüşme miktarı) göre kaynama miktarının farklılaşp farklılaşmadığını değerlendirmek için Mann-Whitney U testi (iki grup arasında) ve Kruskal Wallis testi (ikiden fazla grup arasında) kullanıldı. Değerlendirme yapılan her hafta, hastalar kaynama miktarlarına (M RUSC değerlerine) göre ayrılarak gruplar oluşturuldu. Gruplar arasında kantitatif verileri (yaş ve sürekli radyolojik parametreler) karşılaştırmak için Kruskal-Wallis testi veya ANOVA testi kullanıldı. Hangi testin kullanılacağına normal dağılım uygunluğuna göre karar verildi. ANOVA testi anlamlı ise ikili karşılaştırma için Bonferroni testi ile post hoc analizi yapıldı. ANOVA testinde homojenlik sorunu var ise Welch testi yapıldı. Kruskal-Wallis testi anlamlı ise ikili karşılaştırma için Bonferroni-Dunn

yöntemiyle post hoc analizi yapıldı. Sürekli değişkenler (kaynama miktarı, yaş, kategorik olmayan radyolojik parametreler) arasındaki ilişkiler Spearman'ın korelasyon analizi ile analiz edildi. Analiz yapılan haftaya göre kaynama miktarı ile ilişkisi olduğu gösterilen ve/veya kaynama miktarına göre hasta grupları arasında farklılık gösteren faktörlerin kaynama miktarını etkileyip etkilemediğini anlayabilmek için lineer regresyon analizi yapıldı.

Hangi faktörlerin gecikmiş kaynama ve/veya kaynamamaya sebep olduğunu anlamak için hastalar; kırığı kaynamış,, gecikmiş kaynama görülen, kaynamama görülen hasta grubu olarak üçe ayrıldı. Gruplar arasında farklılık yaratan faktörleri belirlemek için kategorik değişkenlerde (yaş dışı demografik veriler, fragman konumu, fragman örtüşme miktarı) Pearson ki-kare testi, sürekli değişkenlerde (yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametreler) ise dağılım normalliğine göre ANOVA veya Kruskal-Wallis testi uygulandı. Gruplar arasında farklılık gösterdiği tespit edilen parametrelerin, konservatif tedavi ile kaynamış bir kırık yerine gecikmiş kaynama veya kaynamama görülme riskini ne kadar arttırdığını anlayabilmek için çok terimli (Multivariate) logistik regresyon analizi uygulandı.

Gecikmiş kaynama ve/veya kaynamama riskini arttırdığı saptanan parametrelerin eşik değerlerinin tespit edilmesi için ROC (Receiver-Operating Characteristic) analizi kullanıldı. Tüm eşik değerlerine ait hassasiyet (gecikmiş kaynama yaşayan hasta grubu içerisinde seçilen bir hastanın parametre değerinin, eşik değerinden fazla olma ihtimali) ve özgüllük (klavikula kırıkları için beklenen kaynama süresi içerisinde iyileşmiş hasta grubu içerisinde seçilen bir hastanın parametre değerinin, eşik değerinden düşük olma ihtimali) değerleri hesaplandı. Hassaslık ve özgüllük miktarlarının birbirine en yakın olduğu olası eşik değer, *parametre eşik değeri* olarak tanımlandı. Eşik değerinin tespit doğrulama gücü (herhangi bir hastanın bilinen parametre değerinin eşik değer altında veya üstünde olmasına göre hastanın kaynama gecikmesi yaşayıp yaşayamayacağını doğru tahmin edebilme yüzdesi) hassaslık ve özgüllük miktarları üzerinden hesaplandı. (Tespit doğrulama gücü ne kadar yüksek ise eşik değerinin güvenilirliği o kadar yükselir (183).)

(Buradan sonraki bölümlerde istatistiksel analiz ile ilgili kısımlar 10 punto ile yazılmıştır.)

4. BULGULAR VE SONUÇLAR

● 4.1. Kaynamama/Kaynama Gecikmesi Yaşayan Hastaların Haftalık M-RUSC Değerlerine Göre Tespiti

Hastaların haftalara göre ortalama ve standart sapma M-RUSC değerleri hesaplandıktan sonra aşağıdaki tabloda veri halinde getirildi.

Tablo 4.1. Haftalara Göre M-RUSC Skor Ortalamaları

	Ortalama m RUSC değeri	Standart sapma
Başlangıç Haftası	2,00	0,01
4.Hafta	2,62	0,65
8.Hafta	3,77	1,08
12. Hafta	4,58	1,38
24.hafta	6,19	1,77

Başlangıçta tüm hastaların M-RUSC skoru 2’ydi. Çalışmada hastaların ortalama M-RUSC skorlarının haftalara göre değişimleri incelendiğinde, ortalama değişim skor miktarlarının çalışma haftalarına göre farklılık gösterdiği ve her haftada değerlendirme yapılan bir önceki haftaya göre artış gösterdiği tespit edildi. (Skorlama yapılan her hafta için hastaların aldığı m RUSC skorları wilcoxon analizi ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede farklılık olduğu saptandı.) 0-4. hafta arası ortalama M-RUSC skor farkının 4-8. , 8-12. ve 12-24. hafta aralıkları arasındaki ortalama M-RUSC skor farklarına göre daha düşük düzeylerde olduğu tespit edildi.

Haftalık radyografi ölçümleri sonrası saptanan M-RUSC puanları ve bu puanlara sahip hastaların sayısı ve çalışma grubu içindeki yüzdesi tablo 4.2.’de gösterildi.

Tablo 4.2. Haftalara Göre Hastaların M-RUSC Skorlarının Dağılımı ve Oranı

S.S: Standart sapma, **Bold karakter: Kaynamama**, *İtalik karakter: Gecikmiş kaynama için kullanıldı.*

Hastaların haftalara göre M- RUSC dağılımı ve oranı	Haftalar için M-RUSC skorları	Hasta Sayısı	Toplam hasta sayısı içindeki yüzdesi
4.hafta (Ortalama±S.S. M-RUSC Skoru: 2,62±0,65)	2	15	48,4%
	3	13	41,9%
	4	3	9,7%
8.hafta (Ortalama±S.S. M-RUSC Skoru: 3,77±1,08)	2	2	6,5%
	3	14	45,2%
	4	6	19,4%
	5	7	22,6%
	6	2	6,5%
12. hafta (Ortalama±S.S. M-RUSC Skoru: 4,58±1,38)	2	2	6,5%
	3	2+4	6,5% +12,9%
	4	8+2	25,8% +6,5%
	6	11	35,5%
	7	2	6,5%
24.hafta (Ortalama±S.S. M-RUSC Skoru: 6,19±1,77)	2	1	3,2%
	3	1	3,2%
	4	6	19,4%
	5	2	6,5%
	6	7	22,6%
	7	1+1	3,2%+3,2%
	8	12	38,7%

Tablo 4.2.'ye göre; normal, beklenen süre içerisinde kırık kaynaması görülen klavikula cisim kırıklı hastalar on ikinci hafta değerlendirilmesinde M-RUSC skoru 6 ve üzerinde olan hastalardı. Beklenen sürede kırık kaynaması görülen hasta sayısının 13 olduğu ve bu grubun hastaların %41,9'nu oluşturduğu tespit edildi. Bu hastalar tablo üzerinde on ikinci ve yirmi dördüncü hafta bölmelerinde normal yazım karakterinde gösterildi.

Gecikmiş kaynama görülen hastalar ise on ikinci hafta değerlendirmesinde M-RUSC skoru 3 ve 4, yirmi dördüncü hafta değerlendirilmesinde M-RUSC skoru 5,

6 ve 7 olan hastalardı. Gecikmiş kaynama görülen hasta sayısının 10 ve tüm hastalar içerisindeki oranının %32,3 olduğu tespit edildi. Tablo üzerinde italik karakterde ve vurgu rengi ile gösterildi.

Kaynamama görülen hastalar yirmi dördüncü haftada değerlendirilmesinde M-RUSC skoru 2, 3 ve 4 olan hastalardı. Yirmi dördüncü haftada M-RUSC skoru 4 olan hastaların hiçbirinde köprüleşmiş kallus dokusu saptanmadı. Kaynamama görülen hasta sayısının 8 ve tüm hastalar içerisindeki oranının %25,8 olduğu tespit edildi. Bu hastalar tablo üzerinde on iki ve yirmi dördüncü hafta bölümünde bold yazım karakteri ile gösterildi.



4.2. Radyolojik Parametrelerin - Demografik Faktörlerin Kaynama Miktarı İle İlişkisinin ve Kaynama Miktarı Üzerine Etkisinin Tespiti

4.2.1. Dördüncü Hafta Bulguları-Sonuçları

Dördüncü hafta için; hastaların yaş dışı demografik faktörlere ve kategorik radyolojik parametrelere göre kaynama miktarlarının (M-RUSC skorları) farklılaşmasını değerlendirmek amacıyla Mann whitney U testi ile Kruskal Wallis testi uygulandı ve sonuçlar kayıt altına alındı. Ek travma çeşitliliğinin fazla olmasına bağlı olarak ek travma çeşidine göre oluşturulmuş hasta gruplarındaki kişi sayısı yetersiz olacağından ek travması olanlar ve olmayanlar olarak tüm haftalarda iki grup arasında değerlendirme yapıldı. Aynı sebepten dolayı travma şekli de araç dışı trafik kazası, araç içi trafik kazası ve düşme olarak sınıflandırıldı.

Analiz sonucunda dördüncü hafta için yaş dışı demografik faktörlere ve kategorik radyolojik parametrelere bağlı olarak kaynama miktarlarının belirgin farklılık göstermediği-değişmediği saptandı (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Dördüncü haftada yaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

Dördüncü Hafta		Hasta Sayısı	Ortalama±S.S/ Ortanca değer	Minumum-Maksimum Değer	p değeri
1)Cinsiyet*	Erkek	29	2.58±0.68	2.00-4.00	0,285
	Kadın	2	3±0	3.00-3.00	
2-)Taraf*	Sağ	11	2.63±0.8	2.00-4.00	0,927
	Sol	20	2,60±0,59	2.00-4.00	
3-)Tedavi Şekli*	Kol Askısı	12	2.41±0.51	2.00-3.00	0,242
	F-8 Bandaj	19	2.73±0.73	2.00-4.00	
4-)Ek Travma*	Var	15	2,56±0,72	2.00-4.00	0,539
	Yok	16	2,66±0.61	2.00-4.00	
5-)Travma şekli**	ADTK	16	2,00	2.00-4.00	0,269
	AİTK	6	3,00	2.00-4.00	
	Düşme	9	2,00	2.00-3.00	
7f-)Fragman Konumu**	A	12	3,00	2,00-3,00	0,853
	B	10	2,50	2,00-4,00	
	C	6	2,50	2,00-4,00	
	D	3	2,00	2,00-3,00	
7g-)Fragman örtüşme miktarı**	0	2	3,00	2,00-4,00	0,863
	1	20	3,00	2,00-4,00	
	2	9	3,00	2,00-3,00	

*Mann whitney u testi uygulanmıştır.**Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. S.S:Standart sapma

Yaş ve kırığın kategorik olmayan radyolojik özelliklerinin (radyolojik parametreler) kaynama miktarları ile ilişkisinin değerlendirmek için Spearman korelasyon analizi ile yapıldı. Kaynama miktarlarına göre hastalar gruplara (M RUSC skoru; 2 olan hasta grubu: grup 1, 3 olan hasta grubu: grup 2, 4 olan hasta grubu: grup 3 olarak ayrıştırıldı.) ayrılarak kaynama miktarları farklılaşmasına neden olan faktörlerin anlaşılması amacıyla gruplar arasında ANOVA ve Kruskal Wallis testi yapıldı (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Dördüncü hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

Dördüncü Hafta		M-RUSC skoru 2 olan hasta grubu (grup1)	M-RUSC skoru 3 olan hasta grubu (grup2)	M-RUSC skoru 4 olan hasta grubu (grup 3)	ANOVA/ Kruskal Wallis testi sonucu p değeri	Korelasyon Analizi p değeri
6-)Yaş (ortalama/ortanca değer/yaş aralığı)		48,85±12,84 52,2(27-67)	41,85±11,62 41,5(22-74)	27±10,39 21(21-39)	0,025 (β :0,037, Θ :0,032)	0,009 (r:-0,462)
7-) Radyolojik parametreler (Ortalma değer /ortanca değer/değer aralığı)	a.Dikey Ötelenme Miktarı	144,64±23,02 137 (114-193)	113,35±19,6 110 (82-145)	92,33±6,65 94 (85-98)	<0,001 (α:0,001, β: 0,001)	0,001 (r:-0,673)
	b.Kısalma miktarı	22,66±8,67 22,85 (10,5-42,9)	14,75±8,87 14,6 (3-27,1)	16,56±1,3 16,5 (15,3-17,9)	0,059	0,037 (r:-0,37)
	c.Klavikula açısı	10,62±6,62 9,85 (1-27)	12,29±7,3 11,2 (3-24)	9,53±7,0 6 (5-18)	0,742	0,845
	d.Fragman uzunluğu	24,82±9,6 22,4 (14,1-44,2)	18,43±5,59 17 (12,6-35)	16,16±1,02 15,9 (15,3-17,3)	0,075	0,02 (r:-0,416)
	e.Fragman açısı	47,06±24 47,75 (5-87,6)	53,49±25 53,9 (13-90)	49,3±31,9 48,5 (17,8-81,6)	0,795	0,604
Spearman korelasyon analizi ve ANOVA/Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. α : grup 1-2 arası, β : grup 1-3 arası, Θ : grup 2-3 arası karşılaştırma anlamlılık değerleri r değeri: Korelasyon katsayısı						

Kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş hasta grupları arasında sadece dikey ötelenme miktarının farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0,001$). Post hoc analizi sonrasında; üç grup arasında; dikey ötelenme miktarı karşılaştırılırken grup 1 ile sırasıyla grup 2 ($p=0,001$) ve grup 3 ($p=0,001$) arasında fark bulundu. Radyolojik olarak grup 1 ve grup 2-3 arasındaki farklılık kallus oluşup oluşmaması idi. Yapılan korelasyon analizinde kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen parametreler yaş, dikey ötelenme miktarı, kısalma miktarı ve fragman uzunluğu idi. Korelasyon katsayıları (r değeri) sırası ile -0,462, -0,673, -0,37 ve -0,416 olarak saptandı. Korelasyon katsayılarının negatif olması ve 0,30-0,70 aralığında olması bu dört parametrenin kaynama miktarı ile negatif orta düzeyde bir ilişki gösterdiği manasına gelir. Negatif korelasyon ifadesinden; tespit edilen 4 parametrenin birbirinden bağımsız olarak miktarları arttıkça kaynama miktarının azaldığı anlaşılmalıdır. Kısalma miktarı, yaş ve fragman uzunluğu ile kaynama miktarı arasında korelasyon olmasına rağmen, kaynama miktarına göre oluşturulmuş gruplar arasında farklılık saptanmamasının

sebebi örneklem büyüklüğü (hasta sayısı), gruplara hasta sayılarının eşit dağılmaması veya skor değerlerinin farklılaşmaması olabilir. Hasta sayısı artırılması durumunda anlamlı farklılıklar oluşabilir.

İkinci aşamada dördüncü haftada kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen ve/veya kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş hasta grupları arasında farklılık gösteren 4 parametrenin kaynama miktarı üzerine etkisini anlayabilmek amacıyla lineer regresyon analizi uygulandı.

Lineer regresyon analizinde bağımsız değişkenleri (dikey ötelenme miktarı, yaş, kısıalma miktarı, fragman uzunluğu) kullanarak bağımlı değişkeni (kaynama miktarı) tahmin edebilmek amaçlı bir formül oluşturulmaktadır. (Tahmini M-RUSC miktarı= sabit değer+ $\beta_1 \times$ [yüzde cinsinden ötelenme miktarı]+ $\beta_2 \times$ [milimetre cinsinden fragman uzunluğu]+ $\beta_3 \times$ [yaş]+ $\beta_4 \times$ [milimetre cinsinden kısıalma miktarı]) Bu formülde her parametrenin bir β (regresyon katsayı) değeri vardır. Bu değer bize diğer parametrelerin etkisi sabitlendiğinde değerlendirilen parametre değişiminin tahmin değerine olan etkisini göstermektedir. Eğer değerlendirilme yapılan parametre birimleri birbirinden farklı ise bu parametrelerin birim başına kaynama miktarını ne kadar değiştirdiğini kendi aralarında karşılaştırmak için β değeri standartize katsayı haline dönüştürülmüştür.

Standartize β katsayı değeri fazla olan parametre kaynama miktarı üzerinde daha fazla etki göstermektedir. β katsayısının daha büyük hasta gruplarında oluşturabileceği değerler ise %95 güven aralığı olarak verilmiştir. Dördüncü hafta için yapılan lineer regresyon analizi sonuçları tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Dördüncü hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları

Risk Faktörü	Standart dışı katsayılar	Standartize katsayılar	P değeri	β değeri için 95% Güven Aralığı		R ² Değeri
	β değeri	β değeri		Alt	Üst	
Dikey Ötelenme Miktarı	-0,013	-0,543	0,001*	-0,018	-0,008	0,51
Yaş	-0,019	-0,384	0,001*	-0,029	-0,009	0,29
Kısıalma Miktarı	-0,017	-0,228	0,032*	-0,032	-0,002	0,16
Fragman uzunluğu	-0,024	-0,298	0,008*	-0,029	-0,009	0,24
Sabit değer	5,873		0,0001	3,919	5,878	

R değeri: 0,896 Düzeltilmiş R² değeri: 0,715 ANOVA^a p değeri:<0.001

Tahmini M RUSC miktarı = 5,873 + (-0,013 x [yüzde cinsinden dikey ötelenme miktarı]- 0,019x [yaş]- 0,024 x [milimetre cinsinden fragman uzunluğu]- 0,017 x [milimetre cinsinde kısıalma miktarı])

Dördüncü haftada yapılan lineer regresyon analizi sonrası ortaya çıkan tablonun yorumlanması:

Yapılan analiz modelinde değerlendirilen parametrelerden en az birindeki değişim kaynama miktarı üzerinde belirgin etki göstermiştir (ANOVA^a P değeri<0,001). R değeri, bağımsız değişkenlerle oluşturduğumuz kombinasyonun kaynama miktarı ile korelasyonunu, düzeltilmiş R² değeri ise kaynama miktarı içindeki varyasyonun (çeşitliliğin) yüzde kaçının bağımsız değişkenlerle açıklanabileceğini göstermektedir. R değerinin 0,896 saptanması değerlendirilen parametre kombinasyonu ile kaynama miktarı arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu göstermektedir. Dördüncü hafta için kaynama düzeyleri arasındaki fark oluşum nedeninin; %71 oranında, dikey ötelenme miktarı, kısalma miktarı, fragman uzunluğu ve yaş ortak etkisi sonucu olduğu saptandı (Düzeltilmiş R² değeri:0,715). Düzeltilmiş R² değeri 0,30'den büyük olduğu için regresyon geçerlidir. Parametrelerin R² değerlerine tek tek bakıldığında kırık kaynama miktarını; dikey ötelenme miktarının %51, kısalma miktarının %16, yaşın %29, fragman uzunluğunun %24 oranında etkilediği tespit edildi.

Dördüncü hafta için dikey ötelenme miktarının, yaşın, kısalma miktarının ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına belirgin etki ettiği saptandı (p<0,05).

Etki eden parametrelerin β (regresyon katsayısı) değeri negatif olduğu için bu parametre değerlerinin artması ile birlikte kırık kaynama miktarının azalacağı tespit edildi. Standartize β değerlerine göre parametreler azdan çoğa doğru; dikey ötelenme miktarı (-0,543), hasta yaşı (-0,384), fragman uzunluğu (-298) ve kısalma miktarı (-0,228) sırasıyla sıralandığı saptandı. Bu nedenle dikey ötelenme miktarındaki %1'lik artış 1 yaş daha yaşlı olmaya göre, 1 yaş daha yaşlı olmak fragman uzunluğundaki 1 milimetre artışa göre ve fragman uzunluğundaki 1 milimetre artışta kısalma miktarındaki 1 milimetre artışa göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla negatif etki gösterecektir. Bir başka deyişle dördüncü hafta için kaynama miktarı üzerindeki etki gücü çoktan aza doğru; dikey ötelenme miktarı, yaş, fragman uzunluğu ve kısalma miktarı şeklinde sıralanmaktadır.

- **Dördüncü hafta için istatistiksel analiz bulgularının yorumlanması sonrası ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:**

Sonuç 1: Dördüncü haftada dikey ötelenme miktarı, hasta yaşı, kısalma miktarı ve fragman uzunluğu'nun artmasıyla korele olarak kaynama düzeyinin azaldığı tespit edildi.

Sonuç 2: Dördüncü hafta için kırık hattında kallus oluşumu başlayan ve başlamayan hastalar arasında dikey ötelenme miktarı farkı saptanmakla birlikte bu parametre miktarının artmasıyla kallus oluşumu olasılığının azaldığı tespit edildi.

Sonuç 3: Dördüncü hafta için dikey ötelenme miktarının, yaşı, kısalma miktarının ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına negatif etki ettiği saptandı.

Sonuç 4: Dördüncü hafta için kaynama miktarı üzerindeki etki gücüne göre parametreler çoktan aza doğru; dikey ötelenme miktarı, yaş, fragman uzunluğu ve kısalma miktarı sıralamasıyla sıralandığı tespit edildi.

4.2.2. Sekizinci Hafta Bulguları-Sonuçları

Sekizinci hafta için; hastaların yaş dışı demografik faktörlere ve kategorik radyolojik parametrelere göre kaynama miktarlarının (M RUSC skorları) farklılaşmasını değerlendirmek amacıyla Mann whitney U testi veya Kruskal Wallis testi uygulandı ve sonuçlar kayıt altına alındı.

Analiz sonucunda sekizinci hafta için yaş dışı demografik faktörler ile kategorik radyolojik parametrelere bağlı olarak kaynama miktarlarının belirgin farklılık göstermediği ve değişmediği saptandı (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Sekizinci haftada yaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

Sekizinci Hafta		Hasta Sayısı	Ortalama±S.S/ Ortanca değer	Minumum-Maksimum Değer	P değeri
1)Cinsiyet*	Erkek	29	3.75±1,09	2.00-6.00	0,765
	Kadın	2	4,0±1,41	3.00-5.00	
2-)Taraf*	Sağ	11	3.81±1.16	2.00-6.00	0,844
	Sol	20	3,75±1,06	2.00-6.00	
3-)Tedavi Şekli*	Kol Askısı	12	3,58±1,16	2.00-5.00	0,439
	F-8 Bandaj	19	3,89±1,04	3.00-6.00	
4-)Ek Travma*	Var	15	3,87±1,08	2,00-6.00	0,530
	Yok	16	3,66±1,11	2.00-6.00	
5-)Travma şekli**	ADTK	16	3,50	4.00-6.00	0,738
	AİTK	6	4,00	3.00-5.00	
	Düşme	9	3,00	2.00-5.00	
7f-)Fragman Konumu**	A	12	4,00	2,00-5,00	0,568
	B	10	3,50	3,00-6,00	
	C	6	3,00	2,00-5,00	
	D	3	3,00	3,00-4,00	
7g-)Fragman örtüşme miktarı**	0	2	4,00	3,00-5,00	0,607
	1	20	3,00	2,00-6,00	
	2	9	4,00	2,00-5,00	

*Mann whitney u testi uygulanmıştır.**Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. S.S:Standart sapma

Yaş ve kırığın kategorik olmayan radyolojik özelliklerinin (radyolojik parametreler) kaynama miktarları ile ilişkisinin değerlendirmek için Spearman korelasyon analizi ile yapıldı. Kaynama miktarına göre gruplandırma aşamasında; gruplarındaki hasta sayıları 3'ten az olan gruplar (M-RUSC skoru 2 ve 6 olan hasta grupları) en az fark olan M-RUSC gruplarına aktarıldı. Böylelikle analizin daha sağlıklı yapılması sağlandı. Kaynama miktarlarına göre hastalar gruplara (M-RUSC skoru; 2-3 olan hasta grubu: grup 1, 4 olan hasta grubu: grup 2, 5-6 olan hasta grubu: grup 3 olarak ayrıştırıldı.) ayrılarak kaynama miktarları farklılaşmasına neden olan faktörlerin anlaşılması amacıyla gruplar arasında ANOVA veya Kruskal Wallis testi yapıldı (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Sekizinci hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

Sekizinci Hafta		M-RUSC skoru 2-3 olan hasta grubu (grup1)	M-RUSC skoru 4 olan hasta grubu (grup2)	M-RUSC skoru 5-6 olan hasta grubu (grup 3)	ANOVA/ Kruskal Wallis testii sonucu p değeri	Korelasyon Analizi p değeri
6-)Yaş (ortalama/ortanca değer/yaş aralığı)		42,75±12,59 42(22-61)	50,8±11,96 48(39-67)	41,3±15,26 42(21-74)	0,41	0,944
7-) Radyolojik parametreler (Ortalma değer /ortanca değer/değer aralığı)	a.Dikey Ötelenme Miktarı	143,8±22,48 137 (102-193)	111,6±23,97 124 (82-136)	103±11,52 111 (85-123)	<0,001 (α :0,011, β :<0,001)	0,0001 (r :-0,792)
	b.Kısalma miktarı	18,58±10,77 16,9 (5-42,9)	15,12±10,3 19,9 (3-24,3)	20,05±4,83 18,4 (13,4-27,1)	0,624	0,744
	c.Klavikula açısı	11,36±7,1 11,25 (1-27)	12,18±6,75 12,4 (3-22)	10,67±6,89 8,3 (3-24)	0,924	0,784
	d.Fragman uzunluğu	23,02±9,43 18,9 (12,6-43,2)	26,1±5,55 22,9 (22-35)	15,49±1,22 15,45 (13,3-17,3)	0,001 (β : 0,002, Θ : 0,002)	0,01 (r :-0,462)
	e.Fragman açısı	50,96±27,07 55,15 (5-87,6)	54,2±22,1 50 (35-90)	46,9±23,13 46 (13-81,6)	0,857	0,883
Spearman korelasyon analizi ve ANOVA/Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. α : grup 1-2 arası, β : grup 1-3 arası, Θ : grup 2-3 arası karşılaştırma anlamlılık değerleri r değeri: Korelasyon katsayısı						

Kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş hasta gruplarından en az ikisi arasında fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarının farklılık gösterdiği tespit edildi ($p=0,001/p<0,001$). Post hoc analizi sonrasında; üç grup arasında; dikey ötelenme miktarı karşılaştırılırken grup 1 ile sırasıyla grup 2 ($p=0,011$) ve grup 3 ($p<0,001$) arasında, fragman uzunlukları karşılaştırılırken grup 3 ile sırasıyla grup 1 ($p=0,002$) ve grup 2 ($p=0,002$) arasında fark bulundu. Radyolojik olarak grup 1 ve grup 3 arasındaki farklılık köprüleşmiş kallus dokusunun oluşup oluşmaması idi. Yapılan korelasyon analizinde kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen parametreler fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarı idi. Korelasyon katsayıları (r değeri) sırası ile -0,792, -0,462 olarak saptandı. Korelasyon katsayılarının negatif olması ve 0,3-0,89 aralığında olması bu iki parametrenin kaynama miktarı ile negatif orta ve yüksek düzeyde bir ilişki gösterdiği manasına gelir.

İkinci aşamada sekizinci haftada kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen ve kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş hasta grupları arasında farklılık gösteren 2 parametrenin kaynama miktarı üzerine etkisini anlayabilmek amacıyla lineer regresyon analizi uygulandı (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. Sekizinci hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları

Risk Faktörü	Standart dışı katsayılar	Standartize katsayılar	P değeri	B değeri için 95% Güven Aralığı		R ² Değeri
	B değeri	B değeri		Alt	Üst	
Dikey Ötelenme Miktarı	-0,028	-0,699	0,001	-0,037	-0,018	0,55
Fragman uzunluğu	-0,032	-0,242	0,049	-0,065	-0,001	0,13
Sabit değer	7,798		0,0001	6,640	9,050	

R değeri:0,801 Düzeltilmiş R² değeri:0,614 ANOVA^a p değeri: <0.001

Tahmini m RUSC miktarı = 7,798 + (-0,028 x [yüzde cinsinden dikey ötelenme yer değiştirme oranı]- 0,032x[fragman uzunluğu])

Lineer regresyon analizi sonrası ortaya çıkan tablonun yorumlanması:

Yapılan analiz modelinde değerlendirilen parametrelerden en az birindeki değişim kaynama miktarı üzerinde belirgin etki göstermiştir (ANOVA^a P değeri<0,001). R değerinin 0,801 saptanması değerlendirilen parametre kombinasyonu ile kaynama miktarı arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu göstermektedir. Sekizinci hafta için kırıkların kaynama düzeyleri arasındaki fark oluşumu nedeninin; %61 oranında, dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun ortak etkisi sonucu oluştuğu saptandı. (Düzeltilmiş R² değeri:0,614) Düzeltilmiş R² değeri 0,30'den büyük olduğu için regresyon geçerlidir. Parametrelerin R² değerlerine tek tek bakıldığında kırık kaynama miktarını; dikey ötelenme miktarı %55, fragman uzunluğunun %13 oranında etkilediği tespit edildi.

Sekizinci hafta için dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına belirgin etki gösterdiği (p<0,05) saptandı. Dikey ötelenme miktarının standartize β değeri (-0,699) fragman uzunluğu parametresinin standartize β değerinden (-0,242) daha küçük olduğu saptandı. Bu nedenle dikey ötelenme miktarındaki %1'lik artış, 1 milimetre fragman uzunluğu artışına göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla negatif etki gösterecektir. Bir başka deyişle dikey ötelenme miktarı fragman uzunluğuna göre kaynama düzeyi üzerinde daha fazla etki gücüne sahiptir.

- **Sekizinci hafta için istatistiksel analiz bulgularının yorumlanması sonrası ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:**

Sonuç 1: Sekizinci haftada dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğu'nun artmasıyla korele olarak kaynama miktarının düzeyinin azaldığı tespit edildi.

Sonuç 2: Sekizinci hafta için kırık uçları arasında belirgin köprüleşmiş kallus oluşumu görülen ve görülmeyen hastalar arasında fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarı açısından farklılık saptanmakla birlikte bu parametre miktarlarının artışıyla köprüleşmiş kallus görülme olasılığının azaldığı tespit edildi.

Sonuç 3: Sekizinci hafta için dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına negatif etki ettiği saptandı.

Sonuç 4: Sekizinci hafta için dikey ötelenme miktarının, fragman uzunluğuna göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla etki ettiği tespit edildi.

4.2.3. Onikinci Hafta Sonuçları

On ikinci hafta için; hastaların yaş dışı demografik faktörlere ve kategorik radyolojik parametrelere göre kaynama miktarlarının (M RUSC skorları) farklılaşmasını değerlendirmek amacıyla Mann whitney U testi ve Kruskal Wallis testi uygulandı, sonuçlar kayıt altına alındı.

Analiz sonucunda on ikinci hafta için yaş dışı demografik faktörler ile kategorik radyolojik parametrelere bağlı olarak kaynama miktarlarının belirgin farklılık göstermediği ve değişmediği saptandı (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. On ikinci haftada yaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

On ikinci Hafta		Hasta Sayısı	Ortalama±S.S/ Ortanca değer	Minumum- Maksimum Değer	P değeri
1)Cinsiyet*	Erkek	29	4,48±1,47	2.00-7.00	0,179
	Kadın	2	6±0	6.00-6.00	
2-)Taraf*	Sağ	11	4,72±1,55	2.00-7.00	0,620
	Sol	20	4,5±1,46	3.00-6.00	
3-)Tedavi Şekli*	Kol Askısı	12	4,41±1,56	2.00-6.00	0,687
	F-8 Bandaj	19	4,68±1,45	3.00-7.00	
4-)Ek Travma*	Var	15	4,62±1,50	2.00-7.00	0,869
	Yok	16	4,53±1,50	2.00-7.00	
5-)Travma şekli**	ADTK	16	4,00	2.00-7.00	0,494
	AİTK	6	6,00	3.00-6.00	
	Düşme	9	4,00	2.00-6.00	
7f-)Fragman Konumu**	A	12	5,00	2,00-6,00	0,465
	B	10	4,00	3,00-7,00	
	C	6	3,50	2,00-6,00	
	D	3	3,00	3,00-6,00	
7g-)Fragman örtüşme miktarı**	0	2	4,50	3,00-6,00	0,859
	1	20	4,00	2,00-7,00	
	2	9	4,00	2,00-6,00	

*Mann whitney u testi uygulanmıştır. **Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. S.S:Standart sapma

Yaş ve kırığın kategorik olmayan radyolojik özelliklerinin (radyolojik parametreler) kaynama miktarları ile ilişkisini değerlendirmek için Spearman korelasyon analizi ile yapıldı. Kaynama miktarına göre gruplandırma aşamasında; grubundaki hasta sayısı 3'ten az olan hasta grupları (M-RUSC skoru 2 ve 7 olan hasta grupları) en az fark olan M RUSC grubuna aktarıldı. Böylelikle analizin daha sağlıklı yapılması sağlandı. Kaynama miktarlarına göre hastalar gruplara (M-RUSC skoru; 2-3 olan hasta grubu: grup 1, 4 olan hasta grubu: grup 2, 6-7 olan hasta grubu: grup 3 olarak ayrıştırıldı.) ayrılarak kaynama miktarları farklılaşmasına neden olan faktörlerin anlaşılması amacıyla gruplar arasında ANOVA veya Kruskal Wallis testi yapıldı (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. On ikinci hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

On ikinci Hafta		M-RUSC skoru 2-3 olan hasta grubu (grup1)	M-RUSC skoru 4 olan hasta grubu (grup2)	M-RUSC skoru 6-7 olan hasta grubu (grup 3)	ANOVA/ Kruskal Wallis testi sonucu p değeri	Korelasyon Analizi p değeri
6-)Yaş (ortalama/ortanca değer/yaş aralığı)		43,75±13,98 44,5(22-61)	46,5±13,91 47,5(22-6)	41,2±13,2 42(21-74)	0,66	0,533
7-) Radyolojik parametreler (Ortalma değer /ortanca değer/değer aralığı)	a.Dikey Ötelenme Miktarı	155,1±24,4 152 (126-193)	127,9±12,7 128 (102-146)	105,3±19,2 99 (82-145)	<0,001 (α :0,045, β : 0,001 Θ : 0,009)	0,0001 (r :-0,735)
	b.Kısalma miktarı	20,47±8,48 20,1 (10,5-36,4)	18,91±11,1 19,4 (5-42,9)	16,96±8,0 17,6 (3-27,1)	0,694	0,511
	c.Klavikula açısı	10,54±8,53 8,05 (1-27)	11,29±5,3 11,50 (3-21)	11,7±7,2 9,2 (3-24)	0,935	0,745
	d.Fragman uzunluğu	28,96±10,21 27,3 (16,9-44,2)	18,94±4,12 18,4 (14,1-27,3)	17,9±5,89 15,5 (12,6-35)	0,010 (α :0,026, β : 0,006)	0,001 (r :-0,548)
	e.Fragman açısı	45,66±27,95 40,75 (5,0-87,6)	52,09±21,9 57,75 (12-75,8)	51,5±25,7 46,5 (13-90)	0,840	0,631
Spearman korelasyon analizi ve ANOVA/Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. α : grup 1-2 arası, β : grup 1-3 arası, Θ : grup 2-3 arası karşılaştırma anlamlılık değerleri r değeri: Korelasyon katsayısı						

Kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş gruplarından en az ikisi arasında fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarının farklılık gösterdiği tespit edildi. ($p=0,01/p<0,001$) Post hoc analizi sonucunda; üç grup arasında; dikey ötelenme miktarı karşılaştırılırken grup 3 ile sırasıyla grup 2 ($p=0,009$) ve grup 1 ($p=0,001$) arasında, fragman uzunlukları karşılaştırılırken grup 1 ile grup 3 ($p=0,006$) arasında fark bulundu. Radyolojik olarak grup 1 ile grup 3 arasındaki farklılık köprüleşmiş kallus dokusunun oluşup oluşmaması idi. Yapılan korelasyon analizinde kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen parametreler fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarı idi. Korelasyon katsayıları (r değeri) sırası ile -0,735, -0,548 olarak saptandı. Korelasyon katsayılarının negatif olması ve 0,3-0,7 aralığında olması bu iki parametrenin kaynama miktarı ile negatif orta-yüksek düzeyde bir ilişki gösterdiği manasına gelir.

İkinci aşamada on ikinci haftada kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen ve kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş hasta grupları arasında farklılık gösteren 2 parametrenin kaynama miktarı üzerine etkisini anlayabilmek amacıyla lineer regresyon analizi uygulandı (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. On ikinci hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları

Risk Faktörü	Standart dışı katsayılar	Standartize katsayılar	P değeri	β değeri için 95% Güven Aralığı		R ² Değeri
	β değeri	β değeri		Alt	Üst	
Dikey Ötelenme Miktarı	-0,037	-0,684	0,001	-0,049	-0,025	0,59
Fragman uzunluğu	-0,057	-0,315	0,008	-0,099	-0,016	0,22
Sabit değer	10,244		0,0001	8,761	11,843	

R değeri:0,827 Düzeltilmiş R² değeri:0,661 ANOVA^a değeri:<0.001

Tahmini m RUSC miktarı = 10,244 + (-0,037 x [yüzde cinsinden dikey ötelenme miktarı] - 0,057 x [fragman uzunluğu])

Lineer regresyon analizi sonrası ortaya çıkan tablonun yorumlanması:

Yapılan analiz modelinde değerlendirilen parametrelerden en az birindeki değişim kaynama miktarı üzerinde belirgin etki göstermiştir.(ANOVA^a P değeri<0,001) R değerinin 0,827 saptanması değerlendirilen parametre kombinasyonu ile kaynama miktarı arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu göstermektedir. On ikinci hafta için kırıkların kaynama düzeyleri arasındaki fark oluşum nedeninin; %66 oranında, dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun ortak etkisi sonucu olduğu saptandı (Düzeltilmiş R² değeri:0,661). Düzeltilmiş R² değeri 0,30'den büyük olduğu için regresyon geçerlidir. Parametrelerin R² değerlerine tek tek bakıldığında kırık kaynama miktarını; dikey ötelenme miktarının %59, fragman uzunluğunun %22 oranında etkilediği tespit edildi.

On ikinci hafta için dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına belirgin etki gösterdiği (p<0,05) saptandı. Dikey ötelenme miktarının standartize β değeri (-0,684) fragman uzunluğu parametresinin standartize β değerinden (-0,315) daha küçük olduğu saptandı. Bu nedenle dikey ötelenme miktarındaki %1'lik artış, 1 milimetre fragman uzunluğundaki artışa göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla negatif etki gösterecektir. Bir başka deyişle dikey ötelenme miktarı fragman uzunluğuna göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla etki gücüne sahiptir.

- **On ikinci haftta için istatiksle analiz bulgularının yorumlanması sonra ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:**

Sonuç 1: On ikinci haftada dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun artmasıyla korele olarak kaynama düzeyinin azaldığı tespit edildi.

Sonuç 2: On ikinci hafta hafta için kırık uçları arasında belirgin köprüleşmiş kallus oluşumu görülen ve görülmeyen hastalar arasında fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarı açısından farklılık saptanmakla birlikte bu parametre miktarlarının artışıyla köprüleşmiş kallus görülme olasılığının azaldığı tespit edildi.

Sonuç 3: On ikinci hafta için dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına negatif etki ettiği saptandı.

Sonuç 4: On ikinci hafta için dikey ötelenme miktarının, fragman uzunluğuna göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla etki ettiği tespit edildi.

4.2.4. Yirmidördüncü Hafta Sonuçları

Yirmi dördüncü hafta için; hastaların yaş dışı demografik faktörlere ve kategorik radyolojik parametrelere göre kaynama miktarlarının (M RUSC skorları) farklılaşmasını değerlendirmek amacıyla Mann whitney U testi ve Kruskal Wallis testi uygulandı, sonuçlar kayıt altına alındı.

Analiz sonucunda yirmi dördüncü hafta için yaş dışı demografik faktör ile kategorik radyolojik parametrelere bağlı olarak kaynama miktarlarının belirgin farklılık göstermediği ve değişmediği saptandı (Tablo 4.12.).

Tablo 4.12. Yirmi dördüncü haftayaş dışı demografik faktörlerin ve kategorik radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

Yirmi Dördüncü Hafta		Hasta Sayısı	Ortalama±S.S/Ortanca değer	Minumum-Maksimum Değer	P değeri
1)Cinsiyet*	Erkek	29	6,06±1,85	2,00-8,00	0,315
	Kadın	2	7,50±0,70	7,00-8,00	
2-)Taraf*	Sağ	11	6,27±2,00	2,00-8,00	0,683
	Sol	20	6,10±1,77	3,00-8,00	
3-)Tedavi Şekli*	Kol Askısı	12	5,91±2,06	2,00-8,00	0,627
	F-8 Bandaj	19	6,31±1,7	4,00-8,00	
4-)Ek Travma*	Var	15	6,12±1,82	2,00-8,00	0,951
	Yok	16	6,2±1,82	3,00-8,00	
5-)Travma şekli**	ADTK	16	6,00	3,00-8,00	0,321
	AİTK	6	7,50	5,00-8,00	
	Düşme	9	6,00	2,00-8,00	
7f-)Fragman Konumu**	A	12	6,50	3,00-8,00	0,688
	B	10	6,50	4,00-8,00	
	C	6	5,00	2,00-8,00	
	D	3	5,00	4,00-8,00	
7g-)Fragman örtüşme miktarı**	0	2	6,00	4,00-8,00	0,863
	1	10	6,00	2,00-8,00	
	2	9	7,00	3,00-8,00	

*Mann whitney u testi uygulanmıştır.**Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. S.S:Standart sapma

Yaş ve kırığın kategorik olmayan radyolojik özelliklerinin (radyolojik parametreler) kaynama miktarları ile ilişkisinin değerlendirmek için Spearman korelasyon analizi ile yapıldı. Kaynama miktarına göre gruplandırma aşamasında; grubundaki hasta sayısı 3'ten az olan hasta grupları (M-RUSC skoru 2, 3, 5 ve 7 olan hasta grupları) en az fark olan M-RUSC grubuna aktarıldı. Böylelikle analizin daha sağlıklı yapılması sağlandı. Kaynama miktarlarına göre hastalar gruplara (M-RUSC skoru; 2-3-4 olan hasta grubu: grup 1, 5-6 olan hasta grubu: grup 2, 7-8 olan hasta grubu: grup 3 olarak ayrıştırıldı.) ayrılarak kaynama miktarları farklılaşmasına neden olan faktörlerin anlaşılması amacıyla gruplar arasında ANOVA veya Kruskal Wallis testi yapıldı (Tablo 30).

Tablo 4.13. Yirmi dördüncü hafta için; yaş ve kategorik olmayan radyolojik parametrelerin kaynama miktarı (M-RUSC skoru) ile ilişkisi

Yirmi Dördüncü Hafta		M-RUSC skoru 2-3-4 olan hasta grubu (grup1)	M-RUSC skoru 5-6 olan hasta grubu (grup2)	M-RUSC skoru 7-8 olan hasta grubu (grup 3)	ANOVA - Kruskal Wallis testii sonucu p değeri	Korelasyon Analizi p değeri
6-)Yaş (ortalama/ortanaca değer/yaş aralığı)		48,75±14,29 53,5(29-67)	43,2±13,67 47(22-59)	40,8±12,79 37,2(21-74)	0,425	0,373
7-) Radyolojik parametreler (Ortalma değer /ortanca değer/değer aralığı)	a.Dikey Ötelenme Miktarı	143,5±26,01 140 (116-193)	119,3±13,92 125 (92-136)	96,9±19,5 91 (82-135)	<0,001 (α :0,015, β : 0,003 Θ : 0,013)	0,0001 (r :-0,746)
	b.Kısalma miktarı	20,26±8,35 20,1 (10,5-36,4)	20,34±11,1 19,9 (5-42,9)	16,3±8,07 17,05 (3-27,1)	0,488	0,744
	c.Klavikula açısı	10,7±8,5 8,7 (1-27)	12,11±4,68 12,5 (6-21)	11,05±7,33 8,95 (3-24)	0,90	0,784
	d.Fragman uzunluğu	28,87±10,22 27,45 (16,9-44,2)	19,26±4,48 18,8 (14,1-29)	17,83±5,67 15,70 (12,6-35)	0,009 (α :0,054, β : 0,004)	0,001 (r :-0,507)
	e.Fragman açısı	46,72±71,54 45,0 (5,0-87,6)	50,12±23,26 57,3 (12,2-75,8)	52,2±24,83 47,5 (13-90)	0,887	0,803
Spearman korelasyon analizi ve ANOVA/Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. α : grup 1-2 arası, β : grup 1-3 arası, Θ : grup 2-3 arası karşılaştırma anlamlılık değerleri r değeri: Korelasyon katsayısı						

Kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş hasta gruplarından en az ikisi arasında fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarının farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0,001/p=0,009$). Post hoc analizi sonucunda; üç grup arasında; dikey ötelenme miktarı karşılaştırılırken grup 1 ile sırasıyla grup 2 ($p=0,015$) ve grup 3 ($p=0,003$) arasında ve grup 2 ile grup 3 arasında ($p=0,013$) , fragman uzunlukları karşılaştırılırken grup 1 ile sırasıyla grup 3 arasında ($p=0,004$) anlamlı farklılık bulundu. Radyolojik olarak grup 1 ile grup 2-3 arasındaki farklılık; bir tarafta kırık iyileşmesi radyolojik olarak tamamlanmış ya da tamamlanmasına çok yaklaşmış olmasına karşın diğer tarafta kırık kallusunun hiç oluşmaması ya da kallus oluşumu başlasa bile köprüleşme görülmemesiydi. Yapılan korelasyon analizinde kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen parametreler; fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarı idi. Korelasyon katsayıları (r değeri) sırası ile -0,507, -0,746 olarak saptandı. Korelasyon katsayılarının negatif olması ve 0,3-0,8 aralığında olması bu iki parametrenin kaynama miktarı ile negatif orta- yüksek düzeyde bir ilişki gösterdiği manasına gelir.

İkinci aşamada yirmi dördüncü haftada kaynama miktarı ile ilişkili olduğu tespit edilen iki parametrenin kaynama miktarı üzerine etkisini anlayabilmek amacıyla lineer regresyon analizi uygulandı ve sonuçları tablo 4.14.'e aktarıldı

Tablo 4.14. Yirmi dördüncü hafta için yapılan lineer regresyon sonuçları

Risk Faktörü	Standart dışı katsayılar	Standartize katsayılar	P değeri	β değeri için 95% Güven Aralığı		R ² Değeri
	β değeri	β değeri		Alt	Üst	
Dikey Ötelenme-Miktarı	-0,047	-0,701	<0,001	-0,061	-0,033	0,63
Fragman uzunluğu	-0,076	-0,337	0,002	-0,123	-0,029	0,28
Sabit değer	13,400		0,0001	11,676	15,124	

R değeri:0,857 Düzeltilmiş R² değeri:0,708 ANOVA^a değeri p değeri:<0.001

Tahmini m RUSC miktarı = 13,400 + (-0,047 x [yüzde cinsinden dikey ötelenme miktarı])
-0,076 x [milimetre cinsinden kısalma miktarı])

Lineer regresyon analizi sonrası ortaya çıkan tablonun yorumlanması:

Yapılan analiz modelinde değerlendirilen parametrelerden en az birindeki değişim kaynama miktarı üzerinde belirgin etki göstermiştir.(ANOVA^a P değeri<0,001) R değerinin 0,857 saptanması değerlendirilen parametre kombinasyonu ile kaynama miktarı arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu göstermektedir. Yirmi dördüncü hafta için kaynama düzeyleri arasındaki fark oluşumu nedeninin; %67 oranında, dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğu ortak etkisi sonucu olduğu saptandı (Düzeltilmiş R² değeri:0,675). Düzeltilmiş R² değeri 0,30'den büyük olduğu için regresyon geçerlidir. Parametrelerin R² değerlerine tek tek bakıldığında kırık kaynama miktarını; dikey ötelenme miktarının %63, fragman uzunluğunun %28 oranında etkilediği tespit edildi.

Yirmi dördüncü hafta için dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına belirgin etki gösterdiği (p<0,05) saptandı. Dikey ötelenme miktarının standartize β değeri (-0,701) fragman uzunluğunu standartize β değerinden (-0,337) daha küçük olduğu saptandı. Bu nedenle dikey ötelenme miktarındaki %1'lik artış, fragman uzunluğundaki 1 milimetre artışa göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla negatif etki gösterecektir. Bir başka deyişle dikey ötelenme miktarı fragman uzunluğuna göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla etki gücüne sahiptir.

- **Yirmi Dördüncü haftta için istatistiksel analiz bulgularının yorumlanması sonrası ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:**

Sonuç 1: Yirmi dördüncü haftada dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğu'nun artmasıyla korele olarak kaynama düzeyinin azaldığı tespit edildi.

Sonuç 2: Yirmi dördüncü haftada kırık hattının tamamen ya da tama yakın iyileştiği hastalar ile altıncı ay olmasına rağmen radyografik olarak köprüleşmiş kallus dokusunun görülemediği (kaynamamış) hastalar arasında dikey ötelenme miktarı açısından tamamen fragman uzunluğu açısından kısmen fark olduğu tespit edildi.

Sonuç 3: Yirmi dördüncü hafta için dikey ötelenme miktarı ve fragman uzunluğunun birbirinden bağımsız olarak kaynama miktarına negatif etki ettiği saptandı.

Sonuç 4: Yirmi dördüncü hafta için dikey ötelenme miktarının, fragman uzunluğuna göre kaynama miktarı üzerinde daha fazla etki gösterdiği tespit edildi.

4.3. Gecikmiş Kaynama ve Kaynamama Riski Yaratan Faktörün ve Bu Faktöre ait Eşik Değerlerinin Tespiti

4.3.1. İyileşmiş Hastalarla Kaynama Sorunu Yaşayan Hastaların Radyolojik/ Demografik Verilerinin Karşılaştırılması

Radyolojik değerlendirmeye göre hastalar; kırığı kaynamış, gecikmiş kaynama yaşayan ve kaynamama görülen hasta grubu olarak üçe ayrıldı. Her hasta grubunun demografik/radyolojik parametre verileri kendi aralarında ANOVA/Kruskal Wallis testi (sayısal değişkenler) ve ki-kare (kategorik değişkenler) testi ile karşılaştırılarak ortaya çıkan sonuçlar tabloya aktarıldı (Tablo 4.15.).

Tablo 4.15. Kırığı kaynamış, kaynama gecikmesi ve kaynamama görülen hastaların; demografik ve radyolojik verileri ve bu verilerin karşılaştırılma sonuçları

Demografik ve Radyografik Parametreler		Kaynamama Görülen Hasta Grubu (n=8)	Gecikmiş Kaynama Görülen Hasta Grubu (n=10)	Kırığı Kaynamış Hasta Grubu (n=13)	p değeri	
1-)Cinsiyet (%f)	Erkek	%27,6(8/29)	%34,5(10/29)	%37,9(11/29)	0,22**	
	Kadın	%0(0/2)	%0(0/2)	%100(2/2)		
2-)Taraf (%f)	Sağ	%18,2(2/11)	%36,4(4/11)	%45,5(5/11)	0,77**	
	Sol	%30(6/20)	%30(6/20)	%40(6/20)		
3-)Tedavi şekli (%f)	Kol askısı	%25 (3/12)	%33,3(4/12)	%41,7(5/12)	0,99**	
	Figür 8 bandaj	%26,3(5/19)	%31,6(6/19)	%42,1(8/19)		
4-)Ek Travma (%f)	Yok	%26,7(4/15)	%33,3(5/15)	%40(6/15)	0,97**	
	Var	%25,8(4/16)	%31,3(5/16)	%43,8(7/16)		
5-)Etyoloji (%f)	ADTK	%31,3(5/16)	%31,3(5/16)	%37,5(6/16)	0,55**	
	AİTK	%0(0/6)	%33,3(2/6)	%66,7(4/6)		
	Düşme	%33,3(3/9)	%33,3(3/9)	%33,3(3/9)		
6-)Yaş (ortalama±S.S. /Değer aralığı)		48,75±14,29 (29-67)	42,5±13,09 (22-59)	41,23±13,24 (21-74)	0,45*	
7-)Radyolojik parametreler (Sayısal parametreler: ortalama±S.S./ ortanca değ.+ Değer aralığı Katerorik parametreler: %f)	a.Dikey ötelenme miktarı	153,5±26,01 (126-193)	129,2±13,13 (101-146)	105,3±19,29 (82-145)	<0,001* (α:0,108 β: 0,002 Θ: 0,006)	
	b.Kısalma miktarı	20,26±8,35 (10,5-36,4)	19,08±11,26 (5-42,9)	16,96±8,00 (3-27,1)	0,71*	
	c.Klavikula açısı	10,7±8,51 (1-27)	11,16±5,34 (3-21)	11,7±7,20 (3-24)	0,95*	
	d.Fragman uzunluğu	28,8±10,22/ 27,45(16,9-44,2)	19,01±4,30/ 18,4(14,1-29,0)	17,92±5,89/ 15,5(12,6-35,0)	0,011* α:0,068 β: 0,008 Θ: 0,20	
	e.Fragman açısı	46,72±27,93/ 45(5-87,6)	35,34±22,21/ 57,75(12,2-75,8)	51,5±25,7/ 46,5(13-90)	0,904*	
	f. Frag. konumu	A	%16,7(2/12)	%33,3(4/12)	%50(6/12)	0,816**
		B	%20(2/10)	%40(4/10)	%40(4/10)	
		C	%50(3/6)	%16,7(1/6)	%33,3(2/6)	
		D	%33,3(1/3)	%33,3(1/3)	%33,3(1/3)	
	g.Frag. örtüşme miktarı	0	%50(1/2)	%0(0/2)	%50(1/2)	0,868**
1		%25(5/20)	%35(7/20)	%40(8/20)		
2		%22,2(2/9)	%33,3(3/9)	%44,4(4/9)		
*ANOVA veya Kruskal Wallis testi yapılmıştır. **Pearson Ki-kare testi yapılmıştır. Sürekli değişkenler için ortalama±standart sapma ve değer aralığı, kategorik değişkenler için frekans(f) ve yüzde dağılımı verilmiştir. α: gecikerek kaynamış ve kaynamamış kırıklar arası, β: iyileşmiş ve kaynamamış kırıklar arası, Θ: iyileşmiş ve gecikerek kaynamış kırıklar arası karşılaştırma analiz sonucu, n:kişi sayısı						

Üç grubun verilerinin karşılaştırılması sonrası ortaya çıkan tablonun yorumu şu şekildedir:

Hasta yaşı ortalamasının kaynamama görülen hasta grubunda 48,75, gecikmiş kaynama görülen hasta grubunda 42,5 ve iyileşmiş hasta grubunda 41,23 olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı yaş farkı bulunmadı (p=0,45). Üç gruba ait hastaların yaş dışı diğer demografik verileri arasında da farklılık bulunmadı. Üç grubu dikey ötelenme miktarı açısından

karşılaştırırken; kaynamış kırıklar ile kaynamamış kırıklar arasında($p=0,002$) ve kaynamış kırıklar ile gecikerek kaynamış kırıklar arasında ($p=0,006$), fragman uzunluğu açısından karşılaştırılırken; kaynamış kırıklar ile kaynamamış kırıklar arasında ($p=0,008$) fark olduğu saptandı. Kısılma miktarı ortalamasının; kaynamama görülen hasta grubunda 20,26mm, gecikmiş kaynama görülen hasta grubunda 19,08mm ve iyileşmiş hasta grubunda 16,96mm olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı kısılma miktarı farkı bulunmadı ($p=0,71$). Fragman konumuna göre iyileşmiş kırık oranına bakıldığında; kelebek fragmanı A bölgesinde (kaynamanın başlayacağı en olası bölge) bulunan hastaların %50'sinin, B bölgesinde bulunan hastaların hastaların %40'ının, C ve D (kallus dokusu görülmesi beklenmeyen bölge) bölgesinde bulunan hastaların hastaların %33,3'ünün iyileştiği tespit edilmesine rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,816$). Üç grup arasında; dikey ötelenme miktarı ve kelebek fragman uzunluğu dışındaki radyolojik parametreler karşılaştırılırken istatistiksel olarak farklılık saptanmadı.

Gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık yaratan parametrelerin (fragman uzunluğu ve dikey ötelenme miktarı) kaynama patolojileri ile ilişkisini değerlendirmek için bir sonraki aşamaya geçildi.

4.3.2. Gecikmiş Kaynama İçin Öncül (Prediktör) Faktörün Belirlenmesi

Referans kategorisine beklenen normal süre içerisinde kaynamış kırıklar alınarak yapılan logistik regresyon analizinde, hangi parametrenin daha fazla kaynama gecikmesi ile ilişkili olduğunun anlaşılması amacıyla gruplar (Kırığı beklenen süre içerisinde kaynamış, gecikmiş kaynama yaşayan ve kaynamama görülen hasta grubu) arasında anlamlı farklılık oluşturan parametreler kullanılarak logaritmik bir formül oluşturulmaktadır.

($\text{Logit}(p) = \text{sabit değer} + \beta_1 \times [\text{yüzde cinsinden ötelenme miktarı}] + \beta_2 \times [\text{milimetre cinsinden kısılma miktarı}]$). Gecikmiş kaynama yaşanma ihtimali (%) = $\frac{\exp(\text{logit}[p])}{1 + \exp(\text{logit}[p])} \times 100$.) Bu formülde her parametrenin bir β (regresyon katsayı) değeri vardır. Bu değer bize diğer parametrelerin etkisi sabitlendiğinde değerlendirilen parametre değişiminin tahmin değerine olan etkisini göstermektedir. Eğer bu değer pozitifse parametre değerinin artması durumunda tahmin edilen olayın gerçekleşme ihtimali artmakta, bu değer negatifse parametre değerinin artması durumunda tahmin edilen olayın gerçekleşme olasılığı azalmaktadır. Başarı oranı; elde edilen formülle değerlendirdiğimiz hastaların ne kadarının kaynama gecikmesi yaşayıp yaşamayacağını doğru tahmin edildiğini göstermektedir. Parametre değerinin bağıl risk (Odds ratio(β)) oranı; formüldeki diğer değişkenler sabit tutularak parametre değerinin 1 birim artması ile oluşabilecek kaynama gecikmesi olasılığının risk artışını yüzde cinsinden hesaplayabilmemizi sağlar. Bu olasılık artışının daha büyük hasta gruplarında oluşturabileceği oranlar ise güven aralığı olarak verilmiştir.

Hangi faktörün ya da faktörlerin, gecikmiş kaynama riski ile ilişkili olduğunu belirlemek için çok terimli lojistik regresyon analizi uygulandı ve sonuç tabloya aktarıldı (Tablo 4.16.).

Tablo 4.16. Kırık için beklenen süre içerisinde kaynamış kırıklar baz alınarak gecikmiş kaynama için yapılmış logistik regresyon sonuçları

Risk Faktörü	ß (Beta değeri)	P	Odds (ß)	95% Güven Aralığı Odds (ß)	
				Alt	Üst
Dikey Ötelenme Miktarı	0,079	0,011	1,083	1,018	1,151
Franman uzunluğu	0,088	0,404	1,092	0,888	1,344

Başarı oranı= %82.6

Nagelkerke R²: 0,462

$$\text{Logit}(p) = -10,819 + (0,079 \times [\text{yüzde cinsinden dikey ötelenme miktarı}] + 0,088 \times [\text{mm cinsinden kısalma miktarı}])$$

$$\text{Gecikmiş kaynama görülme ihtimali (\%)} = \exp(\text{logit}(p)) / (1 + \exp(\text{logit}(p))) \times 100.$$

Gecikmiş kaynama riski için yapılan logistik regresyon analizi sonrası ortaya çıkan tablonun yorumlanması:

Yapılan analiz modelinin başarı oranı %82,6'dır. Elde edilen formül kullanılarak hasta grubundaki hastaların kaynama gecikmesi yaşayıp yaşamayacağı yüksek oranda doğru tahmin edilmiştir. Nagelkerke R² değerinin 0,462 olması; elimizdeki formülle gecikmiş kaynama olup olmayacağın %46 oranında tahmin edildiği anlamına gelmektedir. Model uyumunun orta düzeyde olduğunu gösterir.

Referans kategori olduğu varsayılan kaynamış kırıklara göre gecikmiş kaynama dikkate alındığında, sadece dikey ötelenme miktarının anlamlı bir belirleyici olduğu tespit edildi ($p < 0,05$). Bağıl risk oranı (RRR) 1.083'e eşittir (% 95 CI = 1,018- 1,151). Diğer değişken sabit tutulursa dikey ötelenme miktarındaki %1'lik artış kaynamış bir kırık yerine gecikmiş kaynama oluşma göreceli riskinde %8'lik bir artışa karşılık geldiği anlamına gelir. Daha büyük bir hasta gruplarında bu çalışma yapılırsa idi; gecikmiş kaynama için beklenen göreceli risk artış oranı parametrenin birim artış başına %1.8 -%15 aralığında değişecektir.

Gecikmiş kaynama için öncül olduğu saptanan parametrenin β (regresyon katsayısı) değeri pozitif olduğu için bu parametre değerlerinin artması ile birlikte gecikmiş kaynama yaşanma beklentisi artmaktadır.

4.3.3. Kaynamama İçin Öncül (Prediktör) Faktörün Belirlenmesi

Referans kategorisine beklenen normal süre içerisinde kaynamış kırıklar alınarak yapılan logistik regresyon analizinde, hangi parametrenin daha fazla kaynamama ile ilişkili olduğunun anlaşılması amacıyla gruplar (iyileşmiş, gecikmiş kaynama yaşayan ve kaynamama görülen hasta grubu) arasında anlamlı farklılık oluşturan parametreler kullanılarak analiz yapıldı ve logaritmik bir formül oluşturuldu. Analiz sonuçları ve logaritmik formül tablo 4.17.'de gösterildi.

Tablo 4.17. Kırık için beklenen süre içerisinde kaynamış kırıklar baz alınarak kaynamama için yapılmış logistik regresyon sonuçları

Risk Faktörü	β (Beta değeri)	P	Odds (β)	95% Güven Aralığı Odds (β)	
				Alt	Üst
Dikey Ötelenme Miktarı	0,100	0,047	1,105	1,001	1,221
Franman uzunluğu	0,204	0,112	1,227	0,954	1,578

Başarı oranı= %90.5

Nagelkerke R^2 : 0,814

$$\text{Logit}(p) = -17,167 + (0,100 \times [\text{yüzde cinsinden dikey ötelenme miktarı}]) + 0,204 \times [\text{mm cinsinden kısalma miktarı}]$$

$$\text{Gecikmiş kaynama görülme ihtimali (\%)} = \exp(\text{logit}(p)) / (1 + \exp(\text{logit}(p))) \times 100.$$

Kaynamama riski için yapılan logistik regresyon analizi sonrası ortaya çıkan tablonun yorumlanması:

Yapılan analiz modelinin başarı oranı %90,5'dir. Elde edilen formül kullanılarak hasta grubundaki hastaların kaynama gecikmesi yaşayıp yaşamadığı yüksek oranda doğru tahmin edilmiştir. Nagelkerke R^2 değerinin 0,814 olması; elimizdeki formülle gecikmiş kaynama olup olmayacağın %81 oranında tahmin edildiği anlamına gelmektedir. Model uyumunu yüksek düzeyde olduğunu gösterir.

Referans kategori olduğu varsayılan kaynamış kırıklara göre kaynamama dikkate alındığında, sadece dikey ötelenme miktarının anlamlı bir belirleyici olduğu tespit edildi. ($p < 0,05$) Bağlı risk oranı (RRR) 1,105'e eşittir (% 95 CI = 1,001- 1,221). Diğer değişken sabit tutulursa dikey ötelenme miktarındaki %1'lik artış iyileşmiş bir kırık yerine kaynamama görülme riskinde %10'luk bir artışa karşılık geldiği anlamına gelir. Bu çalışma daha büyük hasta gruplarında yapılsaydı;

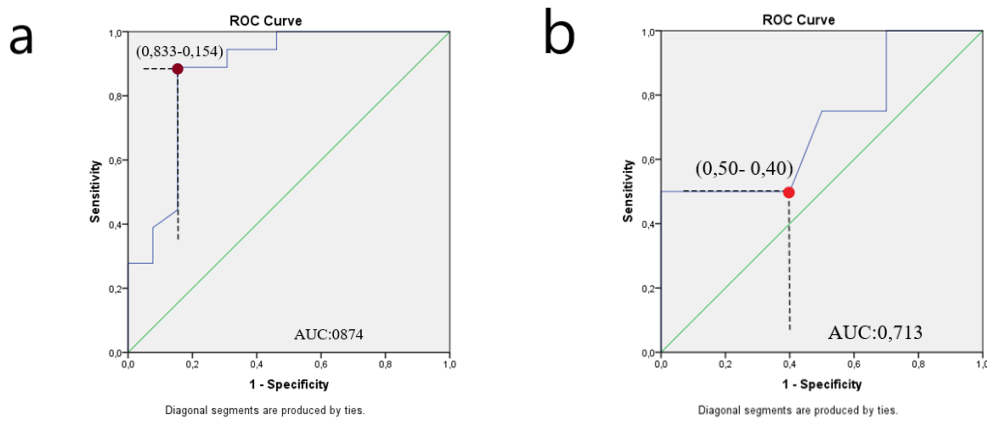
gecikmiş kaynama için beklenen göreceli risk artış oranı parametrenin birim artış başına %0,1 -%22 aralığında değişecek idi.

Kaynamama için öncül olduğu saptanan parametrenin β (regresyon katsayısı) değeri pozitif olduğu için bu parametre değerlerinin artması ile birlikte gecikmiş kaynama yaşanma beklentisi artmaktadır.

Bir sonraki aşamada gecikmiş kaynama ve kaynamama için öncül faktör olduğunu tespit ettiğimiz dikey ötelenme miktarının eşik değeri belirlenmesi için analiz yapıldı.

4.3.4. Gecikmiş Kaynama ve Kaynamama Öncülü olan Faktörün Eşik Değeri

Tedavi başarısızlığına neden olan dikey ötelenme miktarının eşik değerlerini anlayabilmek amacıyla iki ayrı ROC eğri analizi yapıldı. İlk ROC eğrisi, iyileşmiş kırıklar ve iyileşmemiş olanlar (gecikmiş kaynama ve kaynamama) arasında ayırım yapmak için çizildi (Şekil 4.1.a). % 125'e eşit bir dikey ötelenme miktarı, kriter olarak Youden'in indeks maksimizasyonu veya eşdeğer olarak yanlış sınıflandırma oranı minimizasyonu kullanılarak iki grup arasında ayırım yapmak için optimal bir kesme noktası olarak tanımlandı. Önerilen test için eğri altındaki alan(AUC) 0,874'e eşittir, bu da testin iyi bir oranda doğruluğunu gösterir. İkinci bir ROC eğrisi, aynı kriter kullanılarak, gecikmiş kaynama ve kaynamama arasında ayırımı yapmak için çizildi (Şekil 4.1.b). % 142,5 dikey ötelenme miktarı, gecikmiş kaynama ve kaynamama arasında ayırım yapmak için optimal bir kesme noktası olarak tanımlandı. AUC 0,713'e eşittir ve testin makul doğruluğunu gösterir.



Şekil 4.1. ROC eğrileri ile eşik değerlerin tespiti. **(a)** İyileşmeyen kırıkların teşhisi için dikey ötelenme miktarının ROC eğrisi. **(b)** Kaynamama ve gecikmiş kaynama arasındaki ayırım için dikey yer değiştirme ROC eğrisi.

Değerlendirilen parametrenin eşik değeri, hassasiyet ve 1-özellik miktarlarının birbirine en az fark oluşturduğu değer olarak saptandı. Saptanan eşik değerlerinin hassasiyet ve özellik oranları tabloya aktarıldı (Tablo 4.18.)

Tablo 4.18. Dikey ötelenme miktarının kaynamama ve kaynama gecikmesi için eşik değerlerinin hesaplanması

Paramtere ROC Çözümlemesi	Dikey Ötelenme Miktarı (%)	
Patoloji	Kaynama Gecikmesi	Kaynamama
Eşik değeri	%125	%142,5
Sensitivity (Hassalık)	%83	%50
Specificity (Özellik)	%86	%60
Diagnostic accuracy (tanı doğruluğu)	%85 % (p<0,001*)	%55 % (p=0,03*)

**Roc analizi uygulanmıştır.

Mevcut tablonun yorumu:

Dikey ötelenme miktarının gecikmiş kaynama için tanımlanan eşik değeri %125, yüksek düzeyde kaynamama için tanımlanan eşik değeri %142,5 idi (p<0,001/p=0,03). İyileşmemiş hastalar (gecikmiş kaynama ve kaynamama yaşayan hastalar) içerisinde seçilen bir hastanın dikey ötelenme miktarının %125'den fazla olma ihtimali %83'dür (Hassalık). Normalde beklenen süre içerisinde iyileşmiş hasta grubu içerisinde seçilen bir hastanın dikey ötelenme miktarının %125'den az olma ihtimali ise %86'dır (Özellik). Dolayısıyla herhangi bir hastanın dikey ötelenme miktarı eşik değeri olan %125 altında veya üstünde olmasına göre iyileşmiş veya iyileşmemiş olma ihtimalini tahmin edebilme oranının %85 olduğu tespit edildi (Tanı doğrulama gücü). Kemik kaynaması görülmeyen hastalar içerisinde seçilen bir hastanın dikey ötelenme miktarının %142,5'den fazla olma ihtimali %50'dir (Hassalık). Kaynama gecikmesi yaşayan hasta grubu içerisinde seçilen bir hastanın dikey ötelenme miktarının %142,5'den az olma ihtimali ise %60'dır (Özellik). Dolayısıyla herhangi bir hastanın dikey ötelenme miktarı eşik değeri olan %142,5 altında veya üstünde olmasına göre kaynama gecikmesi veya kaynamama yaşama ihtimalini tahmin edebilme oranının %55 olduğu tespit edildi (Tanı doğrulama gücü).

- **Gecikmiş kaynama prediktör faktörü için yapılan istatistiksel analiz bulgularının yorumlanması sonrası ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:**

Sonuç 1: İyileşmiş kırıklar ile iyileşmemiş kırıklar (kaynamamış ve gecikmiş kaynama görülen kırıklar) arasında dikey ötelenme miktarı açısından, iyileşmiş kırıklar ile kaynamamış kırıklar arasında fragman uzunluğu açısından farklılık saptandı.

Sonuç 2: İyileşmiş kırıklarda iyileşmemiş kırıklara göre ve kaynama gecikmesi olan kırıklarda kaynamama olan kırıklara göre yaş ve kısıalma miktarı daha az olmasına karşın yaş ve kısıalma miktarının kaynama gecikmesi ve kaynamama üzerinde etkisi olmadığı saptandı. Kelebek fragmanın kırık bölgesine daha yakın olduğu kırıklarda iyileşme oranının daha yüksek olduğu tespit edilmesine karşın fragman konumu açısından istatistiksel farklılık saptanmadı.

Sonuç 3: İyileşmiş kırıklara göre iyileşmemiş kırık oluşma riskini; diğer faktörlerden bağımsız olarak büyük ölçüde artıran faktörün dikey ötelenme miktarı olduğu saptandı. Bu çalışma için gruplar arasında farklılık göstermesine rağmen fragman uzunluğunun kaynamama riskini diğer faktörlerden bağımsız olarak arttırmadığı saptandı.

Sonuç 4: Hasta grubumuzda yapılan değerlendirmede dikey ötelenme miktarı arttıkça; kaynamış kırık yerine gecikmiş kaynama görülme olasılığının 1,083 (%95 CIA 1,018-1,151) kat, kaynamış kırık yerine kaynamama görülme olasılığının 1,105 (%95 CIA 1,001-1,221) kat arttığı tespit edildi. Başka bir ifadeyle dikey ötelenme miktarındaki %1’lik artış; kaynamış kırık yerine gecikmiş kaynama görülme riskinde %8’lik, kaynamış kırık yerine kaynamama görülme riskinde %10’luk bir artışa neden olacağı ve bu çalışmayı topluma genellediğimizde artış oranının gecikmiş kaynama riski için %1,8-15, kaynamama riski için %1-22 aralığında olacağı tespit edildi.

Sonuç 5: Dikey ötelenme miktarı eşik değeri; gecikmiş kaynama için %120, kaynamama için %142.5 olduğu saptandı. Başka bir deyişle klavikula kalınlığının; % 125’inden’den daha fazla dikey ötelenme gecikmiş kaynama riskini önemli ölçüde artırırken, % 142,5’i üzerindeki bir ötelenme miktarı, daha yüksek bir kaynamama oranıyla ilişkilidir.

5. TARTIŞMA

Klavikula kırıkları, tüm yetişkin üst ekstremité kırıklarının % 15'ini oluşturur ve çoğunluğu (% 65-80) cisim bölgesinde oluşmaktadır (5,184). Klavikula cisim kırıkları çoğunlukla konservatif tedaviyle iyileşmekle birlikte eğer uygun şekilde tedavi edilmezse; ağrı ve azalmış omuz hareketlerine sebep oluşturabilecek gecikmiş kaynama ve kaynamama komplikasyonları ortaya çıkabilir (185). Literatürde uygun tedavi seçimini belirlemek amacıyla gecikmiş kaynama ve kaynamama riskine öncül olabilecek faktörlerin belirlenmesi adına birçok çalışma yürütülmüştür (186,187). Kırığın çok parçalı olmasının, kaynama patolojileri için öncül faktörler arasında yer aldığı gösterilmesine rağmen; çok parçalı kırıklarda kırık ana fragmanları dışındaki parçaların büyüklüğünü, konumunu ve ana parçalarla ilişkisini değerlendiren bilinen ilk çalışma olan çalışmamız; kelebek parçalı ayrılmış klavikula cisim kırıklarında kelebek fragman morfolojik özelliklerinin de kaynamama üzerine etkisini değerlendirmesi sebebiyle literatürde daha önce yapılmamış bir çalışmadır.

Daha önce yapılmış epidemiyolojik çalışmalarda klavikula cisim kırıklı hastaların yaş ortalaması; Robinson tarafınca 29.3, Postacchini tarafınca 26.7, Nowak tarafınca 32 yaş olarak bildirilmesine karşın çalışmamızdaki hasta grubunun yaş ortalaması 43,58 bulundu (5,76,188). Çalışmamızdaki yaş ortalamasının mevcut literatür yayın sonuçlarına göre fazla bulunmasının sebebi; değerlendirilen hasta grubundaki kırık tipinin kelebek parçalı ayrılmış Robinson tip 2B1 kırık ve kırık etyolojisinin ise daha çok trafik kazaları kaynaklı olması olabilir. Robinson' un 2004'te konservatif tedavi edilen klavikula kırıkları üzerinde yaptığı çalışmada; basit ve ayrılmamış kırıkların ayrılmış ve parçalı kırıklara göre daha genç hastalarda görüldüğünü bildirmesi ve Postacchini'nin 2002'de klavikula kırıkları üzerine yaptığı epidemiyolojik çalışmada; yaşla birlikte kırık ayrışma oranının artması yanında yetişkinlerdeki çoğu kırığın trafik kazası sonucu ortaya çıkan yüksek enerjili travma ile meydana geldiğini göstermiş olması bu hipotezimizi destekler niteliktedir (76,147). Postacchini bu artışın sebebini; yaşla birlikte klavikula elastikiyetinin giderek azalması ve kırığa neden olan travmanın şiddetine bağlamıştır (76). 2017'de İsveç kaynaklı 2422 erişkin klavikula kırıklı hasta üzerinde yapılan epidemiyolojik

çalışmada da çalışmamıza benzer şekilde; dördüncü dekatta kırık görülme sıklığının arttığı izlenmiş ve bunun sebebi, yine çalışmamıza benzer şekilde, yaralanmanın spor kazalarından daha çok bisiklet ve motosiklet kazaları kaynaklı olmasına bağlanmıştır (189).

Konservatif tedavi edilen Robinson tip 2B1 kırıklı hastalar baz alınarak değerlendirme yapılan çalışmalarda, erkek/kadın oranı sırasıyla; Kihlström ve ark. tarafınca 2,6:1, Robinson ve ark. tarafınca 2,4:1, Ban ve ark. tarafınca 4,1:1 bulunmuştur (147,148,189). Bu çalışmalara benzer şekilde; çalışmamızda da kırıklar en çok erkeklerde görülmüştür. Bununla birlikte, hasta kohortumuzdaki erkek/kadın oranı (14,5:1) literatürdeki banzer çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Robinson ve ark. konservatif tedavi edilen klavikula kırıkları üzerinde yaptıkları çalışmada; yaralanma mekanizmasına göre cinsiyet oranlarında farklılık olduğunu göstermişlerdir. Yine aynı çalışmada Robinson; trafik kazaları ve spor yaralanmalarına bağlı oluşan kırıklardaki erkek/kadın oranının basit ve yüksekten düşmeye bağlı oluşan kırıklardaki erkek/kadın oranına göre daha fazla olduğunu bulmuştur (147). Bu bilginin ışığında çalışmamızdaki erkek/kadın oranının çok yüksek bulunmasının nedeni; çalışmaya katılan hastaların etyolojisinde daha çok trafik kazası bulunması ve çalışma yapılan coğrafyada araç sürücülerinin daha çok erkek olması olabilir.

Nowak ve Robinson'un epidemiyolojik çalışmalarında gösterildiği gibi klavikula cisim kırıklarını içeren ve kırık tarafını değerlendiren birçok literatür çalışmasında; oranlar farklılık gösterse de, yapılan çalışmaya benzer şekilde sol taraf kırıklarının sağ tarafa göre daha fazla görüldüğü ortaya konulmuştur (5, 78,145,188,190,191).

Kırık tiplerini ayırtırmadan klavikula kırık etyolojisinin değerlendirildiği literatür çalışmalarında; en yaygın kırık sebebinin kendi seviyesinden düşme olduğu gösterilmesine karşın çalışmamızda kendi seviyesinden düşme kırık etyolojisinde en az yer kaplayan nedendi. Diğer yandan araç dışı trafik kazası; İskoç ve İsveç kaynaklı epidemiyolojik çalışmalarda en sık ikinci kırık sebebi olarak gösterilmesine karşın çalışmamızda en sık (%51,6) kırık sebebi olarak bulundu. Çalışmamızda araç dışı trafik kazasına bağlı kırıkların, Robinson'un çalışmasına benzer şekilde, daha çok motorsiklet üzerinde transport sırasında olduğu görülmesine karşın, İsveç

kaynaklı yayınlarda daha çok bisiklet kazaları nedeniyle meydana geldiği gösterilmiştir (5,188,189). Çalışmamızdaki kırık sebepleri etyolojik sıralamasının genel literatür sıralamasından farklılık göstermesinin sebebi; klavikula kırıkları ile ilgili literatürde yapılan epidemiyolojik çalışmaların; tüm klavikula kırık tiplerini ayırtırmadan etyolojik değerlendirmeye sokmasına karşın, yaptığımız çalışmada sadece kelebek parçalı ayrılmış klavikula cisim kırıklı hastaların değerlendirilmeye alınması olabilir. Postacchini F. ve ark. 2002’ de 535 beş izole klavikula kırıklı hasta üzerinde yaptığı epidemiyolojik çalışmada düşmeye bağlı basit ve ayrılmamış klavikula kırıklarının, trafik kazalarında ve yüksek enerjili travmalarda ise ayrılmış ve parçalı kırıkların daha fazla oluştuğunu gözlemlemiştir (76). Nitekim; çalışmamız kapsamında değerlendirilen klavikula kırıklarının tümünün kelebek fragmanlı ve ayrılmış olması yüksek enerjili travmaya sebebiyet verebilecek trafik kazalarının etyolojik dağılımda büyük bir yer teşkil etmesini açıklayabilir. Postacchini yaptığı çalışmada ayrıca kırık oluşum sebebinin adölozan ve yaşlı hastalarda daha çok düşmeye bağlı oluştuğunu, çalışmamızdaki hasta grubuna benzer şekilde genç erişkin hastalarda ise trafik kazalarının en sık neden olduğunu göstermiştir (76). Dolayısı ile yaptığımız çalışmada en sık kırık sebebi olarak trafik kazası bulunması Postacchini’nin bulgularını destekler niteliktedir.

Literatürdeki epidemiyolojik çalışmalarda klavikula kırığına eşlik eden ortopedik yaralanma oranları arasında farklılıklar mevcuttur. Robinson ve Nowak’ın yaptıkları epidemiyolojik çalışmalarda; klavikula kırıklarına ek ortopedik yaralanmaların eşlik etme oranı sırasıyla %7,5 ve %5 bulunmasına karşın yaptığımız çalışmada Kihlström’ ün 2017 senesinde yaptığı İsveç kaynaklı epidemiyolojik çalışma sonucuna (%20) benzer şekilde %19,6 oranı bulunmuştur (5,188,189). Robinson ve Nowak’ın çalışmalarıyla karşılaştırıldığında, kelebek parçalı ayrılmış klavikula cisim kırıklı hastaları değerlendirdiğimiz hasta kohortumuzda daha fazla ortopedik çoklu travma hastasının olduğu söylenenebilir. Bu gözlem, parçalı klavikula kırıkları oluşumunun daha çok multitravmaya oluşumuna sebebiyet veren yüksek enerjili travmalar sonrası görüldüğü tezini doğrular niteliktedir (76). Çalışmamızda klavikula kırığına eşlik eden en yaygın ortopedik yaralanmalar Kihlström’ ün çalışmasına benzer şekilde vertebral kolon ve üst ekstremité kırıkları idi.

Literatürde klavikula cisim kırıklarının konservatif tedavisi için kullanılan en yaygın tedavi yöntemlerinin figür 8 bandaj ve kol askısı olduğu gösterilmekle birlikte bu tedavi yöntemlerinden hangisinin tercih edileceği hakkında fikir birliği yoktur (192). Heuer ve ark. tarafından 2014’de yapılan bir araştırmada, çoğu ABD’li cerrahın hastalarını konservatif olarak tedavi etmek için figür 8 bandaj yerine basit kol askısı kullanmayı tercih ettiğini göstermektedir (193). Buna karşılık, Almanya’daki ortopedik cerrahların klavikula cisim kırıkları için kullandığı konservatif tedavi yöntemlerini araştıran bir çalışmada ve bizim çalışmamızda figür 8 bandaj tedavisi, basit kol askısı tedavisine göre daha fazla tercih edildiği görülmüştür (Figür 8 bandaj tedavisi Alman menşeli çalışmada %88, çalışmamızda ise %61,7 oranında tercih edilmiştir.) (194). Literatürde konservatif tedavi seçimindeki bu farklılığın nedeni; cerrahların farklı tedavi geleneklerini benimsemiş olmasına bağlanmıştır (195).

Literatürde; konservatif olarak tedavi edilen ayrışmış klavikula cisim kırıklarında %10-24 aralığında kaynamama oranları bildirilmekle birlikte bu oranın ayrışmış basit veya kelebek fragmanlı kırıklara göre izole veya segmente parçalı kırıklı hastalarda daha da yüksek olabileceği gösterilmiştir (16,17,76,131,134,135,191,196,197). Çalışmamızda; yirmi dördüncü hafta baz alınarak kaynamama görülen hastaların, tüm hastalar içerisindeki oranı %25,8 bulunmuştur ve bu oran mevcut değerlendirme yapılan gruptaki kırık tipinin sadece kelebek parçalı Robinson tip 2B1 klavikula kırığı olması nedeniyle literatürde beklenen kaynamama oranından yüksektir. Bununla birlikte; Robinson ve ark. 2004’de konservatif tedavi edilen 868 klavikula kırıklı hasta üzerinde yaptıkları çalışmada; ayrışmış çok parçalı klavikula cisim kırıkları (Robinson Tip 2B2) için %21 gibi bir kaynamama oranını anlamlı derecede yüksek olarak kabul etmesine karşın, Virtanen ve ark.’nın 2012’de yaptığı ve tamamen ayrışmış (yer değiştirmiş) altmış hasta üzerinde konservatif ve cerrahi tedaviler sonrası elli ikinci haftada kaynamama oranlarını karşılaştırdığı çalışmada; otuz iki tane konservatif tedavi edilen hastanın kaynamama oranını mevcut çalışmaya benzer şekilde %24 olarak bulmuştur (147,191). Literatürde, kaynamama tanısı için; bildirilen gerekli süreler arasında farklılıklar izlenmekle birlikte radyolojik değerlendirme yanında klinik semptomlar da göz önünde bulundurulmuş ve kaynamama; üzerinden yirmi dört

hafta geçmesine rağmen klinik ve/veya radyolojik olarak iyileşmeme olarak tanımlanmıştır (147,196). Bu çalışmada literatürden farklı olarak kaynamamayı yalnızca radyografi üzerinden tanımladık. Literatürde; konservatif tedavi sonrasında radyografilerde belirgin bir kaynama olmasa bile eğer hasta asemptomatikse, terapötik sonuçlar açısından farklılık olmaması nedeniyle klinik ve radyolojik takibin gerekmeyeceği bilgisi yer almaktadır (14,199). Bu bilgilerin ışığında hastalara sadece radyografik olarak kaynamama tanısı koymak ve değerlendirilen hasta sayısının az olması yapılan çalışmada kaynamama tanısı konulan hasta oranını arttırmış olabilir. Öyle ki; radyografilerinde kaynamama bulgusu görülen ancak yirmi dördüncü haftadan sonra poliklinik başvurusu veya dış merkezli operasyon hikayesi bulunmadığı için klinik semptom olup olmadığı öngörülemeyen beş hasta, çalışmamızda kaynamama görülen hasta grubuna dahil edilmiştir.

Literatürde klavikula cisim kırığı sonrası kaynamama ve/veya gecikmiş kaynamaya neden olabilecek birçok risk faktörü tanımlanmış ve değerlendirilmiştir. Çalışmamızda ise literatürle ortak olarak; hasta yaşı, cinsiyet, kırık tarafı, konservatif tedavi şekli, kırık oluşum mekanizması, ek travma durumu, kırık ayrışması (dikey ötelenme miktarı, kısalma miktarı, kırık açılanması) ve literatürden farklı olarak; kelebek fragman özellikleri (fragman uzunluğu, fragman açısı, fragman konumu, fragman örtüşmesi) kaynamama risk faktörü olması açısından değerlendirmeye alınmıştır.

Nowak ve ark.'nın 2005'te 222 klavikula kırıklı hasta üzerinde, Murrey ve ark. 2013'de 1166 ayrılmış klavikula cisim kırıklı hasta üzerinde ve Liu ve ark. 2014'de konservatif tedavi edilen 1059 klavikula cisim kırıklı hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarda hasta yaşı ile kaynamama arasında bir ilişki bulunamamıştır. Çalışmamızda da iyileşmemiş hastalara göre iyileşmiş hastaların, gecikmiş kaynama görülen hastalara göre kaynama görümeyen hastaların yaş ortalamaları fazla bulunmasına rağmen Nowak, Murrey ve Liu'nun bulgularını destekleyecek şekilde hasta yaşının gecikmiş kaynama ve kaynamama için risk faktörü olmadığı gösterilmiştir (8,187,196). Çalışmamız da dahil olmak üzere, klavikula kırıklarında hasta yaşının kaynamama için risk faktörü olmadığını gösteren çalışmalar bulunmasına karşın, literatürde risk faktörü olduğundan bahseden çalışmalar da mevcuttur (9,199,200). Bu makalelerden biri de Robinson ve ark.'nın 2004'de

konservatif tedavi edilen klavikula kırıklarında kaynamama için risk faktörlerini değerlendirdiği çalışmadır. Bu çalışmanın; hasta yaşını risk faktörü olarak tanımlayan çalışmalardan ayrı bir özelliği; artan hasta yaşına göre risk oranını da (rölatif risk oranı) 1,01 olarak belirtmiş olmasıdır. Robinson, hastanın artan her bir yaşına göre kaynamama riskindeki artış miktarını %1 olarak bulmuştur ve bu oran hasta yaşının kaynamama üzerinde etkinliğinin çok düşük olduğunu ortaya koymuştur (147). Dolayısıyla klavikula kırıklı hastalar için kaynamama riski ile hasta yaşı arasında farklı literatürde sonuçlar bulunmuş olsa da ortada biri, ilişki varsa bile bu ilişkinin çok zayıf olduğu sonucuna varılabilir.

Literatürde, yaşa benzer şekilde, cinsiyete göre de klavikula cisim kırıkları sonrası kaynamama riskinin arttığını gösteren yayınlar olduğu gibi cinsiyete göre bu riskin değişmediğini gösteren yayınlar da mevcuttur. Robinson, Ban ve Khan çalışmalarında; kadın hastalarda erkek hastalara göre daha fazla kaynamama riski olduğunu göstermişlerdir (9,147,198,199,200). Buna karşın Murray, Liu ve Hill; konservatif tedavi edilen yer değiştirmiş orta cisim kırıklı hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında cinsiyete göre kaynamama oranları arasında farklılık bildirmemiş, Nowak ve Rasmussen ise klavikula cisim kırıklı hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında cinsiyetler arasında fonksiyonel skorlar açısından anlamlı farklılık saptamamışlardır (8,131,187,196,201). Yaptığımız çalışmada kaynama patolojisi görülen hastaların tamamının erkek olması (erkek hastalarda; kaynamama oranı: %27,6, gecikmiş kaynama oranı: %34,5) ilk planda erkek cinsiyetle kaynamama arasında ilişki olabileceğini düşündürmesine karşın Murray, Liu ve Hill'in çalışmalarını destekleyecek şekilde cinsiyet ile kaynamama ve gecikmiş kaynama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Hasta grubumuzdaki tüm kadın hastaların iyileşmesi Robinson, Ban ve Khan'ın çalışma bulgularına ters düşmekle birlikte kadın hasta sayısının az olması; sağlıklı bir değerlendirme için yetersiz kalmaktadır.

Lazarides ve ark. 2006'da konservatif tedavi edilen yüz otuz iki klavikula kırıklı hasta üzerinde yaptıkları çalışmada kırık tarafının radyolojik ve fonksiyonel sonuçlar üzerinde etkili olmadığını göstermiştir (145). Tarafımızca yapılan çalışmada da Lazaridesin çalışmasını destekler nitelikte kırık tarafı ile kaynamama ve kaynama miktarı arasında herhangi biri ilişki olmadığı bulunmuştur. Ancak şu da

unutulmamadır ki; literatür çalışmalarının çoğunluğu yaralanmanın dominant tarafta olup olmadığına göre kırıkları ayırarak kaynamama miktarlarını karşılaştırmasına rağmen, çalışmamızda dominant taraf tutulumuyla ilgili bilginiz bulunmadığından değerlendirmesi yapılamamıştır.

Liu ve ark. 2015’de sekiz yüz dört klavikula cisim kırıklı hasta üzerinde kaynamama risk faktörlerini değerlendirdikleri çalışmada kırık oluşum mekanizması ile kaynamama arasında herhangi bir ilişki saptamadıklarını bildirmişlerdir (187). Çalışmamızda da Liu’nun yaptığı çalışmayı destekler nitelikte kırık oluşum mekanizması ile kaynama miktarı ve kaynamama arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Morley ve Brady travmatik beyin yaralanmaları sonrası kemik kaynaması ile ilgili yaptıkları çalışmalarda; kranial patolojili hastalarda ossifikasyonun pozitif yönde etkilendiğini göstermişlerdir (202,203). Çalışmamıza kranial patolojili hastalar dahil edilmediği için izole klavikula kırıklı hastalar ile klavikula kırıklı multitravma hastaları arasında kaynama miktarı ve kaynamama riski açısından farklılık olmadığına bulunması, beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Akut klavikula cisim kırıklarının konservatif tedavisinde kullanılan basit kol askısı ve figür 8 bandajı; fonksiyonel ve radyolojik sonuçları bakımından karşılaştıran Lenza, Ersan ve Anderson’ un yapmış olduğu yayınlarda anlamlı sonuç farkının olmadığı bildirilmiştir (142,143,192,204). Belirtilen çalışma bulgularını destekler nitelikte çalışmamızda da; figür 8 bandaj (yaralanma sonrası oluşan belirgin kısalma ve ayrışmayı engellemek için tercih edilmiştir.) tedavisi ve basit kol askısı tedavisi uygulanan kırıklar arasında haftalık kaynama miktarı ve kaynamama/gecikmiş kaynama görülme oranı açısından anlamlı farklılık görülmemiştir.

Postacchini ve ark.’nın 2010’da doksan bir klavikula cisim kırıklı hasta üzerinde yaptığı ve yer değiştirme miktarı ile kaynamama arasında herhangi bir ilişki bulamadığı çalışma hariç, literatürdeki birçok çalışma, ana fragmanlar arasındaki dikey (kranio-kaidal) ötelenme miktarının kaynama ile ilgili iyileşme bozukluklarının insidansını arttırdığını göstermiştir (7,8,131,147,186,191,196,198, 205,206). Çalışmamızda, iyileşmiş kırıklarla iyileşmemiş kırıklar arasında dikey ötelenme miktarı açısından anlamlı fark bulunmasının yanısıra multilogistik analizde

dikey ötelenme miktarının kaynamama riskinin artmasıyla önemli ölçüde ilişkili tek faktör olduğunun gösterilmesi genel literatür bilgisiyle uyumludur. Yapılan çalışmada ayrıca; değerlendirme yapılan tüm haftalarda kaynama miktarına dikey ötelenme miktarının etki ettiği görülmekle birlikte, farklı haftalardaki değerlendirmelerde; kırık kallusu oluşan ve oluşmayan hastalar arasında ve köprüleşmiş kallus oluşan ve oluşmayan hastalar arasında kırık dikey ötelenme miktarı açısından anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Claes ve ark. yaptıkları iki farklı histopatolojik çalışmada; kırık sonrası oluşan ana fragmanlar arası boşluğun artması ve kırık stabilizasyonunun azalmasına bağlı olarak başlangıçta angiogenезin artmasına rağmen ilerleyen dönemde kırıkta kallus oluşumu (enkondral kemikleşme), angiogenез ve kallus dokusu köprüleşmesinin bozulduğunu göstermişlerdir (207). Çalışmamızda da Claes ve ark.'nın yaptıkları sonuçları destekler nitelikte; dikey ötelenme miktarının koronal planda ana fragmanlar arası boşluğunu artmasıyla kallus oluşumu ve kallus köprüleşmesinin azaldığı sonucuna varılmıştır.

Robinson ve ark. 2004'de konservatif tedavi edilen klavikula kırıklı hastalarda kaynamama risk faktörlerini araştırdıkları çalışmada en az klavikula kalınlığı kadar yer değiştirmesi (%100) olan kaynamış kırık yerine kaynamama görülme ihtimalinin 2.32, Murray ve ark. 2013'de ayrılmış klavikula cisim kırıklı hastalarda kaynamama risk faktörlerini değerlendirdikleri çalışmada toplam yer değiştirme miktarı artışına bağlı kaynamış kırık yerine kaynamama görülme olasılığının 1.17 oranında arttığını göstermişlerdir (147,196). Kelebek fragmanlı ayrılmış klavikula cisim kırıklı hastalar üzerinde tarafımızca yapılan çalışmada; dikey ötelenme miktarının artışına bağlı olarak kaynamış kırık yerine kaynamama görülme riskinin 1,105 (%95 CIA 1,001-1,221), kaynamış kırık yerine kaynama gecikmesi görülme riskinin 1,083 (%95 CIA 1,018-1,151) oranında arttığı bulunmakla beraber kaynamama için bulduğumuz rölatif risk oranının Robinson ve Murray'in bulduğu oranlara göre düşük olduğu görülmektedir. Oranlar arasındaki farklılığın sebebi; çalışmamızda klavikula kalınlık yüzdesine göre dikey ötelenme miktarı ölçülerek değerlendirilmesine karşın Murray ve ark.'nın milimetre cinsinden toplam yer değişimini (kısalma ve dikey ötelenme miktarını beraber ölçerek) ölçerek, Robinson ve ark.'nın ise ölçüm yapmadan kırıkları tamamen ayırma

var/yok şeklinde ayırarak değerlendirmesinden kaynaklanıyor olması muhtemeldir. Çalışmamızda toplam yer değiştirme yerine sadece dikey ötelenme miktarını ölçerek risk artış oranının belirlenmesi, Murray'ın yaptığı çalışmaya göre daha doğru bir sonuç vermektedir. Zira literatürde kısıalma miktarı ile kaynamama arasındaki ilişki hakkında farklı bulgular olmasına rağmen, Murrey toplam yer değiştirme ölçümü yaparken kısıalma miktarını da kullanmıştır (196). Öte yandan Robinsonun %100 ayrışma var/yok şeklinde kırıkları ayırarak bulduğu risk artış oranına göre çalışmamızda dikey ötelenme miktarının her %1'lik değişimini gözetren risk artış oranının belirlenmesi daha ayrıntılı bir değerlendirme yapıldığını göstermektedir (147).

Konservatif tedavi edilmiş klavikula cisim kırıkları üzerinde yapılan çalışmaların çoğunda; ana kırık fragmanlar arasında temas kalmayacak şekilde dikey yer değiştirme oluşup oluşmadığına göre kırıklar ayrılarak kaynamama oranları karşılaştırılmışken, çalışmamıza benzer şekilde eşik değerinin belirlendiği çok fazla çalışma yoktur (131,147,187). Murray ve ark. konservatif tedavi edilmiş klavikula kırıklarında yaptıkları çalışmada; kaynamama için kısıalma ve ötelenmeyi beraber değerlendirerek hesapladıkları toplam yer değiştirme miktarının eşik değerini on beş milimetre bulmuştur (196). Virtanen ve ark.'ının 2012'de konservatif ve cerrahi tedavi edilen klavikula cisim kırıklarının sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmada ise; konservatif tedavi edilen Robinson tip 2B1 kırıklı yirmi beş hastada klavikula kalınlığının 1.5 katından (%150) daha az dikey ötelenmesi olan kırıkların tümünün iyileştiği görülmesine rağmen 1.5 katından daha fazla dikey ötelenmesi olan kırıkların yarısının kaynamadığı gösterilmiştir (191). Virtanen'in yaptığı çalışmaya benzer sayıda hasta sayısına ve benzer şekilde kırık tipine (kelebek fragmanlı Robinson tip 2B1 kırık) sahip olan çalışmamızda; %125'den daha büyük bir dikey ötelenme miktarının, gecikmiş kaynama riskini önemli ölçüde arttırdığı, %142,5' in üzerindeki bir dikey ötelenme miktarının yüksek kaynamama olasılığıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Kaynamama için bulduğumuz dikey ötelenme miktarı eşik değeri (%142,5), Virtanen'in tespit ettiği kaynamama için başlangıç sınırı ayrışma miktarına (klavikula kalınlığının 1,5 katı -%150) yakın değerde olmakla birlikte bir miktar düşük bulunmuştur. Nitekim; karşılaştırılan her iki çalışma ve literatürün ortak noktası en az klavikula kalınlığı kadar dikey ötelenmeye (%100) sahip

klavikula cisim kırıklı hastalarda kaynama patolojileri görülme riskinin artmış olmasıdır. Tarafımızca yapılan çalışmada genel literatür bilgisine ek katkı olarak; kelebek parçalı Robinson tip 2B1 klavikula cisim kırığı sonrası, klavikula kalınlığının %125'i üzerinde dikey ötelenme durumunda konservatif tedavinin yetersiz kalmasına bağlı tedavi süresinin uzayacağını ve klavikula kalınlığının %142,5'i üzerinde dikey ötelenme durumunda ise yüksek ihtimalle kaynamama görüleceği gösterilmiştir. %142,5 üzeri şiddetli dikey ötelenme sonrası kaynamama oranlarının yükselmesinin nedeni araya giren yumuşak doku gibi redüksiyonu bozan herhangi bir mekanik faktör veya yer değiştiren klavikula ana parçalarına bağlı kırık hematomunu sınırlayan çevre yumuşak dokunun haraplanması olabilir. Konservatif veya cerrahi olarak tedavi edilen ve tamamen ayrılmış klavikula orta hat kırığına sahip olan genç ve aktif hastaların kaynamama oranları karşılaştırıldığı birçok çalışmada cerrahi tedavinin konservatif tedaviye göre kaynamama riskini azalttığı ve çoğunlukla daha iyi fonksiyonel sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir (17,135,137,140,208). Çalışmamızın sonuçları, bu bilgi gözönüne alınarak değerlendirildiğinde; klavikula cisim kırığının ilk değerlendirme radyografisinde, ana fragmanlar arasında %125'den fazla dikey ötelenme varsa kırık iyileşme süresi uzayacağı için konservatif tedaviden kaçınılması gerekeceğini dikey yer değişimi %142,5'den fazla ise yüksek ihtimalle kaynamama görüleceği için cerrahi tedavinin birincil seçenek olması gerekeceğini, uzamış tedavi süresinin iş gücü ve ekonomik kayıba neden olacağı düşünülerek özellikle genç ve aktif hastaların bu tip kırıklarında cerrahi tedavi seçeneğinin öncelenmesinin daha doğru olacağını ifade etmek yanlış olmayacaktır.

Klavikula cisim kırığı sonrası oluşan klavikula kısalmasının, kaynamama için risk faktörü olup olmadığını araştıran literatür çalışmalarında farklı sonuçlar bildirilmiştir. Wick ve Hill'in klavikula cisim kırıklarında kırık sonrası oluşan 2 cm üzeri kısalmanın yüksek oranda kaynamama ile sonuçlandığını gösterdikleri daha eski çalışmalara karşı Murray, Virtanen, Postacchini, Robinson ve Tagliapietra kaynamama için risk faktörlerini araştırdıkları daha güncel olan çalışmalarında; yaralanma sonrası oluşan kısalma miktarı ile kaynamama arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını bildirmişlerdir (131,147,186,191,196,205,209). Yaptığımız çalışmada iyileşmiş kırıklara göre iyileşmemiş kırıkların ve gecikmiş kaynama görülen kırıklara

göre kaynama görülmeyen kırıkların yaralanma sonrası ortaya çıkan ortalama kısıalma miktarı daha fazla bulunmasına ve dördüncü haftada kırık sonrası kısıalmanın kısmi de olsa kaynama miktarını etkilediği gösterilmesine rağmen hasta kohortumuzda, kırık sonrası oluşan klavikula kısıalmasının gecikmiş kaynama veya kaynamama ilişkili olmadığı ortaya konulmuştur ve bu sonuç; Murray, Virtanen, Postacchini, Robinson ve Tagliapietra'nın yaptıkları çalışma bulguların destekler niteliktedir. Klavikula cisim kırıklarında 2 cm üzeri kısıalmanın kaynamama için öncül olduğu gösterilen Wick ve ark.'nın yaptığı çalışmada değerlendirilen 33 hastanın 30'unda 2 cm üzerinde kısıalık olmakla birlikte kaynamamanın radyografik öngörürücüsü olarak sadece kısıalma değerlendirilmiştir (206). Hill ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise değerlendirilen elli iki hastanın kırk üçünde 1-25 milimetre aralığında kısıalma olmakla birlikte kaynamamama tespit edilen sekiz hastanın altısında 2 cm üzerinde kısıalık olduğu görülmektedir. Kalan iki hastada ise kısıalma miktarı ile ilgili bir bilgi sunulmamıştır (131). Çalışma grubumuzdaki hastaların yaralanma sonrası klavikula kısıalma miktarı 2 cm'den fazla veya az olması bakımından Wick ve Hill'in değerlendirdiği hasta gruplarına göre daha homojen dağılım göstermektedir. Bu sebeple; çalışmamızın, Wick ve Hill'in yapmış olduğu çalışmalara göre, kısıalma miktarı ile kaynamama arasındaki ilişkiyi daha doğru değerlendirdiği söylenebilir. Güncel yayınlarda ve çalışmamızda kısıalmanın kaynamama için risk faktörü olmadığı gösterilmekle birlikte literatürün klavikula cisim kırıkları için klavikula kısıalmasını fonksiyonel kötü sonuç ve malunion ile ilişkilendirmesi, dikkate alınması gereken önemli bir özelliktir (108,210,211,212,213).

Literatürde; klavikula cisim kırıklarından sonra oluşan kırık açılanması, kaynamama için risk oluşturmaktan daha ziyade semptomatik yanlış kaynama ile ilişkilendirilmiştir (7,135,191,214,215). Tarafımızca yapılan çalışmada da, genel literatür bilgisini destekler nitelikte, kırık sonrası ana fragmanlar arasındaki açılanmanın kaynamama veya gecikmiş kaynama için bir risk faktörü olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Literatür; uzun kemiklerde kelebek fragmanlı cisim(şaft) kırıklarının kelebek fragman özelliklerine göre kaynama patolojileri görülme ihtimalinin değiştiğini gösteren güncel çalışmalar içerirken, kelebek fragmanlı klavikula cisim kırıklarının

kelebek fragman özelliklerine göre kaynama patolojileri görülme ihtimalinin değerlendirildiği daha önce yapılmış herhangi bir çalışma içermemektedir. Uzun kemik kırıklarını inceleyen çalışmalardan biri olan Lee ve ark.'nın 2016'da intrameduller çivi ile tedavi edilen 64 kelebek fragmanlı femur cisim kırığı üzerinde yaptığı çalışmada, kırık hattından fragman ayrışmasının, fragman boyutundan daha fazla kaynamama üzerine etki ettiği gösterilmesine karşın, Vicenti ve ark.'nın 2019'da intrameduller çivi ile tedavi edilen 52 kelebek fragmanlı femur cisim kırığı üzerinde yaptığı çalışmada; Lee'nin bulgusunun zıttı olarak kaynama patolojileri için fragman boyutunun fragman ayrışmasından daha etkili bir faktör olduğunu ortaya koymuştur (216,217). Ek olarak, Vicenti bulgularında fragman açısı ile kaynamama arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir (217). Kelebek fragman özelliklerinin uzun kemik kırıklarından humerus cisim kırıkları üzerinde değerlendirildiği bir başka çalışma olan Nappi ve ark.'nın 2020'de 80 hasta üzerinde yaptığı çalışmada ise; Vicenti'nin bulgularından farklı olarak, kelebek fragman açılanmasının ve Vicenti ve Lee'nin çalışmaları ile ortak olarak, kırık hattından fragman ayrışmasının kaynamama için risk faktörleri olduğu gösterilmiştir (218). Belirtilen çalışmalarda bildirildiği gibi fragman ayrışma miktarı dışında hangi kelebek fragman özelliğinin kaynama patolojileri için risk faktörü olacağı konusunda kesinleşmiş bir kanı yoktur.

Kelebek fragmanlı ayrılmış klavikula cisim kırıklarında yapılan bu çalışmada; fragman uzunluğunun (boyutunun), tüm değerlendirme yapılan haftalarda kaynama miktarı üzerine etki ettiği gösterilmekle birlikte iyileşmiş ve iyileşmemiş kırıklar arasında fragman boyut farkı olduğu görülmesine rağmen fragman boyutunun tek başına bağımsız olarak kaynamama veya kaynama gecikmesi riski oluşturmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Fragman uzunluğunun kaynama miktarına etki ettiği gösterilmişken, kaynamama veya gecikmiş kaynama riski ile ilişkisinin gösterilememesinin sebebi değerlendirilen hasta sayısının yetersiz kalması ve değerlendirilen gruplardaki hasta sayısının homojen dağılmamış olması olabilir. Bu nedenle çalışmamıza göre daha fazla hasta içeren ve daha homojen dağıtılmış gruplarla fragman boyutunun değerlendirilmesini önermek yanlış olmayacaktır.

Cerrahi olarak tedavi edilmiş uzun kemikler üzerinde yapılan çalışmalarda ana fragmanların dizilimi sağlandığı için kelebek fragman ayrışması ölçülebilmesine rağmen, çalışmamızdaki değerlendirme yapılan kırıklarda klavikula

dizilimi sağlanamadığından bu ölçüm yapılamamıştır. Kelebek fragman ayrışması ölçülemediği için kelebek fragman konumu; radyografi, fragmanın kırık hattına yakınlığına göre bölgelere ayrılarak değerlendirildi. Çalışmamızda kelebek fragman; A bölgesi içerisinde bulunduğunda iyileşme oranı %50, kaynamama oranı %16.7, B bölgesi içerisinde bulunduğunda iyileşme oranı %40, kaynamama oranı %20, C bölgesi içerisinde bulunduğunda iyileşme oranı %33.3, kaynamama oranı %50, D bölgesi içerisinde bulunduğunda iyileşme oranı %33.3, kaynamama oranı %33.3 olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızda kelebek fragmanın kırık bölgesine daha yakın olduğu kırıklarda iyileşme oranının daha yüksek ve kaynamama oranının daha düşük olduğu gösterilmesine karşın fragman konumu ile gecikmiş kaynama veya kaynamama riski arasında ilişki bulunmamıştır. Kelebek fragmanın bulunduğu bölgelere göre kırık sayıları homojen dağılmaması nedeniyle ilişki ortaya çıkmamış olabilir. Bu sebeple, kelebek fragman uzunluğuna benzer şekilde, fragman konumu için de çalışmamıza göre daha fazla hasta sayısı içeren daha homojen dağılmış gruplarla değerlendirme yapılmasını önermek yanlış olmayacaktır.

Yapılan bu çalışmada kelebek fragman açısı ile fragman örtüşmesi ve haftalık kaynama miktarı ile kaynamama arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Kirmani ve ark. 2009'da yüz otuz dört klavikula cisim kırıklı hasta üzerinde yaptıkları çalışmada kırıkları; dikey (vertikal) kelebek fragmanı bulunan ve bulunmayan kırıklar şeklinde ayırdıktan sonra dikey kelebek fragmanlı kırıklarda semptomatik kaynamamayı daha fazla bulmasına karşın istatistiksel fark olmadığını göstermiştir (198). Çalışmamızda da Kirmanin yaptığı çalışmaya destekleyecek şekilde kelebek fragman açılanması ile kaynamama arasında ilişki bulunamamıştır.

Çalışmamızda her ne kadar kelebek fragman ayrışmasını değerlendiremesek de, fragman konumunun, fragman açısının ve fragman örtüşmesinin kaynama üzerine etki etmediği gösterilmiştir. Bunun yanında ayrılan kelebek fragman uzunluğunun artmasının kaynama miktarını azalttığını ve kallus köprüleşmesi aşamasında kaynamaya etki etmiş olduğunu göstermemiz; kaynama sürecine asıl etkinin kelebek fragmandan ziyade kelebek fragman ayrışmasına bağlı olarak kırık kallusunun köprüleşmesi için dolması gereken boşluğun etki ettiğini düşündürmektedir. Bu hipotezi gelecekte değerlendirmek için yaralanma sonrası kelebek fragmanın

ayrıldığı bölgenin hacmi bilgisayarlı tomografi ile ölçülerek hastaların kaynama miktarları karşılaştırılabilir.

Tarafımızca retrospektif olarak yapılan çalışmanın temel sınırlaması; kırık ana fragmanların ve kelebek fragmanın üç boyutlu doğru pozisyonunu değerlendirilmesine izin vermeyen standart radyografiler kullanılarak değerlendirilmiş olmasıdır. Bir diğer sınırlama ise, çalışma yapılan hasta sayısının literatürdeki benzer çalışmalara göre düşük olması ve haftalara göre normal olarak ifade edebilecek kaynama miktarının değerlendirilebilecek kontrol grubunun olmamasıdır. Haftalık kaynama miktarlarına göre oluşturulmuş gruplar hasta sayısı azlığından birleştirilmiştir ve bu yapılan analizin güvenilirliğini azaltmaktadır. Kaynama patolojileri değerlendirilmesi sadece radyografi üzerinde yapılmış olmakla birlikte fonksiyonel ve klinik semptomlar gözönünde bulundurulmamıştır. Bu durum, kaynamama ve gecikmiş kaynama tanısı koyduğumuz hastaların sayısını arttırmış ve dikey ötelenme miktarı için bulduğumuz eşik değeri düşürmüş olabilir. Literatüre göre farklı sonuçlar olsa da, klavikula kaynamamaları için risk faktörü olabilecek sigaraya çalışmada yer verilmemiştir. Kısalma miktarı, fragman uzunluğu ve fragman konumu parametrelerinin ortalamaları gruplar arasında farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak kaynama patolojileri ile ilişkilendirilememişlerdir. Belirtilen bu eksikliklerin giderilmesi için; kontrol grubu olarak diğer klavikula tiplerinin de katıldığı, radyolojik değerlendirmenin yanında fonksiyonel ve ağrı skorunda değerlendirildiği, sigara parametresinin değerlendirmeye dahil edildiği, daha homojen dağılmış ve daha fazla hasta içeren çalışmalar yapılabilir.

Bu çalışmanın literatüre katkı noktası klavikula cisim kırıklarında fragman özelliklerinin kaynama patolojileri üzerine etkisini değerlendiren ve fragman uzunluğu ile kaynama miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren, bilinen, ilk çalışma olmasıdır. Çalışmanın bir diğer katkısı ise klavikula cisim kırıklarında kaynamama için risk faktörü olduğu gösterilen dikey ötelenme miktarı için iki farklı eşik değeri belirlenerek bu eşik değerlere göre tedavi öngörüsü sağlamasıdır.

6. ÖZET

Konservatif Tedavi Edilen Robinson Tip 2B1 Klavikula Kırıklarında Kelebek Fragman Özelliklerinin İyileşmeye Etkisi

Bu çalışmanın amacı, kelebek fragmanlı yerinden ayrılmış klavikula cisim kırıklarında (Robinson sınıflamasına göre tip2B1 kelebek parçalı ve AO/OTA sınıflamasına göre 15.2B kırık), kırık fragmanları ile kelebek fragman özelliklerinin kaynama düzeyine etkilerini ortaya koymak ve tedavi başlangıcında kaynama gecikmesi veya kaynamama riski açısından hekimin öngörüsünü kolaylaştıracak bir algoritma oluşturmak idi.

Çalışmamızda, 2015-2019 yılları arasında konservatif tedavi edilen kelebek parçalı Robinson tip 2B1 klavikula kırıklı 31 hastanın yaralanma sonrası 24 haftalık takiplerindeki radyografik sonuçlarını değerlendirdik.

Çalışmaya katılan 31 hastanın 29'u erkek, 2'si kadındı ve ortamala yaşları 43,58 (21-75 yıl) yıl idi. Kırık tarafı 11 hastada sağ, 20 hastada sol idi. Kırıkların %70'i trafik kazasına bağlı, %30'u basit veya yüksekten düşmeye bağlı oluşmuştu.

Hastaların yaralanma sonrası çekilen Anteroposterior (AP) radyografilerinde radyolojik kırık parametreleri ölçüldü. Bu parametreler dikey ötelenme miktarı, kısalma miktarı, klavikula açısı, kelebek fragman uzunluğu, kelebek fragman açısı, kelebek fragman konumu ve kelebek fragman örtüşme miktarı idi. İlk 5 parametrenin ortalamaları sırasıyla; %125, 18,37mm, 11,27°, 21,72mm, 50,18° olarak kaydedildi.

Hastaların 19'u figür 8 bandaj, geriye kalan 12 hasta ise basit kol askısı ile tedavi edildi. Kaynama sürecini değerlendirmek için hastaların dördüncü, sekizinci, on ikinci ve yirmi dördüncü hafta kontrol radyografileri üzerinde M-RUSC Skoru (Uzun kemiklerin kaynama tabibinde kullanılan M-RUST skorunun modifiye edilmesiyle oluşturuldu.) ile kaynama düzeyleri hesaplandı. İlgili haftadaki kaynama düzeylerine göre hastalar gruplara ayrılarak gruplar arasındaki demografik ve radyolojik parametre farklılıkları değerlendirildi. Değerlendirme yapılan tüm haftalarda dikey ötelenme miktarının, kelebek fragman uzunluğundan daha fazla olacak şekilde bu iki parametrenin de kaynama düzeyini etkilediği

tespit edildi ($p<0.05$). Kısılma miktarı ve hasta yaşının sadece dördüncü haftada kaynama düzeyini etkilediği tespit edildi ($p<0.05$).

Konservatif takip edilen hastaların yirmi dördüncü haftadaki radyolojik değerlendirmesinde 8 hastada kaynamama, 10 hastada gecikmiş kaynama olduğu saptandı. Dikey ötelenme miktarı ortalamasının; kaynamama görülen kırıklarda %153.5, gecikmiş kaynama görülen kırıklarda %129.2, iyileşmiş kırıklarda %105.3 olduğu tespit edildi. Kaynama gecikmesi veya kaynamama görülme riskini, diğer faktörlerden bağımsız olarak, büyük ölçüde artıran tek faktörün dikey ötelenme miktarı olduğu saptandı ($p<0.001$). Yaralanma sonrası klavikula kalınlığının; %125'inden daha fazla dikey ötelenmenin iyileşme süresini önemli ölçüde arttırdığı ve %142,5'i üzerindeki dikey ötelenmenin ise yüksek olasılıkla kaynamamaya yol açacağı saptandı ($p<0.05$). Kelebek fragman özellikleri arasında kaynamama ya da kaynama gecikmesi riskini belirgin ölçüde arttıracak herhangi bir faktör bulunamadı.

Çalışmamızda görülen kaynamama ve gecikmiş kaynama oranının literatürden yüksek bulunması çalışmamızdaki kaynamama değerlendirmesinin radyolojik olarak yapılmış olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Kelebek fragmanlı Robinson tip 2B1 akut klavikula cisim kırığında; kaynama gecikmesi veya kaynamama patolojisi yaşanmaması için seçilecek tedavi stratejisini belirlerlerken değerlendirilecek primer ölçütlerden biri dikey ötelenme miktarı olmalıdır. Klavikula ana parçaları arasında klavikula kalınlığının %125'inden daha fazla dikey ötelenme varsa kırık iyileşme süresi uzayacaktır. Bu durum işgücü ve ekonomik kayba neden olacağından, özellikle genç ve aktif hastaların bu tip kırıklarında, cerrahi tedavinin öncelenmesi daha doğru olacaktır. Klavikula ana parçaları arasında, klavikula kalınlığının %142,5'den fazla dikey ötelenmesi olan klavikula cisim kırıklarında ise çok yüksek ihtimalle kaynamama görülecektir. Bu sebeple; bu tip kırığı olan hastalarda, herhangi bir kontrendikasyon yoksa, cerrahi tedavi birincil seçenek olmalıdır. Kelebek fragmanlı Robinson tip 2B1 kırıklarında kelebek fragman özelliklerinin kaynamama veya gecikmiş kaynama riski için tek başına belirgin bir önem teşkil etmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Klavikula, Klavikula Cisim Kırığı, Kelebek Fragman

7. İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)

The Effect of Butterfly Fragment Characteristics on Recovery in Conservatively Treated Robinson Type 2B1 Clavicle Fractures

The aim of this study was to reveal the effects of fracture fragments and butterfly fragment features on the union level in displaced clavicle shaft fractures with butterfly fragments (Type 2B1 with butterfly fragments according to Robinson classification and 15.2B according to AO/OTA classification) and to create an algorithm that will facilitate the prediction of the physician in terms of the risk of delayed union or nonunion at the beginning of the treatment.

In our study, we evaluated the radiographic results of 31 patients with butterfly fragment Robinson type 2B1 clavicle fracture, who were treated conservatively between 2015 and 2019, during their 24-week follow-up.

29 were male and 2 were female of the 31 patients included in the study and their mean age was 43.58 (21-75 years). The fracture site was right in 11 patients and left in 20 patients. 70% of the fractures were due to traffic accidents, 30% were due to simple or falling from a height.

Radiologic fracture parameters were measured and recorded in the anteroposterior (AP) radiographs of the patients taken after injury. These parameters were vertical translation amount, shortening amount, clavicle angle, butterfly fragment length, butterfly fragment angle, butterfly fragment position and butterfly fragment overlap amount. The averages of the first 5 parameters, respectively; 125% recorded as 18.37mm, 11.27°, 21.72mm, 50.18°.

19 of the patients were treated with a figure 8 bandage and the remaining 12 patients were treated with a simple arm sling. Union levels were calculated with the M-RUSC Score (It was created by modifying the M-RUST score used in long bone union physicians.) on the control radiographs of the patients at the fourth, eighth, twelfth, and twenty-fourth weeks to evaluate the process of union. The demographic and radiological parameter differences between the groups were evaluated by dividing the patients into groups according to their union level in the relevant week. In all weeks of evaluation, it was determined that the amount of vertical translation affected the union level more than the butterfly fragment

length ($p<0.05$). It was determined that the amount of shortening and the age of the patient affected the level of union only in the fourth week ($p<0.05$).

In the radiological evaluation of the patients who were followed up conservatively at 24 weeks, 8 patients had no union and 10 patients had delayed union. The average of the vertical translation amount; It was determined that it was 153.5% in fractures with nonunion, 129.2% in fractures with delayed union, and 105.3% in healed fractures. It was determined that the only factor that greatly increased the risk of delayed union or nonunion, independent of other factors, was the amount of vertical translation ($p<0.001$). It was determined that vertical translation of more than 125% of the clavicle thickness after injury significantly increased the recovery time, and vertical translation of more than 142.5% of the clavicle would most likely cause nonunion ($p<0.05$). No factors were found within the butterfly fragment characteristics to increase the risk of nonunion or delayed fusion.

The fact that the rate of nonunion and delayed union observed in our study was higher than the literature may be due to the radiological evaluation of nonunion in our study.

In order to avoid delayed union or nonunion pathology in acute Robinson type 2B1 clavicle shaft fracture with butterfly fragment, one of the primary criteria to be evaluated while determining the treatment strategy to be selected should be the amount of vertical translation. Fracture healing time will be prolonged if there is a vertical translation of more than 125% of the clavicle thickness between the main parts of the clavicle. Since this situation will cause labor and economic loss, it would be more appropriate to prioritize surgical treatment, especially in this type of fractures of young and active patients. Fractures of the clavicle shaft with a vertical displacement of more than 142.5% of the clavicle thickness between the main parts of the clavicle will most likely have nonunion. Therefore; In patients with this type of fracture, surgical treatment should be the primary option if there are no contraindications. In Robinson type 2B1 fractures with butterfly fragment, butterfly fragment characteristic are not important for the risk of nonunion or delayed union alone.

Keywords: Clavicle, Clavicle Shaft Fractures, Butterfly Fragment

8. KAYNAKLAR

1. Simom P. Fractures and non-unions of the clavicle. In Bentley G, editor. European Instructional Course Lectures 2009; 9: 75-9.
2. Stegeman SA, Roeloffs CW, van den Bremer J, Krijnen P, Schipper IB. The relationship between trauma mechanism fracture type and treatment of midshaft clavicular fractures. Eur J Emerg Med 2012 Jul; 30.
3. Moore KL, Dalley AF. Clinically oriented anatomy. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
4. Ege R. Travmatoloji, kırıklar, eklemler, diğer yaralanmalar cilt 2, 5. Baskı Ankara: Bizim Büro Basımevi; 2002.
5. Robinson CM. Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification. J Bone Joint Surg Br. 1998 May;80(3):476–84.
6. Jeray KJ Review Acute midshaft clavicular fracture J Am Acad Orthop Surg. 2007 Apr; 15(4):239-48.
7. Nordqvist A., Petersson C.J., Redlund-Johnell I. Mid-clavicle fractures in adults: End result study after conservative treatment. J. Orthop. Trauma. 1998;12(8):572–576.
8. Nowak J., Holgersson M., Larsson S. Can we predict long-term sequelae after fractures of the clavicle based on initial findings? A prospective study with nine to ten years of follow-up. J. Shoulder Elbow Surg. 2004;13(5):479–486.
9. Ban I., Branner U., Holck K., Krashennnikoff M., Troelsen A. Clavicle fractures may be conservatively treated with acceptable results - A systematic review. Dan. Med. J. 2012;59(7):A4457.
10. Curtis RJ Jr. Operative management of children's fractures of the shoulder region. Orthop Clin North Am. 1990 Apr;21(2):315-24
11. Pandya NK, Namdari S, Hosalkar HS. Displaced clavicle fractures in adolescents: facts, controversies, and current trends. J Am Acad Orthop Surg. 2012;20:498-505.
12. Sarwark JF, King EC, Luhmann SJ. Proximal humerus, scapula, and clavicle. In: Beaty JA, Kasser JR, eds. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. 6th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006:704-771.

13. Bahk MS, Kuhn JE, Galatz LM, Connor PM, Williams GR Jr. Acromioclavicular and sternoclavicular injuries and clavicular, glenoid, and scapular fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Oct. 91(10):2492-510.
14. Lenza M., Belloti J.C., Andriolo R.B., Gomes Dos Santos J.B., Faloppa F. Conservative interventions for treating middle third clavicle fractures in adolescents and adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2009;(2):CD007121.
15. Rumball KM, Da Silva VF, Preston DN, Carruthers CC. Brachial-plexus injury after clavicular fracture: case report and literature review. *Can J Surg.* 1991 Jun;34(3):264-6.
16. Bernstein, Joseph, MD¹ Nonoperative Treatment Compared with Plate Fixation of Displaced Midshaft Clavicular Fractures, *JBJS:* August 2007 - Volume 89 - Issue 8 - p 1866.
17. McKee R.C., Whelan D.B., Schemitsch E.H., McKee M.D. Operative *versus* nonoperative care of displaced midshaft clavicular fractures: A meta-analysis of randomized clinical trials. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012;94(8):675–684.
18. Woltz S, Stegeman SA, Krijnen P, van Dijkman BA, van Thiel TP, Schep NW, de Rijcke PA, Frölke JP, Schipper IB. Plate Fixation Compared with Nonoperative Treatment for Displaced Midshaft Clavicular Fractures: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Jan 18;99(2):106-112.
19. Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human.* 7th ed, 2003.
20. Diego A Garzon-Alvarado, María Lucía Gutiérrez, Luis Fernando Calixto · A computational model of clavicle bone formation: a mechano-biochemical hypothesis 2014;61:132-7.
21. Karsenty G, Kronenberg HM, Settembre C. Genetic control of bone formation. *Annu Rev Cell Dev Biol* 2009;25:629–48.
22. Goldring MB, Tsuchimochi K, Ijiri K. The control of chondrogenesis. *J Cell Biochem* 2006;97(1):33–44.
23. Scheuer L, Black S. The clavicle. In: Elsevier, editor. *The Juvenile*

Skeleton. Elsevier; 2004. p. 247–52.

24. Baumgart M, Wiśniewski M, Grzonkowska M, Badura M, Dombek M, Małkowski B, Szpinda M (2016) Morphometric study of the two fused primary ossification centers of the clavicle in the human fetus. *Surg Radiol Anat* 38(8):937–945 .
25. Ogata S, Uthoff HK (1990) The early development and ossification of the human clavicle—an embryologic study. *Acta Orthop Scand* 61(4):330–334.
26. Mohsin A, Alam Z, Ekramuddin, Faruqi NA (2013) Bilateral variations in the growth and development of human foetal clavicle. *Biomed Res India* 24(2):235–24.
27. Anne Elisabeth , Ljunggre CLAVICULAR FUNCTION *Acta orthop. scand.* 50, 261-268, 1979.
28. Tim White Michael Black Pieter Folken *Human Osteology* 3rd Edition 161-165 2012.
29. Bernat, A., Huysmans, T., Van Glabbeek, F., Sijbers, J., Gielen, J., & Van Tongel, A. (2013). The anatomy of the clavicle. *Clinical Anatomy*, 27(5), 712–723.
30. Martin, E. & Saller, K. (1959) *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung mit besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Methoden*. Vol. 2, 3rd ed. pp. 1039-1041.
31. Hoogervorst, P., Appalsamy, A., Franken, S., van Kampen, A., & Hannink, G. (2018). Quantifying shortening of the fractured clavicle assuming clavicular symmetry is unreliable. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 138(6), 803–807.
32. Tubbs RS, Shah NA, Sullivan BP, Marchase ND, Cömert A, Acar HI, Tekdemir I, Loukas M, Shoja MM. The costoclavicular ligament revisited: a functional and anatomical study. *Rom J Morphol Embryol.* 2009;50(3):475-9.
33. Javed O, Maldonado KA, Ashmyan R. *StatPearls* . StatPearls Yayıncılık; Treasure Island (FL): 24 Mayıs 2020. Anatomi, Omuz ve Üst Ekstremité, Kaslar.

34. Moore KL AA. *Essential Clinical Anatomy*. 2nd ed. Baltimore, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 51-68.
35. Levangie, P.K. and Norkin, C.C. *Joint structure and function: A comprehensive analysis* (4th ed.). Philadelphia: The F.A. Davis Company;2005.
36. Dutton M. *Orthopaedic: Examination, evaluation, and intervention*(2nd edition). New York: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2008.
37. Oyama S., Myers J., Wassinger C., Lephar S.: Three-dimensional scapular and clavicular kinematics and scapular muscle activity during retraction exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010; 40: pp. 169-179.
38. van Tongel A., MacDonald P., Leiter J., Pouliart N., Peeler J.: A cadaveric study of the structural anatomy of the sternoclavicular joint. *Clin Anat* 2012; 25: pp. 903-910.
39. Cowan PT, Mudreac A, Varacallo M. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): May 24, 2020. Anatomy, Back, Scapula.- Kiel J, Kaiser K. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jan 29, 2020. Sternoclavicular Joint Injury..
40. Wong M, Kiel J. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Dec 16, 2018. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Acromioclavicular Joint.
41. Renfree KJ, Wright TW. Anatomy and biomechanics of the acromioclavicular and sternoclavicular joints. *Clin Sports Med*. 2003;22:219–237.
42. Bonsell S, Pearsell AW, 4th, Heitman RJ, et al. The relationship of age, gender, and degenerative changes observed on radiographs of the shoulder in asymptomatic individuals. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82:1135–1139.).
43. Rockwood CA, Jr, Williams GR, Young D. Disorders of the acromioclavicular joint. In: Rockwood CA Jr, Matsen F, editors. *The Shoulder*. Saunders; Philadelphia: 1998. pp. 483–553.

44. Gottschalk HP, Browne RH, Starr AJ. Shoulder girdle: patterns of trauma and associated injuries. *J Orthop Trauma*. 2011 May;25(5):266-7.
45. Marsalli M, Moran N, Laso JI. Arthroscopic Acromioclavicular Joint Reconstruction With TightRope and FiberTape Loop. *Arthrosc Tech*. 2018 Nov;7(11):e1103-e1108..
46. Nakazawa M, Nimura A, Mochizuki T, Koizumi M, Sato T, Akita K. The Orientation and Variation of the Acromioclavicular Ligament: An Anatomic Study. *Am J Sports Med*. 2016 Oct;44(10):2690-2695.
47. Hyland S, Charlick M, Varacallo M. StatPearls . StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Apr 27, 2020. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Clavicle.
48. Takase, K. The coracoclavicular ligaments: an anatomic study. *Surg Radiol Anat* 32, 683–688.
49. Saccomanno MF, DE Ieso C , Milano G Acromioclavicular joint instability: anatomy, biomechanics and evaluation *Joints*, 01 Apr 2014, 2(2):87-92.
50. Daniel Moya, MD a, Luciano A. Poitevin, MD , Daniel Postan, MD , Guillermo A. Azulay, MD , Sergio Valente, MD , Fernando Giacomelli, Eng , Luis A. Mamone, MRI Technologist The medial coracoclavicular ligament: anatomy, biomechanics, and clinical relevance—a research study *JSES Open Access* 2 (2018) 183/189.
51. Hyland S, Charlick M, Varacallo M. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Apr 27, 2020. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Clavicle.
52. Nakazawa M., Nimura A., Mochizuki T., Koizumi M., Sato T., & Akita K. (2016). The Orientation and Variation of the Acromioclavicular Ligament. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(10) , 2690–2695.).
53. Salter EG, Jr, Nasca RJ, Shelley BS. Anatomical observations on the acromioclavicular joint in supporting ligaments. *Am J Sports Med*. 1987;15:199–206.

54. Stine IA, Vangsness CT., Jr Analysis of the capsule and ligament insertions about the acromioclavicular joint: a cadaveric study. *Arthroscopy*. 2009;25:968–974..
55. Moorman CT, Warren RF, Deng XH, Wickiewicz TL, Torzilli PA. Role of coracoacromial ligament and related structures in glenohumeral stability: a cadaveric study. *J Surg Orthop Adv*. 2012;21:210–217.
56. Edelson JG, Luchs J. Aspects of coracoacromial ligament anatomy of interest to the arthroscopic surgeon. *Arthroscopy*. 1995;11:715–719..
57. Fealy S, April EW, Khazzam M, Armengol-Barallat J, Bigliani LU. The coracoacromial ligament: morphology and study of acromial enthesopathy. *J Shoulder Elbow Surg*. 2005;14:542–548.
58. Bigliani LU, Kelkar R, Flatow EL, Pollock RG, Mow VC. Glenohumeral stability. Biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;330:13–30.
59. Tillmann B, Tichy P. Functional anatomy of the shoulder. *Unfallchirurg*. 1986;89:389–397.
60. Putz R, Liebermann J, Reichelt A. The function of the coracoacromial ligament. *Acta Anat (Basel)*. 1988;131:140–145.
61. Warth, R. J., Martetschläger, F., Gaskill, T. R., & Millett, P. J. (2012). Acromioclavicular joint separations. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 6(1), 71–78.
62. Emura, K., Arakawa, T., Miki, A., & Terashima, T. (2014). Anatomical observations of the human acromioclavicular joint. *Clinical Anatomy*, 27(7), 1046–1052.
63. Keener JD. Acromioclavicular Joint Anatomy and Biomechanics. *Operative Techniques in Sports Medicine* 2014; 210-213.
64. Bordoni B, Reed RR, Tadi P, Varacallo M. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jan 12, 2020. Neuroanatomy, Cranial Nerve 11 (Accessory).

65. Javed O, Maldonado KA, Ashmyan R. StatPearls. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): May 24, 2020. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Muscles.
66. Qin, D., Zhang, Q., Zhang, Y.-Z., Pan, J.-S., & Chen, W. (2010). Safe Drilling Angles and Depths for Plate-Screw Fixation of the Clavicle: Avoidance of Inadvertent Iatrogenic Subclavian Neurovascular Bundle Injury. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 69(1), 162–168.
67. Clitherow, H. D., & Bain, G. I. (2014). Major neurovascular complications of clavicle fracture surgery. *Shoulder & Elbow*, 7(1), 3–12.
68. Sinha, A., Edwin, J., Sreeharsha, B., Bhalaik, V., & Brownson, P. (2011). A radiological study to define safe zones for drilling during plating of clavicle fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 93-B(9), 1247–1252 .
69. Clitherow, H. D., & Bain, G. I. (2014). Major neurovascular complications of clavicle fracture surgery. *Shoulder & Elbow*, 7(1), 3–12.
70. Hussey, M. M., Chen, Y., Fajardo, R. A., & Dutta, A. K. (2013). Analysis of Neurovascular Safety Between Superior and Anterior Plating Techniques of Clavicle Fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 27(11), 627–632.
71. Nathe, T., Tseng, S., & Yoo, B. (2010). The Anatomy of the Supraclavicular Nerve During Surgical Approach to the Clavicular Shaft. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 469(3), 890–894.
72. Tubbs, R. S., Salter, E. G., & Oakes, W. J. (2006). Anomaly of the supraclavicular nerve: Case report and review of the literature. *Clinical Anatomy*, 19(7), 599–601.
73. Knudsen, F. W., Andersen, M., & Krag, C. (1989). The arterial supply of the clavicle. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 11(3), 211–214.
74. Natsis, K., Totlis, T., Chorti, A., Karanassos, M., Didagelos, M., & Lazaridis, N. (2015). Tunnels and grooves for supraclavicular nerves

within the clavicle: review of the literature and clinical impact. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 38(6), 687–691.

75. Toogood P, Horst P, Samagh S, Feeley BT. Clavicle fractures: a review of the literature and update on treatment. *Phys Sportsmed*. 2011 Oct;39(3):142–50.
76. Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(5):452–6.
77. Eiff, MP, Hatch, et al. Clavicle and scapula fractures. In: *Fracture Management for Primary Care*, 2nd ed, WB Saunders, Philadelphia 2002. p.198.
78. Nordqvist A, Petersson C. The incidence of fractures of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res*. 1994;300:127–132.
79. Robertson GA, Wood AM. Return to sport following clavicle fractures: a systematic review. *British medical bulletin*. 2016 Sep 1;119(1).
80. Landin LA. Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950–1979. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1983;202:1–109.
81. van der Meijden OA, Gaskill TR, Millett PJ. Treatment of clavicle fractures: current concepts review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012 Mar;21(3):423-9.
82. Throckmorton T, Kuhn JE. Fractures of the medial end of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16:49..
83. Bentley TP, Journey JD. Clavicle Fractures. *InStatPearls [Internet]* 2020 May 6.
84. Craig EV. fractures of the clavícula. In: Rockwood CA, Matsen FA , eds .the shoulder . phidelphiae : WB Saunders , 1990:367-412 .
85. Crenshaw AH. Fractures of shoulder girdle, arm and forearm. In Willis CC, ed *Campbell's Operative orthopedics*, 8th ed. St. Louis: Mosby-Year Book, 1992: 989-995.

86. Robinson CM, Cairns DA. Primary nonoperative treatment of displaced lateral fractures of clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86A: 778-782.
87. Pecci M, Kreher JB. Clavicle fractures. *Am Fam Physician*. 2008 Jan 1;77(1):65-70.
88. WB Saunders , 1990:367-412 ; Crenshaw AH. Fractures of shoulder girdle, arm and forearm. In Willis CC, ed *Campbell's Operative orthopedics*, 8th ed. St. Louis: Mosby-Year Book, 1992: 989-995 .
89. Jeray KJ. Acute midshaft clavicular fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2007 Apr;15(4):239–48.
90. Zelle BA, Pape HC, Gerich TG, Garapati R, Ceylan B, Krettek C. Functional outcome following scapulothoracic dissociation. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(1):2-8.
91. Owens BD, Goss TP. The floating shoulder. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(11):1419-1424.
92. Roset-Llobet J, Saló-Orfila JM. Sports-related stress fracture of the clavicle: a case report. *Int Orthop*. 1998;22(4):266-268.
93. Shellhaas JS, Glaser DL, Drezner JA. Distal clavicular stress fracture in a female weight lifter: a case report. *Am J Sports Med*. 2004;32(7):1755-1758.
94. Judd DB, Bottoni CR, Pallis MP, Smith E Intramedullary fixation versus nonoperative treatment for mid-shaft clavicle fractures American academy of orthopaedic surgeons 72nd annual meeting; 2005 feb 23-27; washington (DC).
95. Rikli D, Regazzoni P, Renner N. The unstable shoulder girdle: early functional treatment utilizing open reduction and internal fixation. *J Orthop Trauma*. 1995;9(2):93-97.
96. Smekal, V., Deml, C., Irenberger, A., Niederwanger, C., Lutz, M., Blauth, M. and Krappinger, D. (2008) Length Determination in Midshaft Clavicle Fractures: Validation of Measurement. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 22, 458-462.

97. Craig EV. Fractures of the clavicle. In:Rockwood CA, Matsen FA, eds. The shoulder, 3rd ed. Philadelphia: WB saunders , 1988: 428-482.
98. Bateman, J.E. Neurovascular syndromes related to the clavicle. Clin. Orthop. Relat. Res. 58:75Y82, 1968.
99. Taitsman LA, Nork SE, Coles CP, Barei DP, Agel J. Open clavicle fractures and associated injuries. J Orthop Trauma. 2006;20(6):396-399.
100. Rowe, C.R. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. Clin. Orthop. 58:29Y42, 1968.
101. Wright J, Aresti N, Heuveling C, Di Mascio L. Are standard antero-posterior and 20° caudal radiographs a true assessment of mid-shaft clavicular fracture displacement?. J Clin Orthop Trauma. 2016;7(4):221-224.
102. Ramos L, Mencía R, Alonso A, Ferrández L. Conservative treatment of ipsilateral fractures of the scapula and clavicle. J Trauma. 1997;42(2):239-242.
103. Riemer BL, Butterfield SL, Daffner RH, O'Keefe RM Jr. The abduction lordotic view of the clavicle: a new technique for radiographic visualization. J Orthop Trauma. 1991;5(4):392-394.
104. Weinberg B, Seife B, Alonso P. The apical oblique view of the clavicle: its usefulness in neonatal and childhood trauma. Skeletal Radiol. 1991;20(3):201-203.
105. Quesana, F. (1926) Technique for the Roentgen Diagnosis of Fractures of the Clavicle. Surgery, Gynecology & Obstetrics, 42, 4261-4281.
106. Nordqvist, A., Petersson, C.J. and Redlund-johnell, I. (1998) Mid-Clavicle Fractures in Adults: End Result Study after Conservative Treatment. Journal of Orthopaedic Trauma, 12, 572-576.
107. Jones GL, Bishop JY, Lewis B, et al. Intraobserver and interobserver agreement in the classification and treatment of midshaft clavicle fractures. Am J Sports Med 2014; 42:1176..
108. Lazarides, S. and Zafiropoulos, G. (2006) Conservative Treatment of Fractures at the Middle Third of the Clavicle: The Relevance of

- Shortening and Clinical Outcome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 15, 191-194.
109. Zanca, P. (1971) Shoulder Pain: Involvement of the Acromioclavicular Joint (Analysis of 1,000 Cases). *American Journal of Roentgenology*, 112, 493-506.
 110. Wirth, M.A. and Rockwood Jr., C.A. (1996) Acute and Chronic Traumatic Injuries of the Sternoclavicular Joint. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 4, 268-278.
 111. Gil-Albarova, J., Rebollo-González, S., Gómez-Palacio, V.E. and Herrera, A. (2013) Management of Sternoclavicular Dislocation in Young Children: Considerations about Diagnosis and Treatment of Four Cases. *Musculoskeletal Surgery*, 97, 137-143.
 112. Hobbs, D.W. (1968) Sternoclavicular Joint: A New Axial Radiographic View. *Radiology*, 90, 801.
 113. Kenneth, R. and Kattan, M.D. (1973) Modified View for Use of Roentgen Examination of the Sternoclavicular Joints. *Radiology*, 108, 8.
 114. Throckmorton T, Kuhn JE. Fractures of the medial end of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16:49.
 115. Herscovici D Jr, Fiennes AG, Allgöwer M, Rüedi TP. The floating shoulder: ipsilateral clavicle and scapular neck fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1992; 74:362
 116. Rosenberg N, Neumann L, Wallace AW. Functional outcome of surgical treatment of symptomatic nonunion and malunion of midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(5):510-513.
 117. Omid R, Kidd C, Yi A, Villacis D, White E. Measurement of Clavicle Fracture Shortening Using Computed Tomography and Chest Radiography. *Clin Orthop Surg.* 2016;8(4):367-372.
 118. Ernberg LA, Potter HG. Radiographic evaluation of the acromioclavicular and sternoclavicular joints. *Clin Sports Med.* 2003 Apr;22(2):255-75.
 119. Beckmann NM, Sanhaji L, Chinapuvvula NR, West OC. Imaging of Traumatic Shoulder Girdle Injuries. *Radiol Clin North Am.* 2019 Jul;57(4):809-822.

120. Katz R, Landman J, Dulitzky F, et al. Fracture of the clavicle in the newborn. An ultrasound diagnosis. *J Ultrasound Med*. 1988 Jan. 7(1):21-3.
121. Chien M, Bulloch B, Garcia-Filion P, Youssfi M, Shrader MW, Segal LS. Bedside ultrasound in the diagnosis of pediatric clavicle fractures. *Pediatr Emerg Care*. 2011 Nov. 27(11):1038-4.
122. Heers G, Hedtmann A. Correlation of ultrasonographic findings to Tossy's and Rockwood's classification of acromioclavicular joint injuries. *Ultrasound Med Biol*. 2005 Jun. 31(6):725-32
123. Cross KP, Warkentine FH, Kim IK, et al. Bedside ultrasound diagnosis of clavicle fractures in the pediatric emergency department. *Acad Emerg Med* 2010; 17:687..
124. Allman FL., Jr Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J Bone Joint Surg Am*. 1967 Jun;49(4):774–84.
125. Neer CS., 2nd Fractures of the distal third of the clavicle *Clin Orthop Relat Res* 1968 May–Jun 58:43–50
126. Craig EV. Fractures of the clavicle. In: Rockwood CA, Green DP, editors. *Fractures in adults*. 6th ed. Vol. 1. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins; 2006. pp. 1216–7
127. O'Neill BJ, Hirpara KM, O'Briain D, McGarr C, Kaar TK. Clavicle fractures: a comparison of five classification systems and their relationship to treatment outcomes. *Int Orthop*. 2011 Jun;35(6):909–14. Epub 2010 Nov 19
128. Mukhopadhaya, John, and Anil K Jain. "AO Principles of Fracture Management." *Indian Journal of Orthopaedics* vol. 53,1 (2019): 217–218
129. NEER CS 2nd. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc*. 1960 Mar 5;172:1006-11.
130. Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1968 May-Jun;58:29-42.

131. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Jul;79(4):537-9
132. Preston CF, Egol KA. Midshaft clavicle fractures in adults. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2009;67(1):52-7.
133. McKee M. Clavicle fractures. In: Bucholz RW, Court-Brown CM, Heckman JD, Tornetta P III, eds. *Rockwood and Green's Fractures in Adults.* Vol 1. 7th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2010:1106-1143
134. Robinson CM, Goudie EB, Murray IR, Jenkins PJ, Ahktar MA, Read EO, Foster CJ, Clark K, Brooksbank AJ, Arthur A, Crowther MA, Packham I, Chessier TJ. Open reduction and plate fixation versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures: a multicenter, randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2013 Sep 4;95(17):1576-84.
135. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Jan;89(1):1-10
136. Smeeing DPJ, van der Ven DJC, Hietbrink F, Timmers TK, van Heijl M, Kruyt MC, Groenwold RHH, van der Meijden OAJ, Houwert RM. Surgical Versus Nonsurgical Treatment for Midshaft Clavicle Fractures in Patients Aged 16 Years and Older: A Systematic Review, Meta-analysis, and Comparison of Randomized Controlled Trials and Observational Studies. *Am J Sports Med.* 2017 Jul;45(8):1937-1945
137. Tamaoki MJS, Matsunaga FT, Costa ARFD, Netto NA, Matsumoto MH, Belloti JC. Treatment of Displaced Midshaft Clavicle Fractures: Figure-of-Eight Harness Versus Anterior Plate Osteosynthesis: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Jul 19;99(14):1159-1165
138. Fuglesang HFS, Flugsrud GB, Randsborg PH, Oord P, Benth JŠ, Utvåg SE. Plate fixation *versus* intramedullary nailing of completely displaced

- midshaft fractures of the clavicle: a prospective randomised controlled trial. *Bone Joint J.* 2017 Aug;99-B(8):1095-1101
139. Houwert RM, Wijdicks FJ, Steins Bisschop C, Verleisdonk EJ, Kruijt M. Plate fixation versus intramedullary fixation for displaced mid-shaft clavicle fractures: a systematic review. *Int Orthop.* 2012 Mar;36(3):579-85
 140. Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, Jeray K, McKee MD; Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures: on behalf of the Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. *J Orthop Trauma.* 2005 Aug;19(7):504-7.
 141. Verborgt O, Pittoors K, Van Glabbeek F, et al. Plate fixation of middle-third fractures of the clavicle in the semi-professional athlete. *Acta Orthopaedica Belgica.* 2005 Feb;71(1):17-21
 142. Ersen A, Atalar AC, Birisik F, Saglam Y, Demirhan M. Comparison of simple arm sling and figure of eight clavicular bandage for midshaft clavicular fractures: a randomised controlled study. *Bone Joint J.* 2015 Nov;97-B(11):1562-5.
 143. Stanley D, Norris SH. Recovery following fractures of the clavicle treated conservatively. *Injury.* 1988 May;19(3):162-4
 144. Lenza M, Belloti JC, Andriolo RB, Faloppa F. Conservative interventions for treating middle third clavicle fractures in adolescents and adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014 May 30;(5)
 145. Lazarides S, Zafiropoulos G. Conservative treatment of fractures at the middle third of the clavicle: the relevance of shortening and clinical outcome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006 Mar-Apr;15(2):191-4
 146. McKee RC, Whelan DB, Schemitsch EH, McKee MD. Operative versus nonoperative care of displaced midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of randomized clinical trials. *J Bone Joint Surg Am.* 2012 Apr 18;94(8):675-84

147. Robinson CM, Court-Brown CM, McQueen MM, Wakefield AE (2004) Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *J Bone Joint Surg Am* 86-A:1359–1365.
148. Ban I, Troelsen A. Risk profile of patients developing nonunion of the clavicle and outcome of treatment--analysis of fifty five nonunions in seven hundred and twenty nine consecutive fractures. *Int Orthop*. 2016 Mar;40(3):587-93.
149. Campochiaro G, Tsatsis C, Gazzotti G, Rebuzzi M, Catani F. Displaced mid-shaft clavicular fractures: surgical treatment with a pre-contoured angular stability plate. *Musculoskelet Surg*. 2012 May;96 Suppl 1:S21-6.
150. VanBeek C, Boselli KJ, Cadet ER, Ahmad CS, Levine WN. Precontoured plating of clavicle fractures: decreased hardware-related complications? *Clin Orthop Relat Res*. 2011 Dec;469(12):3337-43.
151. Hamman D, Lindsey D, Dragoo J. Biomechanical analysis of bicortical versus unicortical locked plating of mid-clavicular fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011 Jun;131(6):773-8.
152. Partal G, Meyers KN, Sama N, Pagenkopf E, Lewis PB, Goldman A, Wright TM, Helfet DL. Superior versus anteroinferior plating of the clavicle revisited: a mechanical study. *J Orthop Trauma*. 2010 Jul;24(7):420-5
153. Lo EY, Eastman J, Tseng S, Lee MA, Yoo BJ. Neurovascular risks of anteroinferior clavicular plating. *Orthopedics*. 2010 Jan;33(1):21
154. Stufkens SA, Kloen P. Treatment of midshaft clavicular delayed and non-unions with anteroinferior locking compression plating. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010 Feb;130(2):159-64
155. Formaini N, Taylor BC, Backes J, Bramwell TJ. Superior versus anteroinferior plating of clavicle fractures. *Orthopedics*. 2013 Jul;36(7):e898-904
156. Favre P, Kloen P, Helfet DL, Werner CM. Superior versus anteroinferior plating of the clavicle: a finite element study. *J Orthop Trauma*. 2011 Nov;25(11):661-5

157. Celestre P, Roberston C, Mahar A, Oka R, Meunier M, Schwartz A. Biomechanical evaluation of clavicle fracture plating techniques: does a locking plate provide improved stability? *J Orthop Trauma*. 2008 Apr;22(4):241-7
158. Toogood P, Coughlin D, Rodriguez D, Lotz J, Feeley B. A biomechanical comparison of superior and anterior positioning of precontoured plates for midshaft clavicle fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2014 Oct;43(10):E226-31
159. Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Plate fixation of fresh displaced midshaft clavicle fractures. *Injury*. 1999 Sep;30(7):497-500
160. Duan X, Zhong G, Cen S, Huang F, Xiang Z. Plating versus intramedullary pin or conservative treatment for midshaft fracture of clavicle: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011 Sep;20(6):1008-15
161. Meisterling SW, Cain EL, Fleisig GS, Hartzell JL, Dugas JR. Return to athletic activity after plate fixation of displaced midshaft clavicle fractures. *Am J Sports Med*. 2013; 41(11):2632-2636
162. Leroux T, Wasserstein D, Henry P, Khoshbin A, Dwyer T, Ogilvie-Harris D, Mahomed N, Veillette C. Rate of and Risk Factors for Reoperations After Open Reduction and Internal Fixation of Midshaft Clavicle Fractures: A Population-Based Study in Ontario, Canada. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Jul 2;96(13):1119-1125
163. Abo El Nor T. Displaced mid-shaft clavicular fractures: surgical treatment with intramedullary screw fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013 Oct;133(10):1395-9.
164. Mueller M, Rangger C, Striepens N, Burger C. Minimally invasive intramedullary nailing of midshaft clavicular fractures using titanium elastic nails. *J Trauma*. 2008 Jun;64(6):1528-34
165. Neviaser RJ, Neviaser JS, Neviaser TJ, Neviaser JS. A simple technique for internal fixation of the clavicle. A long term evaluation. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;(109):103-7

166. Zenni EJ Jr, Krieg JK, Rosen MJ. Open reduction and internal fixation of clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1981 Jan;63(1):147-51
167. Grassi FA, Tajana MS, D'Angelo F. Management of midclavicular fractures: comparison between nonoperative treatment and open intramedullary fixation in 80 patients. *J Trauma*. 2001 Jun;50(6):1096-100
168. Strauss EJ, Egol KA, France MA, Koval KJ, Zuckerman JD. Complications of intramedullary Hagie pin fixation for acute midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007 May-Jun;16(3):280-4.
169. Khan LA, Bradnock TJ, Scott C, Robinson CM. Fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Feb;91(2):447-60
170. ,Schuind F, Pay-Pay E, Andrianne Y, Donkerwolcke M, Rasquin C, Burny F. External fixation of the clavicle for fracture or non-union in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1988 Jun;70(5):692-5
171. Hulsmans MH, van Heijl M, Houwert RM, Hammacher ER, Meylaerts SA, Verhofstad MH, Dijkgraaf MG, Verleisdonk EJ. High Irritation and Removal Rates After Plate or Nail Fixation in Patients With Displaced Midshaft Clavicle Fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2017 Feb;475(2):532-539
172. van der Meijden OA, Houwert RM, Hulsmans M, Wijdicks FJ, Dijkgraaf MG, Meylaerts SA, Hammacher ER, Verhofstad MH, Verleisdonk EJ. Operative treatment of dislocated midshaft clavicular fractures: plate or intramedullary nail fixation? A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2015 Apr 15;97(8):613-9
173. Frima H, Hulsmans MHJ, Houwert RM, Ahmed Ali U, Verleisdonk EJMM, Sommer C, van Heijl M. End cap versus no end cap in intramedullary nailing for displaced midshaft clavicle fractures: influence on implant-related irritation. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018 Feb;44(1):119-124.
174. Hulsmans MHJ, van Heijl M, Frima H, van der Meijden OAJ, van den Berg HR, van der Veen AH, Gunning AC, Houwert RM, Verleisdonk EJMM. Predicting suitability of intramedullary fixation for displaced

- midshaft clavicle fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2018 Aug;44(4):581-587
175. Houwert RM, Smeeing DP, Ahmed Ali U, Hietbrink F, Kruyt MC, van der Meijden OA. Plate fixation or intramedullary fixation for midshaft clavicle fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016 Jul;25(7):1195-203
 176. Schneble CA, Li DT, Kahan J, Brand J, Socci A, Haims A, Yoo BJ. Reliability of Radiographic Union Scoring in Humeral Shaft Fractures. *J Orthop Trauma.* 2020 May 8; Francisco KRA, Detoyato LG. Reliability of Radiographic Union Scale for Tibial Fractures (RUST) when used in determining bone healing in femoral fractures treated with interlocked intramedullary SIGN nailing. *IJSRP* 2018;12:200–4
 177. Eliezer EN, Haonga BT, Morshed S, et al. Predictors of reoperation for adult femur shaft fractures managed operatively in a Sub-Saharan Country. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:388–95; Bhandari M, Chiavaras M, Ayeni O, et al. Assessment of radiographic fracture healing in patients with operatively treated femoral neck fractures. *J Orthop Trauma.* 2013;27:213–219
 178. Kooistra BW, Dijkman BG, Busse JW, Sprague S, Schemitsch EH, Bhandari M. The radiographic union scale in tibial fractures: reliability and validity. *J Orthop Trauma.* 2010 Mar;24 Suppl 1:S81-6
 179. Litrenta J, Tornetta P 3rd, Mehta S, Jones C, O'Toole RV, Bhandari M, Kottmeier S, Ostrum R, Egol K, Ricci W, Schemitsch E, Horwitz D. Determination of Radiographic Healing: An Assessment of Consistency Using RUST and Modified RUST in Metadiaphyseal Fractures. *J Orthop Trauma.* 2015 Nov;29(11):516-20
 180. Tamaoki, M.J.S.; Matsunaga, F.T.; Costa, A.; Netto, N.A.; Matsumoto, M.H.; Belloti, J.C. Treatment of Displaced Midshaft Clavicle Fractures: Figure-of-Eight Harness Versus Anterior Plate Osteosynthesis: A Randomized Controlled Trial. *J. Bone Jt. Surg. Am. Vol.* **2017**, 99, 1159–1165.

181. Bernat A, Huysmans T, Van Glabbeek F, Sijbers J, Gielen J, Van Tongel A. The anatomy of the clavicle: a three-dimensional cadaveric study. *Clin Anat*. 2014 Jul;27(5):712-23
182. Silva SR, Fox J, Speers M, et al. Reliability of measurements of clavicle shaft fracture shortening in adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2013;33:e19–22.
183. Šimundić A. M. (2009). Measures of Diagnostic Accuracy: Basic Definitions. *EJIFCC*, 19(4), 203–211
184. Eskola A, Vainionpaa S, Myllynen P, Patiala H, Rokkanen P. Outcome of clavicular fracture in 89 patients. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1986;105(6):337–338
185. Non-union of the clavicle. Associated complications and surgical management. Jupiter JB, Leffert RD *J Bone Joint Surg Am*. 1987 Jun; 69(5):753-60
186. Jørgensen A, Troelsen A, Ban I. Predictors associated with nonunion and symptomatic malunion following non-operative treatment of displaced midshaft clavicle fractures--a systematic review of the literature. *Int Orthop*. 2014 Dec;38(12):2543-9
187. Liu W, Xiao J, Ji F, Xie Y, Hao Y. Intrinsic and extrinsic risk factors for nonunion after nonoperative treatment of midshaft clavicle fractures. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015 Apr;101(2):197-200
188. Nowak J, Mallmin H, Larsson S. The aetiology and epidemiology of clavicular fractures. A prospective study during a 2-year period in Uppsala, Sweden. *Injury*. 2000;31(5):353–8
189. Kihlström C, Möller M, Lönn K, Wolf O. Clavicle fractures: epidemiology, classification and treatment of 2 422 fractures in the Swedish Fracture Register; an observational study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017 Feb 15;18(1):82
190. Smekal V, Oberladstaetter J, Struve P, Krappinger D. Shaft fractures of the clavicle: current concepts. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2009;129(6):807–15

191. Virtanen KJ, Remes V, Pajarinen J, Savolainen V, Björkenheim JM, Paavola M. Sling compared with plate osteosynthesis for treatment of displaced midshaft clavicular fractures: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2012 Sep 5;94(17):1546-53
192. Andersen K, Jensen PO, Lauritzen J. Treatment of clavicular fractures. Figure-of-eight bandage versus a simple sling. *Acta Orthop Scand*. 1987 Feb;58(1):71-4; Eiff MP. Management of clavicle fractures. *Am Fam Physician*. 1997 Jan;55(1):121-8
193. Heuer HJ, Boykin RE, Petit CJ, Hardt J, Millett PJ. Decision-making in the treatment of diaphyseal clavicle fractures: is there agreement among surgeons? Results of a survey on surgeons' treatment preferences. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014 Feb;23(2):e23-33
194. Pieske O, Dang M, Zaspel J, Beyer B, Löffler T, Piltz S. Midshaft clavicle fractures – classification and therapy. Results of a survey at German trauma departments. *Unfallchirurg*. 2008;**111**(6):387–94
195. D. Ring, J.B. Jupiter Acute fractures, malunion, and nonunions of the clavicle J.J.P. Warner, J.P. Iannotti, E.L. Flatow (Eds.), *Complex and revision problems in shoulder surgery* (2nd ed.), Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2005), pp. 395-414
196. Murray IR, Foster CJ, Eros A, Robinson CM (2013) Risk factors for nonunion after nonoperative treatment of displaced midshaft fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am* 95(13):1153– 1158
197. Ban, I., & Troelsen, A. (2016). Risk profile of patients developing nonunion of the clavicle and outcome of treatment—analysis of fifty five nonunions in seven hundred and twenty nine consecutive fractures. *International Orthopaedics*, 40(3), 587–593
198. Kirmani, S.J.; Pillai, S.K.; Madegowda, B.R.; Shahane, S.A. Vertical fragment in adult midshaft clavicle fractures: An indicator for surgical intervention. *Orthopedics* **2009**, 32, 726–730
199. Smekal V, Irenberger A, Struve P, Wambacher M, Krappinger D, Kralinger FS (2009) Elastic stable intramedullary nailing versus

- nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures-a randomized, controlled, clinical trial. *J Orthop Trauma* 23:106–11
200. Khan LA, Bradnock TJ, Scott C, Robinson CM (2009) Fractures of the clavicle. *J Bone Joint SurgAm*91:447–460
 201. Rasmussen JV, Jensen SL, Petersen JB, Falstie-Jensen T, Lausten G, Olsen BS (2011) A retrospective study of the association between shortening of the clavicle after fracture and the clinical outcome in 136 patients. *Injury* 42:414–417
 202. Morley J, Marsh S, Drakoulakis E, Pape HC, Giannoudis PV. Does traumatic brain injury result in accelerated fracture healing? *Injury*. 2005 Mar;36(3):363-8
 203. Brady RD, Grills BL, Church JE, Walsh NC, McDonald AC, Agoston DV, Sun M, O'Brien TJ, Shultz SR, McDonald SJ. Closed head experimental traumatic brain injury increases size and bone volume of callus in mice with concomitant tibial fracture. *Sci Rep*. 2016 Sep 29;6:34491 Pencer RF. The effect of head injury on fracture healing. A quantitative assessment. *J Bone Joint Surg Br*. 1987 Aug;69(4):525-8
 204. Lenza M, Taniguchi LF, Ferretti M. Figure-of-eight bandage versus arm sling for treating middle-third clavicle fractures in adults: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2016 May 4;17(1):229
 205. Postacchini R, Gumina S, Farsetti P, Postacchini F. Long-term results of conservative management of midshaft clavicle fracture. *Int Orthop*. 2010 Jun;34(5):731-6
 206. Wick M, Müller EJ, Kollig E, Muhr G (2001) Midshaft fractures of the clavicle with a shortening of more than 2 cm predispose to nonunion. *Arch Orthop Trauma Surg* 121:207–211
 207. Claes L, Augat P, Suger G, Wilke HJ. Influence of size and stability of the osteotomy gap on the success of fracture healing. *J Orthop Res*. 1997 Jul;15(4):577-84; Claes L, Eckert-Hübner K, Augat P. The effect of mechanical stability on local vascularization and tissue differentiation in callus healing. *J Orthop Res*. 2002 Sep;20(5):1099-105

208. Altamimi SA, McKee MD; Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Mar;90 Suppl 2 Pt 1:1-8
209. Tagliapietra J, Belluzzi E, Biz C, Angelini A, Fantoni I, Scioni M, Bolzan M, Berizzi A, Ruggieri P. Midshaft Clavicle Fractures Treated Nonoperatively Using Figure-of-Eight Bandage: Are Fracture Type, Shortening, and Displacement Radiographic Predictors of Failure? *Diagnostics (Basel).* 2020 Oct 5;10(10):788
210. Ledger, M.; Leeks, N.; Ackland, T.; Wang, A. Short malunions of the clavicle: An anatomic and functional study. *J. Shoulder Elb. Surg.* **2005**, 14, 349–354
211. Andermahr, J.; Jubel, A.; Elsner, A.; Prokop, A.; Tsikaras, P.; Jupiter, J.; Koebke, J. Malunion of the clavicle causes significant glenoid malposition: A quantitative anatomic investigation. *Surg. Radiol. Anat. SRA* **2006**, 28, 447–456
212. Hillen, R.J.; Burger, B.J.; Poll, R.G.; van Dijk, C.N.; Veeger, D.H. The effect of experimental shortening of the clavicle on shoulder kinematics. *Clin. Biomech. (BristolAvon)* **2012**, 27, 777–781
213. Su, W.R.; Chen, W.L.; Chen, R.H.; Hong, C.K.; Jou, I.M.; Lin, C.L. Evaluation of three-dimensional scapular kinematics and shoulder function in patients with short malunion of clavicle fractures. *J. Orthop. Sci. O. J. Jpn. Orthop. Assoc.* **2016**, 21, 739–744
214. Furey MJ, Zdero R, McKee MD. Clavicular Refracture at the Site of Angular Malunion in Young Athletes. *J Orthop Trauma.* 2017 Apr;31(4):e130-e132
215. Masnovi ME, Mehlman CT, Eismann EA, et al. Pediatric refracture rates after angulated and completely displaced clavicle shaft fractures. *J Orthop Trauma.* 2014;28:648–652
216. Lee JR, Kim HJ, Lee KB. Effects of third fragment size and displacement on non-union of femoral shaft fractures after locking for

- intramedullary nailing. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016 Apr;102(2):175-81.
- 217.** Vicenti G, Carrozzo M, Caiaffa V, Abate A, Solarino G, Bizzoca D, Maddalena R, Colasuonno G, Nappi V, Rifino F, Moretti B. The impact of the third fragment features on the healing of femoral shaft fractures managed with intramedullary nailing: a radiological study. *Int Orthop.* 2019 Jan;43(1):193-200
- 218.** ADVANCES IN MUSCULOSKELETAL DISEASES AND INFECTIONS - SOTIMI 2019; Vicenti G, Bizzoca D, Carrozzo M, Nappi VS, Franchini A, Moretti L, Solarino G, Moretti B. Humeral shaft butterfly fractures managed with intramedullary nail: could the third fragment features predict the fracture healing time? *J Biol Regul Homeost Agents.* 2020 May-Jun;34(3 Suppl. 2):97-104