



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**



SKAPULAR SUPEROMEDİAL AÇININ AKROMİON MORFOLOJİSİ İLE İLİŞKİSİ

Dr. Sami KANDEFER

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Volkan GÜR

ERZİNCAN

2025

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

SKAPULAR SUPEROMEDİAL AÇININ
AKROMİON MORFOLOJİSİ İLE İLİŞKİSİ

Dr. Sami KANDEFER

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Volkan GÜR

ERZİNCAN
2025

ETİK BEYAN

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığına,

Tıpta Uzmanlık Tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Skapular Superomedial Açının Akromion Morfolojisi ile İlişkisi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımda yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan araştırma tarafımda yapılmış olup tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Bu tez çalışmasıyla ilgili tüm süreçler Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından, 30.11.2023 tarihinde, 2023-21/7 numaralı kararla onaylanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Sami KANDEFER

Tarih:

İmza:

ÖNSÖZ

Skapulanın karmaşık anatomisi ve biyomekaniği birçok varyasyonu da beraberinde getirmektedir. Özellikle akromion morfolojisi uzun yıllardır birçok çalışmanın konusu olmuş ve en çok omuz ağrısı şikayetine neden olan durumlarla ilişkisi incelenmiştir. Skapular superomedial açı ise daha çok skapulotorasik eklem patolojilerinin incelendiği çalışmalarda değerlendirmeye alınmıştır. Biz de bu tez çalışmasında gelişim süreçlerinde spina skapula kaynaklı bu iki varyasyonun birbiriyle ilişkisini ve superomedial açının farklı bir bakış açısıyla glenohumeral eklem ve subakromial aralık patolojilerine muhtemel etkisini araştırdık. Böylece skapula anatomisinin daha iyi anlaşılmasına da katkı sağlanacağını düşünmekteyiz.

Bu tez çalışmam sırasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve her zaman daha iyisini ortaya koymak için gösterdiği özveriyi örnek alacağım Dr. Öğr. Üyesi Volkan Gür'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ortopedi ve travmatoloji uzman hekimi olarak yetişmemde katkıları olan ve mesleki bilgi ve tecrübelerini her fırsatta benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Vedat Şahin, Doç. Dr. Ahmet Issın, Prof. Dr. Nizamettin Koçkara, Prof. Dr. Hakan Sofu, Prof. Dr. İsmet Yalkın Çamurcu, Doç. Dr. Hanifi Üçpunar, Doç. Dr. Furkan Yapıcı, Doç. Dr. Oğuzhan Tanoğlu, Doç. Dr. İzzet Özay Subaşı, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Burak Gökgöz, Dr. Öğr. Üyesi Akın Öztürk'e saygı ve şükranlarımı sunarım.

Aynı klinikte birlikte çalıştığımız tüm uzman doktor ağabeylerim ve asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan annem ve babama, en zor günlerimde desteğini yanımda hissettiğim sevgili eşime, hayatımda en değerli yere sahip olan çocuklarım Nehir ve Tunahan'a sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Dr. Sami Kandefer

Erzincan 2025

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ÖZET.....	1
ABSTRACT	3
GİRİŞ VE AMAÇ	5
GENEL BİLGİLER.....	7
4.1. OMUZ EKLEMİ EMBRİYOLOJİSİ.....	7
4.2. OMUZ EKLEMİ ANATOMİSİ	9
4.2.1. Skapula.....	9
4.2.2. Klavikula.....	11
4.2.3. Humerus.....	12
4.2.4. Omuz Kuşağı Eklemleri.....	13
4.2.4.1. Glenohumeral Eklem.....	13
4.2.4.2. Akromioklavikuler Eklem	15
4.2.4.3. Sternoklavikuler Eklem	15
4.2.4.4. Skapulotorasik Eklem.....	16
4.2.4.5. Subakromial Aralık (Korakoakromial Ark)	16
4.2.5. Omuz Eklemi Kasları.....	16
4.3. OMUZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ.....	18
4.4. SUBAKROMİAL SIKIŞMA SENDROMU	21

GEREÇ VE YÖNTEM.....	22
5.1. MR GÖRÜNTÜLEME.....	22
5.1.1. MRG’de Akromion Morfolojisi.....	24
5.1.2. MRG’de Superomedial Aç ı Ölçümü	25
5.1.3. MRG’de Subakromial Mesafe Ölçümü	26
5.1.4. MRG’de Yumuşak Doku Değerlendirme	27
BULGULAR.....	31
TARTIŞMA	43
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

AER	: Apikal Ektodermal Ridge (Kabartı)
AC	: Akromioklavikuler
cm	: Santimetre
FOV	: Field of View (Görüntüleme alanı)
GH	: Glenohumeral
KK	: Kesit Kalınlığı
mm	: Milimetre
Min-Mak	: Minimum-Maksimum değerler
MR	: Manyetik Rezonans
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
ms	: Milisaniye
Ort	: Ortalama
PD	: Proton Dansite
SAA	: Subakromial Aralık
SC	: Sternoklavikuler
SICK	: S- Skapular malpozisyon, I- Inferior medial skapular kanatlanma, C- Korakoid hassasiyeti, K- Skapular diskinezi
ss	: Standart sapma
T	: Tesla
TE	: Time to Echo (Eko zamanı)
TR	: Time to Repeat (Tekrarlama zamanı)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Gelişimin 4. haftasında ekstremitte tomurcuğunun elektron mikroskopik görünümü...	7
Şekil 2. Skapula anatomi ve ossifikasyon merkezleri posterior görünüm.....	8
Şekil 3. Skapula	9
Şekil 4. Akromionun morfolojisi.....	10
Şekil 5. Skapular superomedial açının şematik gösterimi	11
Şekil 6. Klavikula	11
Şekil 7. Proksimal humerus önden görünümü.....	12
Şekil 8. Omuz kuşağı kemik ve eklemleri.....	13
Şekil 9. Glenohumeral eklem	14
Şekil 10. Omuz eklemi kasları kemik yapışma yerleri.....	17
Şekil 11. Skapulanın 3 boyutlu hareketleri.....	18
Şekil 12. Glenohumeral eklem abduksiyonu sırasında skapulohumeral uyum	19
Şekil 13. Omzun MRG ile normal görünümü	23
Şekil 14. Akromion morfolojisini belirlemede tip 2 ve tip 3 ayrımının şematik gösterimi	24
Şekil 15. Omuz MR sagittal oblik kesitlerde farklı hastalarda akromion morfolojisi ölçümleri	25
Şekil 16. Omuz MR sagittal oblik kesitlerden farklı hastalarda superomedial açı ölçümleri ..	26
Şekil 17. MRG’de subakromial aralık ölçümü.....	27
Şekil 18. MRG’de supraspinatus tendonu patoloji örnekleri	28
Şekil 19. MRG’de aksiyel ve koronal oblik kesitlerde glenoid labral yırtık görünümleri	29
Şekil 20. MRG’de aksiyel kesitlerde biceps uzun başı tendonu değerlendirilmesi.....	30
Şekil 21. Akromion tipinin yaş, cinsiyet, yön, subakromial aralık ve superomedial açı verilerine göre dağılımlarını gösteren grafikler	33
Şekil 22. Rotator manşet gruplarının akromion tipine göre dağılımı	35
Şekil 23. Akromion tipinin biceps uzun başı ve glenoid labrum gruplarına göre dağılımı.....	35
Şekil 24. Akromion tip 1 ve tip 2 morfolojilerine göre superomedial açı ROC eğrisi grafiği.	36
Şekil 25. Akromion tip 1 ve tip 3 morfolojilerine göre superomedial açı ROC eğrisi grafiği.	38
Şekil 26. Akromion tip 2 ve tip 3 morfolojilerine göre superomedial açı ROC eğrisi grafiği.	39

Şekil 27. Superomedial açının eşik değerine göre yaş, cinsiyet, yön, subakromial aralık ve akromion tipi verilerinin dağılımı.....	41
Şekil 28. Superomedial açının eşik değerine göre rotator manşet, biceps uzun başı, glenoid labrum gruplarının dağılımı.....	42



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hastaların yaş, cinsiyet, yön, superomedial açı, subakromial aralık (SAA), rotator manşet grubu, biceps braki uzun başı tendonu grubu, glenoid labrum grubu, akromion tipine göre dağılımı, minimum-maksimum ve ortalama değerleri	31
Tablo 2. Akromion tipinin yaş, cinsiyet, yön, superomedial açı, subakromial aralık verilerine göre dağılımları ve ortalama değerleri.....	32
Tablo 3. Akromion tipinin rotator manşet, biceps braki uzun başı tendonu, glenoid labrum gruplarına dağılımı	34
Tablo 4. ROC eğrisine göre akromion tip 1 ve tip 2 morfolojilerinde superomedial açı.....	36
Tablo 5. ROC eğrisine göre akromion tip 1 ve tip 3 morfolojilerinde superomedial açı.....	37
Tablo 6. ROC eğrisine göre akromion tip 2 ve tip 3 morfolojilerinde superomedial açı.....	39
Tablo 7. Superomedial açının eşik değerine göre yaş, cinsiyet, yön, subakromial aralık, akromion tipi ile rotator manşet, biceps uzun başı, labrum gruplarına dağılımları ve ortalama değerleri.....	40

ÖZET

Amaç: Skapulanın anatomik varyasyonlarının omuz kuşağı eklemlerinin sağlığı üzerine etkileri günümüzde halen birçok çalışmanın konusu olmaktadır. Akromion morfolojisinin hastalarda en çok omuz ağrısı şikayetine sebep olan rotator manşet tendinopatileri ve subakromial sıkışma sendromu gibi hastalıklarla ilişki düzeyi son yıllardaki bir tartışma konusudur. Skapular superomedial açının ise bugüne kadar yalnızca atlayan skapula sendromu ile ilişkisinin araştırıldığı görülmektedir. Gelişim sürecinde spina skapula kaynaklı bu iki varyasyonun aralarındaki ilişkiyi ortaya koymak ve tanıda yol gösterici yeni bir kriter belirlemek amacıyla bu çalışmayı planladık.

Gereç ve Yöntem: Hastanemizde Mayıs-Haziran 2024 aylarında çekilen 353 omuz MRG tetkiki incelendi. Geçirilmiş omuz çevresi cerrahi öyküsü, omuz kuşağı kemiklerinde kırık öyküsü, omuz kuşağı kemiklerinde ve çevre dokularda kitle görünümü olan ve çekim sırasındaki teknik hatalar nedeniyle uygun değerlendirme yapılamayacak omuz MR görüntülemeleri çalışma dışı bırakıldı. Son olarak tip 4 akromiona sahip olan 4 hastanın omuz MR görüntülemeleri de istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilemeyeceği ve veri sayısını artırıp sonuca varmayı zorlaştıracığı için çalışma dışı bırakıldı. Çalışmamıza 27'si bilateral olmak üzere 279 hastadan elde edilmiş 306 omuz MR görüntülemesi dahil edildi. Bu görüntülemelerin 157 tanesi sağ omuza aitken 149 tanesi sol omuza aitti. Tüm MR görüntüleri 1.5 T MRG (Magnetom Aera, Siemens, Erlangen, Almanya) cihazı ile standart (16 kanallı) omuz koili kullanılarak elde edilmişti. Akromion tipleri için tip 1, tip 2, ve tip 3 olarak 3 grup; superomedial açı için ise belirlenen ortalama değer altındaki ve üzerindeki değerlere göre 2 grup oluşturuldu. Subakromial aralık ölçümleri mm cinsinden kaydedilerek gruplandırma yapmadan değerlendirildi. Ayrıca rotator manşet, glenoid labrum, biceps braki uzun başı tendonu sağlamlık ve patolojik durumlarına göre gruplandırmalar yapılarak incelendi. Çalışmamız retrospektif yöntemle gerçekleştirildi.

Bulgular: Akromion tip 1 grubunda superomedial açı medyan değeri 129, ortalama değeri $128,4 \pm 4,1$; tip 2 grubunda medyan değeri 134, ortalama değeri $133,7 \pm 5,4$; tip 3 grubunda medyan değeri 137, ortalama değeri $137,4 \pm 4,3$ olarak bulundu. Çalışmamızda akromion tip 1, 2 ve 3 ayrımında superomedial açının anlamlı etkinliği p değeri 0,000 ile gösterilmiştir. Superomedial açı için hesapladığımız 134° eşik değerinin altında tip 3 akromion %7,4 oranında görülürken; 134° ve üzerindeki superomedial açıya sahip skapulalarda tip 1 akromion %1,3 oranında görüldü. Ayrıca superomedial açı ≥ 134 olan grupta rotator manşeti

normal olanların oranı (%15,8) superomedial açısı ≤ 133 olan gruptan (%34,5) anlamlı ($p<0,05$) olarak daha düşüktü.

Sonuç: Yaptığımız bu çalışma akromion morfolojisinin skapulanın bir diğer yapısal farklılığı olan superomedial açısı ile değişimini gösteren literatürdeki ilk çalışma niteliğindedir. Özellikle 134° ve üzerinde tip 1 akromion, altında ise tip 3 akromion ve ona bağlı muhtemel tendinopatilerin ve subakromial sıkışma sendromunun görülme sıklığının azaldığını söyleyebiliriz. Bu bağlamda superomedial açısının skapulotorasik patolojilerin yanısıra glenohumeral eklem ve subakromial aralık patolojilerini de değerlendirmede kullanılabilecek bir parametre olduğunu ortaya koymuş olduk.

Anahtar Kelimeler: Omuz eklemi, skapula anatomisi, akromion morfolojisi, superomedial (kostomedial) açısı, subakromial aralık

ABSTRACT

Aim: The effects of anatomical variations of the scapula on the health of shoulder girdle joints are still the subject of many studies. The level of association of acromion morphology with diseases such as rotator cuff tendinopathies and subacromial impingement syndrome, which cause the most shoulder pain complaints in patients, has been a subject of debate in recent years. It is seen that the scapular superomedial angle has been investigated only in relation with the snapping scapula syndrome to date. We planned this study to reveal the relationship between these two variations originating from the spina scapula in the developmental process and to determine a new criterion guiding the diagnosis.

Materials and Methods: We analyzed 353 shoulder MRI scans performed in our hospital in May-June 2024 due to any complaint. We excluded patients with a history of previous surgery around the shoulder, masses in the shoulder girdle bones and surrounding tissues, and shoulder MR images that could not be properly evaluated due to technical errors during acquisition. Finally, the shoulder MR images of 4 patients with type 4 acromion were excluded from the study because they were not statistically significant and would increase the number of data and make it difficult to draw conclusions. Our study included 306 shoulder MR images obtained from 279 patients, 27 of which were bilateral. Of these images, 157 were of the right shoulder and 149 were of the left shoulder. All MR images were obtained with a 1.5 T MRI device (Magnetom Aera, Siemens, Erlangen, Germany) using a standard (16-channel) shoulder coil. For acromion types, 3 groups were formed as type 1, type 2, and type 3; for superomedial angle, 2 groups were formed according to the values below and above the determined mean value. Subacromial space measurements in mm were recorded and evaluated without grouping. Rotator cuff, glenoid labrum, biceps brachii long head tendon were also examined by grouping them according to their intactness and pathologic status.

Results: In acromion type 1 group, the median value of superomedial angle was 129 and the mean value was 128.4 ± 4.1 ; in type 2 group, the median value was 134 and the mean value was 133.7 ± 5.4 ; in type 3 group, the median value was 137 and the mean value was 137.4 ± 4.3 . In our study, the significant efficacy of the superomedial angle in acromion types 1, 2 and 3 was shown with a p value of 0.000. Below the cut off value of 134° that we calculated for the superomedial angle, type 3 acromion is seen in 7.4% of scapulae, while type 1 acromion is seen in 1.3% of scapulae with a superomedial angle of 134° and above. Furthermore, the proportion

of normal rotator cuff was significantly ($p<0.005$) lower in the group with superomedial angle $\geq 134^\circ$ (15.8%) than in the group with superomedial angle $\leq 133^\circ$ (34.5%).

Conclusions: This is the first study in the literature to show that the morphology of acromion changes with the superomedial angle, another structural differences of scapula. In particular, we can say that the incidence of type 1 acromion above 134° and type 3 acromion and related tendinopathies and subacromial impingement syndrome decreases below 134° . In this context, we have demonstrated that the superomedial angle is a parameter that can be used to evaluate glenohumeral joint and subacromial space pathologies as well as scapulothoracic pathologies.

Key Words: Shoulder joint, scapula anatomy, acromion morphology, superomedial (costomedial) angle, subacromial space

GİRİŞ VE AMAÇ

Omuz, insan vücudundaki biyomekanik açıdan en karmaşık eklemlerden biridir ve geniş bir hareket arkı ile eklem stabilitesi mükemmel bir uyum hâlinindedir ¹. Skapula veya kürek kemiği, omuz kuşağının posteriorunu oluşturur ve klavikulayı humerusa bağlar.

Skapulanın omuz kompleksinde dört görevi vardır ². İlki kinematik olarak top-yuva konfigürasyonuna sahip glenohumeral eklem parçası olarak humerusla koordineli şekilde hareket ederek eklem tüm hareket açıklığı boyunca humerusu dönme merkezinde tutmaktır. İkinci görevi toraks duvarında hareket ederek elevasyondaki kola görevlerini yerine getirebilmesi için stabil bir temel oluşturmaktır. Üçüncü olarak kolun elevasyonu sırasında acromionu yükselterek rotator manşetin korakoakromial arkta sıkışmasını önlemektir. Son rolü ise gövdeden ve sırttan gelen kuvvetleri ve yüksek enerjiyi kol ve ellere aktarmak üzere vücudun proksimal ve distali arasında bağlantı kurmaktır ².

Skapulanın omuz stabilitesini sağlamak üzere çok sayıda kasın yapışma yerini barındıran sıradışı bir şekli vardır ³. Bu da birçok varyasyonu beraberinde getirmektedir. Akromionun morfolojik varyasyonları 1986'da Bigliani ve arkadaşları tarafından ilk kez sınıflandırılmış ve Tip 1 düz, tip 2 eğimli, tip 3 kancalı olmak üzere 3 akromion tipi tanımlanmışlardır ^{4,5}. Sonrasında tip 4 konveks bir akromion tipi olarak tanımlanmıştır ⁶. Bu varyasyonun kliniğe etkisi olarak da tip 3 akromionun rotator manşet yırtıklarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur ⁷⁻⁹.

Skapulanın kostal yüzeyinin varyasyonları da son zamanlarda değer kazanan bir çalışma konusudur ¹⁰. Kostal yüzeyin konkavitesini spina skapula tabanından itibaren üst kanadının öne eğilmesi oluşturur. İlk olarak Mozes ve arkadaşları tarafından superior ve inferior skapula kanatları arasındaki açı kostomedial açı olarak tanımlanmıştır ¹⁰⁻¹³. Aynı açı bazı çalışmalarda superomedial açı olarak yer almıştır ^{13,14}. Bu çalışmaların hepsi superomedial açının klinik olarak atlayan (snapping) skapula ile ilişkisini araştırmıştır.

Spina skapulanın dorsal yüzeyde yerleştiği hat boyunca kostal yüzey üst kanadı öne eğilir ve bu da bu yüzeyin konkavitesini sağlar ¹⁵. Superomedial açı konkavitenin derinliğinin belirlenmesinde önemli parametredir. Yine spina skapula, lateralde serbest uç olarak superiora ve anteriora doğru uzanarak glenoidin üzerine doğru genişler ve akromionu oluşturur.

Bu bağlamda akromion morfolojisi ile superomedial açının ilişkisinin ortaya konması skapulanın anatomisinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca çalışmamızın sonucunda rotator manşet tendinopatileri ve subakromial sıkışma (impingement) gibi hastalıkların akromion morfolojisi ile ilişkileri tartışmalı olsa da tanıda yeni bir kriter belirlenmiş olacağını düşünmekteyiz ^{9,16-18}.

Çalışmamızda superomedial açının özellikle akromion tipleriyle bir ilişkisinin olup olmadığını belirlemeyi planladık. Aynı zamanda hem bu açının hem de akromion tiplerinin rotator manşet tendinopatileri, labrum hasarları ve biceps tendinopatileri ile varsa ilişkilerini ortaya çıkarmaya ve bu anatomik varyasyonlarda bu hastalıkların görülme ihtimallerini belirlemeye çalıştık.

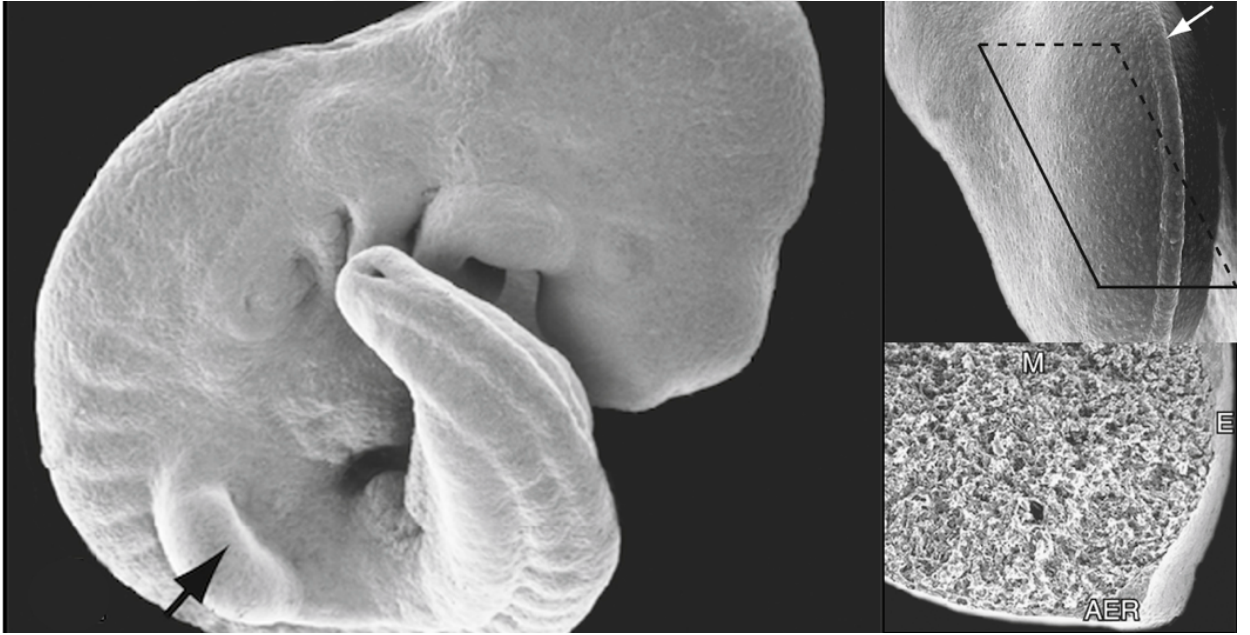


GENEL BİLGİLER

4.1. OMUZ EKLEMİ EMBRİYOLOJİSİ

Gelişimin 3. ve 8. haftaları arasındaki embriyonik period sonunda tüm kemik ve eklemler farklılaşmış olur. 8. haftadan doğuma kadar olan fetal period boyunca devam eden rekonstrüktif süreçler ile ekstremiteler gelişir ve kemikler karakteristik şekillerini alırlar¹⁹. Vücutta tüm kemik, kıkırdak, bağ dokusu ve çizgili kas dokuları mezoderm tabakasından köken alırlar.

Gelişimin 4. haftasında üst ekstremité, yaklaşık 3 mm uzunluğunda mezoderm ile dolmuş ektoderm tabakası olarak tomurcuk halini alır²⁰. Ekstremité tomurcuğunun ön kenarında ‘apikal ektodermal kabartı (ridge)’ (AER) adı verilen, gelişimin komuta merkezi gibi görev yapan ektoderm kabartısı bulunur²¹.

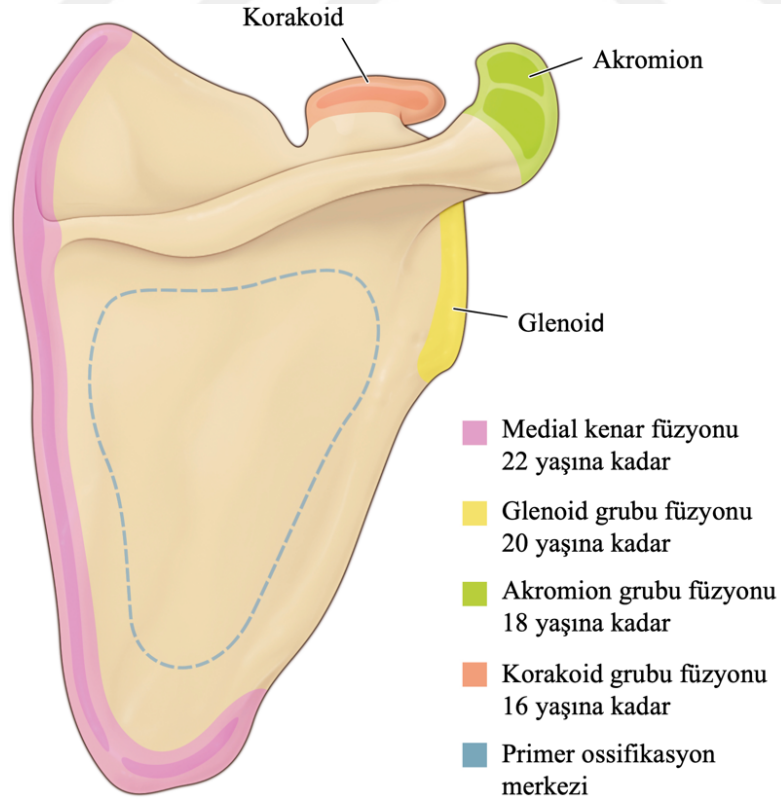


Şekil 1. Gelişimin 4. haftasında ekstremité tomurcuğunun elektron mikroskopik görünümü (siyah ok), Apikal ektodermal kabartı (beyaz ok)²²

Kemikler, apikal ektodermal kabartının indüklediği prekürsör blastema kök hücre topluluğundan meydana gelir. İlk olarak yaklaşık 6. haftada Carnegie evre 17’de ilk humerus kondrojenik taslağı ve scapula medial kenarı ortaya çıkarken Carnegie evre 18’de scapula gövdesi, akromion, korakoid ve spina skapula çıkıntıları oluşur²³. Skapula bu evrede bariz büyüme gösterir ve başlarda C4 vertebra seviyesindeyken T7 vertebra seviyesine kadar iner. Ayrıca blastema içerisindeki interzone adı verilen kıkırdağa dönüşüm göstermeyen alan belirir

ve bu alan glenohumeral eklemi oluşturacaktır ¹⁹. 7. haftada ekstremiteler ventral yönde uzar, üst ve alt ekstremiteler ters yönde yaklaşık 90 derece rotasyon yaparlar. Böylece ekstremitelerdeki homolog kemikler zıt yönde yerleşmiş olurlar ¹⁹. 8. haftada Carnegie evre 22'de erişkindekine benzer konfigürasyonda bir glenohumeral eklem görünür. Son olarak embriyonik periodun son günü olan Carnegie evre 23'de biceps tendonunun uzun başı eklem kapsülünün içine uzanır ²³. Embriyonik dönemde ortaya çıkan ve farklılaşan yapıların gelişimi fetal dönemde çoğunlukla boyutlarında artış şeklinde devam eder.

Birçok kemik mezenkimal dokuların önce kıkırdığa dönüşüp sonra ossifiye olması şeklinde endokondral ossifikasyon gösterirken; klavikula ve spina skapula gibi kemikler mezenkimal dokuların direkt kemik oluşturacak şekilde mineralize olduğu intramembranöz ossifikasyonla meydana gelir. Skapulanın büyük kısmı intramembranöz kemikleşir ama glenoid, akromion, korakoid, medial kenar ve inferior açı endokondral kemikleşir. Korakoidin ossifikasyon merkezi yaklaşık 15 yaşında; akromion, medial kenar ve inferior açının ossifikasyon merkezleri yaklaşık 22 yaşında kapanır. Proksimal humerusta humerus başı, büyük tüberkül, küçük tüberkül olmak üzere 3 ossifikasyon merkezi vardır. 19 yaş civarında humerus başı ile shaft birleşir ¹⁹.

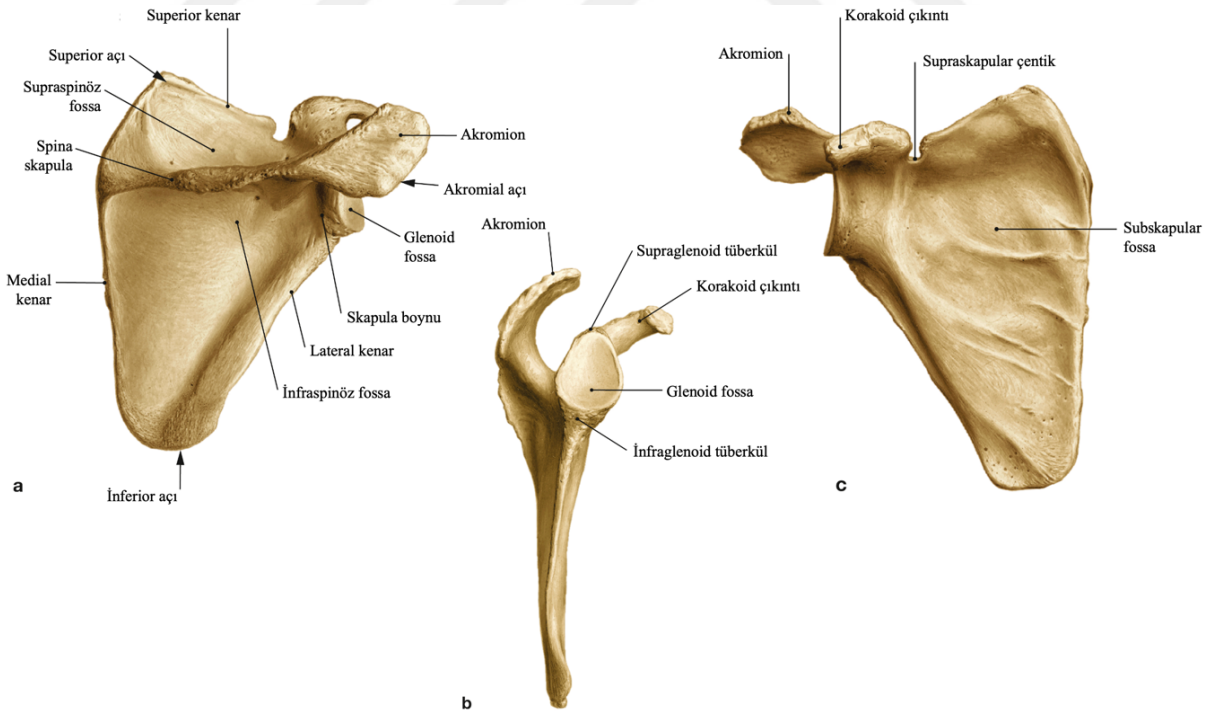


Şekil 2. Skapula anatomi ve ossifikasyon merkezleri posterior görünüm ²⁴

4.2. OMUZ EKLEMİ ANATOMİSİ

4.2.1. Skapula

Skapula, üst ekstremitenin en proksimalindeki kemiktir ve kemik yapı olarak sadece klavikula ve birçok kas aracılığıyla üst ekstremitayı gövdeye bağlar ²⁵. Posterior toraks duvarı ile uyumlu olacak şekilde çoğunluğu ince bir tabaka halinde ve üçgen biçiminde bir kemiktir. Spina skapula, akromion, glenoid ve korakoid olmak üzere 4 uzantısı ve kenarlarındaki kas yapışma yerleri boyunca kalınlaşır ²⁶. Torakal 2 ve 7 vertebrae'nin yaklaşık 5 cm posterolateral komşuluğunda uzanan vertikal medial kenar, inferior açıdan itibaren oblik lateral kenar ve superior açıdan itibaren superior kenar, üç kenarını oluşturur. Superior kenarın lateralindeki belirgin girinti supraskapular çentik olarak isimlendirilir. Superior ve lateral kenarların birleşimindeki üçüncü açısı olan lateral açısı üzerinde skapula boynu, glenoid kavite ve korakoid çıkıntı bulunur ²⁰.

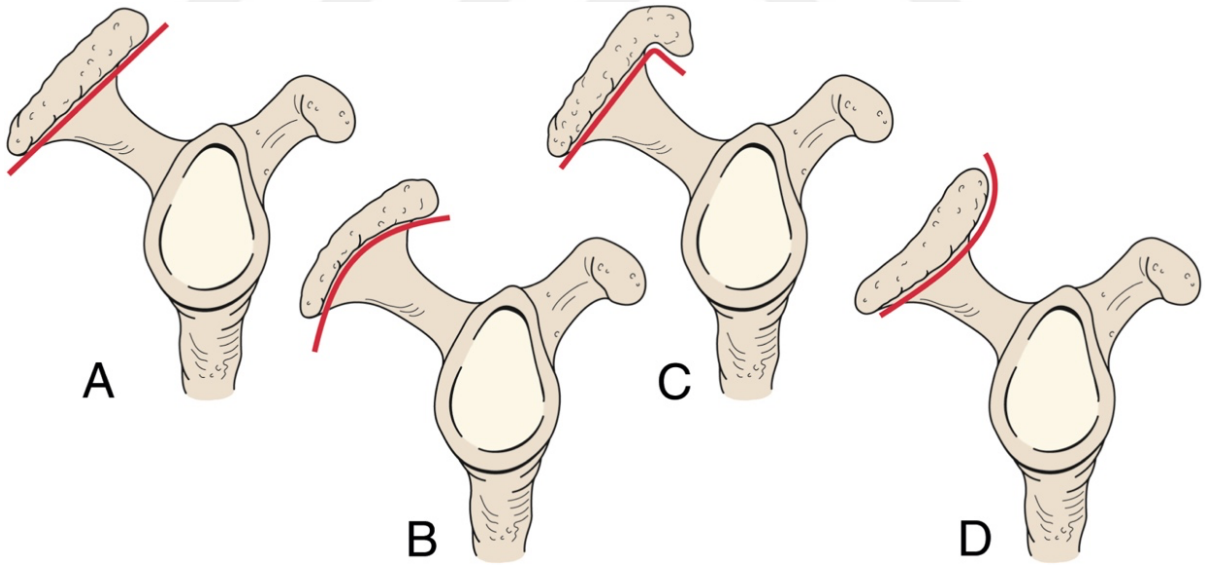


Şekil 3. Skapula ²⁷

a) arkadan görünümü, b) lateralden görünüm, c) önden görünüm

Skapulanın ön yüzünde kostalar boyunca kayan konkav şekilli kostal yüzey ve arka yüzünde de konveks şekilli posterior yüzey vardır. Kostal yüzeyinin büyük kısmını subskapular fossa oluştururken posterior yüzey spina skapula tarafından supraspinöz ve infraspinöz fossalar olarak ikiye ayrılır ²⁵. Spina skapula, medial kenarın orta ve üst üçte birlik kısımlarının birleşiminden başlayıp skapula boynu posteromedialinde spinoglenoid çentiğe kadar hat çizer. Kostal yüzey bu hat boyunca öne eğilir ve bu da bu yüzeyin konkavitesini sağlar ¹⁵. Lateralde de serbest uç olarak superiora ve anteriora doğru uzanarak glenoidin üzerine doğru genişler ve akromionu oluşturur.

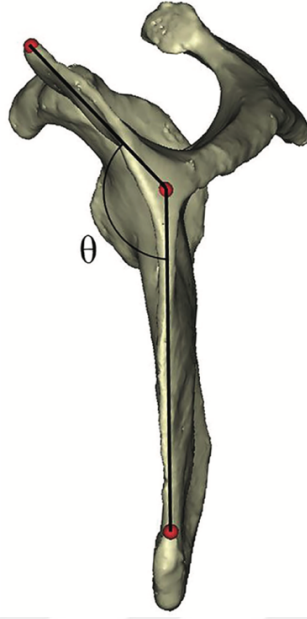
Akromionun morfolojik yapısı omuz eklemi sağlığında önemli bir kriterdir. 1986'da Bigliani akromial morfolojiyi ilk kez sınıflandırmış ve Tip 1 düz, tip 2 eğimli, tip 3 kancalı olmak üzere 3 akromion tipi tanımlamıştır ^{4,28}. Sonrasında tip 4 akromion, konveks bir akromion tipi olarak tanımlanmıştır ⁶. Ayrıca akromion tipinde ilerleyen yaşla değişiklik olabileceği, tip 1 akromionun mekanik etkenlerle zamanla tip 3'e dönüşebileceği de düşünülmektedir ^{29,30}.



Şekil 4. Akromionun morfolojisi ³¹

A) Tip 1 akromion, B) Tip 2 akromion, C) Tip 3 akromion, D) Tip 4 akromion

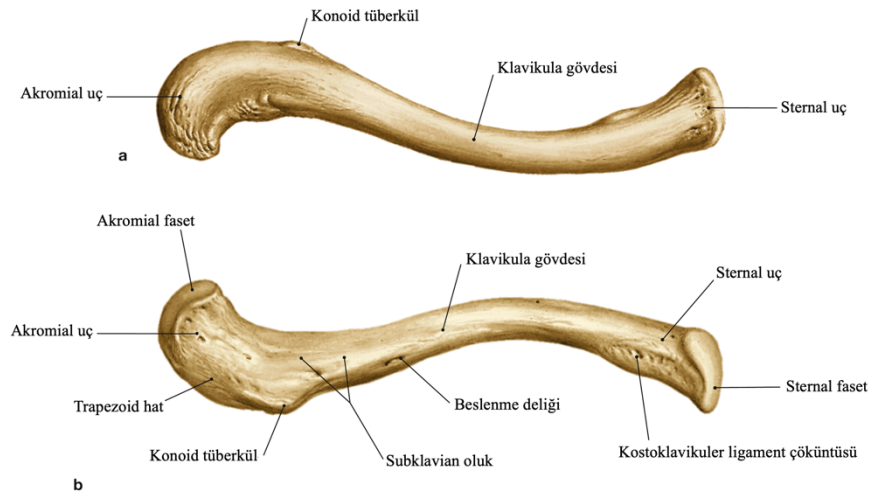
Skapulanın superior ve inferior açılarının tepe noktalarından başlayarak subskapular fossanın konkavitesini oluşturan spina skapula tabanında birleşecek şekilde çizilen doğruların skapular düzlemde aralarındaki açı da superomedial (kostomedial) açığı verir ¹⁰⁻¹⁴.



Şekil 5. Skapular superomedial açının şematik gösterimi ³²

4.2.2. Klavikula

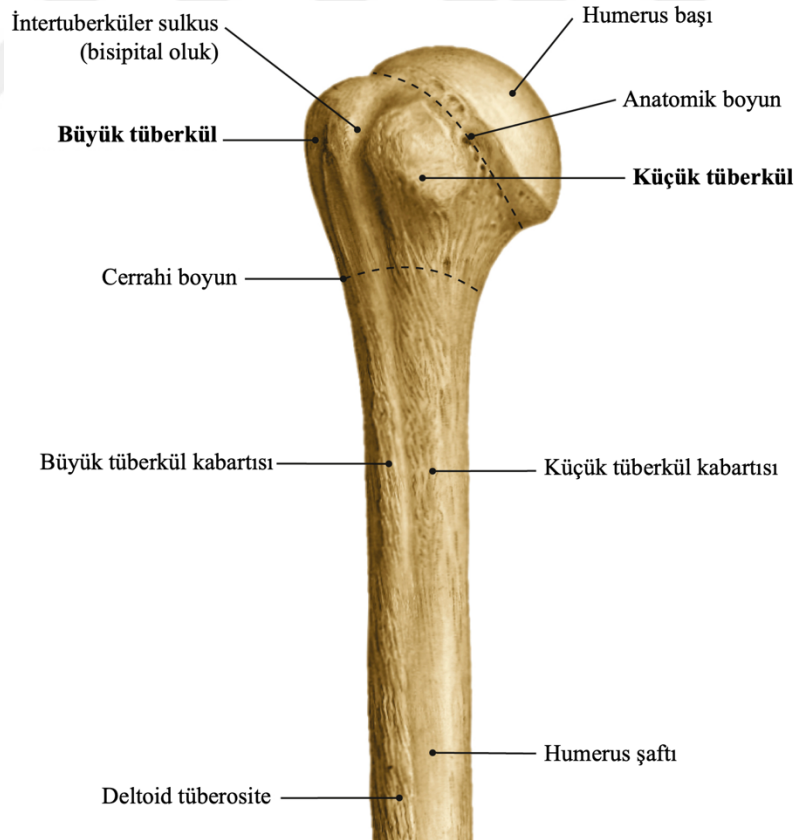
Uzun ve ince görünümdeki klavikula, üst ekstremitenin vücudun diğer bölümüne kemik yapıda tek bağlantısıdır. Medial ucuyla sternumun manubriumuna, lateral ucuyla da skapulanın akromionuna bağlanır ²⁵. Medial üçte ikilik kısmı öne eğri (antecurve), lateral üçte birlik kısmı geriye eğri (retrocurve) şeklindedir. Lateral üçte birlik kısmındaki konoid tüberkül ve trapezoid hatta yapışan korakoklavikuler bağlar aracılığıyla da skapulanın korakoidine bağlanır.



Şekil 6. Klavikula ²⁷ a) Üstten görünüm, b) Alttan görünüm

4.2.3. Humerus

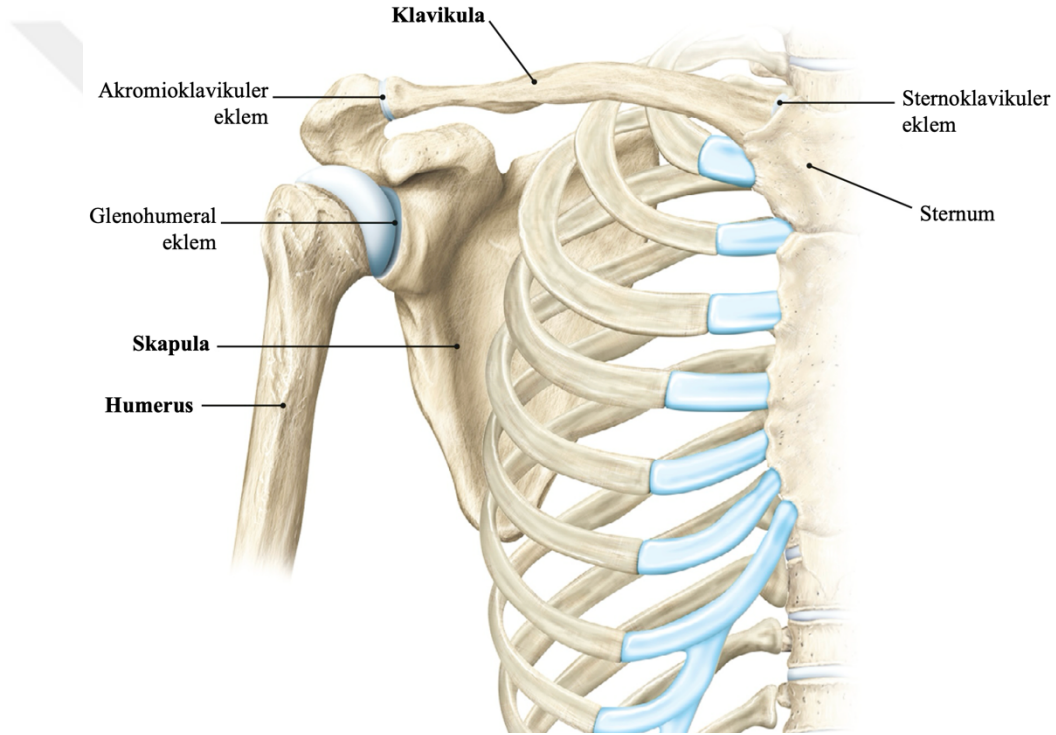
Humerus üst ekstremitenin en uzun ve en büyük kemiğidir. Omuz kuşağı içindeki kısmı proksimal humerustur. Humerusun yaklaşık beşte biri kadar olan bu kısım; baş, anatomik boyun, tuberkulum majus ve minusu içerir ¹⁵. Humerus başı bir kürenin beşte ikisi kadar büyüklüktedir ²⁰. Baş ve tüberküller birbirinden sığ bir çöküntü olan anatomik boyun ile ayrılır. Bu anatomik boyun hattı, eklem kapsülünün lateralde yapıştığı yerdir. Medialde ise eklem kapsülü şafta doğru 1 cm kadar daha aşağı yapışır ¹⁵. Küçük tüberkül humerus şaftına göre anteriorda, büyük tüberkül ise lateralde bulunur ve inferiora doğru küçük tüberkül krest ve büyük tüberkül krest olarak devam ederler ²⁵. Tüberküller birbirinden biceps brachii kasının uzun başının omuz eklemine girmeden önce seyrettiği intertüberküler sulkus (bisipital oluk) ile ayrılır. Tüberküllerin hemen altında kemiğin daralmaya başladığı ve sınırları tam tanımlanmamış olan cerrahi boyun bulunur ve bu alan humerus başının humerus şaftına geçiş zonudur.



Şekil 7. Proksimal humerus önden görünümü ²⁷

4.2.4. Omuz Kuşağı Eklemleri

Omuz kuşağında bulunan skapula, klavikula, humerus ve omuz kuşağında olmayan ama klavikulanın mediali ile bağlantılı olan sternum ile birlikte dört kemik arasındaki eklemler ve birçok bağ ve kasın da yapışmasıyla, vücutta hareket açıklığı en geniş olan eklem kompleksi oluşur. Üst ekstremitenin omuzdaki hareketlerine üçü gerçek, ikisi de işlevsel eklemler olmak üzere toplam beş eklem katılır. Sternoklavikuler, akromioklavikuler ve glenohumeral eklemler gerçek; skapulotorasik eklem ve subakromial aralık (korakoakromial ark) ise işlevsel eklemlerdir ³³.

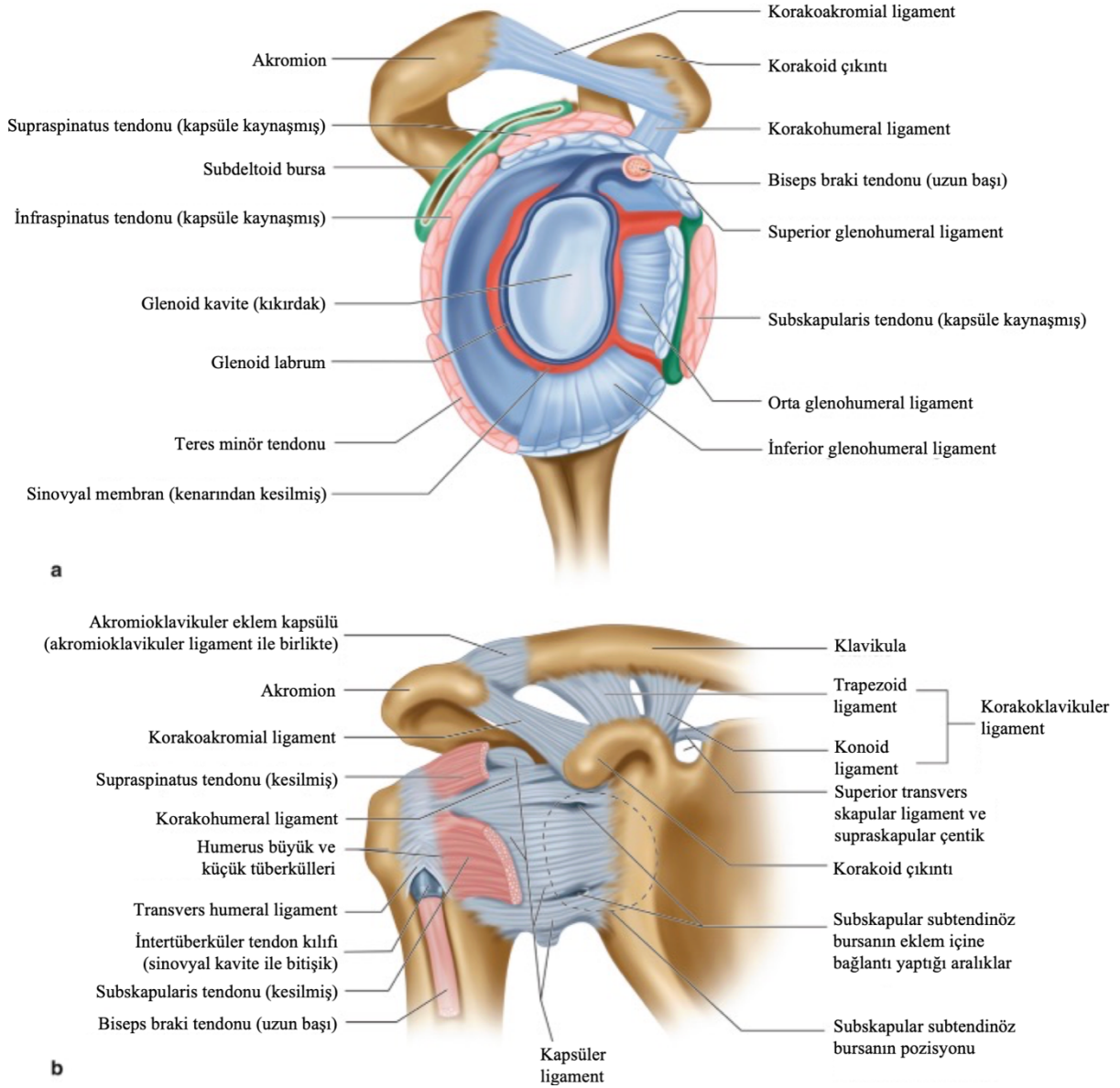


Şekil 8. Omuz kuşağı kemik ve eklemleri ²⁷

4.2.4.1. Glenohumeral Eklem

Humerus başı ve glenoid kavite arasındaki sferoid tipte olan omzun ana eklemidir. Glenoid kavitenin sığ olması nedeniyle humerus başının yalnızca %25-30 kadarı glenoidle temas halindedir. Glenohumeral eklem kemik yapı kısıtlamalarının olmaması nedeniyle vücudun en hareketli eklemidir. Fibröz yapıdaki labrum glenoid yuvarının konkavitesini ortalama superoinferior planda 9 mm, anteroposterior planda 5 mm derinleştirir ³⁴. Geniş hareket açıklığı boyunca stabilite, humerus başının glenoid labral konkavite kompresyonuyla

sağlanır ³⁵. Bu kompresyon etkisi, negatif eklem içi basınç ve kapsülolabral ligamentöz yapıların statik etkilerine ek olarak ve daha çok omuz çevresi kaslarının dinamik kontraksiyon etkileriyle oluşur ³⁶. Superior, orta ve inferior glenohumeral ligamentler, korakohumeral ligament, transvers humeral ligament glenohumeral ekleminin ligamentöz yapılarıdır.



Şekil 9. Glenohumeral eklem ³⁷

- a) Yumuşak doku bağlantılarıyla glenoid kavite lateralinden görünüm b) Akromioklavikuler eklem, korakoakromial ve korakoklavikuler ligamentler ile eklemin önden görünümü

Eklem kapsülü eksternal yüzeyi lateralde rotator manşet kaslarıyla kaynaşmıştır. Supraspinatus kasının anterioru ve subskapularis kasının superioru arasında kalan rotator intervalde eklem kapsülü bulunmaz. Bu alan korakohumeral ve superior glenohumeral ligament ile desteklenmiştir. Omuz hareketlerinin normal aralığında eklem kapsülü, labrum ve ligamentler içerdikleri afferent innervasyonlarla rotator manşet aktivitelerini kolaylaştırarak stabiliteye katkı sağlarlar ¹⁵.

4.2.4.2. Akromioklavikuler Eklem

Akromioklavikuler eklem klavikulanın lateral kenarı ve akromionun medial ucu arasındaki plana tipi eklemdir. Yaklaşık 9x19 mm boyutlarındadır ². Skapulayı toraksa bağlayan tek gerçek eklemdir. Küçük yüzey alanından aktarılan aksiyel yükler eklemden yüksek stres oluşturur. Eklem kapsülü superior ve anteriorda daha kalın olmak üzere eklemi sarar. Kapsül akromioklavikuler bağlar ile güçlendirilmiştir. Superior akromioklavikuler bağ deltoid ve trapezius kasları ile bu alanda kaynaşmıştır ³⁴. Akromioklavikuler eklem, primer desteğini lateralde trapezoid ve medialde konoid olmak üzere iki parçadan oluşan korakoklavikuler bağdan alır ³¹. Bu iki bağ birbirinden ayrı olsa da görevlerinin aynı olması ve yakın olmaları nedeniyle birlikte hasar alırlar ³. Akromioklavikuler bağlar eklem posteriora translasyonunu engellerken korakoklavikuler bağlar ise eklem vertikal hareketlerini kontrol altında tutar ^{31,34}. Korakoid lateralinden akromiona uzanan korakoakromial bağ güçlü ve geniş bir bağdır ve her iki kemikte skapulanın uzantısı olduğu için hasarlanması beklenmez ³.

4.2.4.3. Sternoklavikuler Eklem

Stenoklavikuler eklem fibrokartilaginöz diskleri bulunan sellar tip bir eklemdir. Üst ekstremitayı aksiyel iskelete bağlayan tek gerçek eklemdir ¹⁵. Eklem kapsülü ve 4 adet bağ yapısıyla güçlendirilmiştir. Bu bağlar; anterior ve posterior sternoklavikuler, interklaviküler ve birinci kosta ile arasındaki kostoklavikuler ligamentlerdir ²⁰. Klavikula, sternoklavikuler eklem destek noktasından 45-60 derece elevasyon ve yaklaşık 10 derece depresyon yapabilir ³⁸. Anteroposterior planda ise 35 derece hareket açıklığı vardır. Uzun aksı boyunca 45 derece rotasyon yapabilir ^{39,40}. Klavikulanın bu hareketleri skapulanın hareketini sağlar ve normal omuz fonksiyonları için gereklidir. Skapula, klavikulaya lateralinden asılı haldedir ve akromioklavikuler eklemden hareket imkanının çok daha kısıtlı olması nedeniyle, sternoklavikuler eklem etrafındaki klavikula hareketleri skapulanın hareketlerinin temelini oluşturur.

4.2.4.4. Skapulotorasik Eklem

Skapulotorasik eklem vücutta en az stabil olan eklemdir. Dayanak noktası olan akromioklavikuler eklem etrafındaki hareketi ve stabilitesi tamamen kas aktivitesine bağlı olup fonksiyonel bir eklemdir. Sinovyası ve kapsülü yoktur. Skapula anterioru ve göğüs duvarı laterali arasındaki etkileşimi sağlar ³. Skapular hareketler skapulanın kostal yüzeyindeki subskapularis kası ile serratus anterior kası ve serratus anterior kası ile göğüs duvarı arasındaki gevşek areolar dokular arasında gerçekleşir. Bu bölgedeki sanal kayma planı skapulotorasik eklemdir ¹⁵. Supraserratus ve infraserratus bursa yapıları bu eklemde önemli yapılarındandır. Skapula elevasyon ve depresyon, lateral ve medial rotasyon, protraksiyon ve retraksiyon hareketlerini yapar. Her 2 derece glenohumeral elevasyon için 1 derece skapulotorasik elevasyon gerekir ⁴¹. Atlayan (snapping) skapula, skapular atlama hissi ve sesi olarak karşımıza çıkan, skapulanın artmış eğimi, bursit, periskapular kas iskelet değişiklikleri gibi eklem uyumunu değiştiren durumların neden olduğu skapulotorasik ekleme ait bir hastalıktır ⁴².

4.2.4.5. Subakromial Aralık (Korakoakromial Ark)

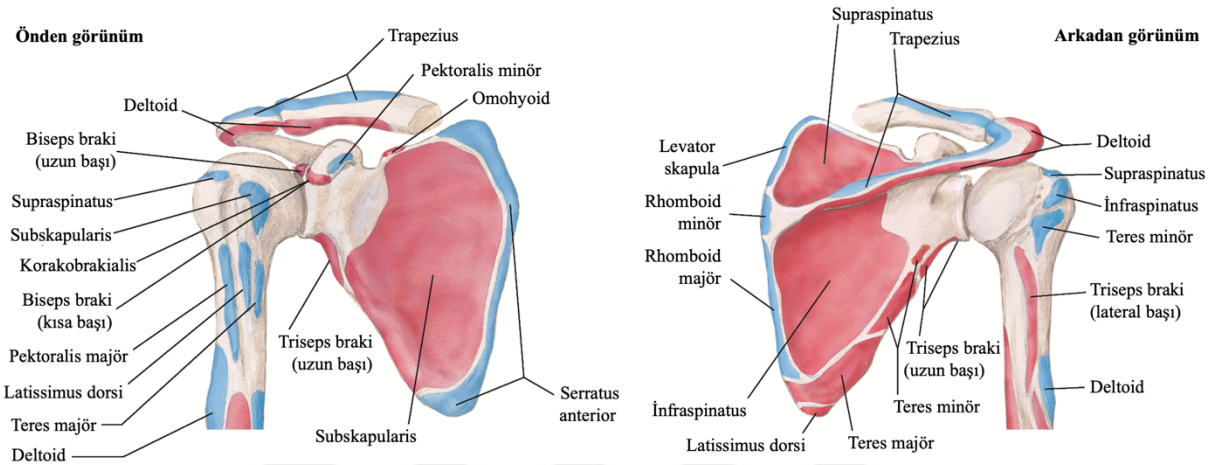
Glenohumeral eklem ile akromion arasındaki işlevsel eklem bölgesidir. Akromion, korakoakromial ligament ve korakoid çıkıntının lateral ucunda oluşan omuz çatısı altındaki supraspinatus, infraspinatus, teres minör kas manşeti ile bursa subakromialis ve bursa subdeltoidea yatağından oluşur ³³.

Akromion morfolojisi bu aralıkla yakından ilişkilidir. Tip 3 akromionun, rotator manşet özellikle de supraspinatus tendonu yırtıklarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir ^{7,16,43}. Omuz cerrahisi sırasında tip 3 akromion varlığında rotator manşetin bursal yüzünde çoğunlukla hasar olduğu görülmektedir ⁸. Yine de rotator manşet yırtığı görülme oranı tip 3 akromiona sahip kişilerde diğer tiplere göre çok da fazla değildir. Tip 3 akromion ile rotator manşet yırtığı arasında bir sebep-sonuç ilişkisi kurmak doğru olamayacağını ve tip 3 akromionun diğer tiplere göre rotator manşet yırtığının boyutunu artırdığını düşünen yazarlar da mevcuttur ⁸.

4.2.5. Omuz Eklemi Kasları

Omuz eklemi kasları; deltoid, rotator manşet kasları, teres majör, superfisyal sırt kasları ve superfisyal pektoral kaslardır. Skapulaya ekstremite, sırt ve boyundan toplam 16 adet kas yapışır ⁴⁴. Rotator manşet kasları; supraspinatus, infraspinatus, teres minör, subskapularistir. Superfisyal sırt kasları; trapezius, latissimus dorsi, levator skapula, rhomboid minör ve

majördür. Superfisyel pektoral kaslar; pektoralis majör ve minör, serratus anterior, subklaviustur. Pektoralis majör ve subklavius kasları skapulaya yapışmazlar. Bu kaslara ek biceps braki uzun ve korakobrakialis ile konjoint tendon şeklinde kısa başı, triseps braki uzun başı ve omohyoid kası da skapuladan başlar. Omuz eklem kompleksi içinde yalnızca pektoralis majör ve subklavius kaslarının skapulaya yapışma göstermezler.



Şekil 10. Omuz eklemi kasları kemik yapışma yerleri ²⁵ (Kırmızı renk origo, mavi renk inserisyo gösterir.)

Skapuladan orijin alıp humerusa yapışan kaslar (skapulohumeral), intrinsik kaslar olarak isimlendirilir. Bu kaslar; deltoid, rotator manşet kasları, teres majör, triseps braki, biceps braki, korakobrakialis kaslarıdır ve genel olarak glenohumeral eklemin hareketlerinin kontrolünü sağlayan kaslardır. Gövdeden orijin alıp omuz kuşağındaki kemiklere yapışan kaslar, ekstrinsik kas grubu olarak isimlendirilirler. Torakohumeral kaslar (latissimus dorsi, pektoralis majör) da yine glenohumeral eklemin hareketlerini kontrol ederler. Torakoskopular kaslar (levator skapula, rhomboid majör ve minör, serratus anterior) öncelikli olarak skapula rotasyonlarından trapezius ve pektoralis minör de esas olarak skapula süspansiyonundan sorumludurlar ^{15,45-47}.

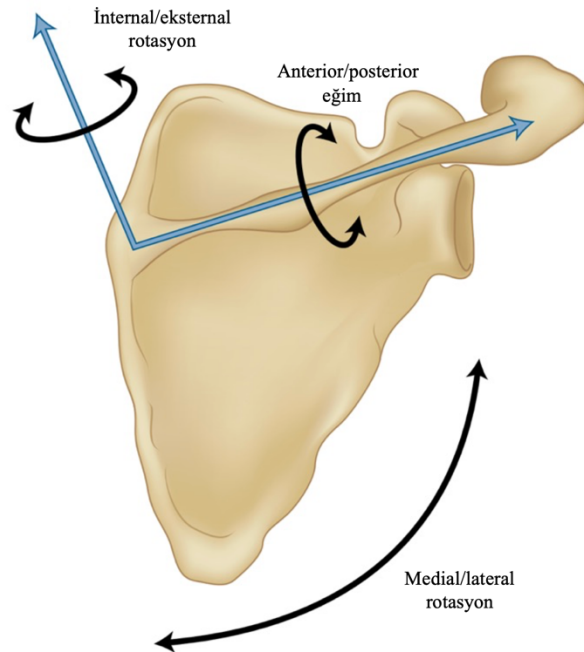
Eklemin hareket merkezine yakın yerleşimli kasların eklemin stabilitesine katkısı fazladır. Hareket merkezine uzak yerleşimli kasların ise eklem yüzeylerinin yer değiştirmesine katkısı fazladır. Omuz ekleminde deltoid, pektoralis majör, latissimus dorsi gibi kasların eklem yüzeylerinin üzerindeki yer değiştirci etkisine, skapulanın yüzeylerine yapışan rotator manşet kasları ve teres majör kası stabilize yönünde karşı koyar ¹⁵. İntrinsik ve ekstrinsik kas gruplarının sinerjistik çalışması omuz ekleminin geniş hareket açıklığına rağmen stabil kalmasını sağlar.

4.3. OMUZ EKLEMİ BİYOMEKANİĞİ

Omuz eklemi vücudun hareket açıklığı en çok olan eklemdir. Yirmiden fazla kasın kontrolünde sternoklavikuler, akromioklavikuler ve skapulotorasik eklemlerin glenohumeral eklemlerle koordinasyonu ile üst ekstremiteye benzersiz bir hareket özgürlüğü kazandırılır ²⁶. Glenohumeral eklemdaki primer hareketler fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, addüksiyon, internal rotasyon, eksternal rotasyon; sekonder hareketler horizontal abduksiyon (horizontal ekstansiyon) ve horizontal adduksiyon (horizontal fleksiyon)'dur ³⁸.

Skapula istirahat halinde posterolateral toraks duvarı ile uyumlu olacak şekilde frontal plandan 30-45 derece kadar distalinden anteriora, vertikal akstan 10-20 derece öne ve 10-20 derece yukarı eğimli yerleşimlidir. Skapular planı oluşturan bu pozisyonundaki herhangi bir değişiklik veya aktif hareketler sırasındaki anormal hareket paterni skapular diskinezi olarak adlandırılır ^{48,49}. Klavikula ise frontal plandan yaklaşık 20 derece distalinden posteriora eğimlidir ³¹. Humerus başı skapulanın medial kenarına göre 5 derece yukarı bakacak şekilde glenoid ile eklem yapar. Ayrıca humerus başı horizontal planda 45 derece yukarı eğimli ve interkondiler hattın yaklaşık 26 derece retrovert şekilde konumlanmıştır ²⁶.

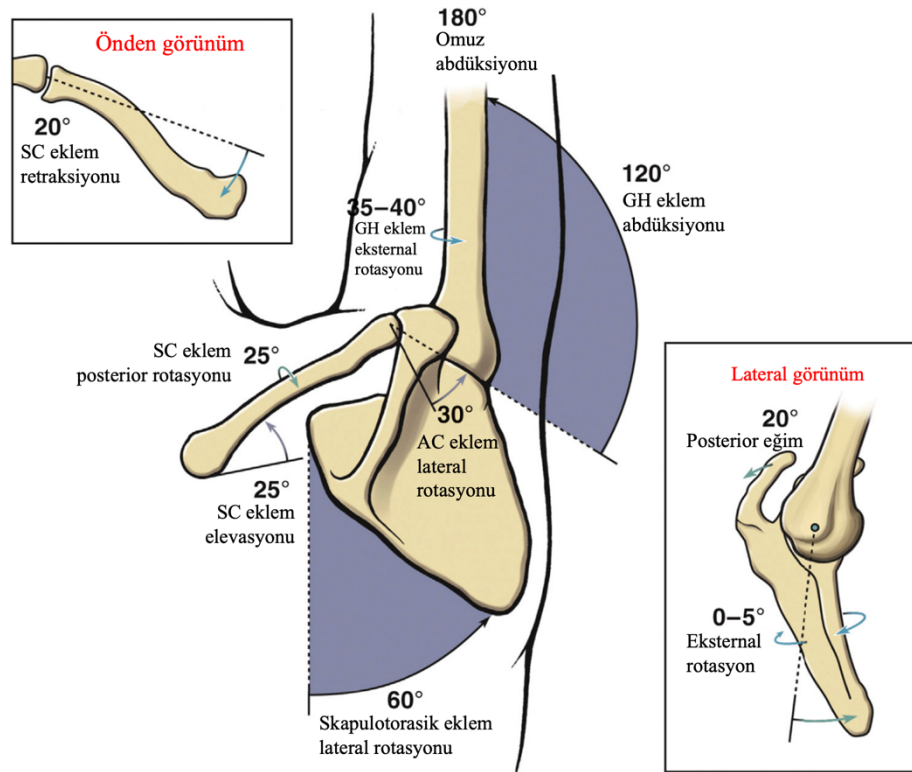
Skapula, skapular planda elevasyon/depresyon, protraksiyon/retraksiyon, lateral (yukarı) ve medial (aşağı) rotasyon hareketlerini yapar. Ayrıca vertikal aksta internal ve eksternal rotasyon, mediolateral aksta da anterior ve posterior eğim hareketlerini yapar ²⁶.



Şekil 11. Skapulanın 3 boyutlu hareketleri ²⁶

Bu hareketlerin amacı glenohumeral eklemi uygun pozisyonlamak ve skapulanın stabilizasyonunu sağlayarak böylece glenohumeral eklem hareketlerine dayanak oluşturmaktır¹⁵. Kolun fleksiyonu (sagittal planda öne doğru kaldırma) bazı kişilerde 180 dereceye kadar ulaşır. Bu hareketin 120 derecesi glenohumeral eklemden gelirken 60 derecelik skapular yukarı rotasyon gerekir. Fleksiyon özellikle 90 derecenin üzerinde internal rotasyonla birlikte görülürken skapular planda fleksiyon hareketi yapıldığında internal rotasyona ihtiyaç duyulmaz³⁸. Ekstansiyon (sagittal planda geriye doğru kaldırma) ise ortalama 62 derecedir ve çoğunluğu glenohumeral eklem tarafından oluşturulur²⁶.

Frontal planda humerus rotasyonları omzun abduksiyon ve adduksiyon hareketlerini oluşturur. Yine maksimum 180 derecelik abduksiyon için 120 derece veya biraz daha fazla glenohumeral eklem hareketi ve 60 derece skapular yukarı rotasyon gerekir³⁸. Tam abduksiyonda humerus başının inferiora kayması ve yaklaşık 35-40 derecelik bir eksternal rotasyon, impingement oluşmasını ve büyük tüberkülün korakoakromial arkta kurtulmasını sağlar. Skapular planda abduksiyon hareketi yaparken ise bu planda kapsüler gerginliğin daha az olması nedeniyle eksternal rotasyon ihtiyacı ve impingement ihtimali azalır. Skapular planda yapılan bu elevasyon hareketlerine nötral elevasyon denir⁵⁰. Omuz adduksiyonunun normal aralığı da 30-50 derece arasındadır.



Şekil 12. Glenohumeral eklem abduksiyonu sırasında skapulohumeral uyum³⁸

Omuz fleksiyonu ve abduksiyonunu sağlayan humerus elevasyonu ve skapula yukarı rotasyonu şeklindeki senkronize hareketler skapulohumeral uyum olarak tanımlanır. Her 2 derece humerus elevasyonu ile skapulotorasik eklemden 1 derece yukarı rotasyon görülür. Glenohumeral ve skapulotorasik hareketler arasındaki bu 2:1 oranı 30 derecelik abduksiyon ve 60 derecelik fleksiyon sonrasındaki açılarda belirgin hale gelir ³⁸.

Skapulotorasik eklemden yukarı rotasyon, sternoklavikuler eklem elevasyonu ve akromioklavikuler eklemden kayma ve rotasyon hareketleriyle sağlanır. Hareketin ilk 90 derecesinde sternoklavikuler eklemden elevasyon ön plandayken ikinci 90 derecede akromioklavikuler eklem rotasyonu daha etkilidir. Skapular yukarı rotasyonun oluşmasında klavikulanın posterior rotasyonu ve özellikle korakoklavikuler bağlar etkilidir. Skapulanın bu rotasyonu deltoid kasının boyunu uzatarak özellikle 90 dereceden sonra abduksiyona devam edebilmesi için kontrakte olabilmesini sağlar ³⁸. Rotasyon sırasında skapula inferior açısı laterale doğru yaklaşık 10 cm yer değiştirir ³³. Eğer klavikular rotasyon ve elevasyonda kısıtlılık mevcutsa abduksiyon 120 derecede sınırlı kalır ⁵⁰.

Humerusun vertikal akstaki rotasyonları internal ve eksternal rotasyon hareketleridir. Humerus başı eksternal rotasyon sırasında geriye doğru yuvarlanır ve anteriora kayar. İnternal rotasyon sırasında da tam ters bir kinematik oluşur ³⁸. Glenohumeral eklemden dirseğin 90 derece fleksiyonuyla 90-95 derece internal ve 70-80 derece eksternal rotasyon; omuz 90 derece abduksiyondayken ise 90 derece internal ve 90 derece eksternal rotasyon görülür ⁵⁰.

Sekonder glenohumeral eklem hareketleri yine omuz 90 derece abduksiyonda yani kol gövdeye dik pozisyondayken humerusun öne ve arkaya doğru yer değiştirmesi şeklindedir. Horizontal adduksiyon (horizontal fleksiyon) yaklaşık 40 derece, horizontal abduksiyon (horizontal ekstansiyon) yaklaşık 135 derece kadar yapılabilir ²⁷.

Tüm bu hareketler sırasında primer agonist kas tarafından oluşturulan kuvvet, antagonistik kasın eksantrik kontraksiyonu ile dengelenerek instabilite gelişimi engellenir. Örneğin omuzda kabaca koronal planda deltoid ile supraspinatus ve transvers planda da subskapularis ile infraspinatus kasları arasında bu ilişki mevcuttur ⁵¹.

Rotator manşet kaslarının esas görevi eklem hareketlerinden daha çok primer dinamik stabilizatör olarak stabilizasyonu sağlamaktır ^{26,52}. Konkavite kompresyonu olarak bilinen mekanizma ile humerus başını glenoid fossa ve labrumdan oluşan konkaviteye bastırarak humerus başını glenoid merkezinde tutarlar ²⁰. Rotator manşetin yanısıra gerçek bir dinamik stabilizasyon etkisi tartışmalı olsa da biceps braki kasının uzun başı da omuz pozisyonuna bağlı olarak dinamik stabilizasyon etkisi gösterir. Statik stabilizatörler kemik yapılar, glenoid labrum, eklem kapsülü ve glenohumeral ligamanlardır ²⁶. Superior glenohumeral ligaman,

adduksiyonda inferior translasyonu ve 45 dereceye kadar abduksiyonda eksternal rotasyonu sınırlarken orta glenohumeral ligaman 45-90 derece arası abduksiyonda eksternal rotasyonu sınırlar. Glenohumeral ligamanların en önemlisi olan inferior ligaman ise 90 derece üzeri abduksiyonda inferiora kaymayı önler ve hamak benzeri yapısıyla internal ve eksternal rotasyonu sınırlar ³¹.

4.4.SUBAKROMİAL SIKIŞMA SENDROMU

Rotator manşet tendonlarının ve biceps braki kasının uzun başı tendonunun özellikle anterior akromion altında veya korakoakromial arkın herhangi bir yerinde tekrarlayan kompresyon ve abrazyonu subakromial sıkışma (impingement) olarak adlandırılır. Omuz ağrısıyla gelen hastalarda en çok koyulan tanıdır. Artmış veya azalmış hareketler, anormal hareket paternleri ve humerus veya özellikle akromionun anatomik varyasyonları ile spurlar ve osteofitler gibi anormallikleri sıkışma sebebi olabilir ^{38,53}. Omuz sıkışma sendromu primer, sekonder, subkorakoid ve internal sıkışma olarak dört tipe ayrılmıştır ⁵⁴. Primer sıkışma klasik subakromial sıkışmadır ve o da ekstrensek ve intrinsek nedenler olarak iki alt kategoriye ayrılır.

Rotator manşet hasarı gelişmesine neden olan dıştan baskı ile ekstrensek nedenler ve rotator manşet güçsüzlüğüne bağlı olarak humerusun yukarı yer değiştirmesi ile intrinsek nedenler sonucu primer sıkışma ortaya çıkar ⁵⁵. Dıştan baskı sebepleri olarak tip 2 ve 3 akromion, korakoakromial ligament yapışma yerinde kalsifikasyonlar, akromioklavikuler eklem artrozu ve aksesuar os akromiale sayılabilir. Skapular malpozisyon, inferior medial skapular kanatlanma, korakoid hassasiyeti ve skapular diskinezi birlikteliği olarak tarif edilen ‘hasta (SICK) skapula’ rotator manşet ile deltoid arasındaki dengenin deltoid lehine bozulmasına ve humerusun yukarı değiştirmesine ve sonuç olarak subakromial sıkışmaya neden olur ⁵⁵.

Sekonder sıkışma, glenohumeral instabilite nedeniyle humerus başının anteriora translasyonu sonucu rotator manşetin korakoakromial ark ile temasıyla meydana gelir ⁵⁶. Omuz abduksiyonu ve dış rotasyonu sırasında fizyolojik olarak görülen humerus büyük tuberkül posterioru ve glenoid posterioru arasındaki temas tekrarlayan baş üstü hareketler sonucu semptomatik hale gelirse internal sıkışma sendromu olarak kendini gösterir. Bu duruma minör travmalar sonucu humerus proksimalinin remodelizasyonu, posterior kapsüler kontraktür ve yine skapular diskinezi neden olabilir ⁵⁵. Subskapularis tendonu ve anterior eklem kapsülünün korakoid ve humerus küçük tuberkülü arasında sıkışması ile subkorakoid sıkışma oluşur. Bu duruma ise korakoid varyasyonları, travmalar ve iyatrojenik olarak cerrahiler neden olabilir ⁵⁶.

GEREÇ VE YÖNTEM

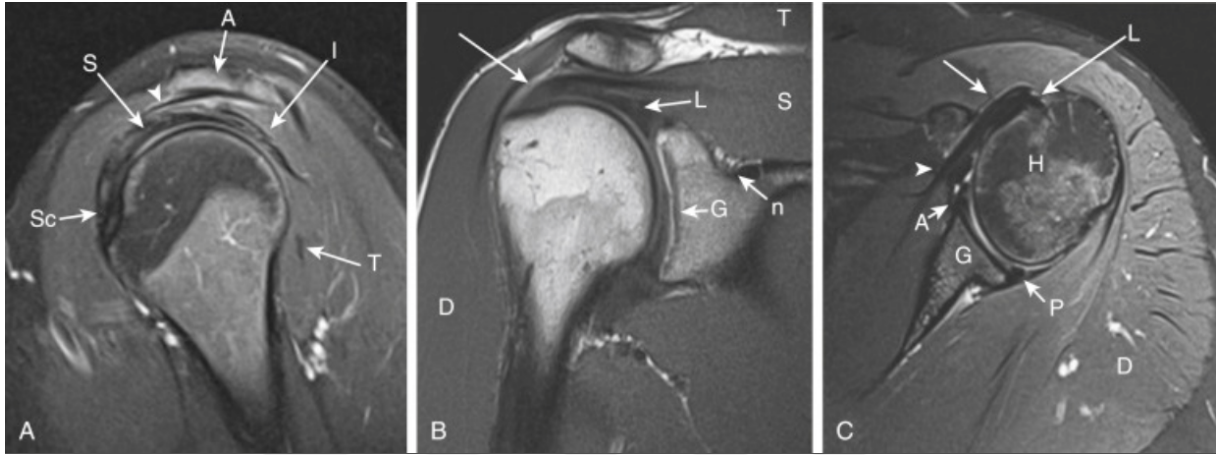
Çalışmamızda Mayıs-Haziran 2024 aylarında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Tıp Fakültesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesinde herhangi bir şikayetle omuz manyetik rezonans (MR) görüntülemesi yapılan hastalar belirlendi. 325 hastadan elde edilen 353 omuz MR görüntülemesi değerlendirildi. Bu görüntülemelerden çekim sırasındaki hatalar nedeniyle oluşan artefaktlar veya kesit alanının yeterli genişlikte belirlenmemesi sonucu tam değerlendirilme yapılamayan 20 görüntüleme çalışma dışı bırakıldı. Bu 20 görüntülemenin 2 tanesi aynı hastanın her iki omzuna aitti. Geri kalan görüntülemelerden de 4 hastaya daha önce akromioplasti ve/veya rotator manşet tamiri yapıldığı, 12 hastanın omuz kuşağı kemiklerinde iyileşmiş veya iyileşmekte olan deplase kırık olduğu, 7 hastada omuz eklemi çevresi yumuşak dokularda veya kemik yapılarında kitle görünümü varlığı belirlendi. Bu omuz MR görüntülemeleri de çalışma dışı bırakıldı. Kalan 310 omuz MR görüntülemelerinde 4 hastanın tip 4 akromiona sahip olduğu görüldü. Literatür ile de uyumlu olarak^{31,57,58} bu akromion tipine sahip hasta sayısının %1-2 arasında olması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilemeyeceği ve veri sayısını artırıp sonuca varmayı zorlaştıracığı için bu görüntülemeler de çalışma dışı bırakıldı. Sonuç olarak çalışmamıza 279 hastadan elde edilmiş 306 omuz MR görüntülemesi dahil edildi. 27 hastanın hem sağ hem sol omuz MR görüntülemesi mevcuttu. Bu görüntülemelerin 157 tanesi sağ omuza aitken 149 tanesi sol omuza aitti.

5.1. MR GÖRÜNTÜLEME

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), omuz çevresi yumuşak dokularını ve tüm anatomisini göstermenin en iyi yöntemidir. MRG, eklem kıkırdağı, labrum, kaslar, tendonlar, bağlar ve bursaların görüntülenmesinin değerlendirilmesinde temel unsurdur. Rotator manşet, biceps tendonu ve subakromial-subdeltoid bursa net bir şekilde görüntülenir⁵⁹.

Omuz MRG'de 3 planda görüntüler alınır. Bunlar; supraspinatus kasının veya tendonunun longitudinal aksına dik olan sagittal oblik plan, bu aksa paralel olan koronal oblik plan ve aksiyel (transvers) planlardır⁵⁹. Koronal ve sagittal görüntüler skapular plana uygun olacak şekilde oblik olarak yönlendirilir⁶⁰. MR görüntülemesi sırasında hastanın konumu, omzun pozisyonu gibi durumlar da özellikle yumuşak dokuları değerlendirirken dikkat edilmesi gereken konulardır. Ayrıca dokuların farklı özelliklerini vurgulayan bilgileri elde etmek için eko zamanı, tekraralama zamanı gibi parametreler ayarlanarak T1 ağırlıklı, T2 ağırlıklı ve proton

dansite görüntüler elde edilir. T1 ağırlıklı görüntüler yağın yüksek sinyal olduğunu gösterirken, sıvı ve lifli doku koyu veya düşük sinyale sahiptir. T2 ağırlıklı görüntülerde, sıvı parlak ve lifli doku koyudur. Görüntüleme parametrelerinin manipülasyonu yoluyla, yağ sinyali bastırılabilir, bu da yağ baskılama olarak bilinir. Yağın normalde parlak görüneceği görüntülerde, bu sinyal azaltılır. Bu teknik T2 görüntülemeye kullanılır ⁶⁰.



Şekil 13. Omzun MRG ile normal görünümü ⁶¹

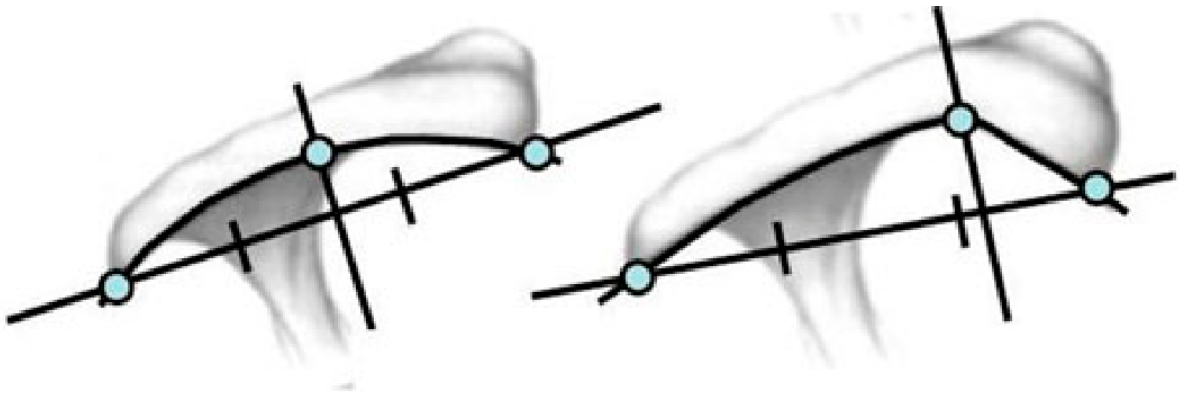
(A) Sagittal oblik, yağ baskılı T2-ağırlıklı sekans, subskapularis tendonu (Sc), supraspinatus tendonu (S), akromion (A), infraspinatus tendonu (I) ve teres minor tendonu (T); **(B)** koronal-oblik, T1-ağırlıklı görüntü, deltoid kası (D), glenoid (G), glenoid labrum (L), supraspinatus tendonu (uzun ok), ve trapezius kası (T); **(C)** aksiyel, yağ baskılı T2-ağırlıklı sekans, anterior (A) and posterior (P) labrum, glenoid (G), humerus başı (H), subskapularis tendonu (uzun ok) ve muskulotendinöz bileşke (ok başı), biceps uzun başı tendonu (L), ve deltoid kası (D) gösteriyor.

Çalışmamızdaki tüm MR görüntüleri 1.5 T MRG (Magnetom Aera, Siemens, Erlangen, Almanya) cihazı ile standart (16 kanallı) omuz koili kullanılarak elde edilmiştir. Omuz MRG çekimleri öncesinde hastalar standart supin pozisyonunda sedyeye yatırıldı ve incelenecek tarafta kol hafif dış rotasyona alınarak görüntüleme yapıldı. Omuz MR görüntülemesi için T1 koronal, yağ baskılı sagittal proton dansite (PD), yağ baskılı koronal PD ve yağ baskılı aksiyal PD sekansları elde edildi. T1 ağırlıklı turbo spin eko koronal düzlem görüntülerinde Field of view (FOV): 160 mm, kesit kalınlığı (KK): 3 mm, TR (Time to repeat) zamanı: 424 ms, TE (Time to echo) zamanı: 11 ms, vokselle boyutu: $0.5 \times 0.5 \times 3$ mm; yağ baskılı PD turbo spin eko görüntülerinde FOV: 160 mm, KK: 2 mm, TR zamanı: 2690 ms, TE zamanı: 35 ms, vokselle boyutu: $0.3 \times 0.3 \times 3$ mm parametreleri kullanılmıştır.

5.1.1. MRG’de Akromion Morfolojisi

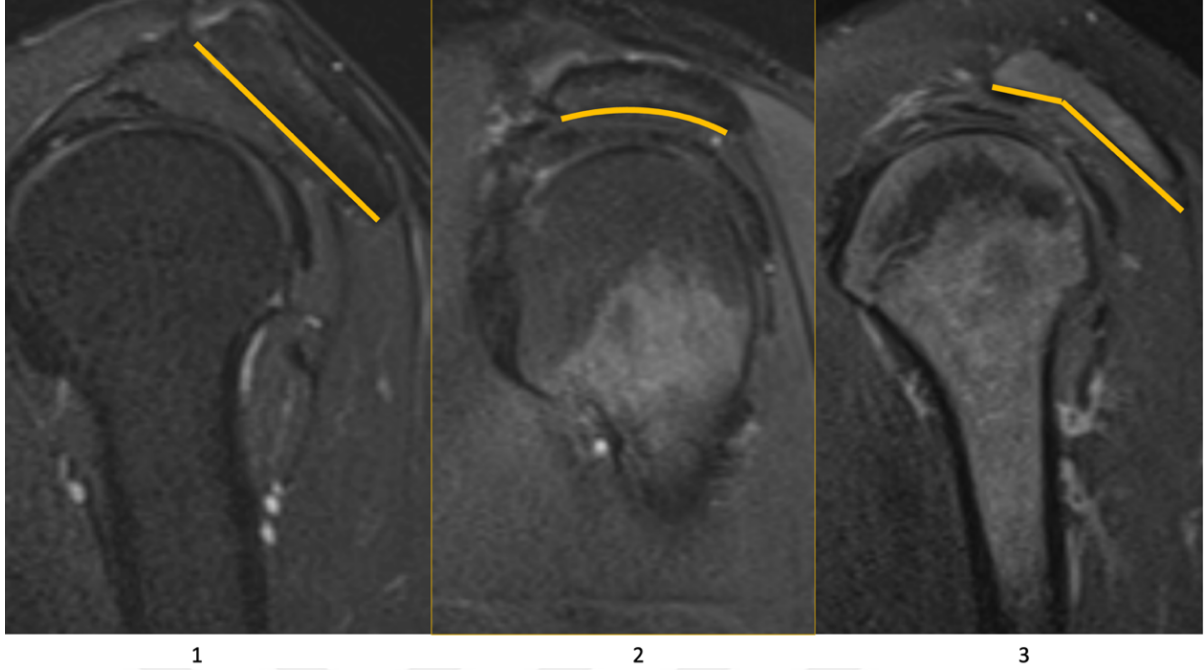
Akromion morfolojisinin değerlendirilmesinde ilk kez raporlanan ve altın standart olarak kabul edilen yöntem omuz supraspinatus outlet röntgenografisidir ⁶². Tek planlı görüntü imkânı sağlayan ve teknisyen bağımlı bu grafi ile özellikle kancalı (tip 3) akromion tipini, akromial spurlar varlığında, diğerlerinden ayırmak zor olacaktır ⁸. Supraspinatus kasının humerusa doğru çıkışı ve subakromial aralık ile akromion arasındaki ilişkiye ışık tutan bu görüntü MR görüntülerinde omzun sagittal oblik plan kesitlerindeki görüntüsüne uyar ⁵⁹. Bu plandaki akromionun en lateralini içine alan veya yaklaşık 4mm medialindeki kesitlerden hangisinin akromion tipini belirlemede kullanılacağı net değildir ^{63,64}. Akromioklavikuler eklemin hemen lateralindeki kesit akromionun en uzun kesitini verdiği için bu kesitin daha uygun olduğunu düşünen yazarlar da vardır ⁸. Fakat çekim tekniklerindeki farklılıkları da hesaba katacak şekilde rotator manşet ve patolojileriyle en ilişkili olan kesitin kullanılması daha uygun olacaktır ⁶⁵. MRG ile akromion tipi ölçümünde röntgenograma göre araştırmacılar arasında daha fazla farklılıklar olduğunu düşünenler vardır ^{62,65}.

Sagittal oblik kesitlerde akromionun alt yüzeyinden çizilen çizgi düz bir çizgi ise tip 1 akromion varlığından bahsedilir. Tip 2 ve tip 3 ayrımı için akromionun alt yüzeyinde anterior uç, posterior uç ve en yüksek nokta olmak üzere üç nokta belirlenir. Anterior ve posterior uçları birleştiren çizgi üç eşit parçaya bölünür. En yüksek nokta orta üçte birlik kısımdaysa tip 2, ön üçte birlik kısımdaysa tip 3 akromion olarak tanımlanmaktadır ^{8,64}.



Şekil 14. Akromion morfolojisini belirlemede tip 2 ve tip 3 ayrımının şematik gösterimi ⁶⁶

Çalışmamıza dahil edilen tüm MR görüntülerinde ilgili kesitler incelenerek bu kriterlere uygun şekilde akromion tipleri belirlendi ve kaydedildi.

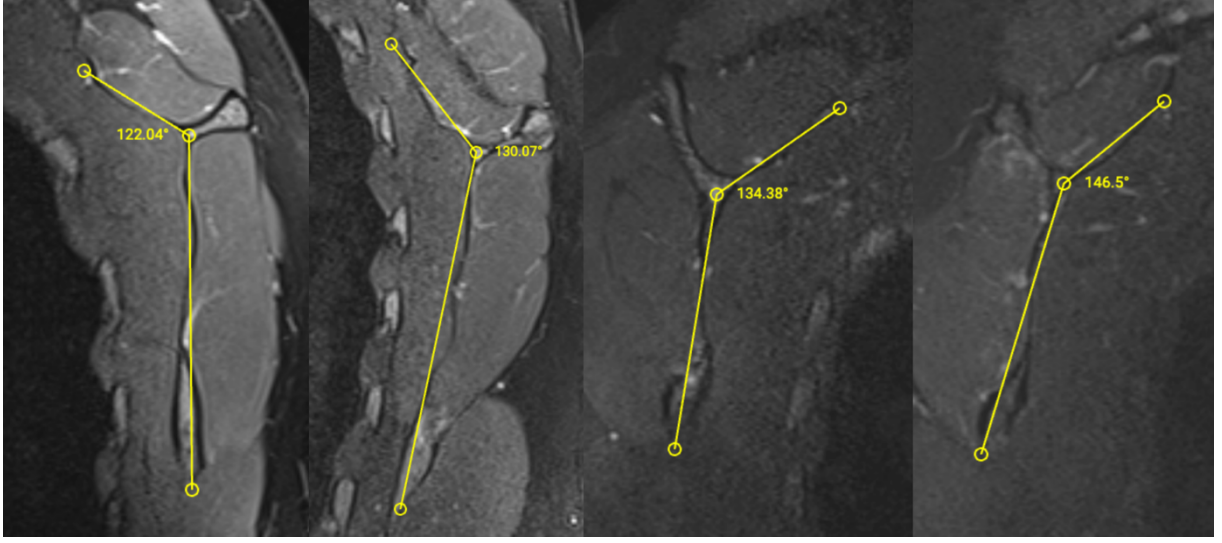


Şekil 15. Omuz MR sagittal oblik kesitlerde farklı hastalarda akromion morfolojisi ölçümleri

1) Tip 1 akromion, 2) Tip 2 akromion, 3) Tip 3 akromion

5.1.2. MRG’de Superomedial Açı Ölçümü

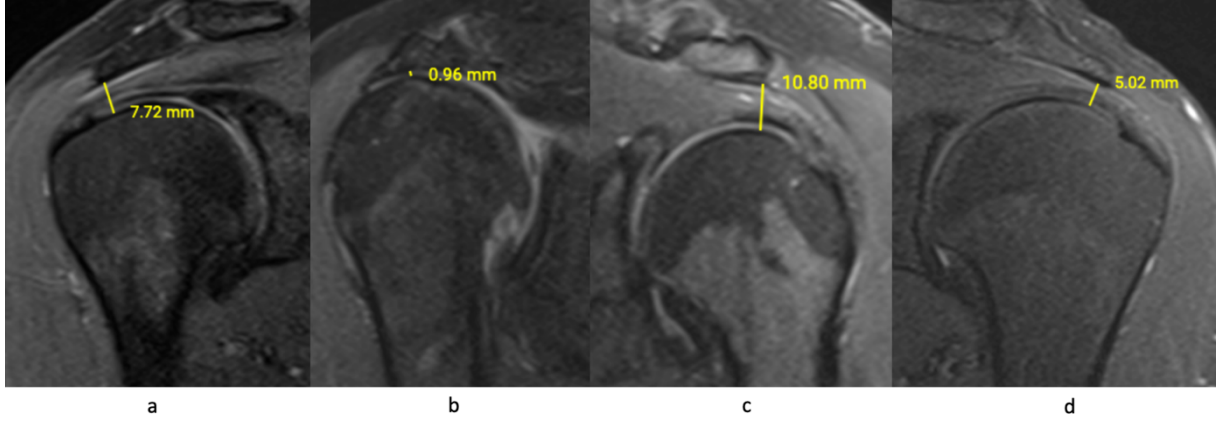
İlk kez 1996 yılında Edelson 700 kadavra skapulası ile yaptığı çalışmada atlayan skapula hastalığı gelişiminde skapulunun anatomik varyasyonlarının etkisini araştırmış ve skapulunun anteriora açılanmasını da değerlendirmiştir ⁶⁷. Mozes ve ark. atlayan skapula semptomları olan hastalarda röntgenogram ve BT ile yaptığı çalışmada bu açığı kostomedial açı olarak ilk kez tanımlamıştır ¹². Farklı bir çalışmada da kadavralardan disseke edilen skapulaların en üst ve en alt noktalarından başlayıp spina skapula tabanında açılanma yapacak şekilde çizilen çizgi boyunca kemiği kesip açıölçer yardımıyla bu açının ölçümü yapılmış ve bu açı skapular superomedial açı olarak tanımlanmıştır ¹⁴. Yine kadavralardan çıkarılan skapulaların en üst ve en alt noktalarından geçen hat boyunca şekil verilebilir bir alüminyum şerit kostal yüzeye oturtulmuş ve sonrasında bu şeridin açısı ölçülmüştür ¹³. Medial skapular sınırın supraspinatus ve infraspinatus bölümleri arasındaki açı şeklinde tanımlamasıyla yine kadavra skapulaları üzerinden ölçüm yapılmıştır ⁶⁸. Başka çalışmalarda da bu ölçümler bilgisayarlı tomografi (BT) ve MR görüntülerinin sagittal oblik plandaki kesitlerinden yapılmıştır ^{10,11}. Biz de çalışmamızda superomedial açı ölçümlerimizi hastanemiz veri tabanındaki belirtilen tarihler arasında omuz MRG yapılmış hastalardan elde edilmiş MR görüntülerinden, sagittal oblik kesitlerde skapulunun mümkün olan en uzun medial hattı boyunca gerçekleştirdik ve kaydettik.



Şekil 16. Omuz MR sagittal oblik kesitlerden farklı hastalarda superomedial açı ölçümleri

5.1.3. MRG’de Subakromial Mesafe Ölçümü

Subakromial aralık akromion, korakoakromial ligament ve korakoid çıkıntının lateral ucundan oluşan omuz çatısı altındaki humerus üst sınırına kadar olan mesafedir. Subakromial boşluk, 1972’de Neer tarafından inferiorda humerus başı; superiorda akromionun anterior köşesi ile akromionun ön üçte birlik kısmı, korakoakromial ligament ve akromioklavikuler eklemin alt yüzeyi arasındaki boşluk olarak tanımlanmıştır ⁶⁹. Sadece akromionun kemik yapısı değil korakoakromial ligamentin de subakromial aralığın sınırlarını belirlemede önemli bir yapıdır. Korakoakromial ligament alt sınırından humerus başı kırıkdağının üst sınırına kadar koronal oblik kesitlerdeki en dar aralıktan çizilen vertikal çizginin uzunluğu subakromial aralığı verir ⁷⁰. Yumuşak doku yapılarının sınırları MRG’de daha uygun belirlenebilecektir. Akromiohumeral mesafe ölçümü röntgenograma oranla MRG ile yapıldığında daha düşük çıkmaktadır ⁷¹⁻⁷³. Çalışmamızda koronal kesitlerde subakromial aralığın en dar olduğu kesitten akromion alt sınırı veya korakoakromial ligamentin akromiona tutunduğu noktanın alt sınırından humerus başı kırıkdağı üst sınırına kadar olan mesafe mm cinsinden ölçüldü. Bu ölçüm neticesinde çıkan sonuç; ondalık kesirli bir sonuç ise tamsayıdan sonraki kısım 5 ve üzerinde bir sayı ile başlıyorsa bir üst tamsayıya, 4 ve altında bir sayı ile başlıyorsa kendisine yuvarlanarak tamsayı olarak kaydedildi.



Şekil 17. MRG’de subakromial aralık ölçümü

5.1.4. MRG’de Yumuşak Doku Değerlendirme

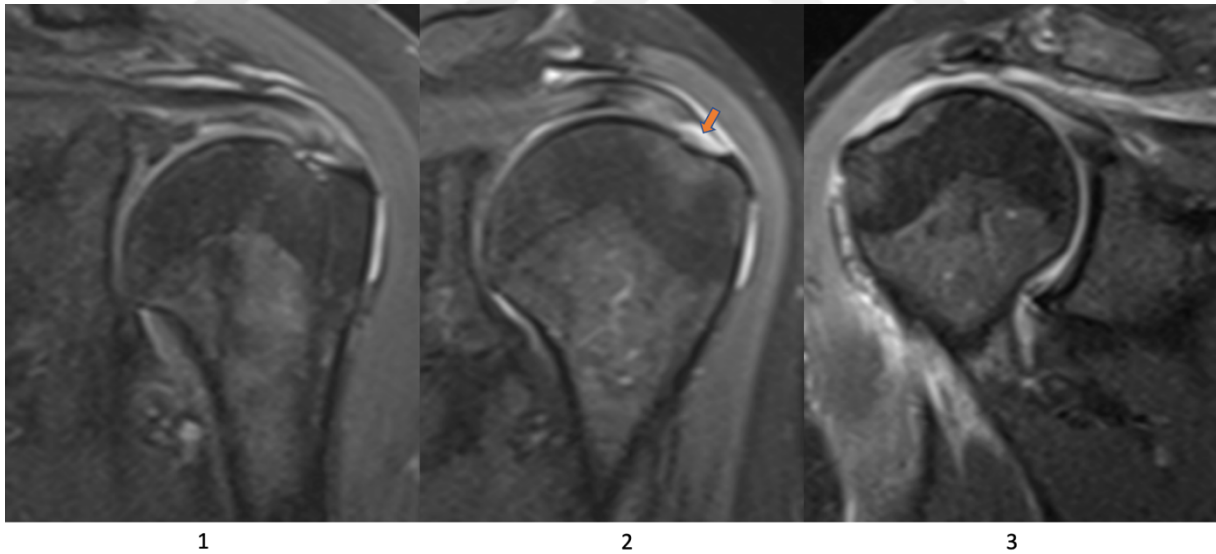
Superomedial açı ile akromion morfolojisi arasındaki ilişkinin açığa çıkarılmasının yanısıra glenohumeral eklemin önemli yumuşak doku komponentlerini de bu ilişki bağlamında değerlendirmek anlamlı olacaktır.

Çalışmamızda rotator manşet, labrum ve biceps braki kasının uzun başı patolojileri MR görüntüleri incelenerek değerlendirildi. Hastaların şikayetleri ve varsa hareket kısıtlılıklarına bakılmaksızın MRG üzerinden var olan patolojiler veya sağlamlık hali kaydedildi.

T2 ağırlıklı görüntülerde sinyal artışı ve fokal kalınlaşma tendinozis varlığına işaret eder. Yine T2 görüntülerde tendonun eklem yüzü veya bursal yüzünde veya her ikisinde birden tendonun tüm kalınlığı boyunca tam kat yüksek sinyal görülmesi tendon yırtığı olduğunu gösterir⁶⁰. Tam kat yırtıkların tendonun yapışma yerinde anteroposterior hatta tüm genişliğince devam etmesi ve çoğu zaman retraksiyonla birlikte özellikle supraspinatus tendonu için subakromial aralıkta daralma komplet yırtık varlığını gösterir. Supraspinatus tendon ve kası koronal oblik kesitlerde, subskapularis ve infraspinatus tendonlarının bütünlüğü de aksiyel kesitlerde daha iyi değerlendirilir⁵⁴. Ayrıca aksiyel kesitlerde biceps tendonunun subluksasyonu veya dislokasyonu subskapularis tendon hasarına işaret eder. Yırtığın boyutu sagittal oblik kesitli görüntülerden ve koronal oblik kesit sayısından değerlendirilebilir⁶⁰. Her üç plandaki kesitlerin birlikte değerlendirilmesi yırtığın şeklini tanımlamada gereklidir.

Çalışmamızda rotator manşetin durumu normal, tendinozis, parsiyel yırtık, komplet yırtık olarak gruplandırıldı. Bu gruplandırmalar rotator manşet hasarlarıyla ilgili yapılan çalışmalardaki tanımlamalara göre yapıldı^{60,74-76}. Rotator manşet kaslarından herhangi birinde komplet yırtık olması durumunda komplet yırtık olarak gruplandırma yapıldı. Hastaların sadece

birinde supraspinatus yırtığı olmaksızın subskapularis komplet yırtığı olduğu not edildi. Diğer komplet yırtık hastalarının tamamında supraspinatus komplet yırtığı varken bunların bazılarında infraspinatus ve/veya subskapularis parsiyel veya komplet yırtıkları veya tendinozisi mevcuttu. Bazılarında ise supraspinatus, başka rotator manşet patolojisi olmadan tek başına komplet yırtıktı. Rotator manşet kaslarından herhangi birinde tek başına veya diğerleriyle birlikte komplet yırtık olmaksızın parsiyel yırtık görülmesi durumunda parsiyel yırtık olarak gruplandırma yapıldı. Parsiyel yırtık grubundaki bazı hastalarda parsiyel yırtığa ek olarak tendinozis de mevcuttu. Parsiyel yırtık olarak gruplandırılan hasarlarda yırtığın boyutu veya tam kat olup olmamasına bakılmaksızın sadece parsiyel yırtığın varlığı gruplandırma için bir kriter olarak kabul edildi. Rotator manşet kaslarından herhangi birinde tek başına veya diğerleriyle birlikte komplet veya parsiyel yırtık olmaksızın tendinozis olması durumunda tendinozis olarak gruplandırma yapıldı. Yine rotator manşet kaslarından herhangi birinde tek başına veya diğerleriyle birlikte komplet veya parsiyel yırtık veya tendinozis olmaması durumunda rotator manşet durumu sağlam olarak değerlendirildi ve normal olarak gruplandırıldı.

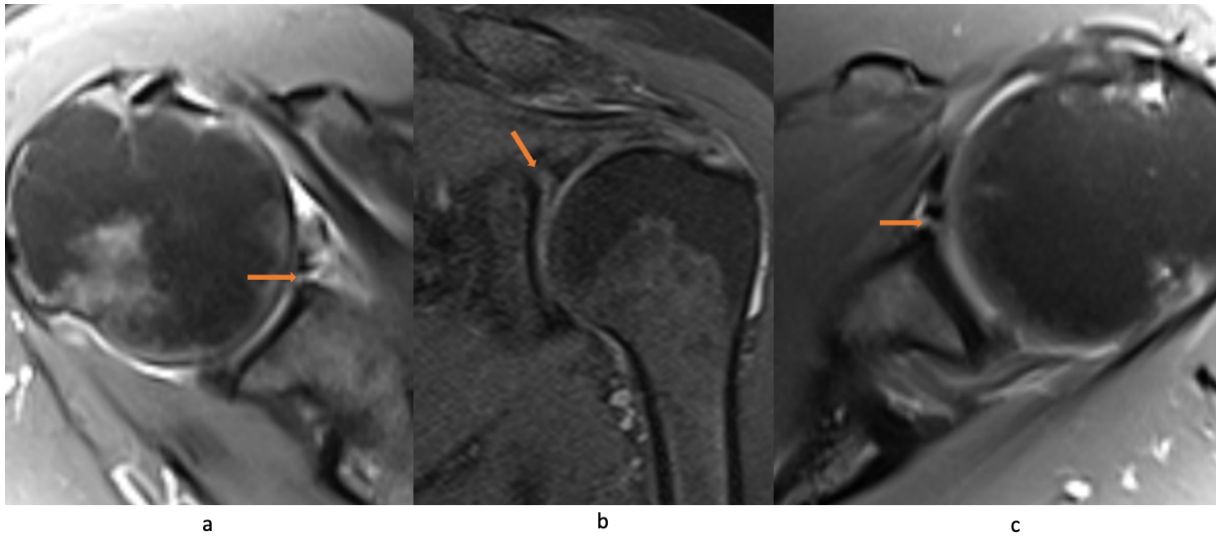


Şekil 18. MRG'de supraspinatus tendonu patoloji örnekleri

- 1) tendonda ödem ve intensite artışı – tendinozis,
- 2) tendon distalinde sıvı ile dolan alan (turuncu ok) – parsiyel yırtık,
- 3) subakromial aralık daralmış ve sıvı ile dolmuş tendon retrakte görünümde – komplet yırtık

Labrum hasarlarını tanımlamada yokluk, yıpranma, detaşman, deplasman, deformite gibi kriterler kullanılır. Bunların sonucu olarak labral yapı içindeki sıvı görünümü yırtığın önemli bir göstergesidir ⁷⁷. Aksiyel ve koronal oblik kesitler labrum hasarı değerlendirmede daha

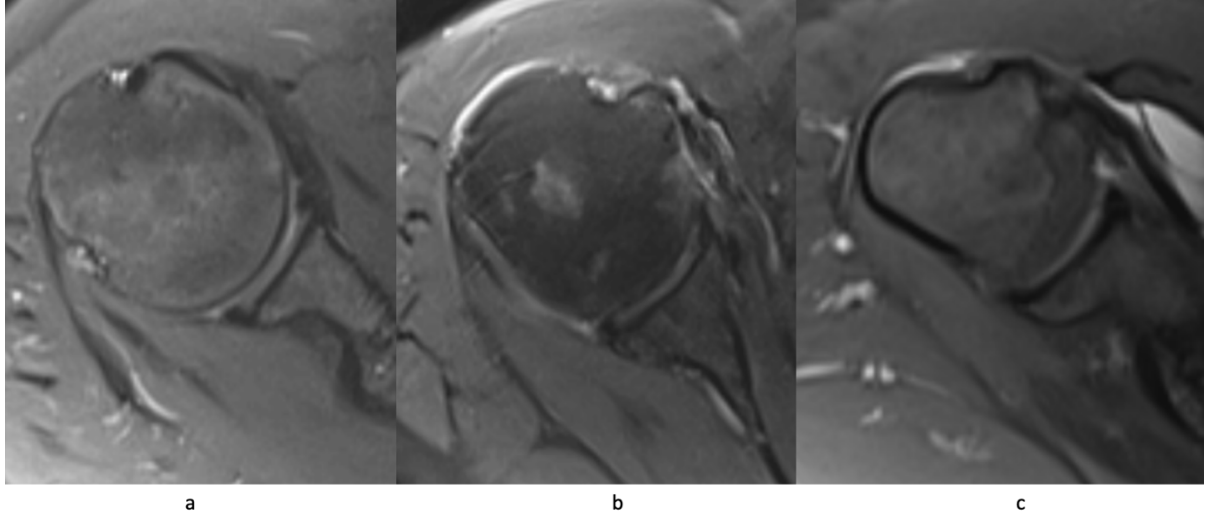
uygundur. Çalışmamızda glenoid labrumun durumu normal ve yırtık olarak gruplandırıldı. Bu gruplandırma glenoid labrumun MRG ile değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalara⁷⁷⁻⁷⁹ göre labrum yırtığı varlığı veya labrumun sağlam olduğu belirlendikten sonra yapıldı. Glenoid labrumu yırtık olarak gruplandırılan hastaların belirlenen yırtıklarının konumu, boyutu veya avülsiyona neden olup olmamasına bakılmaksızın yırtığın varlığı durumunda yırtık olarak gruplandırıldı. Glenoid labrumda yırtık görülmemesi durumunda labrum sağlam olarak değerlendirildi ve normal olarak gruplandırıldı. Normal anatomik labral varyasyonların mevcut olduğu hastalara da labrum açısından normal grupta yer verildi.



Şekil 19. MRG’de aksiyel ve koronal oblik kesitlerde glenoid labral yırtık görünimleri

Supraspinatus yırtığı olan hastalarda supraspinatus tendonuna yakın seyretmesi ve sıkışma kuvvetlerine maruz kalması nedeniyle biceps uzun başı tendonunda %10 tam yırtık, üçte bir de dejenerasyonlar görünür⁸⁰. Yırtık tendon distale retrakte olacak ve bisipital oluk boşalacaktır. Tendonun bisipital oluğun medialinde, subskapularis tendonunun derininde veya eklemin içinde yerleşik olarak görüldüğü durumlarda dislokasyondan bahsedilir ve bu durum çoğu zaman küçük tüberküle yapışan subskapularis tendonu yırtığı ile ilişkilidir. Subluksasyon, dislokasyon ve sıkışma durumlarında biceps tendonu uzun başı tenosinoviti, tendinozisi veya yırtığı görülmektedir⁸¹. Çalışmamızda biceps kasının uzun başı tendonunun durumu normal, tendinit ve yırtık olarak gruplandırıldı. Bu gruplandırma omuz MR görüntülerinde biceps braki kasının uzun başı ile ilgili yapılan çalışmalarda anlatıldığı şekliyle değerlendirerek yapıldı^{74,80,81}. Biceps braki kasının uzun başı tendonunun komplet yırtık olup retrakte görünümde olan veya eklemin içinde hiç tendon izlenemeyen hastalar labrum hasarı olsun veya olmasın yırtık

olarak gruplandırıldı. Tendonun komplet yırtık olmadığı fakat tendon çevresinde yoğun intensite artışı şeklinde tendinit bulguları olan, tendonu sublukse olan veya parsiyel yırtık nedeniyle incelmış durumda olan hastalar tendinit olarak gruplandırıldı. Tendonu sağlam görünümde ve normal yerleşiminde olduğu hastalar biceps braki uzun başı tendonu açısından normal grupta yer aldı.



Şekil 20. MRG'de aksiyel kesitlerde biceps uzun başı tendonu değerlendirilmesi

- a) normal tendon görünümü, b) subskapularis yırtığı ile birlikte mediale sublukse tendon,
c) biceps uzun başı tendonu total yırtığı

BULGULAR

İstatistiksel yöntem: Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan, en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov Simirnov, Shapiro-Wilk testi ile ölçüldü. Dağılımı normal olmayan nicel bağımsız verilerin analizinde Kruskal-Wallis (Mann-Whitney U) testi kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde Ki-kare test ve Ki-kare test koşulları sağlanmadığında Fischer test kullanıldı. Etki düzey ve eşik (cut off) değeri ROC eğrisi ile araştırıldı. Analizlerde SPSS 27.0 programı kullanılmıştır.

Tablo 1. Hastaların yaş, cinsiyet, yön, superomedial açı, subakromial aralık (SAA), rotator manşet grubu, biceps braki uzun başı tendonu grubu, glenoid labrum grubu, akromion tipine göre dağılımı, minimum-maksimum ve ortalama değerleri

		Min-Mak	Medyan	Ort.±ss/n-%
Yaş		15,0 - 80,0	49,0	47,9 ± 12,0
Cinsiyet	Kadın			180 58,8%
	Erkek			126 41,2%
Yön	Sağ			157 51,3%
	Sol			149 48,7%
Superomedial Açı		118,0 - 150,0	134,0	133,7 ± 5,7
SAA (mm)		1,0 - 11,0	7,0	6,7 ± 1,3
Rotator Manşet	Normal			76 24,8%
	Komplet Yırtık			18 5,9%
	Parsiyel Yırtık			115 37,6%
	Tendinozis			97 31,7%
Biceps Uzun Başı	Normal			190 62,1%
	Yırtık			8 2,6%
	Tendinit			108 35,3%
Labrum	Normal			235 76,8%
	Yırtık			71 23,2%
Akromion	Tip I			51 16,7%
	Tip II			178 58,2%
	Tip III			77 25,2%

Akromion tip I, tip II, tip III grupları arasında *hastaların yaşı, cinsiyet dağılımı ve yön* anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 2)

Akromion tip III grubunda *superomedial açı* akromion tip I ve tip II gruplarından anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Akromion tip II grubunda *superomedial açı* akromion tip I grubundan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 2)

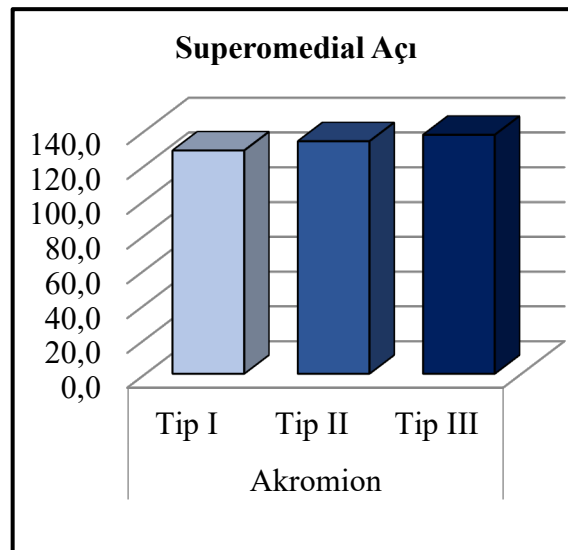
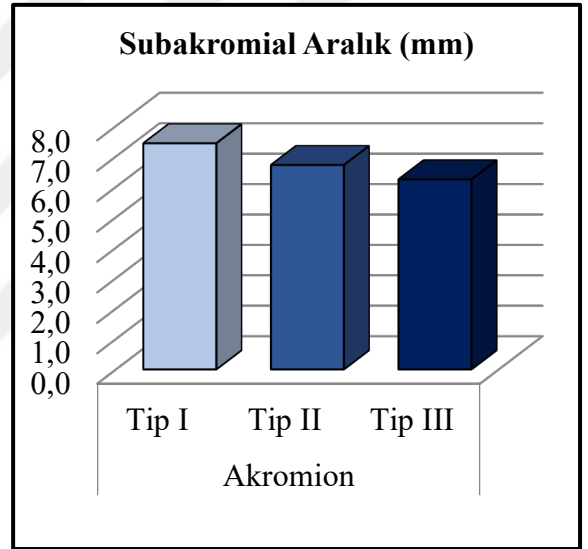
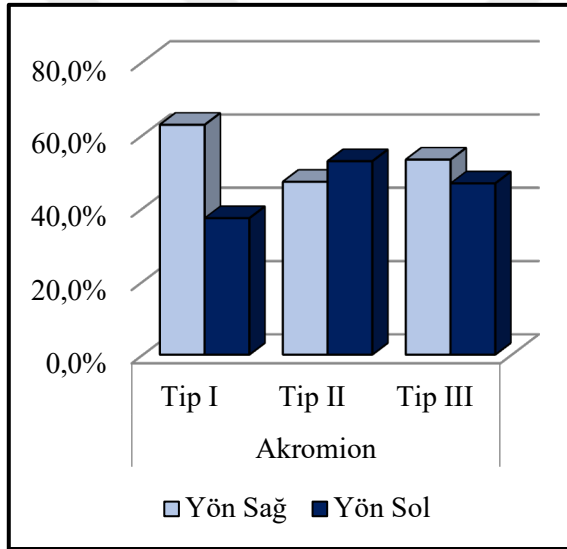
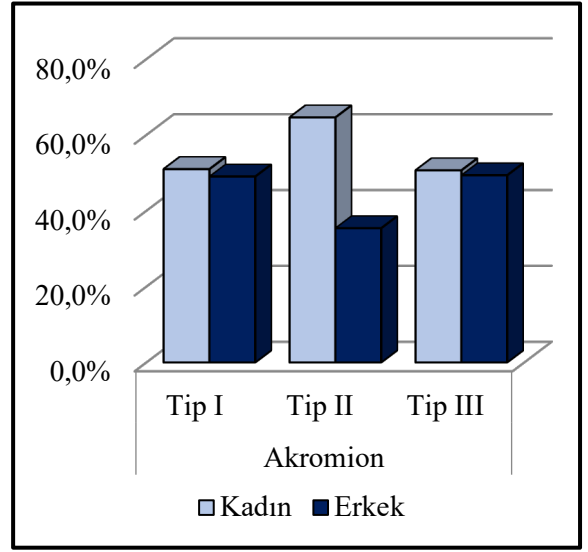
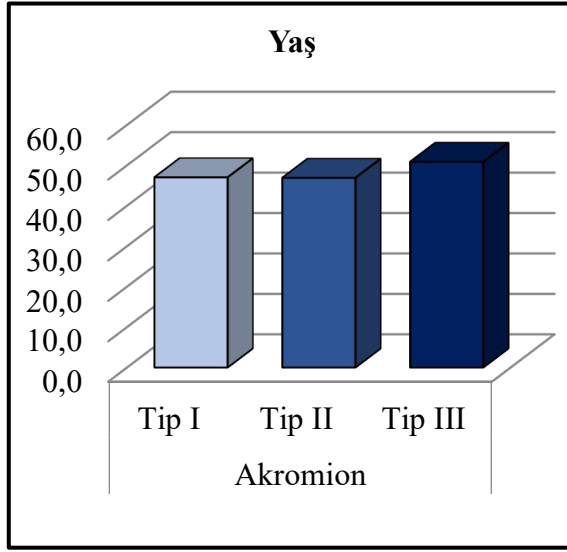
Akromion tip I grubunda *subakromial aralık* akromion tip II ve tip III gruplarından anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Akromion tip II grubunda *subakromial aralık* akromion tip III grubundan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 2)

Tablo 2. Akromion tipinin yaş, cinsiyet, yön, superomedial açı, subakromial aralık verilerine göre dağılımları ve ortalama değerleri

			¹ Akromion Tip I (n=51)	² Akromion Tip II (n=178)	³ Akromion Tip III (n=77)	p
Yaş	Ort.±ss		47,0 ± 11,7	46,9 ± 12,2	50,9 ± 11,5	0,076 ^K
	Medyan		49,0	49,0	52,0	
Cinsiyet	Kadın n-%		26 51,0%	115 64,6%	39 50,6%	0,053 ^{X²}
	Erkek n-%		25 49,0%	63 35,4%	38 49,4%	
Yön	Sağ n-%		32 62,7%	84 47,2%	41 53,2%	0,136 ^{X²}
	Sol n-%		19 37,3%	94 52,8%	36 46,8%	
Superomedial Açı	Ort.±ss		128,4 ± 4,1	133,7 ± 5,4	137,4 ± 4,3	0,000 ^K
	Medyan		129,0 ³²	134,0 ³	137,0	
Subakromial Aralık (mm)	Ort.±ss		7,4 ± 1,2	6,7 ± 1,3	6,2 ± 1,2	0,000 ^K
	Medyan		7,0	7,0 ¹	6,0 ¹²	

^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / ^{X²} Ki-kare test; ¹Akromion Tip I ile fark $p<0,05$

²Akromion Tip II ile fark $p<0,05$; ³Akromion Tip III ile fark $p<0,05$



Şekil 21. Akromion tipinin yaş, cinsiyet, yön, subakromial aralık ve superomedial açı verilerine göre dağılımlarını gösteren grafikler

Akromion tip I, tip II, tip III grupları arasında **rotator manşet dağılımı** anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3)

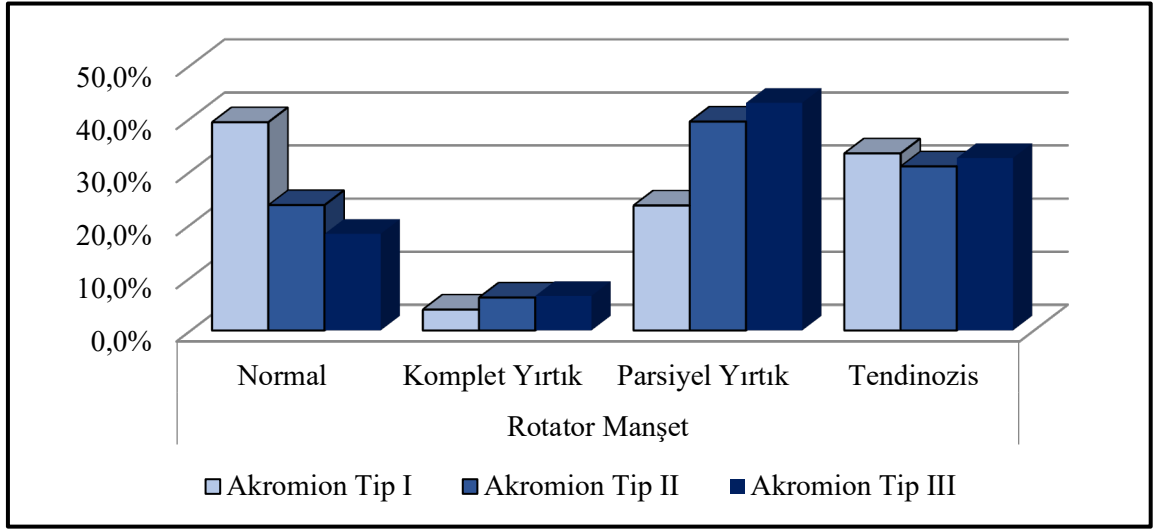
Akromion tip I, tip II, tip III grupları arasında **biceps uzun başı dağılımı** anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3)

Akromion tip I, tip II, tip III grupları arasında **labrum oranı** anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 3)

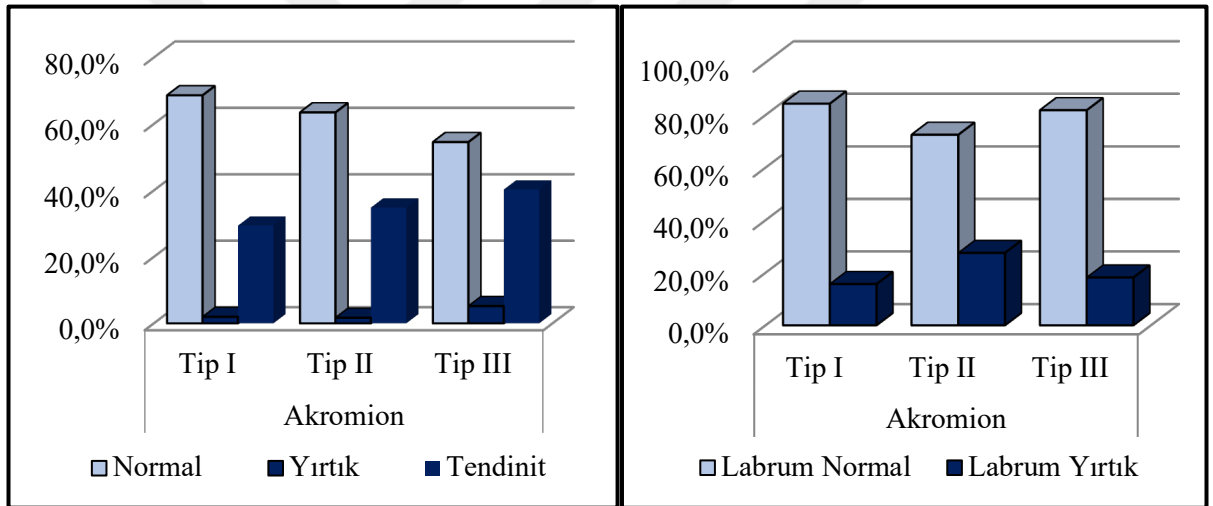
Tablo 3. Akromion tipinin rotator manşet, biceps braki uzun başı tendonu, glenoid labrum gruplarına dağılımı

		¹ Akromion Tip I (n=51)		² Akromion Tip II (n=178)		³ Akromion Tip III (n=77)		p
Rotator Manşet								
Normal	n-%	20	39,2%	42	23,6%	14	18,2%	0,141 ^{X²}
Komplet Yırtık	n-%	2	3,9%	11	6,2%	5	6,5%	
Parsiyel Yırtık	n-%	12	23,5%	70	39,3%	33	42,9%	
Tendinozis	n-%	17	33,3%	55	30,9%	25	32,5%	
Biceps Uzun Başı								
Normal	n-%	35	68,6%	113	63,5%	42	54,5%	0,231 ^{X²}
Yırtık	n-%	1	2,0%	3	1,7%	4	5,2%	
Tendinit	n-%	15	29,4%	62	34,8%	31	40,3%	
Labrum								
Normal	n-%	43	84,3%	129	72,5%	63	81,8%	0,102 ^{X²}
Yırtık	n-%	8	15,7%	49	27,5%	14	18,2%	

^K Kruskal-wallis (Mann-whitney u test) / ^{X²} Ki-kare test



Şekil 22. Rotator manşet gruplarının akromion tipine göre dağılımı



Şekil 23. Akromion tipinin biceps uzun başı ve glenoid labrum gruplarına göre dağılımı
İlk grafik biceps uzun başı, ikinci grafik glenoid labrum grubu içindir.

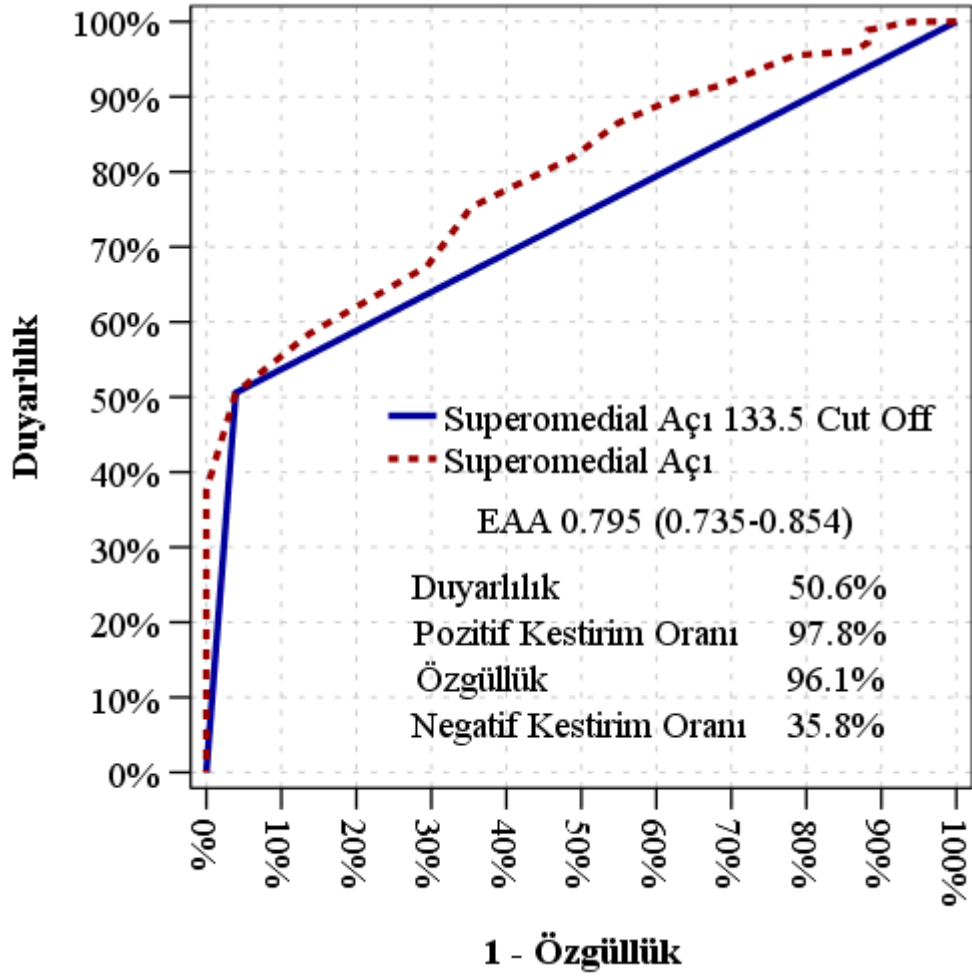
Akromion tip I ve tip II olan hastaların ayırımında **superomedial açının** anlamlı [Eğri altı alan 0,795 (0,735-0,854)] etkinliği gözlenmiştir. Akromion tip I ve tip II olan hastaların ayırımında **superomedial açı 133,5 eşik değerinin** anlamlı [Eğri altı alan 0,733 (0,667-0,800)] etkinliği gözlenmiştir. (Tablo 4)

Superomedial açı 133,5 eşik değerinde akromion tip I ve tip II olan hastaları ayırmada duyarlılık %50,6, pozitif kestirim %97,8, özgülük %96,1, negatif kestirim %35,8 di. (Tablo 4)

Tablo 4. ROC eğrisine göre akromion tip 1 ve tip 2 morfolojilerinde superomedial açısı

		Eğri Altı Alan	%95 Güven Aralığı	p	
Superomedial Açı		0,795	0,735 - 0,854	0,000	
Superomedial Açı 133,5 Eşik		0,733	0,667 - 0,800	0,000	
		Akromion Tip I	Akromion Tip II	%	
Superomedial Açı	≤ 133,5	49	88	Duyarlılık	50,6%
	> 133,5	2	90	Pozitif Kestirim Oranı	97,8%
				Özgüllük	96,1%
				Negatif Kestirim Oranı	35,8%

ROC Eğrisi



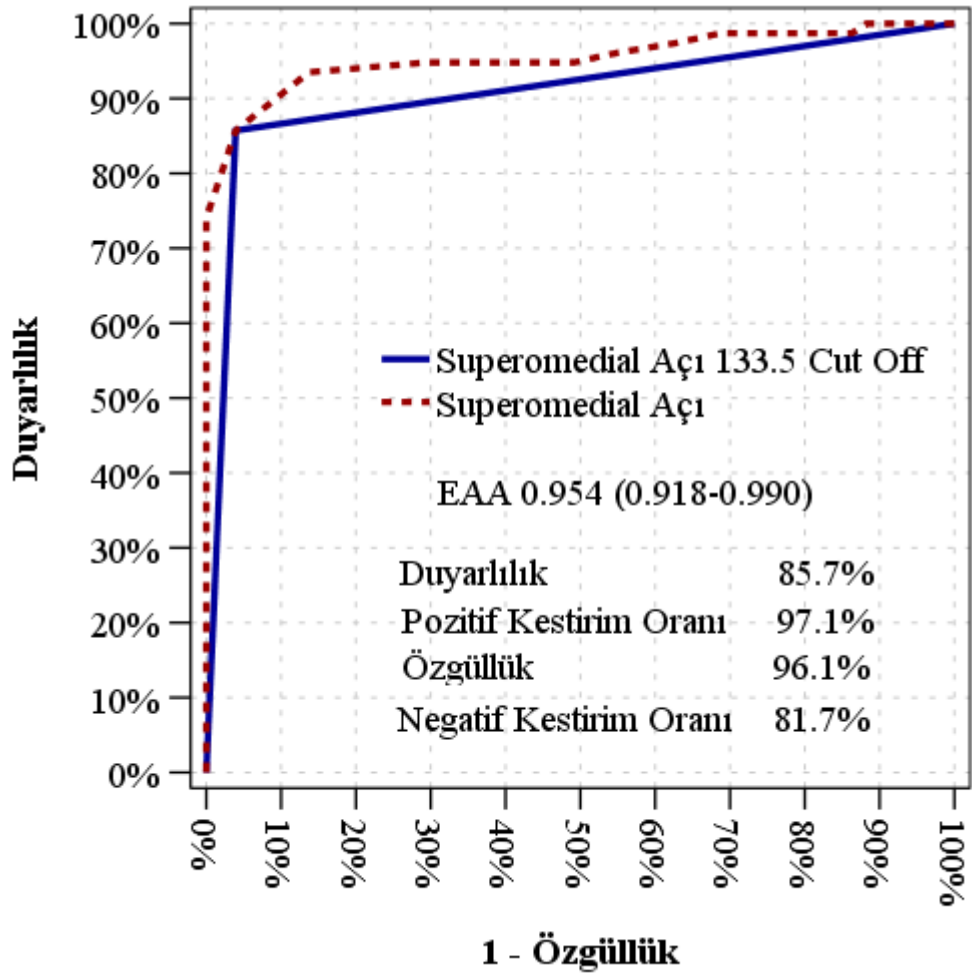
Şekil 24. Akromion tip 1 ve tip 2 morfolojilerine göre superomedial açısı ROC eğrisi grafiği

Akromion tip I ve tip III olan hastaların ayırımında *superomedial açının* anlamlı [Eğri altı alan 0,954 (0,918-0,990)] etkinliği gözlenmiştir. Akromion tip I ve tip III olan hastaların ayırımında *superomedial açı 133,5 eşik değerinin* anlamlı [Eğri altı alan 0,909 (0,853-0,965)] etkinliği gözlenmiştir. (Tablo 5)

Superomedial açı 133,5 eşik değerinde akromion tip I ve tip III olan hastaları ayırmada duyarlılık % 85,7, pozitif kestirim % 97,1, özgüllük % 96,1, negatif kestirim % 81,7 idi. (Tablo 5)

Tablo 5. ROC eğrisine göre akromion tip 1 ve tip 3 morfolojilerinde superomedial açı

		Eğri Altı Alan		%95 Güven Aralığı	p
Superomedial Açı		0,954		0,918 - 0,990	0,000
Superomedial Açı 133,5 Eşik		0,909		0,853 - 0,965	0,000
		Akromion Tip I	Akromion Tip III		%
Superomedial Açı	≤ 133,5	49	11	Duyarlılık	85,7%
	> 133,5	2	66	Pozitif Kestirim Oranı	97,1%
				Özgüllük	96,1%
				Negatif Kestirim Oranı	81,7%
ROC Eğrisi					



Şekil 25. Akromion tip 1 ve tip 3 morfolojilerine göre superomedial açı ROC eğrisi grafiği

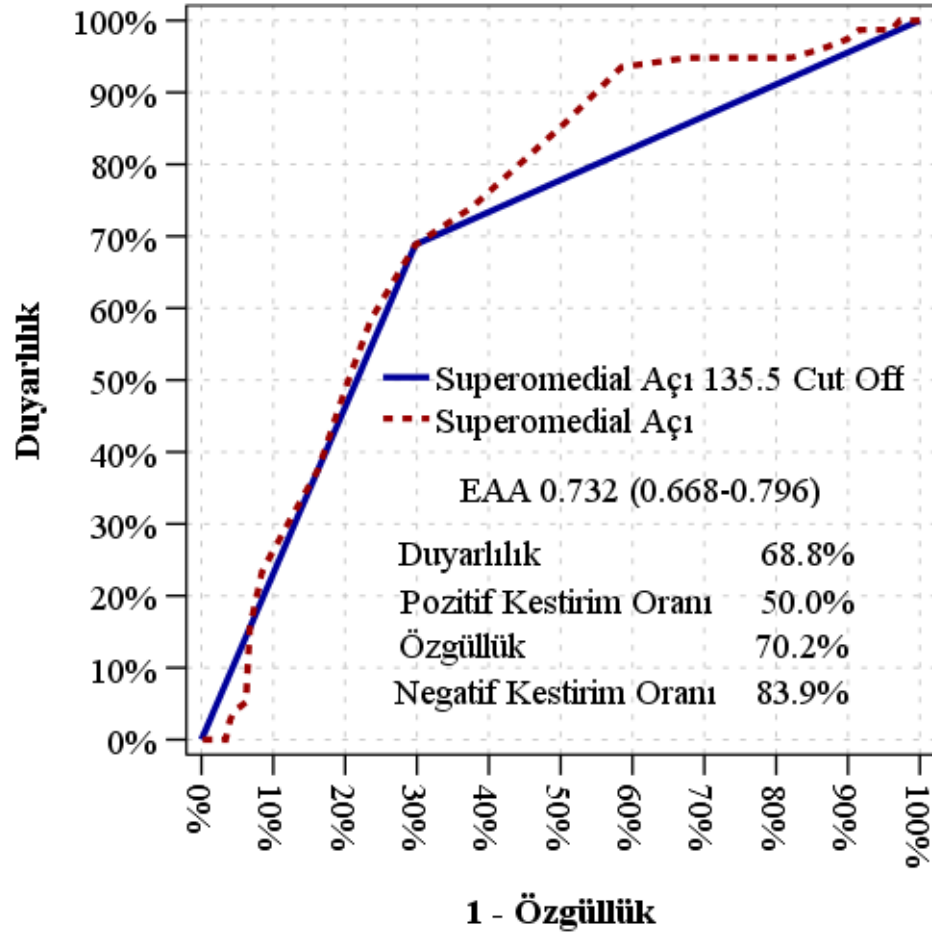
Akromion tip II ve tip III olan hastaların ayırımında **superomedial açının** anlamlı [Eğri altı alan 0,732 (0,668-0,796)] etkinliği gözlenmiştir. Akromion Tip II ve Tip III olan hastaların ayırımında **superomedial açı 135,5 eşik değerinin** anlamlı [Eğri altı alan 0,695 (0,624-0,767)] etkinliği gözlenmiştir. (Tablo 6)

Superomedial açı 135,5 eşik değerinde akromion tip II ve tip III olan hastaları ayırmada duyarlılık %68,8, pozitif kestirim %50,0, özgüllük %70,2, negatif kestirim %83,9'du. (Tablo 6)

Tablo 6. ROC eğrisine göre akromion tip 2 ve tip 3 morfolojilerinde superomedial açısı

	Eğri Altı Alan	%95 Güven Aralığı	p
Superomedial Açısı	0,732	0,668 - 0,796	0,000
Superomedial Açısı 135,5 Eşik	0,695	0,624 - 0,767	0,000
	Akromion Tip II	Akromion Tip III	%
Superomedial Açısı ≤ 135,5	125	24	Duyarlılık 68,8%
Superomedial Açısı > 135,5	53	53	Pozitif Kestirim Oranı 50,0%
			Özgüllük 70,2%
			Negatif Kestirim Oranı 83,9%

ROC Eğrisi



Şekil 26. Akromion tip 2 ve tip 3 morfolojilerine göre superomedial açısı ROC eğrisi grafiği

Superomedial açısı ≥ 134 olan grupta **hastaların yaşı** superomedial açısı ≤ 133 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Superomedial açısı ≤ 133 ve ≥ 134 olan gruplar arasında **cinsiyet dağılımı ve yön** anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 7)

Superomedial açısı ≥ 134 olan grupta **subakromial aralık**, superomedial açısı ≤ 133 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha düşüktü. (Tablo 7)

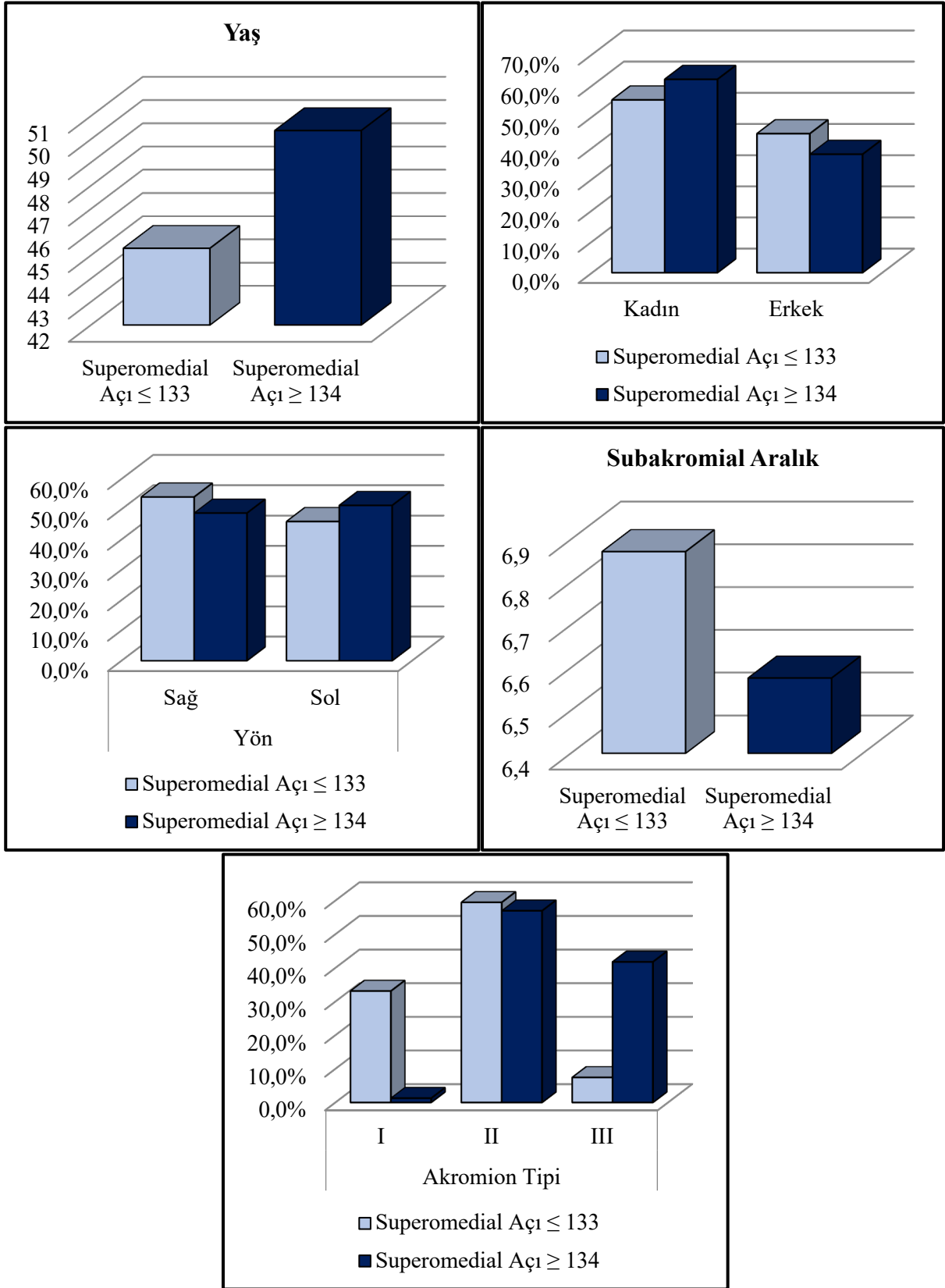
Superomedial açısı ≤ 133 olan grupta **akromion tip 1 oranı** superomedial açısı ≥ 134 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Superomedial açısı ≥ 134 olan grupta **akromion tip 3 oranı** superomedial açısı ≤ 133 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. (Tablo 7)

Superomedial açısı ≥ 134 olan grupta **rotator manşet normal olanların oranı** superomedial açısı ≤ 133 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha düşüktü. Superomedial açısı ≤ 133 ve ≥ 134 olan gruplar arasında **biceps uzun başı dağılımı ve labrum oranı** anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. (Tablo 7)

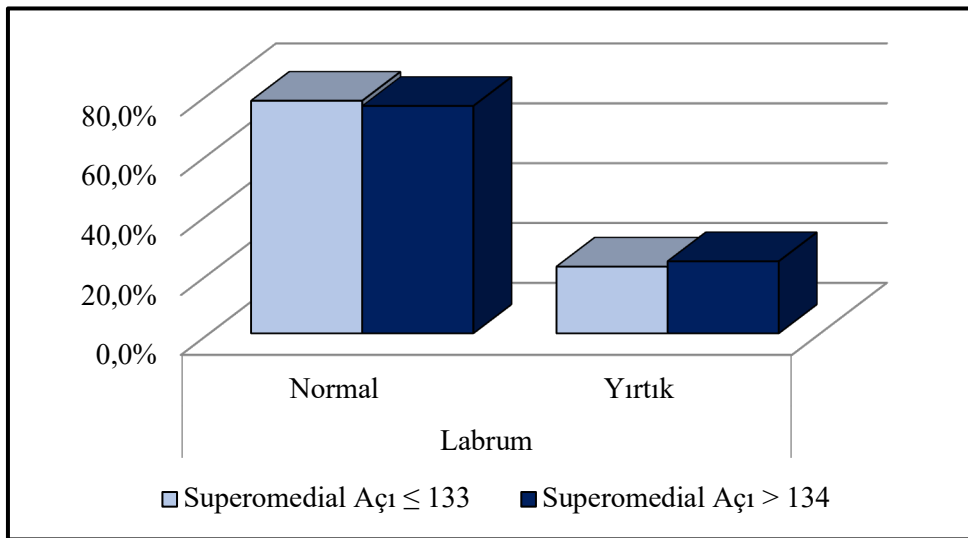
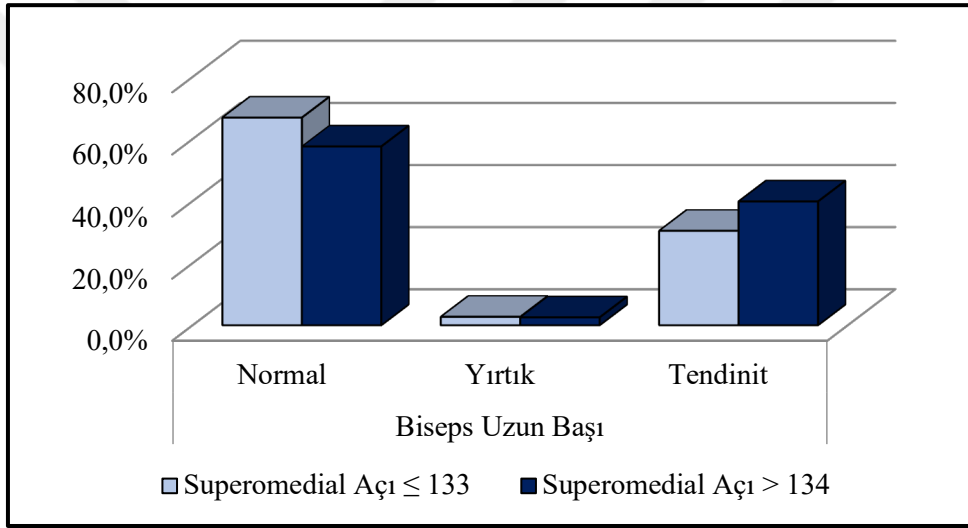
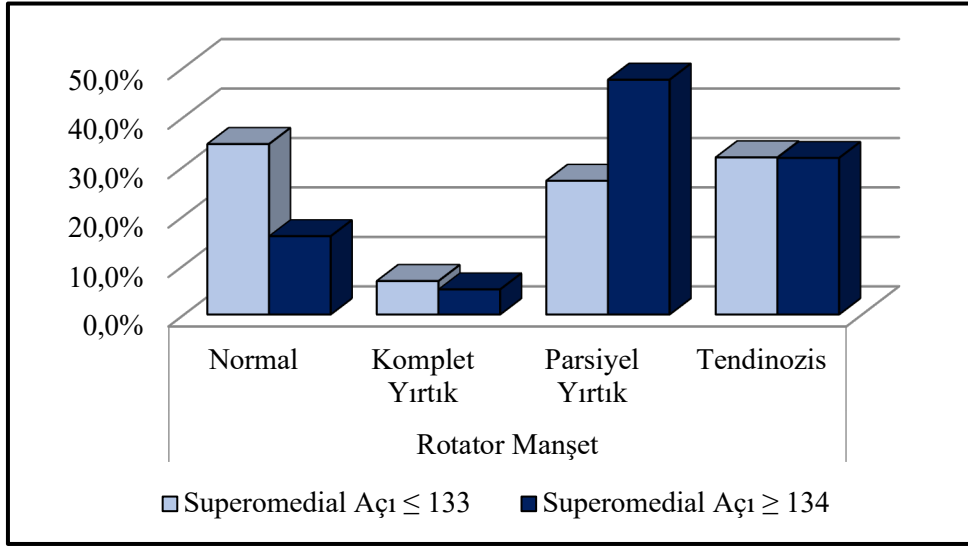
Tablo 7. Superomedial açının eşik değerine göre yaş, cinsiyet, yön, subakromial aralık, akromion tipi ile rotator manşet, biceps uzun başı, labrum gruplarına dağılımları ve ortalama değerleri

		Superomedial Açısı ≤ 133 (n:148)		Superomedial Açısı ≥ 134 (n:158)		p
		Ort. $\pm$ ss/n-%	Medyan	Ort. $\pm$ ss/n-%	Medyan	
Yaş		45,3 $\pm$ 11,9	48,0	50,4 $\pm$ 11,6	52,0	0,000 ^m
Cinsiyet	Kadın	82	55,4%	98	62,0%	0.240 ^{X²}
	Erkek	66	44,6%	60	38,0%	
Yön	Sağ	80	54,1%	77	48,7%	0.352 ^{X²}
	Sol	68	45,9%	81	51,3%	
SAA (mm)		6.9 $\pm$ 1,4	7,0	6.6 $\pm$ 1,2	7,0	0,008 ^m
Akromion Tipi	I	49	33,1%	2	1,3%	0,000 ^{X²}
	II	88	59,5%	90	57,0%	
	III	11	7,4%	66	41,8%	
Rotator Manşet						0,000 ^{X²}
Normal		51	34,5%	25	15,8%	
Komplet Yırtık		10	6,8%	8	5,1%	
Parsiyel Yırtık		40	27,0%	75	47,5%	
Tendinozis		47	31,8%	50	31,6%	
Biceps Uzun Başı						0,222 ^{X²}
Normal		99	66,9%	91	57,6%	
Yırtık		4	2,7%	4	2,5%	
Tendinit		45	30,4%	63	39,9%	
Labrum						0,717 ^{X²}
Normal		115	77,7%	120	75,9%	
Yırtık		33	22,3%	38	24,1%	

^m Mann-whitney u test / ^{X²} Ki-kare test



Şekil 27. Superomedial açının eşik değerine göre yaş, cinsiyet, yön, subakromial aralık ve akromion tipi verilerinin dağılımı



Şekil 28. Superomedial açının eşik değerine göre rotator manşet, biseps uzun başı, glenoid labrum gruplarının dağılımı

TARTIŞMA

Skapular superomedial (kostomedial) açının ölçümleri ile ilgili yapılan çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır. Bu çalışmaların hepsi atlayan skapula hastalığı ile ilgili yapılan çalışmalardır.

1996'da Edelson,⁶⁷ 700 kadavra skapulası ile yaptığı çalışmada patolojik şekilde eğimli olarak değerlendirdiği 60 skapulanın anterior angulasyonunu açıölçer yardımıyla medial sınırdan ölçmüş ve bu açığı 125° ile 145° arasında bulmuştur. Bu açı 145 derecenin altında olduğunda skapula superior açısı ile toraks duvarı arasında boşluğun azalacağı ve sürtünme ihtimalinin olacağı yorumunu yapmıştır.

Mozes ve ark.¹² tarafından atlayan skapula semptomları olan 6 tanesi bilateral olmak üzere 20 hastanın 26 skapulası röntgenogram ve BT ile değerlendirilmiştir. Bu skapulalardan 7 tanesinde semptomların skapula superior açısının toraks duvarına sürtünmesine sekonder görüldüğü ve bunların hepsinde açının 142°'den küçük olduğu ifade edilmiştir. Diğer skapulalarda da 142° ile 169° arasında değişen değerler bulunmuştur. Çalışmada skapulanın superior ve inferior kanatları arasındaki açı olarak ifade edilen bu açı superomedial açı olarak tanımlanmıştır ¹².

Lehtinen ve ark.¹⁴ tarafından 2005 yılında yapılan çalışmada açı ölçümleri kadavralardan yapılmıştır. Bu çalışmada 53 kadavra omzunun skapulaları tüm çevre yumuşak dokularından disseke edilerek çıkarılmıştır. Skapulaların en üst ve en alt noktaları işaretlenmiş ve bu noktaları birleştirecek şekilde çizilen çizgi boyunca skapulalar kesilmiştir. En üst ve en alt noktalarından geçen çizgilerin spina skapula tabanında birleştiği yerdeki açı, açıölçer yardımıyla ölçülerek not edilmiştir. Ortalama değer 139° ± 6° iken 126 ile 156 arasında değişen değerler bulunmuş ve bu açı superomedial açı olarak tanımlanmıştır ¹⁴.

Aggarwall ve ark.¹³ superomedial açı başta olmak üzere kostal yüzeyin çeşitli anatomik varyasyonlarının atlayan skapula ile ilişkisini araştırdıkları çalışmada kadavralardan elde edilen 92 skapula üzerinde ölçümler yapmıştır. Bu açı en uygun şekilde kostal yüzeyden ölçülebilir düşüncesiyle şekil verilebilir alüminyum bir şerit, superior açının en üst noktasından, spina skapula tabanı seviyesindeki kostal yüzey üzerindeki noktadan ve inferior açının en alt noktasından geçecek şekilde kostal yüzeye yerleştirilerek açılı hale getirilmiştir. Şerit bir kâğıt üzerine yerleştirilerek kalemle bu şekil çizilmiş ve açıölçer yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Bu çalışmada superomedial açı 124° ile 162° arasında değişen değerlerde, ortalama değer de 144,34° ± 9,09° olarak bulunmuştur ¹³.

Totlis ve ark.⁶⁸ yine kadavralardan elde edilen 140 skapula ile ölçümler gerçekleştirmişler. Sagittal planda medial skapular kenarın supraspinatus ve infraspinatus kısımları arasındaki açılanma olarak tarif ettikleri açının ölçümlerini dijital bir açıölçeri direkt medial kenar üzerine yerleştirerek gerçekleştirmişler. Ölçümlerde 139,3° ile 177,3° arasında değişen değerler elde edilmiştir. Ortalama değer ise $154,6^{\circ} \pm 8,8^{\circ}$ olarak bulunmuştur.⁶⁸.

Bell ve ark.¹¹ sadece bir taraf skapulasında atlayan skapula semptomları gösteren 12 hastanın her iki skapulalarının superomedial açılarını ölçmüştür. Atlayan skapula açısından semptomatik olan tarafta 120° ile 143° arasında değişen değerler ile ortalama değeri $131^{\circ} \pm 7^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Asemptomatik taraftaki ölçümlerde de 127° ile 147° arasında değişen değerler ile ortalama değer $135^{\circ} \pm 6^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Semptomatik ve asemptomik hastalarda skapular superomedial açı ölçümleri arasında anlamlı fark olmadığı ifade edilmiştir¹¹.

Tahal ve ark.³² atlayan skapulada, skapulanın şeklinin etkisini ve skapulotorasik aralık dekompresyonuna parsiyel skapulektominin etkinliğini, oluşturdukları kadavra modelleri ile inceledikleri çalışmalarında superomedial açı ölçümleri yapmışlar. Bu çalışma için rotator manşet patolojileri dahil herhangi bir omuz hasarı olmayan ve omuz cerrahisi geçirmemiş 20 kadavra kullanılarak 40 omuz kadavra modeli oluşturulmuştur. Bu modellerin hepsine BT görüntülemesi yapılmış ve görüntüler üzerinden ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada superomedial açı ortalama değeri $144,1^{\circ} \pm 9,6^{\circ}$ bulunmuştur. Yaklaşık 160° ile 120° arasında değişen değerler bulunmuştur. Skapula superior açısının 3 cm'lik rezeksiyonuyla 157,9° üzerinde superomedial açısı olanlarda en az 5 mm'lik skapulotorasik aralık dekompresyonu sağlanamayacağı, superomedial açısı 126,4° altında olanlarda 2 cm'lik rezeksiyonla en az 5 mm'lik skapulotorasik aralık dekompresyon için yeterli olacağı sonucu elde edilmiştir³².

Zeng ve ark.¹⁰ skapulotorasik bursit nedeniyle artroskopik debridman, bursektomi ve rezeksiyon işlemleri uygulanmış olan 8 hastanın preoperatif MRG tetkiklerini retrospektif yöntemle inceleyerek ölçümler gerçekleştirmişlerdir. MRG üzerinden yapılan bu ölçümlerde superomedial açı için 122° ile 149° arasında değişen değerler elde edilmiştir. Ortalama değer ise $132,3^{\circ} \pm 9,6^{\circ}$ olarak bulunmuştur. Ayrıca çalışmalarının yayınlandığı tarihe kadar superomedial açıyı ölçmeyi ve fonksiyonel sonuçlarını tartışmayı amaçlayan klinik bir çalışma yapılmadığını vurgulamışlardır¹⁰.

Biz ise çalışmamızda skapular superomedial açı ölçümlerimizi primer olarak akromion morfolojisi ile ilişkisini eğer varsa ortaya koymak için gerçekleştirdik. Hastanemize omuz ağrısı ve/veya omuzda hareket kısıtlılığı nedeniyle başvurmış ve omuz MRG tetkiki gerekli

görölüp belirtilen tarih aralığında çekilmiş toplam 353 hastanın görüntüleri incelendi. Dışlama kriterleri nedeniyle 47 MRG tetkiki çalışma dışı bırakılarak yaşları 15 ile 80 arasında değişen 279 hastadan elde edilen 306 omuz MR görüntülemelerinden superomedial açı ölçümleri ve diğer değerlendirmeler gerçekleştirildi. 252 hastanın tek taraf ve 27 hastanın bilateral omuz MRG tetkikleri çalışmamıza dahil edildi. Bu MR görüntülemelerinde superomedial açığı 118° ile 150° arasında değişen değerlerde ölçtük. Superomedial açı için medyan değer 134° idi. Ortalama $\pm$ standart sapma olarak $133,7^\circ \pm 5,7^\circ$ değerini elde ettik. Bu değerlerin literatür ile özellikle de MRG ile yapılan çalışmalardaki¹⁰ değerlerle uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. Ortalama değer $133,7^\circ \pm 5,7^\circ$ olması nedeniyle superomedial açığa göre 2 gruba ayrılan örneklerimizin eşik değerinin 134° olarak belirlenmesi uygun bulunmuştur. Ölçümlerimizde 158 skapulada medyan ve eşik değer olan 134° ve üzerinde, 148 skapulada ise 133° ve altında superomedial açı değerleri mevcuttur.

Neer, rotator manşet patolojilerinde mekanik sıkışmanın önemini ve sıkışmanın kolun elevasyonu ile akromionun ön üçte birlik kısmında görüldüğünü yaptığı kadavra çalışmalarıyla göstermiştir⁶⁹.

1986'da Bigliani, akromial morfolojiyi ilk kez sınıflandırmış ve 71 kadavranın 140 omzunun lateral röntgenogram görüntülerini almış ve tip 1 düz, tip 2 eğimli, tip 3 kancalı olmak üzere 3 akromion tipi tanımlamıştır²⁸. Sonrasında konveks (yukarı eğimli) şekilli tip 4 akromion tanımlanmıştır^{6,82,83}. Bigliani, bu tanımlamayla birlikte tam kat rotator manşet yırtığı olan hastaların %69,8'unda tip 3, %24,2'sinde tip 2, %3'ünde de tip 1 akromion olduğunu bulmuş ve sonuç olarak özellikle tip 3 akromionun rotator manşet yırtıklarıyla ilişkili olduğunu savunmuştur. Bu görüş birçok çalışma tarafından desteklenmiştir^{8,9,43,83,84}. Fakat tip 3 akromiona sahip kişilerde rotator manşet yırtığı veya subakromial sıkışma görülme ihtimalinin tip 2 veya tip 1 akromiona sahip kişilerden daha yüksek olmadığını savunan yazarlar da vardır^{17,18,85-87}.

Bigliani tarafından oluşturulan bu sınıflama akromion morfolojisini tanımlamada oluşturulmuş ilk sınıflamadır ve halen kullanımda olan yaygın kabul görmüş bir sınıflamadır. Fakat farklı araştırmacıların akromion tipi üzerinde fikir birliğinde olması için bu sınıflamayı yeterli görmeyen yazarlar da vardır^{65,88,89}. Bu nedenle araştırmacılar arası farkları azaltmak adına Bigliani tarafından oluşturulmuş sınıflamaya bazı yazarlar ek kriterler ortaya sunmuşlardır^{16,62,64}.

Epstein ve ark.⁶⁴ tarafından MRG ile değerlendirilen akromion yapısında akromionun alt sınırında anterior uç, posterior uç ve tip 2 ve tip 3 akromionlarda en yüksek nokta olarak 3 nokta belirlenmiştir. Anterior ve posterior noktaları birleştiren çizgi 3 eşit parçaya bölündüğünde en

yüksek nokta orta üçte birlik bölümdeyse tip 2, ön üçte birlik bölümdeyse tip 3 olarak ayırım yapmak gerektiği savunulmuştur. Hirano ve ark.⁸ yaptığı çalışmada da aynı yöntemle akromion tipini belirlemişlerdir.

Toivonen ve ark.¹⁶ akromial planda çekilen düz röntgenogram görüntülerinde yine aynı noktaları kullanarak bir tanımlama yapmışlardır. Anterior ve posterior noktalardan başlayıp en yüksek noktada kesişecek şekilde çizilen doğruların arasındaki açı 12° 'den küçükse tip 1, 13° ile 27° arasında ise tip 2, 27° 'den büyük ise tip 3 olarak sınıflama yapılmıştır.

Mayerhoefer ve ark.⁶² tarafından yapılan çalışmada da MRG ile değerlendirmeler yapılmıştır. Akromion alt yüzeyi 3 eşit parçaya bölünerek ön üçte birlik kısım ile arka üçte ikilik kısımdan geçen çizgiler arasındaki açı değerlendirilmiştir. Bu açı 10° 'nin altındaysa tip 1, 10° ile 20° arasındaysa tip 2 olarak kabul edilmiştir. Açı 20° 'nin üzerindeyse ön üçte ikilik kısım ile arka üçte birlik kısımdan geçen çizgilerin arasındaki açı bulunmuş. Bu açı 10° ve altındaysa tip 3, üzerindeyse tip 2 akromion olduğu düşünülmelidir denilmiştir.

Stehle ve ark.⁶⁶ tarafından yapılan çalışmada ise bu sınıflamalardan Epstein tarafından yapılan çalışmayı modifiye ederek tip 1 ve tip 4 akromionları da sınıflamalarına dahil etmişlerdir. Belirlenen en yüksek noktanın akromion uzunluğuna oranı $\%2$ 'den az ise tip 1, en yüksek değil en alt nokta belirlenebiliyor ve bu nokta da anterior ve posterior noktalar arasından çizilen doğrunun altında kalıyorsa tip 4 akromion belirlenebilir tezini savunmuşlardır. Modifiye Epstein sınıflaması şeklinde tanımladıkları bu yöntemin, açı ölçümü ile yapılan değerlendirmelere veya Bigliani'nin klasik tanımına göre akromion tipini belirlemede araştırmacılar arası güvenilirliği daha iyi olduğu ve klinik kullanımının daha kolay olduğu belirlenmiştir ⁶⁶.

Toivonen ve ark.¹⁶ 1995 yılında yaptıkları çalışmalarında düz röntgenogram ve MRG ile yaptıkları akromion tiplendirmeleri arasında bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Fakat MRG ile yaptıkları akromion tiplendirmesiyle rotator manşet yırtığı insidansı arasında düz röntgenogramla yaptıkları tiplendirmeye göre daha zayıf bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Bu durumu da MR görüntülerindeki belirsiz kemik sınırlarına ve farklı kesitlerdeki şekil değişikliklerine bağlamışlardır.

Wang ve ark.⁹⁰ yaptıkları çalışmada akromion morfolojisi belirlemede MRG ile düz röntgenogramı karşılaştırmışlar ve iki grup arasında akromion morfolojisi insidansı açısından anlamlı fark olmadığını bulmuşlar. Bu çalışmada MRG'nin akromion morfolojisini belirlemede geçerli bir metod olduğu gösterilmiştir.

Biz de çalışmamızda MRG ile yapılan akromion morfolojisini tanımlamak üzere yapılan çalışmalarda ^{8,64,66} belirlenen kriterlere uygun şekilde değerlendirmelerimizi yaptık. 306 omuz

MR görüntülemelerinin %16,7'sinde (51) tip 1, %58,2'sinde (178) tip 2, %25,2'sinde (77) tip 3 akromion olduğunu belirledik. Ayrıca 4 hastanın tip 4 akromiona sahip olduğu görüldü. Literatür ile de uyumlu olarak^{31,57,58} tip 4 akromion tipine sahip hasta sayısının %1-2 arasında olması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilemeyeceği ve veri sayısını artırıp sonuca varmayı zorlaştıracığı için daha önceden de belirttiğimiz gibi bu görüntülemeler de çalışma dışı bırakılmıştı. Ölçümlerimize göre akromion tip 1 grubunda superomedial açı medyan değeri 129, ortalama değeri $128,4 \pm 4,1$; tip 2 grubunda medyan değer 134, ortalama değer $133,7 \pm 5,4$; tip 3 grubunda medyan değer 137, ortalama değer $137,4 \pm 4,3$ olarak bulundu. Çalışmamızda akromion tip 1, 2 ve 3 ayrımında superomedial açının anlamlı etkinliği p değeri 0,000 ile gösterilmiştir.

Tip 1 akromionu mevcut olan 51 skapulanın 49 tanesinde superomedial açı $133,5^\circ$ eşik değerinin altında ölçülmüştür. Diğer 2 skapulanın superomedial açısı ise $133,5^\circ$ eşik değerinin hemen üzerinde 134° olarak ölçülmüştür. Yani superomedial açısı 134° 'nin üzerinde olan hiçbir skapulada akromion morfolojisi tip 1 değildi. Tip 2 akromionu mevcut olan 178 skapulanın 88 tanesi bu eşik değerin altında, 90 tanesi ise üzerinde superomedial açı değerlerine sahipti. Akromion tip 1 ve tip 2 ayrımında $133,5^\circ$ eşik değerine göre duyarlılık %50,6 iken özgüllük %96,1'dir ve ROC eğrisi altında kalan alan 0.795 bulunmuştur. Pozitif kestirim oranının %97,8 olması bu eşik değerin üzerindeki değerlerde tip 3 akromion olanlar hesaba katılmaksızın tip 1 akromionun bu yüzdeyle görülmeyeceğini gösterir.

Tip 3 akromionu mevcut olan 77 skapulanın 11 tanesinde superomedial açı yine $133,5^\circ$ eşik değerinin altında ölçülmüştür. Akromion tip 1 ve tip 3 ayrımında $133,5^\circ$ eşik değerine göre duyarlılık %85,7 iken özgüllük %96,1'dir ve ROC eğrisi altında kalan alan 0,954 ile oldukça yüksek bir değerdir. Pozitif kestirim oranının %97,1 olması bu eşik değerin üzerindeki değerlerde tip 2 akromion olanlar hesaba katılmaksızın tip 1 akromionun bu yüzdeyle görülmeyeceğini gösterir. Superomedial açı için $133,5^\circ$ eşik değeri üzerindeki açısı olan 158 skapulanın sadece 2 tanesinde (%1,27) akromion morfolojisi tip 1'dir. Negatif kestirim oranının %81,7 olması bu eşik değerin altındaki değerlerde tip 2 akromion olanlar hesaba katılmaksızın tip 3 akromionun bu yüzdeyle görülmeyeceğini gösterir. Superomedial açı için $133,5^\circ$ eşik değeri altında açısı olan 148 skapulanın sadece 11 tanesinde (%7,43) akromion morfolojisi tip 3'tür.

Akromion tip 2 ve tip 3 ayrımında ise superomedial açı eşik değeri $135,5^\circ$ olarak bulunmuştur. Tip 2 akromionu mevcut olan 178 skapulanın 125 tanesi bu eşik değerin altında, 53 tanesi ise üzerinde superomedial açı değerlerine sahiptir. Tip 3 akromionu mevcut olan 77 skapulanın 24 tanesi bu eşik değerin altında, 53 tanesi ise üzerinde superomedial açı değerlerine

sahiptir. Bu eşik değere göre tip 2 ve tip 3 ayrımı için duyarlılık %68,8 iken özgüllük %70,2'dir ve ROC eğrisi altında kalan alan 0,732 bulunmuştur. Bu iki tipin ayrımında negatif kestirim oranı %83,9 olarak bulunmuştur. Bu da 135,5 eşik değerinin altında tip 1 akromion hesaba katılmaksızın bu oranda tip 3 akromion görülmeyeceğini gösterir. Tip 1 akromiona sahip skapulaların tamamında superomedial açının 134° ve altında ölçüldüğünü hesaba kattığımızda 135,5 eşik değerinin altında superomedial açısı olan 200 skapulanın sadece 24 tanesinde (%12) akromion morfolojisi tip 3'tür. Pozitif kestirim oranının %50 olması ise 135,5 eşik değerinin üzerinde tip 2 ve tip 3 akromion morfolojisinde olan skapulaların eşit sayıda olduğunu gösterir.

Diğer taraftan superomedial açı $\leq 133^\circ$ olan ilk grupta tip 1 akromiona sahip skapulalar, superomedial açı $\geq 134^\circ$ olan ikinci gruba göre anlamlı olarak daha fazlaydı. İlk gruptaki 148 skapulanın %33,1'i, ikinci gruptaki 158 skapulanın ise %1,3'ü tip 1 akromion morfolojisindeydi. Tip 3 akromion morfolojisindeki skapulalar ise ikinci grupta anlamlı olarak daha fazlaydı. İlk gruptaki skapulaların %7,4'ü, ikinci gruptakilerin ise %41,7'si tip 3 akromion morfolojisindeydi. Tip 2 akromion morfolojisindeki skapulalar açısından ise her iki grupta anlamlı fark yoktu. İlk grupta %59,5; ikinci grupta %57,0 oranında tip 2 akromion morfolojisine sahip skapula bulundu.

Petersson ve Redlund-Johnell,⁹¹ yaşları 10 ile 90 arasında değişen, 88'i erkek, 87'si kadın olmak üzere toplam 175 hastanın omuz anteroposterior radyografileriyle yaptıkları çalışmada subakromial aralığı erkeklerde ortalama $9,7 \text{ mm} \pm 1,5 \text{ mm}$ ve kadınlarda ortalama $9,2 \text{ mm} \pm 1,4 \text{ mm}$ olarak bulmuşlar. Sonuç olarak da radyografi ile yapılan ölçümlerde orta yaş grubunda 6 mm'den az subakromial aralığın normal dışı olduğunu, bu durumun rotator manşet patolojilerine işaret edeceğini bildirmişlerdir.

McGinley ve ark.⁷⁰ akromion morfolojisini rotator manşet yırtıklarıyla karşılaştırdığı çalışmasında subakromial aralığın ve korakoakromial ligament kalınlığının MRG koronal oblik kesitlerde ölçümlerini 89 hastada gerçekleştirmiştir. Akromiona yapışma yerinde korakoakromial ligamentin alt sınırından humerus başı kıkırdağının üst sınırına kadar olan en dar mesafe olarak tanımladığı subakromial aralığı 3,1 mm ile 8,8 mm arasında değişen değerlerde ölçmüş. 5 mm ve üzerindeki subakromial aralık değerlerini MRG ile yapılan subakromial aralık ölçümleri için normal değerler olduğunu tanımlamıştır.

Saupe ve ark.⁷³ akromion alt sınırından humerus başı üst sınırına kadar olan mesafe olarak tanımladıkları akromiohumeral mesafeyi 63 hastanın röntgenogram ve MRG ile elde ettikleri omuz görüntülerinden ölçmüşler. Omuz anteroposterior radyografi görüntülerinde ortalama değer $8,7 \text{ mm} \pm 2,9 \text{ mm}$ (1,0 – 13,7 mm); supraspinatus çıkış radyografisi görüntülerinde

ortalama değer $8,3 \text{ mm} \pm 2,7 \text{ mm}$ ($3,8 - 13,3 \text{ mm}$) olarak ölçölmüştür. MRG’de koronal oblik kesitlerde ortalama değer $5,9 \text{ mm} \pm 2,1 \text{ mm}$ ($0,7 - 9,1 \text{ mm}$); sagittal oblik kesitlerde ortalama değer $5,9 \text{ mm} \pm 1,9 \text{ mm}$ ($1,2 - 9,8 \text{ mm}$) olarak ölçölmüştür. Çalışmada gözlemciler arası veya metodolojik anlamlı fark gözlenmediği, röntgenogramın ve MRG’nin ölçüm için güvenle kullanılabileceği ve MRG ile yapılan ölçömlerde röntgenograma karşılık akromiohumeral mesafenin tutarlı bir şekilde küçük çıkacağı belirtilmiştir ⁷³.

Hufeland ve ark.⁷¹ akromiohumeral mesafeyi MR görüntülerinde akromionun alt kenarındaki sklerotik hat ile humerus başının kemik dokusunun üst sınırı arasındaki mesafe olarak tanımlamışlar. 232 omuz için MRG ile yaptıkları ölçömlerde röntgenogram ile yaptıkları ölçömlere göre ortalama $1,2 \text{ mm} \pm 2,1 \text{ mm}$ ile %13 daha küçük sonuçlar elde etmişlerdir.

Mirzayan ve ark.⁷² akromiohumeral mesafe ölçümü için rotator manşet yırtığı olan 34 hastada MRG ve röntgenogramı karşılaştırdıkları çalışmada yırtığın erken evrelerinde MRG ile yapılan ölçömlerde röntgenograma göre anlamlı düzeyde küçük sonuçlar elde etmişlerdir. İleri evre yırtıklarda iki tetkik arasında fark bulunmamıştır. İki tetkikin de ölçüm için kullanılabileceği fakat aynı hastada preoperatif ve postoperatif dönemlerde değerlendirmelerin aynı tetkikle yapılması gerektiğini vurgulamışlardır ⁷².

Biz de çalışmamıza dahil edilen tüm skapula örneklerinin subakromial aralık (SAA) ölçömlerini MRG ile gerçekleştirdik. Subakromial aralığı mm cinsinden 1 ile 11 arasında değişen değerlerde ölçtük. Tüm örnekler için medyan değeri 7 mm; ortalama değeri ise $6,7 \text{ mm} \pm 1,3 \text{ mm}$ olarak bulduk. Akromion tip 1 grubunda SAA ortalama değeri $7,4 \text{ mm} \pm 1,2 \text{ mm}$; tip 2 grubunda $6,7 \text{ mm} \pm 1,3 \text{ mm}$; tip 3 grubunda $6,2 \text{ mm} \pm 1,2 \text{ mm}$ olarak bulundu. Akromion tip 1 grubunda SAA, akromion tip 2 ve tip 3 gruplarından anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Akromion tip 2 grubunda SAA akromion tip 3 grubundan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Diğer taraftan superomedial açı ≥ 134 olan grupta SAA, superomedial açı ≤ 133 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha düşüktü. Superomedial açı ≤ 133 olan grupta SAA için ortalama değer $6,9 \text{ mm} \pm 1,4 \text{ mm}$; superomedial açı ≥ 134 olan grupta ise $6,6 \text{ mm} \pm 1,2 \text{ mm}$ idi.

Çalışmamızda akromion morfolojisi ve superomedial açı gruplarımızı rotator manşet, glenoid labrum ve biceps uzun başı tendonu yapılarının normal veya patolojik durumlarına göre oluşturduğumuz gruplarımızla da karşılaştırdık. Buna göre akromion tip 1, 2 ve 3 grupları arasında rotator manşet, glenoid labrum, biceps uzun başı tendonu normal veya patolojik durumlarına göre dağılımı anlamlı farklılık göstermemiştir. Akromion tip 1 grubunda rotator manşet normal olanlar %39,2; tip 2 grubunda %23,6; tip 3 grubunda %18,2’si kadardır. Sadece

akromion tip 1 grubunda tip 3 grubuna göre rotator manşeti normal olanlar anlamlı olarak daha yüksek, parsiyel veya komplet yırtık olanlar anlamlı olarak daha düşüktür ($p<0,05$). Glenoid labrumu normal olanlar akromion tip 1 grubunda %84,3; tip 2 grubunda %72,5; tip 3 grubunda ise %81,8'i kadardır. Biseps uzun başı tendonu normal olanlar ise akromion tip 1 grubunda %68,6; tip 2 grubunda %63,5; tip 3 grubunda %54,5'i kadardır.

Diğer taraftan superomedial açı ≥ 134 olan grupta rotator manşet normal olanların oranı (%15,8) superomedial açı ≤ 133 olan gruptan (%34,5) anlamlı ($p<0,05$) olarak daha düşüktü. Superomedial açı ≤ 133 ve ≥ 134 olan gruplar arasında biseps uzun başı tendonu ve glenoid labrum normal veya patolojik durumlarına göre dağılımları anlamlı farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Akromion tip 1, 2 ve 3 grupları arasında hastaların yaşı, cinsiyet dağılımı ve yön, anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. Superomedial açı ≤ 133 ve ≥ 134 olan gruplar arasında da cinsiyet dağılımı ve yön anlamlı ($p>0,05$) farklılık göstermemiştir. Fakat skapula örneklerinin yaşı superomedial açı ≥ 134 olan grupta superomedial açı ≤ 133 olan gruptan anlamlı ($p<0,05$) olarak daha yüksekti. Superomedial açı ≤ 133 olan grupta yaş için ortalama değer $45,3 \pm 11,9$ iken superomedial açı ≥ 134 olan grupta ortalama değer $50,4 \pm 11,6$ idi. Buna göre artan yaş ile beraber superomedial açıda artış yönünde bir değişim olabileceği söylenebilecektir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ölçümlerimize göre akromion tip 1 grubunda superomedial açı medyan değeri 129, ortalama değeri $128,4 \pm 4,1$; tip 2 grubunda medyan değeri 134, ortalama değeri $133,7 \pm 5,4$; tip 3 grubunda medyan değeri 137, ortalama değeri $137,4 \pm 4,3$ olarak bulundu. Çalışmamızda akromion tip 1, 2 ve 3 ayrımında superomedial açının anlamlı etkinliği p değeri 0,000 ile gösterilmiştir.

Akromion tip 1 ve tip 2 ayrımında $133,5^\circ$ eşik değerine göre duyarlılık %50,6 iken özgüllük %96,1'dir ve ROC eğrisi altında kalan alan 0,795 bulunmuştur. Pozitif kestirim oranının %97,8 olması bu eşik değer üzerindeki değerlerde tip 3 akromion olanlar hesaba katılmaksızın tip 1 akromionun bu yüzdeyle görülmeyeceğini gösterir.

Akromion tip 1 ve tip 3 ayrımında $133,5^\circ$ eşik değerine göre duyarlılık %85,7 iken özgüllük %96,1'dir ve ROC eğrisi altında kalan alan 0,954 ile oldukça yüksek bir değerdir. Pozitif kestirim oranının %97,1 olması bu eşik değer üzerindeki değerlerde tip 2 akromion olanlar hesaba katılmaksızın tip 1 akromionun bu yüzdeyle görülmeyeceğini gösterir.

Akromion tip 2 ve tip 3 ayrımında ise $135,5^\circ$ eşik değerine göre tip 2 ve tip 3 ayrımı için duyarlılık %68,8 iken özgüllük %70,2'dir ve ROC eğrisi altında kalan alan 0,732 bulunmuştur. Negatif kestirim oranı %83,9 olması bu eşik değerin altında tip 1 akromion hesaba katılmaksızın bu oranda tip 3 akromion görülmeyeceğini gösterir.

Diğer bir deyişle superomedial açı için hesapladığımız 134° eşik değerinin altında tip 3 akromion %7,4 oranında görülürken; 134° ve üzerindeki superomedial açılara sahip skapulalarda tip 1 akromion %1,3 oranında görülür.

Ayrıca superomedial açı ≥ 134 olan grupta rotator manşeti normal olanların oranı (%15,8) superomedial açı ≤ 133 olan gruptan (%34,5) anlamlı ($p < 0,05$) olarak daha düşüktür.

Yaptığımız bu çalışma akromion morfolojisinin skapulanın bir diğer yapısal farklılığı olan superomedial açı ile değişimini gösteren literatürdeki ilk çalışma niteliğindedir. Bu bağlamda superomedial açının skapulotorasik patolojilerin yanısıra glenohumeral eklem ve subakromial aralık patolojilerini de değerlendirmede kullanılabilecek bir parametre olduğunu ortaya koymuş olduğumuzu düşünüyoruz.

Hasta şikâyet ve muayenelerinden bağımsız olarak ve retrospektif yöntemle gerçekleştirdiğimiz bu çalışmanın, subakromial sıkışma sendromu ve rotator manşet tendinopatilerinin varlığı veya yokluğu hasta muayenesi ve/veya intraoperatif değerlendirmelerle kanıtlanmış hastalar ile yapılacak yeni çalışmalarla desteklenebileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Kendirci AŞ, Albayrak MO, Erşen A. Omuz biyomekaniği ve ters omuz protezinin mekanik etkisi. *TOTBİD Dergisi*. 2024;23(6):503-508. doi:10.5578/totbid.dergisi.2024.68
2. Di Giacomo G, Pouliart N, Costantini A, De Vita A. ATLAS OF FUNCTIONAL SHOULDER ANATOMY. Published online 2008.
3. Ward PhD PJ. Overview of Skeletal Anatomy. In: Ward PhD PJ, ed. *Netter's Integrated Musculoskeletal System*. ; 2022:8-36. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-69661-6.00002-7
4. McLean A, Taylor F. Classifications in Brief: Bigliani Classification of Acromial Morphology. *Clin Orthop Relat Res*. 2019;477(8):1958-1961. doi:10.1097/CORR.0000000000000770
5. Casier SJ, Van den Broecke R, Van Houcke J, Audenaert E, De Wilde LF, Van Tongel A. Morphologic variations of the scapula in 3-dimensions: a statistical shape model approach. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(12):2224-2231. doi:10.1016/j.jse.2018.06.001
6. Vanarthos W, Orthopaedics JMC, 1995 undefined. Type 4 acromion: a new classification. *europemc.orgWJ Vanarthos, JU MonuContemporary Orthopaedics, 1995•europemc.org*. Accessed October 25, 2024. <https://europemc.org/article/med/10150316>
7. Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslowsky LJ, Mow VC. The relationship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clin Sports Med*. 1991;10(4):823-838.
8. Hirano M, Ide J, Takagi K. Acromial shapes and extension of rotator cuff tears: Magnetic resonance imaging evaluation. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(6):576-578. doi:10.1067/mse.2002.127097
9. Balke M, Schmidt C, Dedy N, Banerjee M, Bouillon B, Liem D. Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears. *Acta Orthop*. 2013;84(2):178-183. doi:10.3109/17453674.2013.773413
10. Zeng GJ, Puah KL, Hao Y, Lie DTT. Arthroscopic Management of Scapulothoracic Bursitis: Clinical Outcomes and Assessment of Novel Bony Parameters on Magnetic Resonance Imaging. *Orthop J Sports Med*. 2021;9(4). doi:10.1177/2325967121998273
11. Bell SN, Troupis JM, Miller D, Alta TD, Coghlan JA, Wijeratna MD. Four-dimensional computed tomography scans facilitate preoperative planning in snapping scapula syndrome. *J Shoulder Elbow Surg*. 2015;24(4):e83-e90. doi:10.1016/j.jse.2014.09.020
12. Mozes G, Bickels J, Ovadia D, Dekel S. The Use of Three-Dimensional Computed Tomography in Evaluating Snapping Scapula Syndrome. *Orthopedics*. 1999;22(11):1029-1033. doi:10.3928/0147-7447-19991101-10

13. Aggarwal A, Wahee P, Harjeet, Aggarwal AK, Sahni D. Variable osseous anatomy of costal surface of scapula and its implications in relation to snapping scapula syndrome. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2011;33(2):135-140. doi:10.1007/s00276-010-0723-4
14. Lehtinen JT, Tingart MJ, Apreleva M, Warner JJP. Quantitative morphology of the scapula: normal variation of the superomedial scapular angle, and superior and inferior pole thickness. *Orthopedics*. 2005;28(5):481-486. doi:10.3928/0147-7447-20050501-15
15. Standring MBE PhD DSc FKC Hon FAS Hon FRCS S. Shoulder girdle and arm. In: Standring MBE PhD DSc FKC Hon FAS Hon FRCS S, ed. *Gray's Anatomy*. ; 2021:890-929.e1. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-7020-7705-0.00049-5
16. Toivonen DA, Tuite MJ, Orwin JF. Acromial structure and tears of the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg*. 1995;4(5):376-383. doi:10.1016/S1058-2746(95)80022-0
17. Chalmers PN, Beck L, Miller M, et al. Acromial morphology is not associated with rotator cuff tearing or repair healing. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(11):2229-2239. doi:10.1016/J.JSE.2019.12.035
18. Aydin A, Yildiz V, Kalali F, Yildirim O, Topal M, Dostbil A. The role of acromion morphology in chronic subacromial impingement syndrome. *Acta Orthop Belg*. 2011;77:733-736.
19. O'Brien SJ, Carr JB, Apostolakis J, Morse KW, Taylor SA. Developmental anatomy of the shoulder. In: Matsen MD FA, Cordasco MD MS FA, Sperling MD MBA JW, et al., eds. *Rockwood and Matsen's The Shoulder*. ; 2022:11-38.e2. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-69836-8.00011-5
20. Çetinus ME, Ertürk AK. Omzun Embriyolojik Gelişimi, Anatomisi ve Biyomekaniği. In: Şahin V, ed. *Ortopedi Ve Travmatoloji*. Vol 2. 1st ed. Güneş; 2022:1159-1168.
21. Oishi Scott, Stutz Chris, Lake A. Disorders of the Upper Extremity. In: Herring MD JA, ed. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. ; 2022:300-421.e7. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-56769-5.00012-0
22. Schoenwolf PhD GC, Bleyl MD PhD SB, Brauer PhD PR, Francis-West PhD PH. Development of the Limbs. In: Schoenwolf PhD GC, Bleyl MD PhD SB, Brauer PhD PR, Francis-West PhD PH, eds. *Larsen's Human Embryology*. ; 2021:491-513. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-69604-3.00020-9
23. Hita-Contreras F, Sánchez-Montesinos I, Martínez-Amat A, Cruz-Díaz D, Barranco RJ, Roda O. Development of the human shoulder joint during the embryonic and early fetal stages: anatomical considerations for clinical practice. *J Anat*. 2018;232(3):422-430. doi:10.1111/joa.12753
24. Ho C. Upper Extremity Injuries. In: Herring MD JA, ed. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics*. ; 2022:1175-1273.e23. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-56769-5.00029-6

25. Ward Peter J. P. Clinical Anatomy of the Upper Limb. In: Ward Peter J. P, ed. *Netter's Integrated Musculoskeletal System*. ; 2022:207-264. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-69661-6.00010-6>
26. Edgeworth Ditwiler R, Stagliano A, Hardwick D. *RANGE OF MOTION Normal Range of Motion Anatomy and Kinesiology of the Shoulder*.; 2021. doi:10.1016/B978-0-323-50913-8.00004-3
27. Hombach-Klonisch S, Klonisch T, Peeler J. Upper Extremity. In: Hombach-Klonisch S, Klonisch T, Peeler J, eds. *Sobotta Clinical Atlas of Human Anatomy*. ; 2019:83-151. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-7020-5273-6.00003-X>
28. Bigliani LU. The morphology of the acromion and its relationship to rotator cuff tears. *Orthop Trans*. 1986;10:228.
29. Getz JD, Recht MP, Piraino DW, et al. Acromial morphology: relation to sex, age, symmetry, and subacromial enthesophytes. *Radiology*. 1996;199(3):737-742. doi:10.1148/radiology.199.3.8637998
30. Wang JC, Shapiro MS. Changes in acromial morphology with age. *J Shoulder Elbow Surg*. 1997;6(1):55-59. doi:10.1016/S1058-2746(97)90071-9
31. Magee David J. PBPTCM, Manske Robert C. PTDPTMeSCSATCC. Shoulder. In: Magee David J. PBPTCM, Manske Robert C. PTDPTMeSCSATCC, eds. *Orthopedic Physical Assessment*. Seventh Edition. ; 2021:274-430.e22. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-52299-1.00005-X>
32. Tahal DS, Katthagen JC, Marchetti DC, et al. A Cadaveric Model Evaluating the Influence of Bony Anatomy and the Effectiveness of Partial Scapulectomy on Decompression of the Scapulothoracic Space in Snapping Scapula Syndrome. *American Journal of Sports Medicine*. 2017;45(6):1276-1282. doi:10.1177/0363546516687755
33. Gözil R, Bahçelioğlu M, Kanatlı U. omuz anatomisi. In: Kanatlı U, ed. *OMUZ ARTROSKOPİSİ*. USakademi; 2019:7-20.
34. Terry GC, Chopp TM. Functional Anatomy of the Shoulder. *J Athl Train*. 2000;35(3):248-255. www.journalofathletictraining.org
35. Halder AM, Kuhl SG, Zobitz ME, Larson D, An KN. Effects of the Glenoid Labrum and Glenohumeral Abduction on Stability of the Shoulder Joint Through Concavity-Compression : An: in Vitro: Study. *JBJS*. 2001;83(7). https://journals.lww.com/jbjsjournal/fulltext/2001/07000/effects_of_the_glenoid_labrum_and_glenohumeral.13.aspx
36. Warner JJP, Bowen MK, Deng X, Torzilli PA, Warren RF. Effect of joint compression on inferior stability of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg*. 1999;8(1):31-36. doi:10.1016/S1058-2746(99)90051-4

37. VanBaak K, Mayer SW, Kraeutler MJ, Khodae M. Glenohumeral Joint. In: *Sports-Related Fractures, Dislocations and Trauma*. Springer International Publishing; 2020:153-179. doi:10.1007/978-3-030-36790-9_14
38. Yeşilyaprak SS. Kinesiology of the shoulder complex. *Comparative Kinesiology of the Human Body: Normal and Pathological Conditions*. Published online January 1, 2020:157-190. doi:10.1016/B978-0-12-812162-7.00011-4
39. Epperson TN, Black AC, Varacallo M. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Sternoclavicular Joint. *StatPearls*. Published online November 17, 2023. Accessed October 24, 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537258/>
40. Jobe CM, Phipatanakul WP, Petkovic D. Gross Anatomy of the Shoulder. *Rockwood and Matsen's The Shoulder*. Published online January 1, 2016:35-94. doi:10.1016/B978-0-323-29731-8.00002-7
41. Arslan A, Gülcü A. Skapulotorasik Eklem Sorunları. In: Şahin V, ed. *Ortopedi ve Travmatoloji*. Vol 2. 1st ed. Güneş; 2022:1169-1178.
42. Subaşı İÖ, Gökgöz MB. TRAVMATİK OLMAYAN YUMUŞAK DOKU HASTALIKLARI. In: Şahin V, ed. *ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ*. Vol 1. 1st ed. Güneş Tıp Kitabevleri; 2022:361-374.
43. MacGillivray JD, Fealy S, Potter HG, O'Brien SJ. Multiplanar analysis of acromion morphology. *Am J Sports Med*. 1998;26(6):836-840. doi:10.1177/03635465980260061701
44. Hansen J. Upper Limb. In: Hansen J, ed. *Netter's Clinical Anatomy*. ; 2023:365-434. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-82662-4.00007-2
45. Miller RH, Azar FM, Throckmorton TW. Shoulder and Elbow Injuries. In: Azar Frederick M. MD, Beaty James H. MD, eds. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Fourteenth Edition. ; 2021:2374-2425.e8. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-67217-7.00046-8
46. Cowan PT, Varacallo M. Anatomy, Back, Scapula. *StatPearls*. Published online 2018. Accessed October 25, 2024. https://www.researchgate.net/publication/329717890_Anatomy_Back_Scapula
47. Mitchell B, Imonugo O, Tripp JE. Anatomy, Back, Extrinsic Muscles. *StatPearls*. Published online January 30, 2024. Accessed October 25, 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537216/>
48. Kibler W Ben, Sciascia AD. Introduction to the Second International Conference on Scapular Dyskinesis in Shoulder Injurythe Scapular Summit Report of 2013. *Br J Sports Med*. 2013;47(14):874. doi:10.1136/bjsports-2013-092424
49. Başar S, Bölükbaşı S, Kanatlı U. OMUZ SORUNLARINDA KLİNİK DEĞERLENDİRME. In: Kanatlı U, ed. *OMUZ ARTROSKOPİSİ*. US Akademi; 2019:45-61.

50. Akif Akçal Antalya Anadolu Hastanesi M, ve Travmatoloji Kliniği O. Sporcu omuzunda biyomekanik Biomechanics in athlete's shoulder. *TOTBİD Dergisi*. 2023;22:195-202. doi:10.5578/totbid.dergisi.2023.29
51. Tolunay T, Demir T. OMUZ BİYOMEKANİĞİ “MÜHENDİS GÖZÜYLE.” In: Kanatlı U, ed. *OMUZ ARTROSKOPİSİ*. US Akademi; 2019:25-38.
52. Bozer M. ROTATOR MANŞET YIRTIĞI MODELİNDE BMP-7 VE DÜŞÜK MOLEKÜL AĞIRLIKLI PEPTİD SOLÜSYONUNUN İYİLEŞMEYE ETKİSİ: RATLARDA HİSTOPATOLOJİK VE BİYOMEKANİK ÇALIŞMA. Specilization in Medicine. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi / Tıp Fakültesi / Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı; 2024.
53. Horowitz EH, Aibinder WR. Shoulder Impingement Syndrome. doi:10.1016/j.pmr.2022.12.001
54. Miller RH, Azar FM, Throckmorton TW. Shoulder and Elbow Injuries. In: Azar Frederick M. MD, Beaty James H. MD, eds. *Campbell's Operative Orthopaedics*. Fourteenth Edition. ; 2021:2374-2425.e8. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-67217-7.00046-8
55. Kanatlı U, Ataoğlu MB, Uğurlu M, Kulduk A. OMUZ SIKIŞMA SENDROMLARI. In: Kanatlı U, ed. *OMUZ ARTROSKOPİSİ*. US Akademi; 2019:219-246.
56. Armangil M, Yıldırım T. Subakromial Sıkışma Sendromu. In: Şahin V, ed. *ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ*. Vol 2. 1st ed. Güneş Tıp Kitabevleri; 2022:1204-1210.
57. Gagey N, Ravaud E, Lassau J. Anatomy of the acromial arch: correlation of anatomy and magnetic resonance imaging. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 1993;15(1):63-70. doi:10.1007/BF01629865
58. BAHTİYAR B, AÇIKGÖZ AK, BOZKIR MG. Evaluation of acromion morphology and subacromial distance in patients with shoulder pain. *Journal of Surgery and Medicine*. 2022;6(5):567-572. doi:10.28982/josam.1096989
59. Aydingöz Ü, Canbulat N, Demirhan M. Omuz bölgesinin radyolojik değerlendirmesi. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2014;60(SUPPL. 1). doi:10.5152/tftrd.2014.36744
60. LaMartina J, Ma B, Lansdown D. Imaging for Rotator Cuff Pathology. In: Provencher Matthew T. MDCMCU, Cole Brian J. MDMBA, Romeo Anthony A. MD, Boileau Pascal MD, Verma Nikhil N. MD, eds. *Disorders of the Rotator Cuff and Biceps Tendon*. ; 2020:57-89. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-28784-5.00006-6
61. Cook TS, Stein JM, Simonson S, Kim W. Normal and Variant Anatomy of the Shoulder on MRI. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2011;19(3):581-594. doi:10.1016/J.MRIC.2011.05.005
62. Mayerhoefer ME, Breitenhofer MJ, Roposch A, Treitl C, Wurnig C. *Comparison of MRI and Conventional Radiography for Assessment of Acromial Shape*.; 2005.
63. Peh WC, Farmer TH, Totty WG. Acromial arch shape: assessment with MR imaging. *Radiology*. 1995;195(2):501-505. doi:10.1148/radiology.195.2.7724774

64. Epstein RE, Schweitzer ME, Frieman BG, Fenlin JM, Mitchell DG. Hooked acromion: prevalence on MR images of painful shoulders. *Radiology*. 1993;187(2):479-481. doi:10.1148/radiology.187.2.8475294
65. Haygood TM, Langlotz CP, Kneeland JB, Iannotti JP, Williams GR, Dalinka MK. Categorization of acromial shape: interobserver variability with MR imaging and conventional radiography. *American Journal of Roentgenology*. 1994;162(6):1377-1382. doi:10.2214/ajr.162.6.8192003
66. Stehle J, Moore SM, Alaseirli DA, Debski RE, McMahon PJ. A reliable method for classifying acromial shape. *Int Biomech*. 2015;2(1):36-42. doi:10.1080/23335432.2015.1014847
67. Edelson JG. Variations in the anatomy of the scapula with reference to the snapping scapula. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;322:111-115. doi:10.1097/00003086-199601000-00013
68. Totlis T, Konstantinidis GA, Karanassos MT, Sofidis G, Anastasopoulos N, Natsis K. Bony structures related to snapping scapula: Correlation to gender, side and age. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2014;36(1):3-9. doi:10.1007/s00276-013-1130-4
69. Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. 1972;54(1):41-50.
70. McGinley JC, Agrawal S, Biswal S. Rotator cuff tears: Association with acromion angulation on MRI. *Clin Imaging*. 2012;36(6):791-796. doi:10.1016/j.clinimag.2012.04.007
71. Hufeland M, Brusis C, Kubo H, Grassmann J, Latz D, Patzer T. The acromiohumeral distance in the MRI should not be used as a decision criterion to assess subacromial space width in shoulders with an intact rotator cuff. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2021;29(7):2085-2089. doi:10.1007/s00167-020-06090-6
72. Mirzayan R, Donohoe S, Batech M, Suh BD, Acevedo DC, Singh A. Is there a difference in the acromiohumeral distances measured on radiographic and magnetic resonance images of the same shoulder with a massive rotator cuff tear? *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(6):1145-1151. doi:10.1016/j.jse.2019.10.020
73. Saupe N, Pfirrmann CWA, Schmid MR, Jost B, Werner CML, Zanetti M. Association between rotator cuff abnormalities and reduced acromiohumeral distance. *American Journal of Roentgenology*. 2006;187(2):376-382. doi:10.2214/AJR.05.0435
74. Rudez J, Zanetti M. Normal anatomy, variants and pitfalls on shoulder MRI. *Eur J Radiol*. 2008;68(1):25-35. doi:10.1016/J.EJRAD.2008.02.028
75. PATTE D. Classification of Rotator Cuff Lesions. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;254. https://journals.lww.com/clinorthop/fulltext/1990/05000/classification_of_rotator_cuff_lesions.12.aspx
76. ELLMAN H. Diagnosis and Treatment of Incomplete Rotator Cuff Tears. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;254.

- https://journals.lww.com/clinorthop/fulltext/1990/05000/diagnosis_and_treatment_of_incomplete_rotator_cuff.10.aspx
77. Steinbach LS. MRI of shoulder instability. *Eur J Radiol.* 2008;68(1):57-71. doi:10.1016/J.EJRAD.2008.02.027
 78. Schwartzberg R, Reuss BL, Burkhart BG, Butterfield M, Wu JY, McLean KW. High Prevalence of Superior Labral Tears Diagnosed by MRI in Middle-Aged Patients With Asymptomatic Shoulders. *Orthop J Sports Med.* 2016;4(1). doi:10.1177/2325967115623212/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_2325967115623212-FIG2.JPEG
 79. Roy EA, Cheyne I, Andrews GT, Forster BB. Beyond the cuff: MR imaging of labroligamentous injuries in the athletic shoulder. *Radiology.* 2016;278(2):316-332. doi:10.1148/radiol.2015150364
 80. Major MD NM, Anderson MD MW, Helms MD CA, Kaplan MD PA, Dussault MD R. Shoulder. In: Major MD NM, Anderson MD MW, Helms MD CA, Kaplan MD PA, Dussault MD R, eds. *Musculoskeletal MRI.* ; 2020:191-240. doi:http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-323-41560-6.00010-X
 81. Stadnick M. Pathology of the Long Head of the Biceps Tendon | Radsourc. 2014. Accessed November 22, 2024. <https://radsourc.us/pathology-of-the-long-head-of-the-biceps-tendon/>
 82. Yazici M, Kopuz C, Gülman B. Morphologic variants of acromion in neonatal cadavers. *Journal of pediatric Orthopaedics.* 1995;15(5):644-647.
 83. Farley TE, Neumann CH, Steinbach LS, Petersen SA. The coracoacromial arch: MR evaluation and correlation with rotator cuff pathology. *Skeletal Radiol.* 1994;23:641-645.
 84. Gill TJ, McIlrvin E, Kocher MS, Homa K, Mair SD, Hawkins RJ. The relative importance of acromial morphology and age with respect to rotator cuff pathology1. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002;11(4):327-330.
 85. Pandey V, Vijayan D, Tapashetti S, et al. Does scapular morphology affect the integrity of the rotator cuff? *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(3):413-421.
 86. Moor BK, Wieser K, Slankamenac K, Gerber C, Bouaicha S. Relationship of individual scapular anatomy and degenerative rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23(4):536-541.
 87. Panni AS, Milano G, Lucania L, Fabbriani C, Logroscino CA. Histological analysis of the coracoacromial arch: correlation between age-related changes and rotator cuff tears. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 1996;12(5):531-540.
 88. Zuckerman JD, Kummer FJ, Cuomo F, Greller M. Interobserver reliability of acromial morphology classification: An anatomic study. *J Shoulder Elbow Surg.* 1997;6(3):286-287. doi:[https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(97\)90017-3](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(97)90017-3)

89. Hamid N, Omid R, Yamaguchi K, Steger-May K, Stobbs G, Keener JD. Relationship of radiographic acromial characteristics and rotator cuff disease: a prospective investigation of clinical, radiographic, and sonographic findings. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21(10):1289-1298. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.09.028>
90. Wang JC, Hatch JD, Shapiro MS. Comparison of MRI and Radiographs in the Evaluation of Acromial Morphology. *Orthopedics.* 2000;23(12):1269-1271. doi:10.3928/0147-7447-20001201-12
91. Petersson CJ, Redlund-Johnell I. the subacromial space in normal shoulder radiographs. *Acta Orthop.* 1984;55(1):57-58. doi:10.3109/17453678408992312

