

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**ROTATOR CUFF TAMİRİ SONRASI KAS
GERGİNLİĞİNİN SHEAR WAVE ELASTOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ, KLİNİK VE RADYOLOJİK
BULGULARLA İLİŞKİSİ: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Burak DUYMAZ

İZMİR 2025

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**ROTATOR CUFF TAMİRİ SONRASI KAS
GERGİNLİĞİNİN SHEAR WAVE ELASTOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ, KLİNİK VE RADYOLOJİK
BULGULARLA İLİŞKİSİ: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Burak DUYMAZ

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

Prof. Dr. Mustafa H. ÖZKAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
TABLolar LİSTESİ.....	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
1 GİRİŞ VE AMAÇ	1
2 GENEL BİLGİLER	3
2.1 Omuz Anatomisi: Fonksiyonel ve Klinik Genel Bakış	3
2.1.1 Kemik Yapılar.....	4
2.1.2 Omuz Eklemleri	7
2.1.3 Rotator Manşet Kasları	8
2.1.4 Bağlar ve Tendonlar.....	9
2.1.5 Omzun Nörovasküler Yapıları	12
2.1.6 Subakromiyal Boşluk ve Bursa.....	14
2.2 Omuzun Fonksiyonel Anatomisi	14
2.3 Rotator Manşet	15
2.3.1 Rotator Manşetin Mikroanatomisi ve Histolojisi.....	17
2.3.2 Biyomekanik	19
2.4 Rotator Manşet Yırtığı.....	21
2.4.1 Epidemiyoloji.....	21
2.4.2 Etiyoloji.....	23
2.4.3 Patofizyoloji.....	24
2.4.4 Patomekanik.....	25
2.4.5 Sınıflandırma:	30
2.4.6 Görüntüleme Modaliteleri.....	38
2.4.7 Klinik bulgular	40
2.4.8 Tanı ve Ayırıcı Tanı.....	41
2.4.9 Tedavi	42
2.4.10 Araştırma Amaçları ve Önemi	45
3 MATERYAL VE METOT	47
3.1 Çalışma Tasarımı ve Etik Onay	47
3.2 Hasta Seçimi ve Katılım Kriterleri	48
3.3 Görüntüleme Yöntemleri ve Uygulama Protokolleri	49
3.4 Fonksiyonel ve Klinik Değerlendirmeler	50
3.5 Görüntüleme ve Klinik Verilerin Toplanması.....	51
3.6 Tanısal Başarı Parametreleri.....	52
3.7 İstatistiksel Analiz	53
4 BULGULAR	55
5 TARTIŞMA.....	79

6	SONUÇ VE ÖNERİLER	89
7	KAYNAKLAR.....	91
8	EKLER	108
8.1	EK 1- ETİK KURUL ONAYI.....	108
8.2	EK 2-VERİ TOPLAMA FORMU.....	110



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, beni her daim yüreklendiren, hayatımı paylaştığım sevgilli eşime en derin teşekkürlerimi sunuyorum. Varlığın, zorlu süreçlerde en büyük güç kaynağım oldu.

Hayatım boyunca bana koşulsuz sevgi, sabır ve destek sunan kıymetli aileme, bugün bulunduğum noktaya gelmemde büyük paya sahip oldukları için gönülden teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlanma fırsatı bulduğum, akademik bakış açımı şekillendirmemde katkı sağlayan, mesleki gelişimime yön veren kıymetli hocalarıma ve birlikte çalıştığım arkadaşlarıma içtenlikle teşekkür ederim. Kliniğimizdeki tüm hemşire, teknisyen ve diğer sağlık çalışanlarına, samimi iş birlikleri ve özverili çalışmaları için minnettarım.

Ayrıca, bu sürecin her aşamasında karşılaştığım her konuda destek ve anlayış gösteren, bilimsel altyapısı güçlü bir ortamda eğitim alma ayrıcalığını yaşadığım Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin değerli mensuplarına teşekkür ederim. Bu kurumun sağladığı bilimsel ve etik değerler, meslek hayatımın temel taşlarını oluşturmuştur.

Her birinize ayrı ayrı teşekkür ederim.

Dr. Burak DUYMAZ

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Omuz kompleksindeki eklemler.....	4
Tablo 2: Rotator manşet yırtığı etiyojijisi.....	24
Tablo 3: Ellman Sınıflandırması	31
Tablo 4: Geometrik Sınıflandırma.....	31
Tablo 5: Collin Sınıflandırması.....	32
Tablo 6: SC yırtıklarında Lafosse Sınıflandırması	33
Tablo 7: Patte Sınıflandırması.....	34
Tablo 8: Kasın yağ infiltrasyonuna ilişkin Goutallier Sınıflandırması.....	36
Tablo 9: Kas Doluluğuna ilişkin Thomazeau Sınıflandırması	36
Tablo 10: Hamada Sınıflandırması.....	37
Tablo 11: Omuz Ağrısının Ayırıcı Tanısı	41
Tablo 12: Demografik ve Klinik Özellikler.....	55
Tablo 13: Preoperatif Radyolojik ve Klinik Parametreler.....	56
Tablo 14: Postoperatif Radyolojik Bulgular ve Tendon Durumu.....	57
Tablo 15: Fonksiyonel Değerlendirme ve Skorlar	59
Tablo 16: Postoperatif Elastografi Değerleri	60
Tablo 17: Sağlam Omuzlara Ait Radyolojik ve Klinik Veriler	61
Tablo 18: Sağlam Omuzlara Ait Fonksiyonel ve Klinik Değişkenler	62
Tablo 19: Sağlam Omuzlara Ait Elastografi Ölçümleri.....	63
Tablo 20: Ruptür Gelişen ve Gelişmeyen Hastalar Arasında Anlamlı Fark Gösteren Değişkenler ve ROC Analizi Sonuçları	66
Tablo 21: Ruptür Gelişen ve Gelişmeyen Hastalar Arasında Anlamlı Fark Gösteren Değişkenler ve ROC Analizi Sonuçları	68
Tablo 22: Sağlam omuzda rupture göre Değişkenlerin Karşılaştırılması ve ROC Analizi.....	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Omzun kemik anatomisi (A) ön görünüm; (B) arka görünüm	4
Şekil 2: Rotator manşet kasları	9
Şekil 3: Glenohumeral eklem ligamentöz yapıları	11
Şekil 4: Rotator kablo ve hilal	12
Şekil 5: Omzun nöral anatomisi	13
Şekil 6: Omzun vasküler anatomisi	14
Şekil 7: Rotator manşet mikroanatomisi ve histolojik katmanları	19
Şekil 8: Rotator manşet kuvvet çiftleri	21
Şekil 9: Bigliani sınıflaması (akromionun morfolojisine göre)	25
Şekil 10: Rotator manşet yırtıklarında patogenezi	27
Şekil 11: Collin Sınıflandırması	32
Şekil 12: Patte sınıflandırması	35
Şekil 13: Korelasyon Tablosu	64

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AHD: Akromiöhumeral Mesafe (Acromiöhumeral Distance)

AUC: Area Under the Curve

BMI / VKİ: Body Mass Index / Vücut Kitle İndeksi

CSA: Critical Shoulder Angle

CT: Computed Tomography (Bilgisayarlı Tomografi)

D: Deltoid

MRI: Magnetic Resonance Imaging

OR: Odds Ratio

RM: Rotator manşet

ROC: Receiver Operating Characteristic

ROM: Range of Motion

SD: Standard Deviation

SPADI: Shoulder Pain and Disability Index

SSP: Supraspinatus

ISP: Infrasupinatus

SWE: Shear Wave Elastografi

USG: Ultrasonografi

VAS: Visual Analog Scale

WORC: Western Ontario Rotator Cuff Index

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, artroskopik çift sıra rotator manşet onarımı uygulanan hastalarda postoperatif dönemde supraspinatus ve deltoid kaslarının shear wave elastografi (SWE) ile değerlendirilen elastikiyet özelliklerinin, reruptür tanısı ve cerrahi başarının belirlenmesindeki tanısal gücü araştırıldı. Ayrıca klinik skorlar, radyolojik parametreler ve yırtık morfolojisiyle birlikte elastografi verilerinin çok yönlü analizi ile erken dönem başarısızlık riskinin öngörülmesi amaçlandı.

Gereç (Hastalar) ve Yöntem: Çalışmaya, 2021–2024 yılları arasında aynı cerrah tarafından çift sıra artroskopik rotator manşet onarımı uygulanan ve 6. ayda SWE değerlendirmesi yapılan 57 hasta dahil edildi. Her hastanın ameliyatlı ve sağlam omuzu karşılaştırmalı olarak değerlendirildi. SWE ölçümleri supraspinatus ve deltoid kaslarında 0° ve 30° omuz elevasyon pozisyonlarında yapıldı. Ayrıca her hastanın klinik skorları (WORC, SPADI, VAS), radyolojik verileri (CSA, AHD), MR bulguları (Goutallier evresi, tendon retraksiyonu) ve ROM değerleri kaydedildi. Yeniden yırtık tanısı Sugaya evrelemesi ve MR görüntüleme ile yapıldı.

Bulgular: Reruptür grubunda supraspinatus kası 30°/0° elastisite oranı anlamlı derecede düşük saptandı ($p<0,0001$). Bu oran için ROC analizinde elde edilen AUC değeri 0,949, duyarlılık %92,3 ve özgüllük %90,9 olarak bulundu. Ayrıca preoperatif Goutallier evresi ≥ 2 olan olgularda reruptür gelişme oranı yüksek saptandı (AUC = 0,953). AHD $<7,35$ mm, postoperatif VAS $>2,5$ ve flexion $<171^\circ$ gibi eşik değerlerin de reruptür ayırımında anlamlı olduğu belirlendi. Lojistik regresyon analizinde yüksek CSA, yağlı dejenerasyon, yüksek elastisite ve düşük 30/0° SSP oranı anlamlı belirleyiciler olarak saptandı.

Sonuç: Çalışmamız, postoperatif dönemde SWE ile ölçülen kas elastisitesinin, reruptür tanısında yüksek doğrulukla kullanılabileceğini göstermiştir. Özellikle supraspinatus kasının 30°/0° elastisite oranı, non-invaziv ve güvenilir bir tanı kriteri olarak öne çıkmıştır. SWE ile yapılan karşılaştırmalı kas analizi, klasik radyolojik ve klinik verilerle birlikte değerlendirilerek cerrahi başarısızlık riskini erken dönemde öngörmede etkili bir araç sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: rotator manşet yırtığı, akromiohumeral mesafe, elastografi, reruptür, shear wave elastografi, supraspinatus, deltoid

ABSTRACT

Aim: Rotator cuff re-tears remain a major concern despite advancements in arthroscopic repair techniques. The aim of this study was to determine the risk factors associated with structural failure after arthroscopic double-row supraspinatus repair, and to investigate whether postoperative shear wave elastography (SWE) measurements can help distinguish between healed and re-tear tendons.

Materials (Patients) and Methods: A total of 57 patients who underwent arthroscopic double-row supraspinatus repair between 2021 and 2024 were retrospectively analyzed. At 6 months postoperatively, patients underwent bilateral ultrasound SWE assessment of the supraspinatus and deltoid muscles in both neutral (0°) and active (30° forward flexion) positions. MRI was used to evaluate repair integrity based on the Sugaya classification. Preoperative parameters (age, BMI, smoking, CSA, AHD, Goutallier stage, retraction) and postoperative functional scores (WORC, SPADI, ROM, VAS) were analyzed. ROC and logistic regression analyses were performed to determine diagnostic accuracy and predictive thresholds.

Results: A total of 13 patients developed re-tears (22.8%). Logistic regression identified age, BMI, CSA, Goutallier stage ≥ 2 , and SWE 30°/0° ratio < 0.89 as significant independent predictors of re-tear. The SWE supraspinatus 30°/0° ratio showed high discriminative power (AUC = 0.949, sensitivity 92.3%, specificity 90.9%). An AHD < 7.35 mm (AUC = 0.946), VAS > 2.5 (AUC = 0.950), and postoperative CSA $> 35.9^\circ$ (AUC = 0.830) were also strong indicators of re-tear. Supraspinatus stiffness remained significantly higher in re-tear cases. Deltoid stiffness changes were modest and not statistically significant.

Conclusion: Postoperative SWE is a valuable non-invasive tool in evaluating rotator cuff healing. Parameters such as supraspinatus SWE 30°/0° ratio < 0.89 and AHD < 7.35 mm can serve as strong indicators of structural failure. Integrating SWE with clinical scores and radiographic findings may enhance individualized follow-up strategies and enable early intervention in high-risk patients.

Keywords: rotator cuff, acromiohumeral distance, elastography, re-tear, supraspinatus, deltoid

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Rotator manşet (RM) yırtıkları omuz fonksiyonlarının ciddi şekilde kısıtlandığı, yaygın görülen bir kas-iskelet sistemi hastalığıdır. Orta ve ileri yaş grubunda sık görülmekte olup, hastaların yaşam kalitesinde belirgin azalmaya ve günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyon kaybına yol açmaktadır(1,2). Modern tedavi yaklaşımında artroskopik double row rotator cuff tamiri, tendon-kemik temas alanını artırarak iyileşme kalitesini ve biyomekanik stabiliteyi maksimize etmeyi hedefleyen altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir(3–5).

Bununla birlikte, yapılan çalışmalara göre RM onarımı sonrası yeniden yırtık (reruptür) oranları %20–40 gibi önemli bir oranda bildirilmekte ve bu durum, cerrahi başarının yalnızca anatomik bütünlükle değil, aynı zamanda biyomekanik ve fonksiyonel iyileşmeyle de ilişkilendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır(6). Geleneksel görüntüleme yöntemi olan MRG, anatomik değerlendirme için halen vazgeçilmez olsa da, doku kalitesi ve biyomekanik özellikler hakkında yeterli bilgi sağlayamamaktadır(7). Bu nedenle, postoperatif takipte daha hassas ve kantitatif yöntemlerin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır.

Son yıllarda geliştirilen shear wave elastografi (SWE), doku sertliğini kantitatif olarak ölçebilmesi ve noninvaziv, hızlı, tekrarlanabilir bir yöntem olması nedeniyle RM onarımı sonrası izlemde umut vadeden bir görüntüleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır. SWE ile elde edilen elastisite verilerinin; yağlı dejenerasyon (Goutallier ≥ 2), tendon retraksiyonu (Patte ≥ 2), tendon kalitesi ve fonksiyonel skorlarla anlamlı korelasyon gösterdiği saptanmıştır . Bununla birlikte, SWE'nin sadece supraspinatus değil, aynı zamanda fonksiyonda iyileşmeye katkı sağlayan yardımcı kas gruplarında da kullanımı üzerine yapılan çalışmalar vardır(8–11).

Deltoid kası, postoperatif omuz fonksiyonunun sürdürülmesinde hayati bir rol oynar. Ancak, RM onarımı sonrası bu kasta gelişebilecek fibrozis, rijidite veya atrofi gibi değişimlerin, klinik sonuçlara etkisi henüz net olarak ortaya konmamıştır. Literatürde bilateral ve pozisyonel SWE karşılaştırması yapılan çalışma sayısı oldukça azdır ve özellikle cerrahi geçirmiş ve geçirmemiş omuzlar arasında karşılaştırmalı analizlerin yapılması klinik uygulama açısından önemli bilgiler sunabilir(9,11,12).

Bu nedenle, SWE'nin supraspinatus ve deltoid kaslarında postoperatif dönemde uygulanması, RM onarımının fonksiyonel ve radyolojik başarısı hakkında daha kapsamlı bir perspektif sağlayabilir. Bu doğrultuda planlanan çalışmamız, hem literatürdeki boşluğu doldurmayı hem de klinik karar süreçlerine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, artroskopik double row rotator cuff tamiri uygulanmış hastalarda supraspinatus ve deltoid kaslarının shear wave elastografi (SWE) ile ölçülen postoperatif doku sertliği değerlerini değerlendirmek; bu değerlerin radyolojik iyileşme bulguları, fonksiyonel sonuçlar ve preoperatif morfolojik değişkenler (CSA, akromion tipi, Goutallier, Patte, retraksiyon mesafesi vb.) ile olan ilişkisini ortaya koymaktır.

Ayrıca:

- SWE ile saptanan sertlik değerlerinin cerrahi omuz ile sağlıklı kontralateral omuz arasında farklılık gösterip göstermediği,
- 0° nötral ve 30° fleksiyon pozisyonlarındaki elastisite farklılıklarının fonksiyonel iyileşme ile ilişkili olup olmadığı,
- Preoperatif yapısal risk faktörlerinin (CSA>35°, Tip III akromion vb.) SWE değerlerine ve reruptüre etkisi,
- Supraspinatus ve deltoid kaslarının elastikiyet parametrelerinin yeniden yırtık riski ve tendon bütünlüğüyle korelasyonu,
- SWE'nin, MRG'ye kıyasla takipte kullanılabilirliği ve klinik karar süreçlerindeki potansiyel katkısı

gibi klinik açıdan önemli soruların yanıtlanması hedeflenmektedir.

Bu yönüyle çalışmamız, RM tamiri sonrası takip algoritmalarında SWE'nin rolünü belirlemeye yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilmekte olup, özellikle erken dönemde re-ruptür riskinin öngörülmesine ve bireyselleştirilmiş rehabilitasyon protokollerinin oluşturulmasına katkı sunacaktır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 Omuz Anatomisi: Fonksiyonel ve Klinik Genel Bakış

Omuz eklemi, insan vücudunun en hareketli eklemlerinden biridir. Omuzdaki yüksek hareket kabiliyeti; kemik, kas, bağ, sinir ve yumuşak dokuların birbiriyle uyumlu ve karmaşık etkileşimine dayanır. Omuz kompleksini oluşturan üç temel kemik yapı—humerus, skapula ve klavikula—eklem hareketliliğinin temelini oluşturur(13).

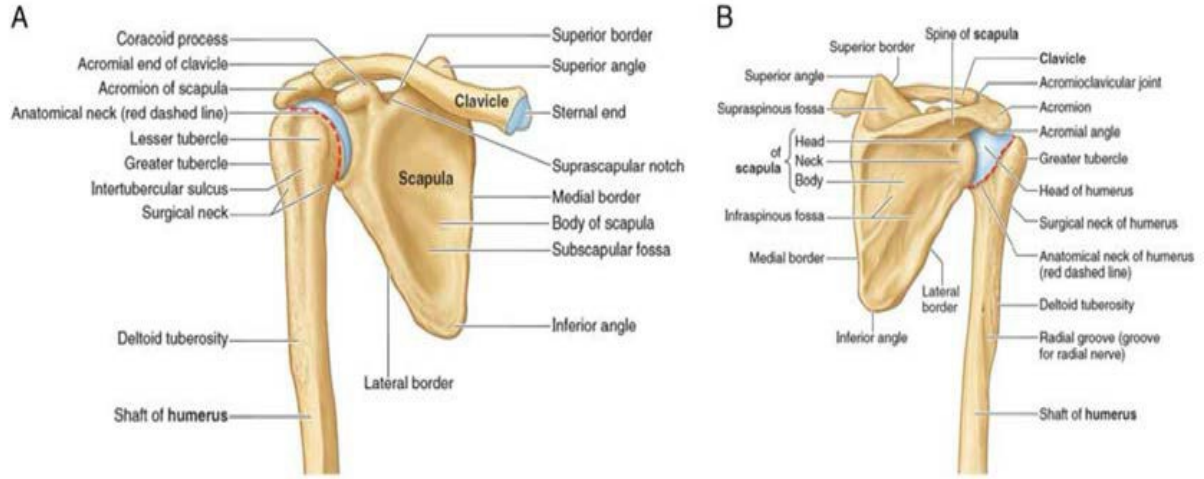
Glenohumeral eklem, skapulanın sığ içbükey yüzeyi ile humerusun eklemlenmesiyle oluşan top-soket yapısı sayesinde, omuzun geniş rotasyon ve kaldırma hareketlerine olanak tanır. Bu hareket kabiliyeti, özellikle rotator manşeti oluşturan dört kasın yer aldığı kas ağı sayesinde sağlanır. Eklem stabilitesi ise, omuz kemerini oluşturan kemikler arasında bağlantı kuran bağ dokuları tarafından korunur. Bu bağlar, hem yapısal bütünlüğü destekler hem de dinamik aktiviteler sırasında aşırı hareketleri sınırlandırarak yaralanmaları önler. Özellikle sporcularda ve fiziksel olarak aktif bireylerde bu yapıların koordineli çalışması, omzun dengeli ve verimli hareket etmesini sağlar.(14).

Özetle, omuz eklemine ait bağ yapıları; stabilite sağlama, geniş hareket açıklığını destekleme ve dinamik aktiviteler sırasında yaralanmaları önleme açısından kritik öneme sahiptir. Bu yapıların işlevi, hem günlük yaşamda hem de sportif faaliyetlerde belirleyicidir. Ayrıca, nöral ağlar ve yumuşak dokular (tendonlar, bursalar), omuzun yüklenmelere karşı hızlı ve dengeli tepki vermesini, sürtünmesiz hareketin sürdürülmesini sağlar.

Omuz anatomisinin ayrıntılı şekilde anlaşılması, yalnızca rotator manşet yırtığı, sıkışma sendromu ve çıkık gibi patolojilerin yönetimi açısından değil; ultrason elastografisi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi ileri tanı yöntemlerinin etkin kullanımı açısından da temel teşkil eder. Bu görüntüleme teknikleri, omuz yapılarının hem anatomik bütünlüğünü hem de fonksiyonel kapasitesini değerlendirmede yüksek değer taşır. Dolayısıyla, omuz anatomisine dair derinlemesine bilgi, klinik tanı, tedavi planlaması ve rehabilitasyon süreçlerinin başarısını doğrudan etkileyerek hasta sonuçlarını iyileştirir(15).

2.1.1 Kemik Yapılar

Omuz kemeri üç ana kemikten oluşur: skapula, humerus ve klavikula. Bu yapılar, hem omuzun geniş hareket kabiliyetini hem de gerekli stabiliteyi sağlayarak üst ekstremitenin çeşitli fonksiyonlarını mümkün kılar (Şekil 1)(16).



Şekil 1: Omuz kemik anatomisi (A) ön görünüm; (B) arka görünüm

Tablo 1: Omuz kompleksindeki eklemler

Eklem	Artiküler Yüz	Ligamanlar	Hareket
Sternoklaviküler	Manubrium sterninin konkav yüzü ve klavikulanın konkav yüzü	Anterior sternoklaviküler Posterior sternoklaviküler Kostoklaviküler Interklaviküler	Elevasyon $\cong 45^\circ$ Depresyon $\cong 15^\circ$ Protraksiyon $\cong 15^\circ$ Retraksiyon $\cong 15^\circ$ Transverse rotasyon $\cong 30^\circ$
Acromioklaviküler	Akromionun konkav yüzü ve klavikulanın konveks yüzü	Superior acromioklaviküler Inferior acromioklaviküler Korakoklaviküler	Klavikula/skapula ilişkisini sağlar
Glenohumeral	Skapulanın glenoid kavitesi ve humerus başı	Eklem kapsülü Glenohumeral Korakohumeral Transvers humeral Korakoacromiyal	Fleksiyon $\cong 90^\circ$ Extansiyon $\cong 50^\circ$ Abduksiyon $60-90^\circ$ Eksternal rotasyon $\cong 90^\circ$ Internal rotasyon $\cong 90^\circ$

Skapula

Hem klinik hem de anatomik tartışmalarda skapula, omuz hareketi ve stabilitesinin biyomekaniğinde önemli bir yer tutan düz ve üçgen şekilli bir kemik olarak karakterize edilir. Skapulanın morfolojisi ve yapısal bileşimi, omuz eklemi için temel sağlar ve bu da çeşitli aktiviteler sırasında üst ekstremitenin işlevselliği için önemli olan geniş bir hareket açıklığını sağlar(17).

Scapula'nın Önemli Anatomik Yapıları:

Glenoid Fossa: Skapulanın lateralinde yer alan sığ, oval şekilli labrumla çevrelenmiş bir boşluk olarak tanımlanır. Glenohumeral eklemdaki hareket açıklığını sağlar(18). Bu eklem, kolun fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon ve rotasyona dahil bir çok harekete izin verdiği için önemlidir. Glenoid fossanın derinliği ve açılal yerleşimi (versiyonu), hem humerus başını güvenli şekilde barındırarak eklem stabilitesine katkı sağlar hem de kolun geniş ve kontrollü bir hareket aralığında işlev görmesine olanak tanır. Bu özellikleriyle glenohumeral eklemin hem stabilitesinde hem de mobilitesinde kilit rol oynar(19).

Akromiyon: Skapuladan yanal olarak uzanan belirgin bir kemik çıkıntısıdır ve omuz kuşağında önemli bir referans noktasıdır. Deltoid ve trapezius gibi kaslar için bağlantı noktası oluşturarak abduksiyon ve stabilizasyon süreçlerinde kritik rol oynar. Aynı zamanda glenohumeral eklem üzerine koruyucu bir çatı görevi görür ve kolun serbest hareketine katkıda bulunurken eklem stabilitesini destekler(20).

Korakoid: Skapulanın ön yüzeyinden uzanan kanca şeklindeki karakteristik çıkıntısı ile tanımlanır. Pectoralis minör ve biceps brakii'nin kısa başı gibi birçok kas ve bağ için tutunma noktası sağlar(19). Bu kaslar, kol hareketlerini stabilize etmeye ve yüksek güç ile dayanıklılık gerektiren aktivitelerde gerekli desteği sağlamaya yardımcı oldukları için büyük öneme sahiptir. Skapula, pasif bir kemik yapıdan öte, omuz kuşağına aktif olarak katılan ve karmaşık hareketleri kolaylaştıran dinamik bir bileşendir. Omuz eklemine oluşturan glenohumeral, akromioklaviküler ve skapulotorasik bileşenler ise üst ekstremiteye geniş hareket kabiliyeti sağlayarak hem günlük yaşamda hem de sportif faaliyetlerde temel işlev görür(17).

Humerus

Humerus, omuz ekleminin yapısal bütünlüğü ve fonksiyonel performansı açısından kritik rol oynayan, üst kolda yer alan uzun bir kemiktir. Proksimal ucundaki humerus başı,

skapulanın glenoid fossası ile eklem yaparak glenohumeral eklemi oluşturur. Bu top-soket yapısı, kolun geniş bir hareket aralığında akıcı ve kontrollü şekilde hareket etmesini sağlar; bu da hem günlük aktiviteler hem de sportif performans için temel bir biyomekanik zemin oluşturur(21,22).

Büyük ve Küçük Tüberküller: Humerusun proksimal ucunda yer alan tuberkulum majus ve minus, rotator manşet kaslarının tendonlarına tutunma yüzeyi sağlayarak omuz eklemine stabilitesinde kritik rol oynar. Lateralde bulunan büyük tüberkül; supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kaslarının, anterior yerleşimli küçük tüberkül ise subskapularis kasının tendonuna tutunma noktasıdır. Bu yapılar, omuzun hem yapısal bütünlüğünü korur hem de iç rotasyon, abduksiyon ve dış rotasyon gibi temel hareketlerin etkin şekilde gerçekleşmesini sağlar. Tüberküllerin konum ve oryantasyonu, rotator manşetin kuvvet vektörleriyle uyumlu şekilde omuz biyomekaniğini optimize edecek şekilde evrimsel olarak şekillenmiştir(14).

Bicipital Oluk: Anatomik literatürde intertüberküler oluk olarak tanımlanan bicipital oluk, humerusun büyük ve küçük tüberkülleri arasında yer alır. Biceps brachii kasının uzun baş tendonuna korunaklı bir geçiş yolu sunarak omuzdan ön kola uzanmasını sağlar. Yalnızca tendonun yerleşimini stabilize etmekle kalmaz, aynı zamanda omuz hareketlerinin biyomekaniğine katkıda bulunur. Özellikle kaldırma ve fırlatma gibi kuvvet gerektiren aktivitelerde, bu yapı kuvvet iletimini optimize eder. Bu yönleriyle humerus, yalnızca yapısal bir kemik değil, aynı zamanda omuzun karmaşık fonksiyonel mekanizmasına aktif olarak katılan dinamik bir unsurdur(23). Ayrıca humerusun anatomik yapısı(büyük ve küçük tüberküller ile bicipital oluk dahil) kas tutunmaları için optimize edilmiş bir mimari sunar. Bu düzenleme, hem günlük fonksiyonel hareketler hem de atletik performans için gerekli olan geniş hareket aralığını mümkün kılar. Söz konusu yapılar arasındaki etkileşim, omuz eklemi ve üst ekstremitenin bütünlüğünü korumada ve biyomekanik etkinliğini sürdürmede humerusun kritik rolünü ortaya koyar(19).

Klavikula: Klavikula, sternum ile skapula arasında yer alan ve omuz kuşağının yapısal bütünlüğünü sağlayan bir kemik yapıdır. Bu bağlantı, medialde sternoklaviküler, lateralde ise akromiyoklaviküler eklemler aracılığıyla sağlanır. Klavikula, skapulanın optimal pozisyonunu koruyarak omuz eklemine fonksiyonel stabilitesine katkıda bulunur. Böylece kaldırma, itme veya fırlatma gibi kuvvet gerektiren aktivitelerde, kuvvetin üst ekstremiteden aksiyel iskelete etkin biçimde aktarılmasını sağlar. Ayrıca klavikula, pektoralis major, sternokleidomastoid ve

deltoid gibi kaslar için tutunma yüzeyi oluşturarak omuzun dinamik hareket kabiliyetine katkı sunar(19).

2.1.2 Omuz Eklemleri

Omuz kompleksi, üst ekstremité aktiviteleri için gerekli olan hareketlilik ve stabiliteyi sağlayan dört ana eklemden oluşur(Şekil 1). Bu eklemler, kaldırma, uzanma ve atma gibi hareketlerin yanı sıra daha birçok hareketin gerçekleştirilmesinde rol oynar(24).

Glenohumeral Eklem: Omuzun geniş hareket kabiliyetinin merkezinde, humeral baş ile skapulanın glenoid fossası arasında yer alan glenohumeral eklem bulunur. Top-soket yapısı sayesinde fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon ile iç ve dış rotasyon gibi çok sayıda hareketi mümkün kılarak vücuttaki en hareketli eklemlerden biri haline gelir. Ancak bu yüksek mobilite, yapısal olarak sınırlı stabilite ile birlikte gelir. Glenohumeral eklem stabilitesi büyük ölçüde çevresel yumuşak dokulara—özellikle bağlar, tendonlar ve rotator manşet kaslarına—bağlıdır. Rotator manşet, humeral başı glenoid fossa üzerinde merkezleyerek eklem stabil ve fonksiyonel kalmasında temel rol oynar(25).

Akromiyoklaviküler Eklem (AC Eklem) : Bu eklem, skapulanın akromiyon çıkıntısı ile klavikula arasında yer alır ve omuz kompleksinin biyomekaniğinde temel bir bağlantı noktasıdır. Skapular rotasyonu mümkün kılarak baş üstü hareketler ve kolun kaldırılması gibi fonksiyonlarda önemli rol oynar. AC eklem yapısı, omuz hareketleri sırasında oluşan kuvvetlerin emilmesini ve dengeli şekilde iletilmesini sağlar. Ancak bu eklem, özellikle düşmeler veya doğrudan travmalar sonucu kolayca yaralanabilir. AC eklem yaralanmaları, omuz fonksiyonunu ciddi şekilde etkileyebilir ve stabilitenin yeniden sağlanması için dikkatli planlanmış tedavi yaklaşımları gerektirir(26).

Sternoklaviküler Eklem (SC Eklem) : üst ekstremité ile aksiyel iskelet arasındaki tek kemiksel bağlantıyı oluşturarak klavikulanın sternuma tutunmasını sağlar. Omuz kuşağının genel mekanik işlevselliğinde kritik rol oynayan bu eklem, sınırlı hareket aralığına rağmen klavikula hareketlerini yönlendirerek omuz mekaniğine katkıda bulunur. SC eklem stabilitesi, güçlü bağ dokuları ve intraartiküler fibrokartilajinöz diskin varlığı ile sağlanır. Bu yapılar, kol hareketleri sırasında oluşan stresi absorbe ederek eklem işlevsel bütünlüğünü ve performansını korur(27).

Skapulotorasik Eklem: Skapulotorasik eklem, gerçek bir anatomik eklem olmamakla birlikte; skapula ile torasik kafes arasındaki fonksiyonel bir artikülasyon olarak omuz

mekaniğinde önemli bir rol oynar. Bu yapı, skapulanın göğüs kafesi üzerinde düzgün şekilde kaymasını sağlayarak omuz hareketlerinin koordinasyonuna katkıda bulunur. Skapulanın doğru pozisyonlanması ve ritmik hareketi; özellikle kaldırma, fırlatma ve ulaşma gibi dinamik aktivitelerde omuz fonksiyonunun verimliliği açısından kritiktir. Skapulotorasik eklem ile glenohumeral, akromiyoklaviküler ve sternoklaviküler eklemler arasındaki uyumlu etkileşim, hem geniş hareket aralığını hem de gerekli stabiliteyi mümkün kılar. Bu eklemlerin karşılıklı ilişkilerinin detaylı olarak anlaşılması, omuz patolojilerinin doğru teşhis ve etkili tedavisi için temel oluşturur(28).

2.1.3 Rotator Manşet Kasları

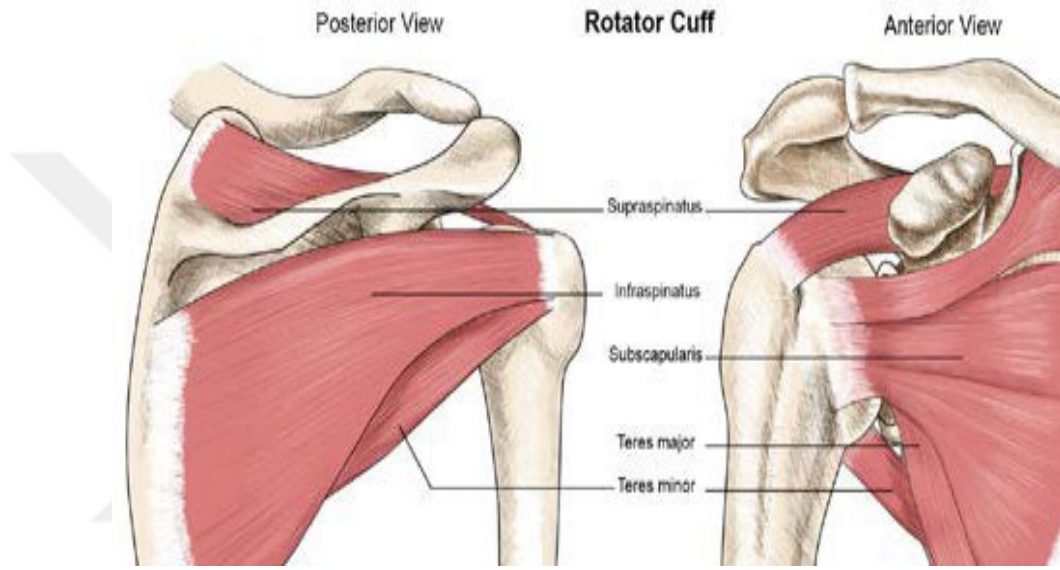
Rotator manşet, omuz eklemine dinamik stabilitesini sağlamak ve hassas hareketlerini desteklemek üzere görev yapan dört kastan oluşan karmaşık ve işlevsel bir yapıdır(Şekil 2)(29). Bu dört kasın her biri, omuzun fonksiyonel stabilitesi ve geniş hareket açıklığını sağlamakta önemli rol oynar. Rotator manşeti oluşturan ana kaslar şunlardır:

Supraspinatus: Omuz abduksiyonunun ilk 15 derecesini başlatan temel kastır. Aynı zamanda humeral başı glenoid fossada merkezde tutarak glenohumeral eklemine dinamik stabilitesine katkı sağlar ve aşırı hareketler sırasında dislokasyon riskini azaltır. Anatomik olarak supraspinatus, akromion altından geçerek dar bir alanda seyrettiğinden, özellikle tekrarlayan baş üstü aktivitelerinde mekanik strese maruz kalır. Bu nedenle, rotator manşet yırtıkları içinde en sık hasarlanan yapıdır(1).

Infraspinatus: Omuzun dış rotasyonunu gerçekleştiren temel kaslardan biridir. Özellikle spor ve günlük aktivitelerde önemli işlev görür. Aynı zamanda glenohumeral eklemine posterior stabilitesine katkıda bulunur ve ince motor kontrol gerektiren görevlerde aktif rol oynar. Dinamik hareketler sırasında diğer rotator manşet kaslarıyla koordineli çalışarak omuz eklemine bütünlüğünü ve stabilitesini korur(30,31).

Teres Minor: Teres minor, küçük hacmine rağmen omuzun dış rotasyonunda infraspinatus ile birlikte görev alarak önemli bir rol üstlenir. Bu iki kas arasındaki sinerjik etki, özellikle kolun dışa döndürülmesi ve kaldırılması gibi hareketlerde omuz eklemine destekler. Teres minor, atletik ve günlük aktiviteler sırasında omuz eklemine dengeli çalışmasına katkıda bulunarak üst ekstremitenin fonksiyonel hareketliliğini sürdürmede tamamlayıcı bir işlev görür(32).

Subscapularis: Rotator manşetin en büyük kası olan subscapularis, omuzun ön yüzeyinde yer alır ve omuzun iç rotasyonundan sorumludur. Aynı zamanda glenohumeral eklemin anterior stabilitesine önemli katkı sağlayarak humeral başın dış rotasyon sırasında glenoid fossada yerinde kalmasına yardımcı olur. Bu fonksiyonu özellikle itme, kaldırma gibi yük altında yapılan aktiviteler sırasında belirginleşir. Genel olarak, rotator manşet kasları yalnızca omuzun geniş hareket aralığını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda aşırı kullanım ve travmalara karşı yapısal koruma sunar(28).



Şekil 2: Rotator manşet kasları

2.1.4 Bağlar ve Tendonlar

Omuz eklemiyle ilişkili bağlar ve tendonlar, hem eklem stabilitesini sağlamak hem de geniş hareket açıklığını mümkün kılmak için birlikte çalışan yapılardır. Glenohumeral bağlar, humeral başın aşırı anterior ve posterior translasyonunu sınırlayarak eklem yapısının bütünlüğünü korur. Korakoakromiyal bağ ise omuzun superior kısmında bir koruyucu kemer görevi görerek, özellikle supraspinatus tendonu gibi yapıları üstten gelen mekanik basıya karşı korur. Bu bağ dokuları, yalnızca pasif stabilizatörler değil, aynı zamanda aktif hareket sırasında eklem hizalanmasını ve güvenliğini sürdüren dinamik bileşenlerdir(32,33) .

Tendonlar ise kasların oluşturduğu kuvveti kemik yapıya ileterek hareketin gerçekleşmesini sağlar. Rotator manşet tendonları, omuz çevresindeki kasları humerusa

bağlayarak hem hareketi yönlendirir hem de humeral başın glenoid fossada merkezde kalmasını sağlar. Bu tendonlar, eklem fonksiyonel gücünü artırmanın yanı sıra, instabiliteyi ve aşırı translasyonları önleyerek mikrotravmalara karşı koruyucu etki gösterir(21,34). Tendon ve bağlar arasındaki koordineli etkileşim, özellikle sporcularda yüksek performans gerektiren aktiviteler sırasında omuzun biyomekanik dengesini destekler. Bu yapıların bütünlüğü bozulduğunda, rotator manşet yırtıkları veya instabilite gibi klinik tablolar ortaya çıkabilir(35).

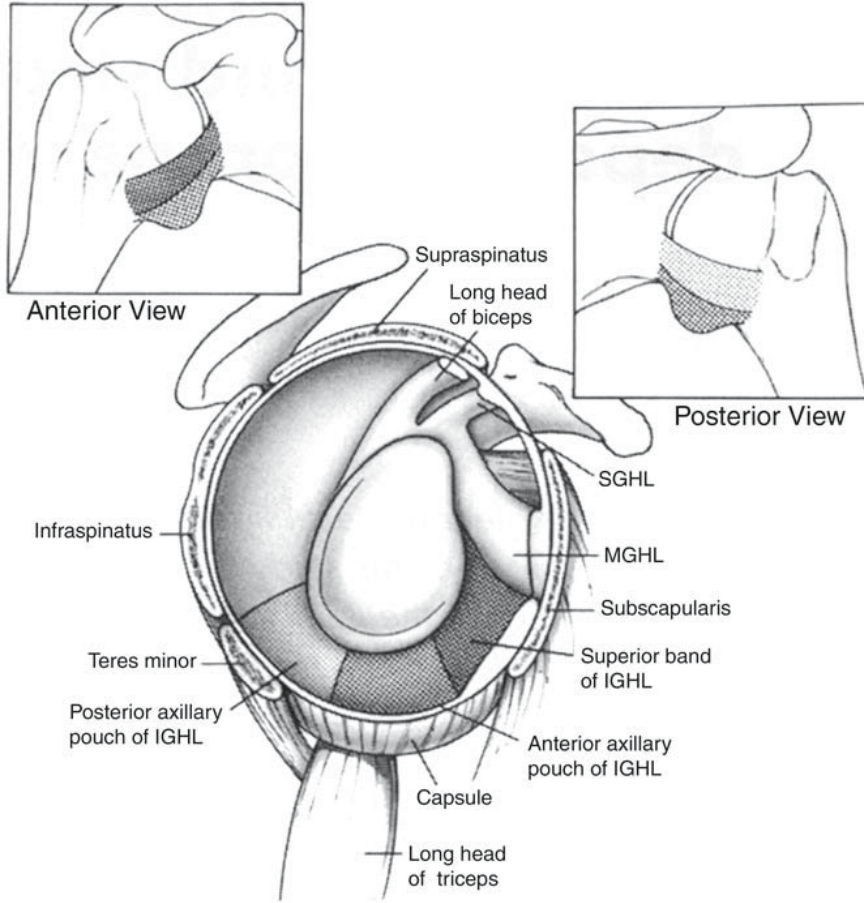
Glenohumeral ligamentler: Omuz eklemine stabilitesinde önemli rol oynayan glenohumeral bağlar, glenohumeral kapsülü güçlendiren üç ana banttandır: üst, orta ve alt glenohumeral bağlar. Bu yapılar, humeral başın aşırı ön ve arka hareketlerini sınırlandırarak eklem hizalanmasını korur. Özellikle kolun baş üstü pozisyonlara hareketi sırasında aktiflerdir (Şekil 3).

Superior glenohumeral ligament (SGHL), anterior-superior labrumdan humerus boynuna uzanır ve kol nötral pozisyondayken inferior translasyonu sınırlar. Aynı zamanda biceps tendonunu oluk içinde stabilize ederek makara görevi görür. Middle glenohumeral ligament (MGHL), anterior labrumdan humerusa uzanır ve omuz rotasyonu ile abduksiyonun orta aralığında anterior-posterior translasyonu kısıtlar.(36). Inferior glenohumeral ligament (IGHL) ise anterior, posterior ve superior bantlardan oluşan bir komplekstir. Özellikle kol 90° abduksiyon ve dış rotasyondayken anterior bant, humeral başın öne ve aşağıya kaymasını sınırlar ve Bankart lezyonlarıyla ilişkilidir. Posterior bant ise abduksiyon sırasında posterior instabiliteyi engeller. Bu ligamentler birlikte çalışarak omuzun hem hareket açıklığını korur hem de aşırı zorlanmalara karşı stabilitesini sağlar(36,37)

Korakohumeral ligament, korakoidten rotator kablo ve humerusa uzanır; rotator intervalin bir parçasını oluşturur. Fleksiyon ve iç rotasyonda posterior translasyonu, dış rotasyondan nötr konuma geçişte ise inferior translasyonu sınırlandırarak omuz stabilitesine destek olur (38).

AC eklem, superior, inferior, anterior ve posterior bağlarla desteklenir; özellikle superior ve posterior bağlar, omuzun yatay (ön-arka) translasyonunu sınırlar. Ayrıca, korakoklaviküler bağlar konoid ve trapezoid olmak üzere iki ana bileşene ayrılır. Konoid bağ klavikulanın lateral ucunun yaklaşık 4,5 cm, trapezoid ise 2,5 cm medialine tutunur; konoid bağ daha medialde ve daha güçlü yapıdadır(39).

Korakoakromiyal bağ, korakoid çıkıntı ile akromiyon arasında uzanan üçgen bir bağ dokusudur. Subakromiyal dekompresyon sırasında sıklıkla serbestleştirilir. Temel işlevi, humerus başının yukarı yönde aşırı yer değiştirmesini engelleyerek omuz stabilitesini korumaktır(36).



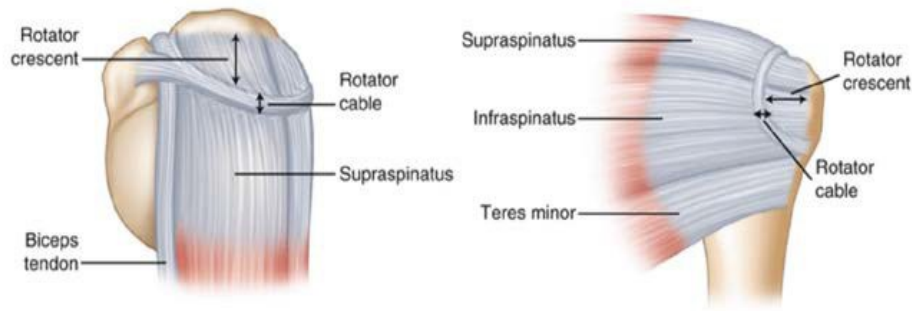
Şekil 3: Glenohumeral eklem ligamentöz yapıları

Rotator manşet, skapuladan köken alıp humerusa yapışan dört kastan (subscapularis, supraspinatus, infraspinatus ve teres minor) oluşur ve omuzun hem dinamik stabilitesini sağlar hem de geniş hareket açıklığına katkıda bulunur. Subscapularis iç rotasyon ve anterior stabiliteden, supraspinatus abdüksiyonun başlatılmasından, infraspinatus ve teres minor ise dış rotasyondan sorumludur. Bu kasların tendonları sinerjik şekilde çalışarak humeral başı glenoid fossada merkezde tutar. Ayrıca, biceps brachii'nin uzun baş tendonu bicipital oluk içinde ilerleyerek rotator intervalden geçer ve özellikle üstten kaldırma gibi zorlayıcı hareketlerde omuz stabilitesine dinamik katkı sağlar. Rotator interval; subscapularis, supraspinatus, korakohumeral bağ ve superior glenohumeral bağ ile sınırlı olup, biceps tendonu için bir askı

ve yönlendirici yapı görevi görür. Tüm bu yapılar birlikte çalışarak omuzun hem stabil hem de işlevsel kalmasını sağlar(40).

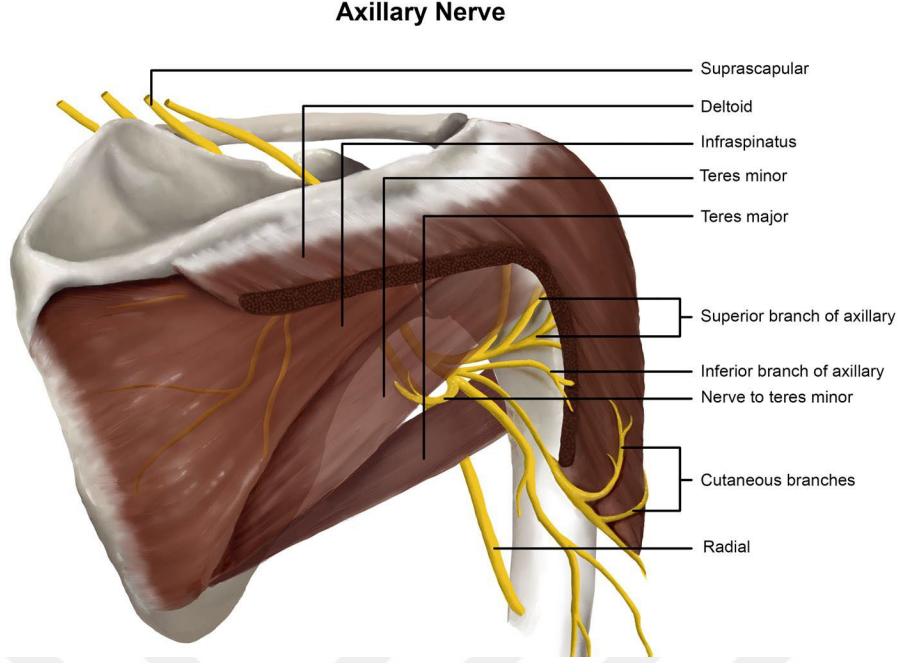
Rotator manşet kasları, glenohumeral eklemden kuvvet çiftleri oluşturarak eklem reaktif kuvvetlerinin dengelenmesini sağlar ve omuzun aktif hareket aralığını destekler. Subscapularis iç rotasyon ve humerus başının anterior translasyonunu sınırlamada, supraspinatus abduksiyonun ilk 15 derecesinde, infraspinatus nötral pozisyonda dış rotasyonda, teres minor ise abduksiyon sırasında dış rotasyonda etkindir(40,41). Ayrıca, rotator hilal; supraspinatus ve infraspinatus tendonlarının distal, ince yapılı aponevrotik bölgesini tanımlar ve bu yapı, ortasından geçen kalın rotator kablo ile çevrelenmiştir. Hilal dokusuna bir tür stres kalkını görevi görerek yükün humerusun büyük tüberkülüne dengeli şekilde aktarılmasına yardımcı olan bir "asma köprü" gibi işlev görür(42)(Şekil 4).

Şekil 4: Rotator kablo ve hilal



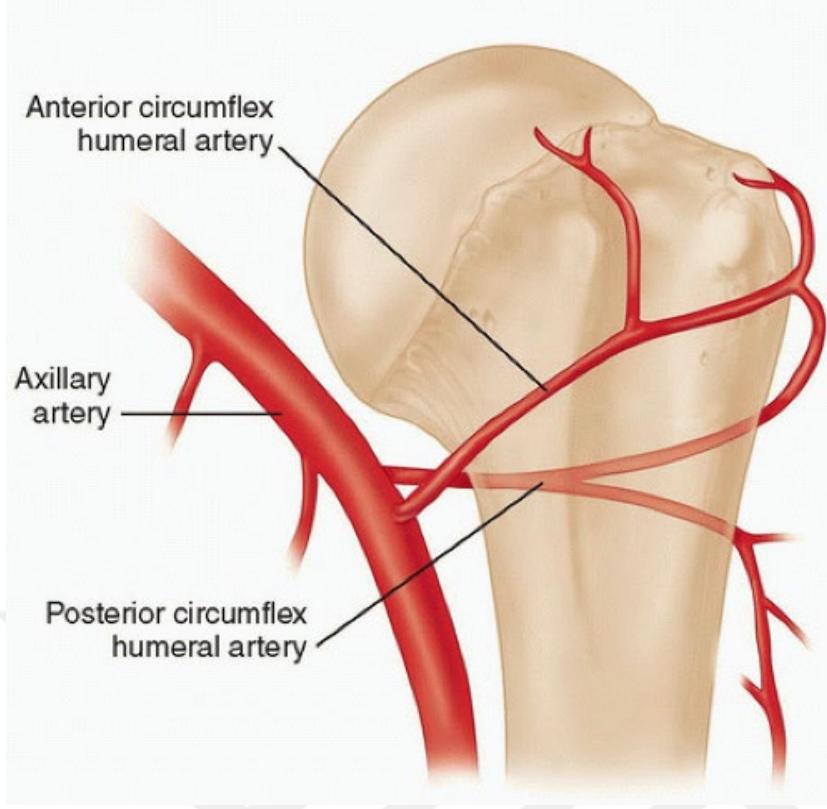
2.1.5 Omzun Nörovasküler Yapıları

Omzun nörovasküler yapıları (Şekil 5,6), hem günlük hareketlerin hem de yüksek düzeyde atletik performansın sürdürülebilmesinde rol oynar. Brakiyal pleksus, C5–T1 kökenli karmaşık bir sinir ağı olup omuz ve üst ekstremitenin motor ve duyu innervasyonunu sağlar. Bu pleksustan çıkan aksiller sinir, deltoid ve teres minor kaslarını inerve ederek omuzun abduksiyon ve dış rotasyon hareketlerinde görev alır; aynı zamanda deltoid bölgeye duysal bilgi taşır. Supraskapulär sinir ise supraspinatus ve infraspinatus kaslarını uyararak kolun abduksiyonu ve dış rotasyonunu destekler. Bu sinir yapıları, rotator manşet fonksiyonları ve omuz stabilitesinin korunmasında kritik rol oynar(43,44).



Şekil 5: Omzun nöral anatomisi

Omzun ve üst ekstremitenin kanlanması, subklavyen arterin devamı olan aksiller arter üzerinden sağlanır. Aksiller arterin önemli bir dalı olan posterior sirkumfleks humeral arter, özellikle deltoid kası ve çevre yumuşak dokulara kan sağlayarak omuzun fonksiyonel bütünlüğünü destekler. Bu arter, humerusu çevreleyerek rotator manşet kaslarına ve eklem kapsülüne yeterli perfüzyon sağlar. Fiziksel eforun arttığı durumlarda bu dolaşımın önemi daha da artar(16,45).



Şekil 6: Omuzun vasküler anatomisi

2.1.6 Subakromiyal Boşluk ve Bursa

Subakromiyal boşluk, akromiyon ile rotator manşet tendonları arasında yer alır. Bu bölgede bulunan subakromiyal bursa, sürtünmeyi azaltarak rotator manşet tendonlarını aşınmaya karşı korur ve omuz hareketlerinin pürüzsüz gerçekleşmesini sağlar. Ancak bu boşluğun bütünlüğü; tekrarlayan zorlanmalar, inflamasyon veya yapısal varyasyonlar nedeniyle bozulduğunda subakromiyal sıkışma sendromu gelişebilir. Bu durum ağrı, hareket kısıtlılığı ve şişlik ile kendini gösterir ve zamanla tendinit, bursit ya da tendon yırtıkları gibi rotator manşet patolojilerine yol açarak bireyin günlük yaşam ve spor aktivitelerini önemli ölçüde kısıtlayabilir(46)(47).

2.2 Omuzun Fonksiyonel Anatomisi

Omuzun fonksiyonel anatomisi, geniş hareket kabiliyeti ve çok yönlü yapısıyla insan biyomekaniğinin en karmaşık alanlarından birini oluşturur. Bu sistem, hem günlük yaşam aktivitelerinde hem de yüksek düzeyde hareket ve esneklik gerektiren atletik performanslarda dinamik ve stabil eylemleri mümkün kılmak üzere tasarlanmıştır(22). Omuz tarafından gerçekleştirilen temel hareketler şunlardır:

Fleksiyon, humerus başının sagittal düzlemde anterior rotasyonuyla gerçekleşirken; ekstansiyon, humerusun posteriora doğru hareketidir. Bu hareketler, nesnelere uzanma, yük taşıma ve itme gibi fonksiyonel görevlerde aktif olarak kullanılır. Abdüksiyon, humerusun frontal düzlemde orta hattan uzaklaşması; addüksiyon ise bu hatta geri dönüşünü ifade eder. Bu hareket çiftleri, özellikle yanal uzanma, baş üstü aktiviteler ve çeşitli atletik manevralarda önem taşır. İnternal rotasyon, humerus başının transvers düzlemde vücut medialine doğru döndürülmesidir; buna karşılık eksternal rotasyon, humerusun dışa doğru çevrilmesidir(22,48).

Sonuç olarak, omuz eklemi; fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon, addüksiyon ve iç-dış rotasyon gibi çok eksenli hareketleri mümkün kılar. Bu geniş hareket yelpazesi, omuz kompleksini oluşturan kemik, kas, tendon, bağ ve yumuşak doku yapıların koordineli işleyişiyle sağlanır. Özellikle glenohumeral eklem, top-soket tipi sinovyal bir yapı olarak, üst ekstremiteye olağanüstü mobilite kazandırırken aynı zamanda stabiliteyi korumak için etkili destek mekanizmalarına ihtiyaç duyar. Bu stabilite büyük ölçüde, rotator manşet kaslarının dinamik desteği sayesinde sağlanır. Rotator manşet, omuz hareketleri sırasında humeral başın glenoid fossada merkezde kalmasını sağlayarak eklemin biyomekanik dengesini korur(49).

Bu yapının fonksiyonel değerlendirmesi yalnızca makroskopik anatomik özelliklerle sınırlı kalmamalı; mikroanatomik, histolojik ve biyomekanik bileşenleri de kapsamalıdır. Tendonlar, yüksek gerilme mukavemeti sağlayan yoğun kollajen lif organizasyonu içerir; bu da onları tekrarlayan mekanik yüklere karşı dayanıklı kılar. Histolojik olarak, tendonlar; fibroblastlar ve zengin hücre dışı matriks içeriği ile yapı onarımı ve bütünlük korunmasından sorumludur. Biyomekanik açıdan rotator manşet, deltoid kası tarafından üretilen kuvvetleri dengeleyerek humeral başın superiora migrasyonunu engeller ve böylece glenohumeral eklemin fizyolojik merkezlenmesini sağlar. Bu dinamik stabilite, sıkışma sendromları ve yırtıklar gibi yaygın patolojilerin önlenmesi açısından da kritik öneme sahiptir(50).

2.3 Rotator Manşet

Rotator manşet, dört farklı ve özelleşmiş kastan oluşan, omuz bölgesinde yer alan karmaşık ve anatomik olarak önemli bir yapıdır. Bu kaslar supraspinatus, infraspinatus, teres minor ve subscapularisi içerir. Her bir kas, skapula üzerinde başlar ve humerusa bağlanarak, glenohumeral eklemi çevreleyen bir manşet oluşturur(51).

Supraspinatus

- Origo: Skapulanın gövdesi üzerinde yer alan supraspinöz fossadan kaynaklanır.
- İnsersio: Humerusun büyük tüberkülüne bağlanır.
- İşlev: Omuz abdüksiyonunun başlatıcısıdır. Ayrıca, omuz eklemi stabilitesini koruyarak, humerus başının glenoid fossa içindeki doğru pozisyonunu sağlar. Bu kas, aşırı hareketlerden kaynaklanabilecek potansiyel çıkıkları engeller.

Infraspinatus

- Origo: Skapulanın gövdesinin alt kısmındaki infraspinöz fossadan köken alır.
- İnsersio: Humerusun büyük tüberkülüne bağlanır.
- İşlev: Omzun dış rotasyonunu sağlayan ana kaslardan biridir. Ayrıca, rotator manşet kaslarıyla uyum içinde çalışarak omuz ekleminin stabilitesini korur ve dinamik hareketler sırasında omuzun güvenli bir şekilde konumlanmasını sağlar.

Teres Minor

- Origo: Skapulanın aksiller kenarına yakın olan lateral sınırından başlar.
- İnsersio: Humerusun büyük tüberkülüne bağlanır.
- İşlev: İnfraspinatus ile birlikte omuzun dış rotasyonuna katkıda bulunur ve omuz ekleminin genel stabilitesini artırır. Özellikle baş üstü ve dönme hareketlerinde, bu kasların koordineli çalışması omzun bütünlüğünü korur.

Subscapularis

- Origo: Skapulanın ön tarafında yer alan geniş içbükey bir yüzey olan subskapular fossadan köken alır.
- İnsersio: Humerusun küçük tüberkülüne bağlanır.

- İşlev: Omzun iç rotasyonunu sağlamakla sorumlu ana kastır. Ayrıca, glenohumeral eklemin anterior stabilizasyonunda kritik bir rol oynar ve çıkıklara yol açabilecek kuvvetlere karşı koyar.

Bu dört kas omuz eklemi için hem geniş bir hareket açıklığı sağlar hem de eklemin stabilitesini korur. Kaslar arasındaki sinerjik etkileşim, omuz ekleminin dinamik stabilitesini sağlayarak, omuzun güvenli bir şekilde hareket etmesine olanak tanır(52–55). Bu kaslar, yalnızca günlük aktiviteler için değil, aynı zamanda atletik performans için de gereklidir(56).

Kapsüller Entegrasyon

Rotator manşet tendonları, kapsül ile bütünleşerek omuzun hem statik hem de dinamik stabilitesine katkı sağlar. Bu yapı, humeral başın skapulanın sığ glenoid fossası üzerinde optimal şekilde hizalanmasını destekleyerek eklem içi uyumu korur ve dislokasyon gibi instabilite durumlarını önler. Kapsül-tendon bütünlüğü, sadece eklem hareket açıklığını desteklemekle kalmaz, aynı zamanda yük taşıma esnasında da glenohumeral eklemin fonksiyonunu sürdürebilmesini mümkün kılar(57).

2.3.1 Rotator Manşetin Mikroanatomisi ve Histolojisi:

Rotator manşetin son derece karmaşık mikroanatomisi ve histolojik yapısı, yalnızca güç sağlamak için değil, aynı zamanda esnekliği arttırmak için de gerekli olan bir yapısal organizasyonu göstermektedir. Bu yapı, tendonların omuz hareketinin getirdiği dinamik ve zorlayıcı kuvvetlere dayanmasını sağlar.

Tendon Yapısı:

Rotator manşeti oluşturan tendonlar, yüksek oranda organize ve yoğun şekilde dizilmiş kollajen liflerinden oluşur. Bu liflerin büyük kısmını, yüksek gerilme mukavemeti ve çekme kuvvetlerine karşı direnciyle bilinen Tip I kollajen oluşturur; bu özellik tendonların fonksiyonel yüklenmelere dayanıklılığını sağlar. Tendon yapısında ayrıca Tip III kollajen de bulunur ve özellikle doku onarımı ile yeniden şekillenme süreçlerinde önemli rol oynar. Tip III kollajen, tendonun esnekliğini artırarak mekanik strese karşı adaptif yanıt geliştirmesine katkı sağlar(58).

Hücresel Bileşenler:

- Tenositler: rotator manşet tendonlarında bulunan temel hücrelerdir ve hücre dışı matriksin (ECM) sentezinden sorumludurlar. Bu sayede tendonun dayanıklılığı, esnekliği ve kas-kemik arasındaki kuvvet iletimi etkin şekilde korunur(59).
- Kondrositler: tendon ile kemiğin birleşim bölgesidir ve burada yer alan kondrositler, yük iletiminde kilit rol oynar. Bu hücreler, tendonun kemiğe sağlam bağlanmasını sağlarken, hareket sırasında oluşan kuvvetin etkili ve dengeli bir şekilde aktarılmasına katkıda bulunur(58,59).

Entez, tendon ile kemik arasındaki kuvvet geçişini kademeli ve verimli şekilde sağlayan, çok katmanlı fibrokartilajinöz bir yapıdır. Bu yapı; tendon, kalsifiye edilmemiş fibrokartilaj, kalsifiye fibrokartilaj ve kemik olmak üzere dört bölgeden oluşur. Her katman, mekanik özelliklerdeki ani değişimi yumuşatarak stres konsantrasyonlarını azaltır ve yük dağılımını optimize eder. Bu geçiş mimarisi, hem yapısal bütünlüğü korur hem de yaralanma riskini azaltarak fonksiyonel dayanıklılığı artırır(60).

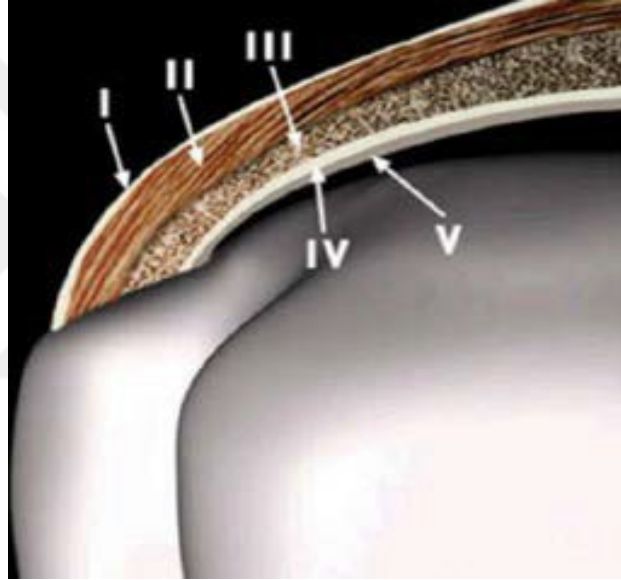
Rotator manşetin vaskülarizasyonu, supraskapular arter, posterior sirkumfleks humeral arter ve subskapüler arter gibi damarlar aracılığıyla sağlanır. Ancak özellikle supraspinatus tendonu gibi bazı bölgelerde hipovaskülarite gözlenir. Bu sınırlı kan akışı, tendonun dejenerasyona yatkınlığını artırarak, özellikle sporcularda ve tekrarlayan omuz hareketlerine maruz kalan bireylerde yırtık riskini yükseltir. Ayrıca düşük kan akışı, iyileşme sürecini geciktirerek rotator manşet patolojilerinin kronikleşmesine neden olabilir(59,61). Bu nedenle, rotator manşet yırtıklarının etiopatogenezinde vasküler yapıların anatomik özellikleri önemli bir rol oynar(62).

Histolojik Yapı

Rotator manşet tendonları histolojik olarak beş ayrı katmandan oluşur (Şekil 7)(31):

1. Birinci Katman: En yüzeysel katmandır ve kalınlığı yaklaşık 1 milimetre çapındadır. Bu katmanda, korakohumeral ligamanın posterior ve oblik seyreden lifleri bulunur.
2. İkinci Katman: Bu katman, yoğun kollajen liflerinden oluşur ve lifler tendon aksına paralel olarak seyreder. Kalınlığı yaklaşık 3-5 milimetre arasındadır. Bu katman, tendonun temel yapısal bütünlüğünü sağlar.

3. Üçüncü Katman: Bu katmanda, tendon aksına 45 derece açıyla yerleştirilmiş fuziform kollajen lifler bulunur. Bu lifler, tendonun güçlü ve esnek bir yapıya sahip olmasına yardımcı olur. Kalınlığı yine 3-5 milimetredir.
4. Dördüncü Katman: Bu katmanda, gevşek bağ dokusu ve korakohumeral ligamandan gelen lifler yer alır. Bu yapı, tendonun çevresindeki dokularla uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlar.
5. Beşinci Katman: En derin katmandır ve eklem kapsülünü içerir. Bu katman, tendonun eklemlle olan etkileşimini ve stabilitesini sağlar. Kalınlığı yaklaşık 1 milimetredir.



Şekil 7: Rotator manşet mikroanatomisi ve histolojik katmanları

2.3.2 Biyomekanik

Kinetik ve Kinematik:

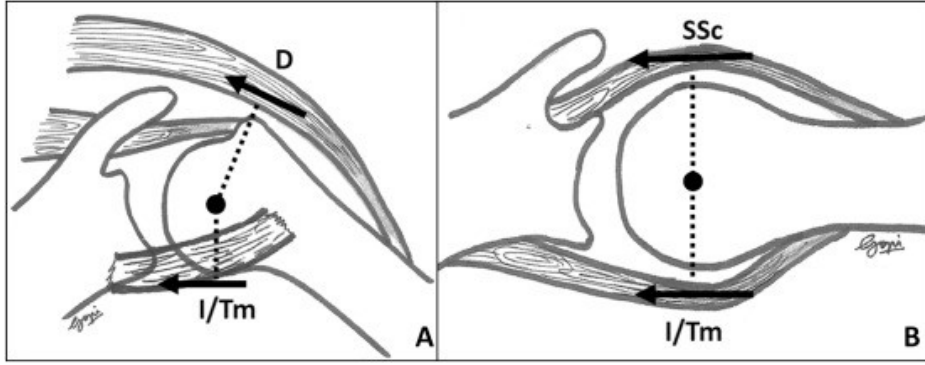
Omuz hareketleri, rotator manşet kaslarının koordineli aktivitesiyle gerçekleşir ve bu hareketler, glenohumeral, akromioklaviküler, sternoklaviküler ve skapulotorasik eklemlerin birlikte çalışmasıyla mümkün olur(42). Humerusun 180° yükselmesi için glenohumeral eklem yaklaşık 120° hareket sağlar; kalan 60° ise skapulanın yukarı rotasyonu ile tamamlanır. Bu mekanizma, skapulohumeral ritim olarak adlandırılır ve glenohumeral ile skapulotorasik eklem hareketleri arasında yaklaşık 2:1 oranında bir ilişki bulunur(54) Skapula yukarı doğru döndüğünde, klavikulanın akromiyal ucu 30°'ye kadar yükselebilir(44).

Skapula, toraks üzerinde yatay düzlemde yaklaşık 30° içe dönük, frontal düzlemde 3° abduksiyonda ve sagittal düzlemde 20° öne eğimli konumlanır(45). Aktif skapular düzlem elevasyonunda ise skapula; 50° yukarı, 30° arkaya ve 24° dışa doğru döner. Skapulotorasik eklem ayrıca protraksiyon (öne hareket), retraksiyon (geriye hareket), yukarı ve aşağı rotasyon gibi çok düzlemli hareketler yapabilir. Protraksiyon; skapulanın toraks duvarı boyunca öne translasyonu, iç rotasyonu ve AC eklem etrafında dönerken yaptığı kompleks bir harekettir. Retraksiyon ise bu hareketlerin tersidir (47) .

Sağlıklı bir omuzda, kolun aktif veya pasif elevasyonu sırasında humerus başı vertikal yönde yalnızca yaklaşık 0,35 mm hareket ederken, öne doğru 3,8 mm, ekstansiyonda 4,9 mm ve horizontal ekstansiyonda 4 mm kadar arkaya translasyon yaptığı gösterilmiştir. Bu veriler, ön-arka yönde gerçekleşen translasyonun daha belirgin olduğunu ortaya koyar. Bu farklılığın başlıca nedeni, humerus başının sagittal plandaki eğrilik yarıçapının (32,2 mm), frontal plandaki eğrilik yarıçapına (40,6 mm) kıyasla daha küçük olmasıdır. Bu translasyonun, hareket sırasında kapsüloligamentöz yapıların gerilmesine bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir(50).

Kuvvet Çiftleri ve Stabilizasyon:

Rotator manşet kasları, glenohumeral eklemin (GHE) hem stabilitesinde hem de işlevselliğinde temel rol oynar. Bu kaslar, agonist ve antagonist gruplar olarak hareket ederek GHE çevresinde transvers ve koronal kuvvet çiftleri oluşturur. Deltoid ile infraspinatus/teres minor koronal planda, subscapularis ile infraspinatus ise transvers planda eklem stabilitesine katkı sağlar. Inman koronal kuvvet çiftini tanımlarken, Burkhart masif yırtıklarda transvers kuvvet çiftinin bozulduğunu ve humerus başının stabilitesini kaybederek posterosuperior yönde yer değiştirdiğini göstermiştir(63). Bu durum, özellikle supraspinatustan infraspinatusa uzanan masif yırtıklarda belirginleşir. Parsons ise SS yırtıklarında eklem reaksiyon kuvvetinin %10–11 azaldığını, ancak kalan manşet dokusuyla içbükey kompresyon sayesinde stabilitenin büyük ölçüde korunabileceğini bildirmiştir(64). Ancak yırtık posteroinferiora ilerledikçe bu kuvvet %50'ye kadar düşer ve deltoid etkinliğini yitirir. Burkhart, kısmi IS ve SC onarımlarıyla transvers/koronal kuvvet çiftinin restore edilerek fonksiyonun geri kazanılabileceğini göstermiştir(65,66).



Şekil 8: Rotator manşet kuvvet çiftleri. (A) Koronal kuvvet çifti. (B) Transvers kuvvet çifti. D = deltoid kas kuvveti; I/Tm = infraspinatus/teres minör kas kuvveti; SSc = subscapularis kas kuvveti

Konkavite kompresyonu mekanizması, rotator manşetin humerus başını glenoidde sıkıca bastırarak sağladığı dinamik stabiliteyi ifade eder. Glenoid yüzeyin humerus başına göre küçük olması nedeniyle; bu stabilite labrum, bağlar ve kapsül ile desteklenir. Labrum, glenoid derinliğini artırarak negatif eklem basıncının korunmasına katkı sağlar. Elektromiyografi çalışmalarında, subscapularis ve infraspinatusun 0–150° abduksiyon aralığında eklemi stabilize ettiği, 150–180° arasında ise infraspinatusun dominant rol üstlendiği gösterilmiştir. Türkel'in çalışmaları, subscapularisin özellikle 0° abduksiyonda en güçlü stabilizatör olduğunu, 45°'de ise glenohumeral bağlarla birlikte çalıştığını ortaya koymuştur. 90° abduksiyona yakınken alt glenohumeral bağ, dış rotasyonda ana stabilizatördür(67).

Mihata ve Ishihara gibi araştırmacılar, supraspinatus yırtıklarının humerus başında superior translasyonu artırdığını, greft uygulaması ile bu hareketin kısmen azaltılabileceğini ancak tam stabilitenin sağlanamadığını bildirmiştir(68,69). Özellikle superior kapsül defekti, her yönde translasyonu artırarak GHE stabilitesini ciddi şekilde zayıflatır. Bu nedenle, rotator manşet ve kapsül bütünlüğü, omuz fonksiyonu ve stabilitesi için birlikte değerlendirilmelidir.

2.4 Rotator Manşet Yırtığı

2.4.1 Epidemiyoloji

Rotator manşet lezyonları, sık görülen omuz hastalıklarındandır. Yapılan kadavra çalışmaları, rotator manşet lezyonlarının insidansını ve çeşitli faktörlerle olan ilişkisini ortaya koymaktadır. Örneğin, Smith %18(70), Keyes %19(70), Wilson %20(71) ve Yamanaka ve arkadaşları %7 oranında rotator manşet lezyonu bildirmiştir(72). Yamanaka ve meslektaşlarının

alışmasında, parsiyel yırtıkların, komplet yırtıklardan iki kat daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir. Bu bulgu, parsiyel yırtıkların daha yaygın olduğunu ve klinik olarak daha sık karşılaşıldığını göstermektedir.

Fukuda ve arkadaşları(72) tarafından yapılan kadavra çalışmalarında, 40 yaş altındaki bireylerde rotator manşet lezyonuna rastlanmazken, 40 yaş üstündeki bireylerde bu oran %30 olarak belirlenmiştir. Bu lezyonların %3'ü bursal yüzde, %3'ü artiküler yüzde ve %7'si intratendinöz yırtıklar olarak tanımlanmıştır. Bursal yüzeydeki yırtıkların daha fazla semptomla yol açtığı ve tüm yırtıkların glenoid çevresinde oluştuğu belirlenmiştir. Bu, yırtıkların hangi bölgede oluştuğunun, klinik semptomlarla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

Rotator manşet yaralanmaları, yaşla birlikte insidansı artan bir durumdur. 80 yaş ve üzeri hastaların %60'ından fazlası, rotator manşet yaralanmasından şikayetçi olmaktadır. Petterson, 15-85 yaş arasındaki 71 sağlıklı ve asemptomatik bireyde yaptığı çalışmada, 55-85 yaş arasında 27 asemptomatik vakada ve 70-75 yaş arasında 13 vakada parsiyel ve tam kat yırtıklar saptamıştır(73). Zhang ve arkadaşları(74), 60 yaş ve üzerindeki hastaların %17-50'sinde, 80 yaşın üzerindekiilerin ise %80'inde rotator manşet patolojisi olduğunu bildirmiştir. Alexander ve arkadaşlar(75), rotator manşet yırtığının 40-60 yaş arasında görülme sıklığını %4 olarak bildirirken, 60 yaş ve üzerindeki bireylerde bu oran %54'e kadar çıkmaktadır. Milgrom ve arkadaşları(76) ise, 50 yaş üzerindeki bireylerde yırtık riski %50, 80 yaş üzerindeki bireylerde ise %80 artmaktadır.

Dejeneratif nedenler 40 yaş üzerinde daha sık gözlemlenirken, travmatik nedenlerin 40 yaş altı bireylerde daha yaygın olduğu görülmektedir. Yamanaka ve Matsumoto'nun yaptığı bir başka önemli çalışmada(77), 40 hasta konservatif tedaviyle izlenmiş, dördünde lezyonun küçüldüğü, dört vakada boyutunun küçüldüğü, 21 vakada boyutun büyüdüğü, 11 vakada ise tam kat yırtığa ilerlediği belirlenmiştir. Yaş ve travma öyküsünün lezyonun ilerlemesi üzerinde önemli etkisi olduğu bildirilmiştir.

Birçok çalışmada, rotator manşet lezyonlarının bahçıvanlar, çiftçiler, boyacılar, tezgaharlarda, ambarda çalışanlar, marangozlar, yüzücüler ve atletlerde daha sık görüldüğü saptanmıştır. Petterson ve arkadaşları, fiziksel olarak zorlu işlerde çalışan bireylerin rotator manşet yaralanmalarına daha yatkın olduğunu, özellikle tekrarlayan hareketlerin ve ağır yüklerin omuz eklemine uyguladığı stresin önemli bir faktör olduğunu vurgulamıştır. Bu meslek gruplarındaki bireylerin, omuzlarının sürekli olarak yüksek mekanik strese maruz

kaldığı ve bunun da rotator manşet patolojilerinin gelişmesine zemin hazırladığı anlaşılmaktadır(78,79).

Sonuç olarak yapılan çeşitli insidans ve kadavra çalışmalarından elde edilen veriler, rotator manşet lezyonlarının sıklığının yaşla birlikte arttığını ve belirli meslek gruplarındaki bireylerde daha fazla görüldüğünü göstermektedir. Özellikle yaşlı bireylerde, rotator manşet patolojilerinin daha sık rastlandığı ve bu yırtıkların tedavi sürecinin karmaşıklaştığı belirlenmiştir. Ayrıca, mesleki ve travmatik faktörler de bu yaralanmaların insidansını artırmaktadır.

2.4.2 Etiyoloji

Rotator manşet rüptürleri yaşla sıklığı artan önemli bir sağlık problemidir. 40 yaşından itibaren sıklığı artmakla beraber, 60 yaşında yaklaşık %50 oranında rotator manşet patolojileri saptanabilmektedir(80). Cerrahi veya konservatif tedavi sonrası hastaların yaklaşık üçte birinde devam eden ağrı ve fonksiyon kaybı görülmektedir. Bundan dolayı rotator manşet yırtıklarının oluşum mekanizması ve epidemiyolojisinin bilinmesi önemlidir.

Rotator manşet yırtıkları, etiyolojilerine göre travmatik ve dejeneratif olarak sınıflandırılır. Travmatik yırtıklar genellikle ani ve yüksek enerjili bir travma sonrasında ortaya çıkarken, klinik pratiğe daha sık yansıyan dejeneratif yırtıklar, multifaktöriyel bir sürecin sonucudur. Bu süreçte, intrinsik (dokuya özgü) ve ekstrinsik faktörler rol oynar. İntrinsik faktörler arasında tendonun yaşa bağlı vasküleritesi azalması, hücresel yaşlanma ve kollajen yapısında bozulmalar öne çıkarken; ekstrinsik faktörler subakromiyal sıkışma, akromion morfolojisi ve tekrarlayıcı mikrotravmaları içerir. Bu faktörlerin birlikte etkisiyle tendon zamanla zayıflar ve akut bir travma olmasa bile tam kat yırtık gelişebilir (Tablo 2).

Tablo 2: Rotator manşet yırtığı etiyolojisi

Ayırıcı özellikler	Ekstrinsik	İntrinsik	Ekstrinsik-İnternal
Mekanizma	Tendonların subakromial bölgede anatomik veya biyomekanik olarak kompresyonu	Tekrarlayan tensil yükler sonucu tendonun adaptif yapısının bozulması	Tendonun superior artiküler rimle humerus başı arasında sıkışması
Patoloji	Bursal yüz yırtıkları ve subakromial korakoakromial sıkışma bulguları görülür	İntratendinöz/artiküler yüz yırtıkları görülür subakromial sıkışma ve korakoakromial bölge patolojileri nadirdir	İntraartiküler yırtıklar görülür subakromial sıkışma bulguları nadirdir. Glenohumeral instabilite ile ilişkili olabilir

2.4.3 Patofizyoloji

Rotator manşet yırtıkları, omuz ekleminde ciddi fonksiyon kayıplarına neden olan multifaktöriyel bir patolojidir. Bu yırtıklar, tekrarlayan mekanik stres, hücresel dejenerasyon, inflamasyon ve yetersiz iyileşme gibi birbiriyle ilişkili süreçlerin sonucunda gelişir.

Tendon Yüklenmesi ve Dejenerasyon: Rotator manşet tendonları, özellikle tekrarlayan üst ekstremité hareketleri sırasında sürekli mekanik yüke maruz kalır. Bu yüklenme, özellikle hipovasküler “kritik bölgede” mikro yırtıklara neden olur. Yaşla birlikte azalan kollajen sentezi ve artan hücresel apoptoz, tendonun yapısal bütünlüğünü zayıflatır(81).

İnflamasyon ve Oksidatif Hasar: Tendon dejenerasyonu, matriks metalloproteinazlar(MMP) ve proinflamatuvar sitokinlerin (TNF- α , IL-1 β) artışıyla hücre dışı matrisi bozar, oksidatif stresi artırır ve iyileşmeyi zorlaştırır(82,83)

Kas Atrofisi ve Yağ İnfiltrasyonu: Kronik yırtıklarda, supraspinatus ve infraspinatus gibi kaslarda atrofi ve yağlanma gelişir. Goutallier sınıflamasında yüksek dereceler, cerrahi başarısızlıkla ilişkilidir ve fonksiyonel iyileşmeyi zorlaştırır(84,85).

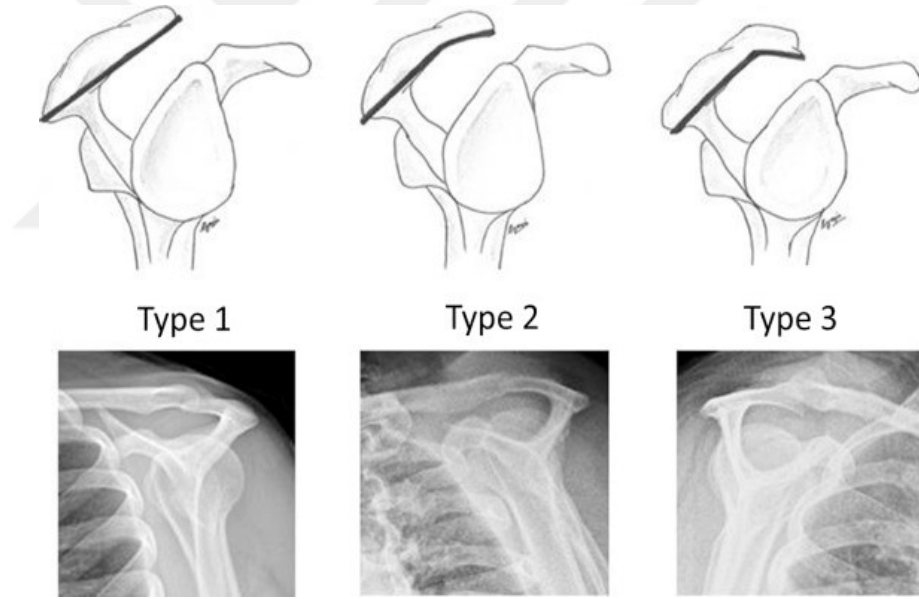
Revaskülarizasyon: Cerrahi sonrası oluşan neovaskülarizasyon sıklıkla yetersizdir ve olgunlaşmamış damar yapısı kollajen yeniden yapılanmasını destekleyemez. Bu da iyileşme sürecinin başarısını sınırlayarak ağrı ve fonksiyon kaybının devamına neden olur(86).

2.4.4 Patomekanik

Rotator manşet tendon yetmezliği, genellikle omuz eklemindeki ekstrinsik faktörlerin etkisiyle tetiklenen bir patolojidir. Neer'in klasik çalışması(87), rotator manşet yırtığının gelişiminde, omuzun öne elevasyonu sırasında korakoakromiyal (CA) bağın arka tarafına uygulanan baskının, sıkışma, tendinit ve yırtığa yol açabileceğini savunmaktadır. Bu görüş Bigliani ve arkadaşları(88) tarafından yapılan çalışmalarla güçlenmiştir.

Akromion morfolojisi ve Rotator Manşet Yırtıkları:

Bigliani ve arkadaşları(88) akromiyon morfolojisini üç tipe ayırmışlardır: Tip 1 düz, Tip 2 kavisli (eğri) ve Tip 3 çengel şeklinde (Şekil 9). Birçok çalışmada, çengel şeklindeki akromiyon ile rotator manşet yırtıkları arasında güçlü bir ilişki olduğu doğrulanmıştır. Wang ve arkadaşları(89) akromiyon morfolojisine sahip hastaların sıkışma sendromu için konservatif tedaviye zayıf yanıt verdiğini göstermiştir. Bu bulgular, akromiyon morfolojisinin rotator manşet üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.



Şekil 9: Bigliani sınıflaması (akromionun morfolojisine göre)

Ekstrinsik Kompresyon Faktörleri:

Rotator manşet yırtıklarını tetikleyen diğer ekstrinsik faktörler arasında akromiyonun eğimi, CA ligamanı, os akromiale ve akromioklaviküler eklem spurları sayılabilir. Son yıllarda, Nyffeler ve arkadaşları(90) na ek olarak Balke ve arkadaşları(91) da, akromiyonun lateral uzantısının (akromiyon indeksi) ve düşük lateral akromiyal açının, yüksek manşet yırtığı

insidansı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir . Ekstrinsik faktörler, genellikle infraspinatus (IS) tendonunda meydana gelen yırtıkları veya eklem tarafındaki yırtıkları açıklamakta yetersiz kalmaktadır.

Skapula Kinematığı ve Rotator Manşet Patolojileri:

Rotator manşet patolojilerine sahip hastalarda, sağlıklı bireylere kıyasla skapula kinematığının bozulmuş olduğu gösterilmiştir. Çalışmalarda, rotator manşet patolojileri mevcut olan hastalarda skapular posterior tiltin azaldığı, yukarı rotasyonun azaldığı ve iç rotasyonun arttığı gözlemlenmiştir(92).

Periskapular Kasların Rolü:

Skapula kinematik bozuklukları, yalnızca anatomik yapılarla değil, aynı zamanda periskapular kaslar ile de ilişkilidir. Özellikle sporcularda yapılan çalışmalarda, skapular diskinezi gözlemlenen hastalarda serratus anterior ve deltoid kaslarının fonksiyonlarının bozulduğu belirlenmiştir(93). Bu fonksiyonel bozukluklar, skapular iç rotasyonun artmasına neden olur ve özellikle pektoral minör kasının kısılması ve posterior yapılarda gerginliklere yol açar. Bu bozulmalar, omuz eklemindeki dinamik dengeyi etkiler ve rotator manşet patolojilerinin ilerlemesine zemin hazırlar(94).

Rotator manşet patolojileri mevcut olan hastalarda aynı zamanda posterior kapsüller gerginlik ve iç rotasyon kaybı görülür. Yapılan çalışmalarda rotator manşet patolojisi olan hastalarda ve asemptomatik beyzbol oyuncularında doksan derece fleksiyonda azalmış adduksiyon ve iç rotasyon bulgusu gösterilmiştir. Aynı zamanda tedavi sırasında iç rotasyondaki artışın fonksiyonel sonuçları anlamlı olarak etkilediği gösterilmiştir(95,96).

İntrinsik Faktörler

Bu faktörler, genellikle yaşa bağlı dejenerasyon, mikrotravmalar ve mekanik yüklerin etkisiyle tendonlarda meydana gelen değişiklikleri içerir. Codman(97) tarafından öne sürülen intrinsik teori, rotator manşet tendonunda meydana gelen çeşitli mekanizmaların yırtılmaya yol açtığını belirtir. En yaygın kabul gören teori, dejeneratif-mikrotravma modelidir. Bu model, sürekli olarak maruz kalınan mikrotravmaların ve aşırı yüklerin, yaşla birlikte tendon dokusunda meydana gelen dejenerasyonla birleşerek, kısmi yırtıklardan tam kat yırtıklara dönüşmesini açıklar.

Yaşla İlgili Dejenerasyon ve Yırtılma Olasılığı:

Yamaguchi ve arkadaşları(2,98) 60 yaş ve üzerindeki bireylerde rotator manşet yırtığı

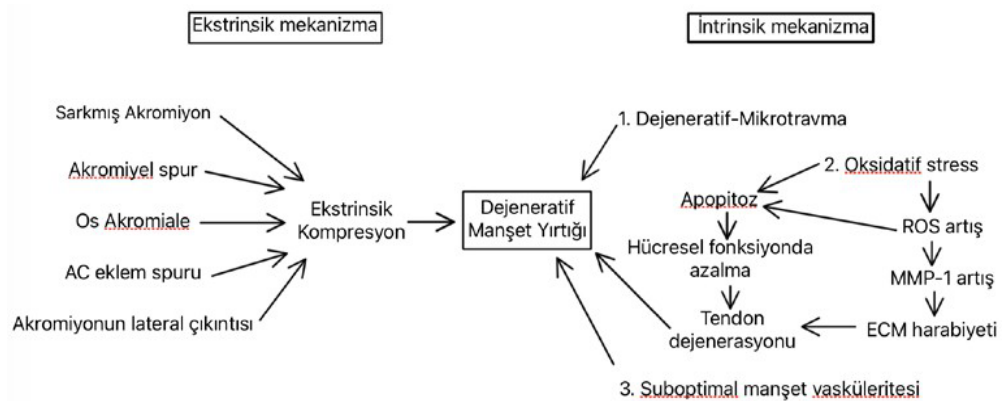
saptanma olasılığının %50 olduğunu ortaya koymuşlardır. Hashimoto ve meslektaşları(99) ise, 50-80 yaş arası hastalarda bu oranının %13'ten %51'e çıktığını bildirmişlerdir. Yaş ilerledikçe, rotator manşet tendonları, kolajen düzensizliği, miksoid ve hiyalin dejenerasyonu, yağ infiltrasyonu ve vasküler proliferasyon gibi değişiklikler geçirmeye başlar. Bu değişiklikler tendonun yapısal bütünlüğünü bozarak, yırtılma riskini artırır.

Tendon Yapısındaki Değişiklikler:

Plate ve arkadaşları(100), sıçan modelleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda, yaşlanmanın kollajen liflerinin düzensizliğine ve tendon yapısında yapısal değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Yaş ilerledikçe, tendonun fibrokartilaj birleşim yerlerinde kompresyon yükünden birincil olarak sorumlu olan tip II kollajen varyantı, tip III kollajene dönüşür. Tip III kollajen, tip II'ye göre daha zayıf bir yapıya sahiptir ve bu dönüşüm, tendonun dayanma kabiliyetini azaltır, böylece yırtılma riskini artırır.

Kas Atrofisi ve Yağ İnfiltrasyonu:

Yaşla birlikte rotator manşet tendonunun yapısındaki değişiklikler, kas atrofisi ve yağ infiltrasyonuna da yol açar. Budoff ve arkadaşları(101) yaptığı bir çalışmada, kontraktıl aşırı yüklenmenin, tendonda hasara neden olduğunu belirtmiştir. Bu durum, tendonun zayıflamasına, kas gücünün kaybına ve onarım sürecinin aksamasına yol açar(102). Kas atrofisi, rotator manşet yırtıklarının iyileşme sürecini olumsuz etkileyebilir ve onarımın başarısını ciddi şekilde düşürebilir.



Şekil 10: Rotator Manşet yırtıklarında patogenez. ECM-ekstraselüller matris; MMP-matris metallo proteinaz; ROS-reaktif oksijen ürünleri

Bir başka olası intrinsek faktör, yerel çevredeki oksidatif streştir.. Bu durum, reaktif oksijen türlerinin(ROS) aşırı seviyeleri nedeniyle tenosit apoptozisini indükler(Şekil 11)(103,104). Oksidatif stres sürecinde yüksek olduğu tespit edilen diğer inflamatuvar araçlar, lokal metaloproteaz konsantrasyonu [matris metaloproteaz-1 (MMP-1), MMP-3 ve MMP-13], siklooksijenaz-2 (COX-2) ve prostaglandin E2'dir. MMP'ler muhtemelen apoptoz sürecine aracılık eder ve kolajen yapısını değiştirirken, COX-2 ve prostaglandin E2 manşet yırtılmasıyla ilişkili ağrıdan sorumlu olabilir(105) .

Soslowsky ve arkadaşları oksidatif stres ortamının, gen ekspresyonunu ve tendon histopatolojisini değiştiren inflamatuvar mediatörlerden etkilendiğini vurgulamıştır(35). Yırtık başlangıcından sonraki 4 ay içinde, tendon iyileşmesinden sorumlu olan prokollajen alfa-1-pozitif tendon hücrelerinde ciddi bir azalma olur(106). Lundgreen ve arkadaşları(107) SS yırtık gruplarında iyileşme potansiyelini değerlendirmiş ve tam kat yırtıktaki kasta parsiyel yırtığa sahip olanlarla karşılaştırıldığında proliferatif kapasitede ve uydu hücrelerinde azalma, kas lifi atrofi ve miyozin ağır zincir kaybı görüldüğünü kanıtlamıştır.

Birçok yazar manşet yırtılmasında manşet vaskülaritesinin rolünü de araştırmıştır. Geleneksel olarak suprasupinatus tendonunun yapışma yerinin 10-15 mm proksimalindeki alanın kritik iskemi veya hipovasküler bölge olduğu düşünülmektedir. Benjamin ve arkadaşları(108)tendonun kemiğe tutunma yerinde tendondan kalsifiye fibrokartilaja histolojik geçişin tendonda hipovasküler bölgelere yol açtığını ve aynı zamanda onarımdan sonra tendonun yırtılmasından ve zayıf iyileşmesinden sorumlu olduğunu ileri sürmüştür. Bu hipotez Moseley ve Goldie(109), Rudzki ve ark. tarafından sorgulanmış olup; manşet vaskülaritesinin 40 yaşından sonra, özellikle medial eklem yüzünde, önemli ölçüde zayıf olduğunu göstermiştir. Bu, Codman'ın, yaşlanan tendonlardaki vaskülaritenin azalması nedeniyle lezyonun manşetin medial eklem tarafında başladığı yönündeki teorisini açıklayabilir. Rudzki ve arkadaşları(109) ayrıca egzersiz sonrasında manşet perfüzyonunun arttığını da gösterdi. Walch ve arkadaşları(110) atıcılık yapan atletlerde veya aşırı abduksiyon ve dış rotasyonla baş üstü sporlarla uğraşanlarda posterosuperior labral yırtıkların yanı sıra posterior SS ve anterior IS'de tendon yetmezliğinin bir nedeni olarak intrinsik sıkışma mekanizmasını öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak, manşet yırtılmasının intrinsik mekanizması, çeşitli inflamatuvar araçları (MMP'ler, prostaglandinler, COX, ROS ve protein kinaz vb.), apoptotik süreci ve doku yeniden yapılanmasını içeren karmaşık bir süreç gibi

görülmektedir.

Patomekanik: Codman'a göre dejeneratif manşet yırtıkları, biceps pulleyin 7 mm proksimalinde supraspinatusun(SS) ön liflerinde veya tendonunda başlar(111). Ancak Kim ve ark.(112) lezyonun en sık görüldüğü bölgenin biceps tendonunun (BT) 15 mm arkası olduğunu öne sürmüştür. Nimura ve arkadaşları(113) SS ve IS'nin kapsüler tutunması üzerine bir çalışma yapmışlar ve kapsülün en ince kısmının anterior SS tendonunun 11 mm gerisinde yer aldığını, bunun da yırtıkların posteriordan başlamasına neden olabileceğini bildirmişlerdir. Soyulma lezyonları, zamanla tendon ayak izinde skleroz ve düz grafilere izlenebilen küçük kistik değişikliklere yol açabilir. Bu lezyonlar iyileşebilir, stabil kalabilir ya da progresyon göstererek bursal yüzeye doğru ilerleyip supraspinatus (SS) ön kısmında iğne deliği şeklinde tam kat kenar yırtığına dönüşebilir. Küçük bir soyulma dahi SS'nin glenoidde merkezleyici etkisini bozarak ikincil subakromiyal sıkışmaya ve Neer tipi bursal yırtıkların gelişimine zemin hazırlayabilir(77).

Lezyonun ilerlemesiyle birlikte, SS'de hilal tipi yırtıklar gelişirken, glenohumeral merkezlenmenin kaybı akromiyal alt yüzeyde yapısal değişikliklere neden olur. Uthoff ve ark.(114) bu süreci dört evrede tanımlamıştır: areolar doku kaybı, CA ligament kalınlaşması, fibrilasyon gelişimi ve son aşamada ligament ayak izinin kaybı ile birlikte akromion alt yüzeyinde ossifikasyon. Tam kat yırtıklar, akut travmatik bir olayla şiddetlenmedikçe iyileşmez ve yavaş ilerler(66,115). Rotator manşet yırtıkları genellikle posteriora doğru ilerler; çünkü tendonun ön kısmı daha güçlüdür ve anterior migrasyona direnç gösterir. İlerlemiş evrelerde, kapsül ve kas-tendon ünitesindeki kontraktür nedeniyle yırtık derin U veya L şekline dönüşür(66). İnfraspinatus tendonu geriye ve aşağıya sublukse olurken, biceps tendonunun uzun başı hipertrofiye uğrayıp dejenerasyona başlar. Anterior kapsül-korakohumeral kompleksin kontraksiyonu, supraspinatusun anterior liflerini korakoide doğru çeker ve bu bölgede subluksasyona neden olur. Bu süreç, SS'nin anterior liflerinin tam yırtılmasıyla biceps tendonunun açığa çıkmasına ve biceps pulley kompleksinin zedelenmesine yol açar. Ardından, BT subluksasyonu veya yırtığı gelişir ve SC (subscapularis) üzerinde superior yırtıklara neden olur. SS'nin glenoide kadar retrakte olması, IS yırtığı ve inferiora subluksasyonu ile birlikte SC yırtığının ilerlemesine sebep olur. Bu durum, humerus başının açığa çıkmasıyla sonuçlanır ve literatürde “kel kafa yırtığı” olarak tanımlanır(116). Bu tabloda hem koronal hem de transvers kuvvet çiftleri bozulur ve humeral baş kraniale doğru yer değiştirir. Yırtık küçük bile olsa, glenohumeral eklemden erken dönemde kıkırdak dejenerasyonu başlar ve ilerleyen süreçte rotator manşet artropatisi gelişebilir(117).

SS'nin küçük dejeneratif yırtıkları, rotator kablo korunduğu sürece fonksiyonel olarak iyi tolere edilir ve SS tendonu anterior kısmı sağlam kalır. Ancak SS tendonunun tamamını kapsayan tam kat yırtık, abduksiyon ve humerus rotasyon yeteneğini etkiler(118,119). Yırtığın sırasıyla IS veya SC tendonlarına posterior veya anterior olarak uzanması, glenohumeral eklemler kuvvet çiftleri önemli ölçüde değiştirir ve transvers kuvvet çiftini bozarak humerus başını yukarıya doğru migrasyona zorlar(120)

2.4.5 Sınıflandırma

Rotator manşet yırtıkları çeşitli parametrelere göre sınıflandırılmıştır.

1. Yırtık Kalınlığı
2. Yırtık Boyutu/Kapsamı
3. Retraksiyon Miktarı
4. Tendon Kalitesi
5. Yırtık Progresyonu
6. Artroskopik Sınıflandırma

Yırtık Kalınlığı: Kısmi rotator manşet lezyonları genellikle çoğu sınıflandırma sistemine dahil edilmez. 1990'da Ellman(121) kısmi rotator manşet lezyonlarını tanımladı ve yırtığın konumuna ve kalınlığına göre sınıflandırdı (Tablo 3). Rotator manşet tendonlarının humerusa yapışma bölgesindeki ortalama kalınlığın yaklaşık 12 mm olduğu bildirilmiştir. Bu temel alınarak, parsiyel yırtıkları düşük dereceli (<6 mm) ve yüksek dereceli (≥6 mm) olarak ayırmak amacıyla 6 mm'lik bir eşik değeri önerilmiştir. Lezyonların genellikle tendinopati zemininde başladığı ve parsiyel yırtıkların özellikle eklemler yüzeyinde bursal tarafa göre daha sık görüldüğü belirtilmiştir. Müdahale edilmediğinde, bu parsiyel lezyonların tam kat yırtıklara ilerleme riski yüksektir. Bununla birlikte, rotator manşet yırtıklarının kalınlık ölçümü, hem MRG hem de cerrahi sırasında subjektif yorum farkları nedeniyle değişkenlik gösterebilir.

Tablo 3: Ellman Sınıflandırması

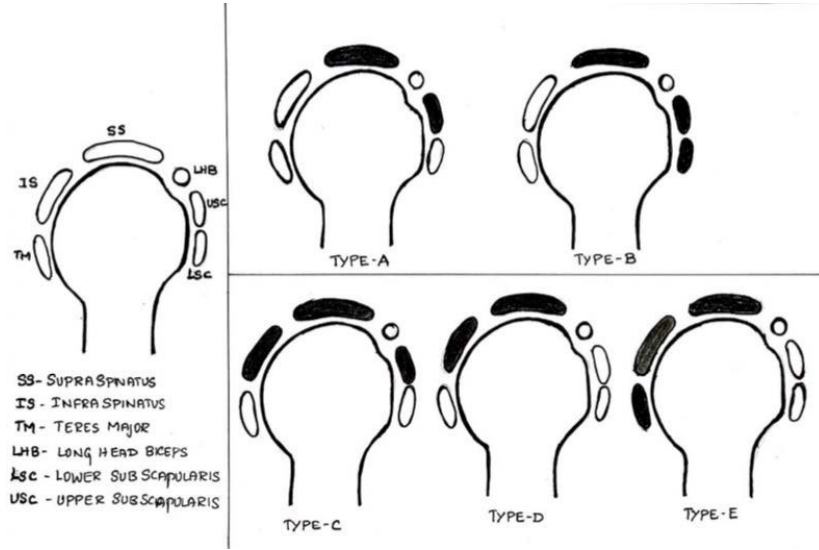
	Grup (Kalınlık)		Yerleşim yeri
I	<3 mm (<25%)	A	Artikular
II	3-6 mm (25-50%)	B	Bursal
III	>6 mm (>50%)	C	İntratendinöz

Yırtık Boyutu/Kapsamı: Yırtığın boyutu ve dahil olan tendon sayısına göre yapılmaktadır. 1984'te, Deorio ve Cofield(122) rotator manşet yırtıklarını küçük, orta, büyük veya masif olarak, yırtığın maksimum çapına dayanarak sınıflandırdılar. Ancak, yırtığın boyutunu küçümsemek için analizin 3 boyutlu olarak yapılması gerekmektedir. 2020'de, Davidson ve ark.(123) ameliyat öncesi T2 ağırlıklı sagittal ve koronal MRI kesitlerine dayalı bir geometrik sınıflandırma önerdi (Tablo 4). Bu, cerraha yırtığın boyutu, geometrik deseni, prognoz ve gereken cerrahi onarımı hakkında bilgi verebilen bir sınıflamadır.

Tablo 4: Geometrik Sınıflandırma

Tanımlama	MRI bulguları	Mobilite	Tedavi	Prognoz
Hilal	Kısa ve Geniş	İyi (medial – lateral yönde)	Kemiğe onarım	İyi/mükemmel
Longitudinal (L veya U şeklinde)	Uzun ve Dar	İyi (ön – arka yönde)	Kenar yaklaştırma	İyi/mükemmel
Masif Kontrakte	Uzun ve Geniş (2x2cm)	Minimal	Boşluk doldurucu veya Parsiyel tamir	Orta/İyi
Cuff Artropatisi	Cuff Artropatisi	-	Artroplasti	Orta/İyi

Dahil olan tendon sayısı ile ilgili olarak, Patte(124) 1990'da rotator manşet lezyonunu 6 segmente bölen kapsamlı bir sınıflandırma sistemi oluşturdu. Benzer şekilde Habermeyer ve arkadaşları(125) , sagittal düzlem topografyasına dayanarak yırtığı, ilgili tendonların sayısını yansıtacak şekilde 3 farklı bölgeye ayırdı. Ancak, 2014'te, Collin ve ark.(126) fonksiyonel bozulma ve psödoparalizi gelişimi temel alarak rotator manşet yırtığını 5 bölgeye ayırdılar (Tablo 5; Şekil 11). Subscapularis fonksiyon kaybının psödoparaliz gelişiminde çok önemli olduğunu gösterdiler. Bu sınıflandırmanın, hareket aralığıyla klinik olarak uyumlu olduğu için daha kullanışlı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 11: Collin Sınıflandırması

Tablo 5: Collin Sınıflandırması

Tanım	Notlar
AA: SS ve üst SC	1) Psödoparaliz gelişmesinde Subscapularisin fonksiyon kaybı çok önemli role sahiptir.*
BB: SS ve SC	2) 3 rotator manşet kasının kaybı psödoparalizi olasılığını artırır
CC: SS, IS ve üst SC	3) Dış rotasyonda infraspinatus ve teres minörün farklı rolü vardır
DD: SS ve IS	(Infraspinatus- Eksternal rotasyon, adduksiyon pozisyonunda
EE: SS, IS ve TM	Teres Minor- Dış rotasyon, abduksiyon pozisyonunda)
*Psödoparalizi- nörolojik bozukluk olmaksızın pasif ROM tam iken aktif öne elevasyon < 90° olarak tanımlanmaktadır(126)	

2007'de, Lafosse ve ark.(127) subscapularis yırtıklarını kapsamına göre sınıflandırdılar(Tablo 6). Bu, subscapularis yırtıklarını içeren rotator manşet lezyonlarının tedavisini yönlendirmede iyi bir araç görevi görmektedir. Subscapularis yırtıkları rotator manşet ile olan vakaların %59'unda bulunur ve aynı zamanda uzun biceps tendonunun lezyonu veya yırtığı ile sıkça ilişkilidir. Sınıflandırma, subscapularis yırtıklarını üst üçte ikilik ve tam parçalara bölerek, kasın alt üçte birlik kısmına "Subscapularis Minor"(126) adını öneren Collin ve arkadaşlarınıninkine benzer bir bulguyu vurgulamaktadır. Kasın süperior ve inferior kısımlarının anatomisi, fonksiyonu ve hatta sinir tedariki arasındaki farklılık, bu sınıflandırmayı kullanışlı hale getirmektedir.

Tablo 6: SC yırtıklarında Lafosse Sınıflandırması

Lezyon	Notlar
1: Superior 1/3'te parsiyel lezyon	1) Artroskopik subscapularis onarımı (açıkla karşılaştırıldığında) dayanıklıdır ve ameliyat sonrası sertlik azalır
2: Superior 1/3'te komplet lezyon	
3 :Superior 2/3'te komplet lezyon	2) Tip V lezyonlar onarıma aday değildir. Tendon transferi veya artroplastisi daha iyi seçeneklerdir.
4: Tendonda komplet lezyon; Santralize baş; Yağlı dejenerasyon<Grade 3	3) Subscapularis lezyonu durumunda biceps tendonunun uzun başında lezyon olmasa bile biceps tenotomisi veya tenodezi önerilir.
5: Tendonda komplet lezyon; Eksantrik baş(Subkorakoid Sıkışma); Yağlı dejenerasyon>Grade 3	

Retraksiyon Miktarı: Patte (1990), rotator manşet yırtıklarının değerlendirilmesinde dört temel kriterin dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır: yırtığın genişliği, sagittal ve frontal düzlemdeki yerleşimi, ilgili kasların durumu ve biceps tendonunun uzun başının durumu. Bu sınıflandırma, yırtığın ciddiyetini ve tedavi yaklaşımını belirlemede halen klinik olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır(124).

1. Yırtığın Genişliği:

Patte'nin ilk kriteri, yırtığın genişliğidir. Yırtığın boyutunun belirlenmesi, tedavi stratejilerinin belirlenmesinde temel bir faktördür. Yırtığın genişliği ne kadar büyükse, cerrahi müdahale gereksinimi de o kadar artar. Küçük yırtıklar (genellikle 1 cm'ye kadar) çoğu zaman konservatif tedavi ile iyileşebilirken, daha büyük yırtıklar (3 cm ve üzeri) genellikle cerrahi onarım gerektirir(128).Yırtıkların daha geniş olduğu durumlarda, genellikle masif yırtıklar olarak sınıflandırılır ve bu durumlarda tendonun yapısal bütünlüğünü yeniden sağlamak daha zor olabilir.

2. Yırtığın Sagittal ve Frontal Düzlemdeki Yeri:

Patte'nin sınıflandırmasındaki ikinci önemli kriter, yırtığın sagittal ve frontal düzlemdeki yeridir. Sagittal düzlemdeki yer, yırtığın omuz ekleminde ön-arka yönünde hangi bölgede bulunduğunu tanımlar. Yırtığın yerleşimi, tedavi yöntemlerinin belirlenmesinde önemli bir etkiye sahiptir. Frontal düzlemdeki yer, aynı zamanda yırtığın proksimal kısmındaki nekroz miktarını ve retraksiyon miktarını da tanımlar. Yırtıklar, yerleştikleri bölgeye göre farklı derecelerde retraksiyon ve nekroz gösterebilir. Frontal düzlemdeki yerin belirlenmesi, özellikle nekrozun varlığı, yırtığın ne kadar ciddi olduğunu ve onarım için hangi tekniklerin gerektiğini gösterir.

3. Kas Durumu:

Rotator manşet yırtıkları genellikle kas gücünü ve fonksiyonunu da etkiler. Kaslar, yırtıkların boyutuna ve bölgesine göre zayıflayabilir veya atrofi (kas kaybı) gelişebilir. Özellikle, supraspinatus, infraspinatus ve subscapularis kaslarının durumları, yırtıkların iyileşme sürecinde önemli bir rol oynar(129).

4. Biseps Tendonunun Durumu:

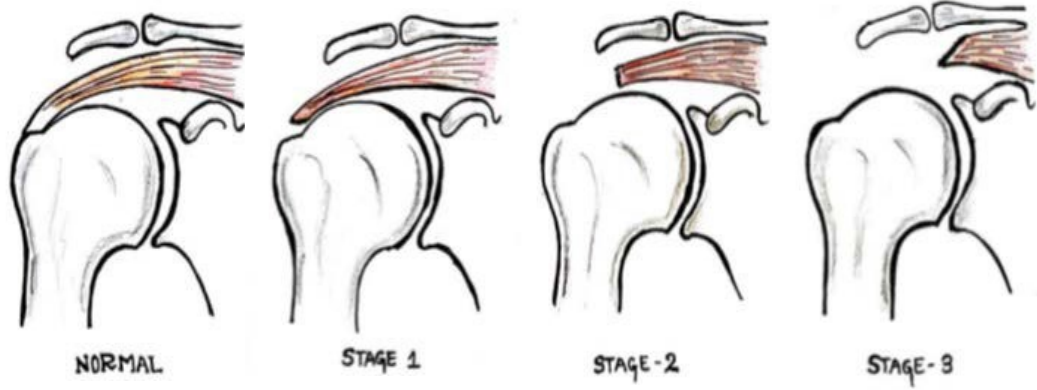
Biseps tendonunun uzun başı, rotator manşetle olan ilişkisinden dolayı yırtıklarda etkilenebilir. Eğer biseps tendonunun uzun başında bir yırtık veya hasar varsa, bu durum ek tedavi gereksinimlerine yol açabilir(128). Biseps tendonunun onarımı, çoğu zaman rotator manşet onarımıyla birlikte yapılır.

Patte'nin sınıflandırma sistemi, rotator manşet yırtıklarının hem büyüklüğünü hem de yerleşimini analiz ederek, tedavi sürecini daha doğru bir şekilde yönlendirmeye yardımcı olur. Yırtıkların sagittal ve frontal düzlemdeki yerinin belirlenmesi, nekroz ve retraksiyon miktarını göz önünde bulundurarak tedaviye yönelik daha hedeflenmiş yaklaşımlar sunar.

Bu sınıflandırma sistemi, yırtıkların cerrahi onarım gerekip gerekmediğini belirlemede, ve onarım tekniklerinin nasıl uyarlanacağı konusunda klinik uygulamalarda önemli bir referans sağlar. Aynı zamanda hastaların iyileşme sürecinde izlenecek yolu ve tedaviye yanıtı değerlendirmek için de kullanılır(Tablo 7, Şekil 12).

Tablo 7: Patte Sınıflandırması (sadece “yırtığın frontal düzlemdeki yeri” kısmı)

Tanım	Yönetim	Prognoz
Yırtık tendon footprintin lateralinde	Kemiğe tamir	İyi/Mükemmel
Tendon humerus başına kadar retrakte	Kemiğe tamir/Plastik prosedür	İyi/Mükemmel
Tendon glenoide kadar retrakte veya glenoidin medialinde	Plastik prosedür	Orta/İyi



Şekil 12: Patte sınıflandırması

Tendon Kalitesi: Goutallier ve arkadaşları (1994), bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülemeleriyle rotator manşet kaslarındaki yağlı dejenerasyonu değerlendirerek objektif bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, kas içindeki yağ infiltrasyonunun derecesine göre kas kalitesini belirlemeye olanak tanır. Çalışmalarında, yağ infiltrasyonunun; kas gücünde azalma ve hareket açıklığında kısıtlılıkla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Özellikle geniş anterosuperior yırtıklarda, infraspinatus kasında yırtık olmasa bile yağlanma gelişebildiği gözlemlenmiştir. Goutallier, yağlı dejenerasyonun ilerleme süresini ortalama olarak supraspinatus için 3 yıl, infraspinatus ve subscapularis için 2,5 yıl olarak bildirmiştir(130).

Fuchs ve arkadaşları(131), 1999 yılında Goutallier'in(Tablo 8), geliştirdiği derecelendirme sistemini doğrulamak için sagittal ve koronal görüntüleme tekniklerini kullanmışlardır. Bu çalışmalar, MRI teknolojisinin kullanımının ve popülaritesinin artmasıyla birlikte, rotator manşet yırtıklarının tanısında önemli bir yer edinmeye başladığını göstermiştir.

Zanetti, Gerber ve Hodler(132) ise, supraspinatus kasındaki yağ infiltrasyonunu, rotator manşet yırtığının onarılabilirliğini değerlendirmek için bir gösterge olarak kullanmışlardır. MRI'nın sagittal kesitlerinde, supraspinatus kas kütlesindeki yağ infiltrasyonu ile “teğet işareti” (tangent sign) tanımlanarak, bu işaretin yırtığın onarılabilirliğine dair önemli bilgiler sunduğu belirtilmiştir.

1994 yılında Thomazeau ve arkadaşları(133), supraspinatus fossanın supraspinatus kas kütlesine “doluluk oranı”nı önererek(Tablo 9), kas atrofisi ve yağ infiltrasyonunun rotator manşet patolojisinin farklı ifadeleri olduğunu savunmuşlardır. Bu ölçüm, kasın işlevselliğini ve kas içindeki değişiklikleri değerlendirmenin bir yolu olarak, klinik pratiğe önemli bir katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmalar, kas atrofisi ve yağ infiltrasyonunun, rotator manşet patolojilerinin ilerlemesinde kritik bir rol oynadığını ve bu faktörlerin yırtıkların onarılabilişliğini doğrudan etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Yağ infiltrasyonu, kasın fonksiyonunu zayıflatarak, onarımın başarısını olumsuz etkileyebilir ve tedavi sürecinin zorluklarını artırabilir.

Tablo 8: Kasın yağ infiltrasyonuna ilişkin Goutallier Sınıflandırması

Tanımı	Notlar
0: Normal kas kütlesi. Yağlı çizgilenme yok	1) Aşama 1 ve 2 en iyi prognoza sahiptir
1: Kasta bazı yağlı çizgilenmeler mevcut	2) İnfraspinatusun yağ infiltrasyonu ciddi fonksiyonel bozulmayla birlikte şiddetli hale gelebilir
2: Belirgin yağlı çizgilenme mevcut ama Kas > Yağ	3) İnfraspinatus yağ infiltrasyonunun ameliyat sonrası gerilemesi nadiren meydana gelir
3: Yağ = Kas	4) Yağ infiltrasyonu ne kadar şiddetli olursa sonuç o kadar kötü olur
4: Yağ > Kas	

Tablo 9: Kas Doluluğuna ilişkin Thomazeau Sınıflandırması

Kas Atrofisi Aşaması	Doluluk Oranı	Tanım	Prognoz
1	1 – 0.60	Normal veya hafif atrofi	İyi/Mükemmel
2	0.60 – 0.40	İlımlı atrofi	İyi/Mükemmel
3	< 0.40	Ciddi atrofi	Orta / Cerrahi olarak zor ve güvenilir sonuçlar

Yırtık Progresyonu: Neer ve Arkadaşları(134), 1977 yılında, rotator manşet yırtığının ilerlemesi ve buna bağlı gelişen eklem değişikliklerini tanımlayarak, rotator manşet artropatisi kavramını ilk kez ortaya koymuşlardır. Bu tanım, rotator manşet yırtığının yalnızca tendon bütünlüğü üzerindeki etkilerini değil, aynı zamanda eklem yüzeyindeki değişiklikleri ve bunun omuz ekleminin fonksiyonuna olan etkilerini de ele almıştır. Hamada ve arkadaşları(135) ise, rotator manşet yırtıklarının progresyonunu ve bu durumun zaman içinde nasıl eklem artropatisine yol açabileceğini daha ayrıntılı bir şekilde incelemiş ve radyografik bulgulara dayalı bir sınıflandırma geliştirmiştir

Hamada ve arkadaşları(99), rotator manşet fonksiyonunun kaybı sonucunda, deltoid kasının baskın hale gelmesi ve bunun doğurduğu omuz dinamiklerinde bozulmaların önemli sonuçları olduğunu öne sürmüşlerdir. Normalde rotator manşet kasları, humerus başını glenoid fossa içinde stabil tutarak, omuzun uyumlu hareket etmesini sağlar. Ancak rotator manşet yırtıkları ve fonksiyon kaybı durumunda, deltoid kası bu stabilizeyi tek başına sağlamak zorunda kalır ve bunun sonucunda humerus başının superior migrasyonu meydana gelir. Bu

durum, biceps tendonunun uzun başındaki gerginliği artırır ve biceps tendonunun yırtılmasına yol açabilir.

Superior migrasyon ilerledikçe, akromiyon da kademeli olarak bir tür "asetabulizasyon" (eklem yuvası benzeri şekil alma) geçirir. Bu, omuz eklemi üzerinde daha fazla baskı oluşturur ve eklemdaki yapısal değişiklikleri hızlandırır.

Hamada sınıflandırması, masif rotator manşet yırtıklarının ilerleyici doğasını ve buna bağlı gelişen glenohumeral dejenerasyonu değerlendirmek için geliştirilmiş önemli bir sistemdir. Bu sınıflama, özellikle ters omuz artroplastisi planlamasında cerrahlara yardımcı olmakla birlikte, yırtıkların eklem üzerindeki yapısal etkilerini takip etmede de değerli bir klinik araçtır.

Beş evreden oluşan Hamada sınıflaması; subakromiyal mesafenin daralması, humeral başın superior migrasyonu, akromion alt yüzeyinde dejeneratif değişiklikler, glenohumeral artrit bulguları ve acromiohumeral temas gibi radyolojik kriterlere dayanır. Bu ilerleyici yapısı sayesinde, cerrahların konservatif tedavi, rekonstrüksiyon veya ters omuz artroplastisi gibi seçenekler arasında doğru karar vermelerine olanak tanır. Günümüzde hâlâ güncelliğini koruyan bu sistem, rotator manşet artropatisi gelişimini anlamada ve cerrahi planlamada temel bir referans noktasıdır.

Tablo 10: Hamada Sınıflandırması

Derece	Akromio-Humeral İnterval (AHİ)	Gleno-Humeral Eklem	Rotator Manşet /Biceps Yırtığı	Notlar
1	> 6 mm	Normal	Masif yırtık / Biceps intakt	1) Derece 1 ve 2 - Ortak koruma prosedürü daha iyi
2	< 5 mm	Normal	Masif yırtık / Biceps yırtık	2) Derece 4 ve 5, ters omuz artroplastisi daha iyi
3	Asetabulizasyon	Normal	Masif yırtık / Biceps yırtık	3) Walch Modifikasyonu - Derece 4, 4A-
4	Asetabulizasyon	Daralmış	Masif yırtık / Biceps yırtık	(Asetabulizasyon yok) ve 4B- (Asetabulizasyon mevcut) olarak alt bölümlere ayrılmıştır
5	Asetabulizasyon	Humerus başı çökmüş	Masif yırtık / Biceps yırtık	

2.4.6 Görüntüleme Modaliteleri

Rotator manşet yırtıklarının tanısında, ultrasonografi (USG) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI), klinik kararların verilmesinde yardımcı araçlardır. Bu görüntüleme yöntemleri, her biri belirli avantajlar ve sınırlamalar sunarak, rotator manşet yırtıklarının doğru tespiti ve tedavi planlaması için kritik bilgiler sağlar.

Ultrasonografi

Ultrasonografi, rotator manşet yırtıklarının değerlendirilmesinde yaygın kullanılan, non-invaziv ve maliyet etkin bir görüntüleme yöntemidir(136). Omuz ultrasonografisi ile, cilt altı subakromiyal bursa, rotator manşet, glenohumeral eklem, kemik konturları, trapezius, deltoid ve bicepsin uzun başı hakkında bilgi edinilebilir. Ek olarak komplet rotator manşet yırtığı, rotator manşette incelleme, dejenerasyon, supraspinatus yırtığı, subakromial effüzyon ve biceps lezyonu gibi pek çok omuz patolojisinin tespit edilmesini sağlar(137,138). Parsiyel ve komplet rüptürlerin tespitinde ultrasonun sensitivitesi ve spesifitesi %90'dan fazla olup (139,140), bu da onu rotator manşet yırtıklarının ilk değerlendirilmesinde son derece değerli kılar. Ancak kısmi yırtıkların tanısında duyarlılığı düşer ve operatör bağımlılığı, sonuçların standardizasyonunu sınırlar. Yine de, ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak tercih edilmeye devam etmektedir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme, rotator manşet yırtıklarının tanısında ve diğer omuz patolojilerinin değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir. MRI'nin sağladığı yüksek yumuşak doku kontrastı, multiplanar rezolüsyon kapasitesi, iyonize radyasyon kullanmaması ve non-invaziv özellikleri, onu gelişmiş görüntüleme yöntemi yapar. MRI, rotator manşet lezyonları ve glenohumeral instabilitenin değerlendirilmesinde temel inceleme yöntemi olarak kabul edilmektedir. MRI, manşet yırtığının büyüklüğü, retraksiyon derecesi, serbest tendon ucunun kalitesi ve atrofi derecesi gibi detaylı bilgileri sunar. MR'ın rotator manşet yırtıkları üzerindeki operasyon öncesi sensitivitesi %89, spesifitesi ise %100 olarak saptanmıştır(141). Ayrıca, rekürren yırtıkların tespitinde sensitivite %91'e ulaşmaktadır(142). Goutallier evrelemesi ile kas dejenerasyonu objektif şekilde sınıflandırılabilir. Ancak yüksek maliyeti, sınırlı erişimi ve statik olması, MRI'nin bazı durumlarda kısıtlayıcı yönleridir.

MR Artrografisi

MR artrografisi, eklem içine kontrast madde verilerek uygulanan özel bir MRI tekniğidir ve özellikle kısmi yırtıklar ile labral patolojilerin değerlendirilmesinde üstün hassasiyet sunar. Rotator manşet tendonlarının derin kısımlarındaki küçük lezyonları saptamada etkilidir. Kapsüler yırtıklar, instabilite ile ilişkili lezyonlar ve eklem içi yapıların detaylı analizi için tercih edilir. Ancak bu teknik invaziv bir işlem olup, kontrast madde enjeksiyonuna bağlı enfeksiyon, ağrı veya alerjik reaksiyon riski taşır. Bu nedenle, seçilmiş hastalarda kullanımı uygundur.

Radyografi (X-Ray)

Radyografi, omuz çevresindeki kemik yapıların değerlendirilmesinde ilk basamak görüntüleme yöntemidir. Subakromiyal spur, akromiyoklaviküler artroz, kemik kistik değişiklikler ve travmatik kırıklar gibi patolojileri ortaya koymada etkilidir. Ancak rotator manşet gibi yumuşak doku lezyonlarının değerlendirilmesinde yetersiz kalır. Bu nedenle, radyografi çoğunlukla tamamlayıcı bir rol üstlenir ve şüpheli kas-tendon patolojilerinde USG veya MRI gibi daha duyarlı tekniklerle desteklenmelidir.

Shear Wave Elastografisi

Shear wave elastografisi, tendonların mekanik özelliklerini kantitatif olarak değerlendirmeye imkân tanıyan gelişmiş bir ultrason tekniğidir(143). Shear wave elastografisi(144), son zamanlarda tıp camiasında büyük ilgi gören ve tendonların sertliğini değerlendirme kapasitesiyle dikkat çeken bir teknolojidir. Yumuşak dokularda shear wavelarının yayılmasını inceleyerek, tendonlardaki hasar ve iyileşme süreçlerini daha objektif ve hassas bir şekilde değerlendirir. Elastografiyi kullanarak, klinik olarak tedaviye yanıt veren tendonlar hakkında değerli bilgiler elde edilebilir.

Klinik uygulamada algoritmik yaklaşım önerilir: İlk basamakta US kullanılabilirken, şüpheli ya da karmaşık vakalarda MRI ile detaylandırma yapılmalıdır. US + MRI kombinasyonu, tanısal kesinliği %95'e kadar artırabilir. Özellikle cerrahi planlama gereken durumlarda MRI tercih edilmelidir. Her iki yöntemin doğru endikasyonla kullanılması, tanı doğruluğunu artırır ve hasta yönetimini optimize eder.

Sonuç olarak, rotator manşet patolojilerinin değerlendirilmesinde US ve MRI birbirini tamamlayan araçlardır. Elastografi ve MR artrografisi gibi ileri tekniklerin entegrasyonu, tanısal

hassasiyeti artırarak kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlar. Bu bütüncül yaklaşım, hem doğru tanı koymayı hem de etkili müdahale planlamayı mümkün kılar.

2.4.7 Klinik bulgular

Rotator manşet patolojilerinde hastalar genellikle özellikle baş üstü hareketler sırasında ağrı nedeniyle başvurur. Bu hastalar sıklıkla günlük aktivitelerinde sınırlı hareket aralığı, fonksiyonel kısıtlamalar ve kas güçsüzlüğü ile de prezente olabilir. Omuzdaki ağrı genellikle abduksiyon ve internal rotasyon hareketlerinde daha belirgindir. Ancak, fleksiyon, karşı omuza dokunma ve eksternal rotasyon gibi hareketlerde de kısıtlılık gelişebilir. Bu kısıtlılıklar, hastaların omuzlarını normal şekilde kullanmalarını engelleyebilir ve günlük yaşam aktivitelerini zorlaştırabilir.

Gece Ağrısı: Rotator manşet patolojileri olan hastaların çoğu gece ağrısı tarifler. Gece ağrısı, hastaların uyku kalitesini olumsuz etkileyebilir ve hastaların genel yaşam kalitesini bozar. Bu ağrı, genellikle omuzun baskı altında kaldığı pozisyonlarda veya uyku sırasında kolun belirli bir pozisyonda kalması nedeniyle artar(145).

İmpingement Testleri ve Kas Güçsüzlüğü: İmpingement testleri, genellikle pozitif sonuç verir ve bu testler, omuzda sıkışma sendromu olasılığını araştırmak için kullanılır. Yırtığın olduğu kas grubunda güçsüzlük tespit edilebilir. Dejeneratif değişiklikler veya tendinit ve bursit gibi patolojiler, kas gücünde azalmaya neden olabilir. Ancak, kas güçsüzlüğü bazen diğer klinik bulgular olmadan da ortaya çıkabilir. Tam kat yırtıklarda, abduksiyon hareketi korunabilse de, hastalar muayene edildiğinde kas güçsüzlüğü gösterirler. Yırtık nedeniyle kasların işlevi bozulmuş olsa da, bazı hastalar ağrıyı minimize etmeye çalışarak bu hareketi yine de yapabilirler(146,147).

Instabilite: Rotator manşet patolojileri olan hastalar bazen instabilite ile de başvurabilirler. Özellikle akut subscapularis yırtıkları olan hastalarda anterior instabilite görülebilir. Kronik yırtıklarda, humerus başı ve korakoakromial ark arasındaki stabilizatör kuvvetlerin bozulması nedeniyle superior instabilite (omuzun üst kısmında kayma) gelişebilir. Bu durum, omuzun normalde sahip olduğu stabilizeyi kaybetmesine ve sıklıkla ağrılı hareketler ile sınırlı işlevselliğe yol açar(146).

Sonuç olarak, rotator manşet patolojilerinin doğru tanı ve etkin yönetimi, klinik muayene bulgularının ileri görüntüleme yöntemleriyle birlikte değerlendirilmesiyle mümkündür. Jobe testi, dış rotasyon gecikme işareti ve lift-off testi gibi klinik manevralar,

yırtığın lokalizasyonu ve fonksiyonel etkileri hakkında önemli ipuçları sağlasa da, kesin tanı ve tedavi planlaması için ultrason, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve direkt grafi gibi görüntüleme tekniklerinin kullanılması gereklidir. Bu bütüncül yaklaşım, hem yapısal hem de fonksiyonel bozuklukların doğru biçimde saptanmasına olanak tanır ve hasta için en uygun tedavi stratejisinin geliştirilmesini sağlar.

2.4.8 Tanı ve Ayırıcı Tanı

Omuz ağrısının anatomik lokalizasyonu, altta yatan patolojiyi belirlemede önemli bir ipucudur. Ön omuz ağrısı genellikle impingement sendromu, biceps tendiniti, artrit, rotator manşet yırtığı, instabilite veya labral yırtıklarla ilişkilidir. Arka omuz ağrısı ise periskapular kas kaynaklı ağrılar, posterior instabilite, servikal radikülopati, posterior labral yırtık, subskapular bursit veya nadiren skapula fraktürü ile ilişkilendirilebilir. Üst omuz bölgesinde hissedilen ağrı sıklıkla akromiyoklaviküler eklem patolojileri (osteolizis veya artrit), klavikula fraktürü ya da süperior labral yırtık gibi lezyonlardan kaynaklanır. Humerus bölgesindeki ağrı ise humerus fraktürleri, rotator manşet yırtıkları, impingement sendromu veya servikal kaynaklı nörojenik ağrılarla ilişkili olabilir. Bu nedenle, ağrının lokalizasyonu ve karakteri, ayırıcı tanıda kritik bir yol gösterici rol oynar(Tablo 11).

Tablo 11: Omuz Ağrısının Ayırıcı Tanısı

Ön Omuz Ağrısı	İmpingement sendromu Bisipital tendinit Artrit Rotator manşet yırtığı İnstabilite Labral yırtık
Arka Omuz Ağrısı	Periskapular kas ağrısı Posterior instabilite Servikal radikülopati Posterior labral yırtık Subskapular bursit Skapula fraktürü
Üst Omuz Ağrısı	Akromiyoklaviküler eklem osteolizisi Akromiyoklaviküler eklem artrit Klavikula fraktürü Süperior labral yırtık
Humerusta Ağrı	Humerus fraktürü Rotator manşet yırtığı İmpingement sendromu Servikal radikülopati

2.4.9 Tedavi

Rotator manşet yaralanmalarının tedavisinde cerrahi olmayan yönetim yaklaşımları, hastaların iyileşme süreçlerini hızlandırmak, ağrıyı hafifletmek ve omuz fonksiyonlarını eski haline getirmek için önemli bir yer tutar.

Fizik tedavi, rotator manşet yaralanmalarının cerrahi olmayan yönetiminde temel bir bileşen olarak öne çıkar. Bu tedavi, omuzdaki kas ve eklem stabilitesini iyileştirmek, hareket açıklığını artırmak ve kas gücünü yeniden kazandırmak amacıyla çeşitli terapötik teknikleri içerir(148). Özellikle skapulanın stabilizasyonu ve rotator manşet kaslarının güçlendirilmesi, hastaların işlevsel kapasitesini artırmak ve iyileşme sürecini hızlandırmak amaçlanır.

Klinik çalışmalar, kısmi rotator manşet yırtıkları olan hastaların yaklaşık %70'inin, hedeflenmiş ve yapılandırılmış bir fizik tedavi programı uygulandıktan sonra ağrı seviyelerinde belirgin iyileşmeler yaşadığını göstermektedir(149). Yapılan egzersizler, rotator manşetin esnekliğini ve gücünü artırarak hastaların omuz hareketlerini daha etkili bir şekilde gerçekleştirmelerine yardımcı olur(150).

Fizik tedavi uygulamaları şunları içerebilir:

- Mobilizasyon ve manipülasyon teknikleri: Eklem hareketliliğini artırmak ve eklem sertliğini azaltmak için kullanılır.
- Güçlendirme egzersizleri: Kasları güçlendirerek, omuz stabilitesini ve fonksiyonunu geliştirir.
- Esneme ve fleksibilite egzersizleri: Kaslar ve tendonlar üzerindeki gerilimi azaltarak daha geniş hareket aralıkları sağlar.
- Postüral düzeltme: Omuz ve sırt kaslarını hizalayarak, doğru postürle ağrıyı azaltmaya yardımcı olur.

Farmakolojik tedavi, rotator manşet yaralanmalarında inflamasyonun kontrol altına alınması ve ağrının giderilmesi için kritik öneme sahiptir. Non-steroid anti-enflamatuar ilaçlar (NSAID'ler), ağrıyı etkili bir şekilde hafifletmek ve yangıyı azaltmak için yaygın olarak kullanılır(148). Bu ilaçlar, genellikle hastaların ağrısını geçici olarak kontrol altına alır ve inflamasyonun azaltılmasına yardımcı olur.

İlk tedaviye rağmen inflamasyon devam ediyorsa, kortikosteroid enjeksiyonları, ağrıyı daha hızlı bir şekilde azaltmak için kullanılabilir. Bu enjeksiyonlar, genellikle omuz eklemine doğrudan uygulanır ve bu da kısa süreli ağrı kesici etkiler sağlar. Steroid enjeksiyonlarının uzun vadeli kullanımı, bazı durumlarda dokuların zayıflamasına ve tendon yırtılmalarının daha kolay meydana gelmesine yol açabileceği için dikkatli kullanılmalıdır(148,151). Farmakolojik tedavi, hastaların rehabilitasyon sürecine aktif katılımını kolaylaştırabilir ve iyileşme sürecini hızlandırabilir.

Son yıllarda biyolojik tedavi seçenekleri, özellikle trombosit bakımından zengin plazma (PRP) enjeksiyonları ile rotator manşet yaralanmalarının tedavisinde dikkat çekmeye başlamıştır. PRP, doku iyileşmesini hızlandıran büyüme faktörleri açısından zengindir ve tendon iyileşme sürecini önemli ölçüde artırabilir. PRP enjeksiyonları, özellikle erken dönem rotator manşet yaralanmalarında, yaralanmanın ilerlemesini yavaşlatma ve doku iyileşmesini hızlandırma potansiyeli nedeniyle umut verici bir tedavi olarak öne çıkmaktadır(152). Ön araştırma bulguları, PRP enjeksiyonlarının rotator manşet yırtıkları ile ilişkili hastalar için belirgin iyileşme sonuçları sağladığını ve kişiselleştirilmiş tedavi planlarının geliştirilmesinin yolunu açtığını göstermektedir(152,153).

Cerrahi olmayan yönetim seçenekleri, rotator manşet yaralanmalarının tedavisinde önemli bir yer tutar ve hastaların iyileşme sürecini hızlandırmaya yardımcı olur. Fizik tedavi, farmakolojik müdahaleler ve biyolojik tedaviler gibi yöntemler, hastaların işlevsel kapasitesini artırarak ağrılarını azaltır ve hareket açıklıklarını iyileştirir. Ancak her bir tedavi yönteminin hastanın bireysel durumuna göre uyarlanması, tedavi başarısını ve genel yaşam kalitesini artırmada kritik rol oynar.

Cerrahi Tedavi:

Artroskopik rotator manşet onarımı, minimal invaziv yapısı sayesinde hem dokuya verilen zararı azaltması hem de cerraha lezyonun kapsamını doğrudan değerlendirme olanağı sunması nedeniyle, tam kat yırtıkların tedavisinde günümüzde en yaygın kullanılan ve etkinliği en yüksek yöntemlerden biridir(154). Özellikle çift sıralı dikiş tekniklerinin geliştirilmesiyle birlikte, tendonun footprinte anatomik olarak daha geniş temasta bulunması sağlanarak, biyomekanik dayanıklılığın artırıldığı gösterilmiştir. Bu yaklaşım, tek sıralı onarımlara kıyasla daha düşük reruptür oranları ve daha iyi fonksiyonel sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. Ek olarak, ileri teknikler sayesinde erken dönemde tendon-kemik iyileşmesini destekleyen stabil fiksasyon

sağlanarak, hastaların rehabilitasyon süreci hızlandırılabilmekte ve uzun vadeli omuz fonksiyonları anlamlı biçimde iyileşmektedir(155,156).

Açık rotator manşet onarımı, özellikle masif, retrakte ve artroskopik olarak tamir edilemeyen yırtıklarda hala geçerliliğini koruyan bir yaklaşımdır. Bu teknik, cerraha geniş görüş alanı ve doğrudan erişim sağlayarak özellikle yetersiz mobilizasyon, ciddi retraksiyon, tendon kalitesinin kötü olması veya eşlik eden kas atrofisi gibi durumlarda daha sağlam fiksasyon elde etme olanağı sunar. Açık onarım, cerrahi sahaya doğrudan ulaşım sayesinde greft uygulamaları, tendon transferleri ya da augmentasyon gibi ileri rekonstrüktif işlemlere imkan sağlar(157,158). Doğası gereği daha invaziv olsa da, seçilmiş hastalarda uzun dönem fonksiyonel sonuçları ve yapısal bütünlüğü iyileştirme potansiyeli nedeniyle hala önemli bir seçenektir.

Tendon transferleri, onarılamayan rotator manşet yırtıklarında eklem fonksiyonunu yeniden sağlamak amacıyla uygulanan etkili cerrahi yöntemler arasında yer alır. Özellikle genç, aktif ve artrozu minimal olan hastalarda ters omuz artroplastisine alternatif olarak değerlendirilir. Bu yöntemle, sağlam ve fonksiyonel kasların tendonları, işlevini kaybetmiş rotator manşet kaslarının görevini üstlenecek şekilde yeni anatomik konumlarına transfer edilir. Temel amaç, humerus başının superior migrasyonunu engelleyerek glenohumeral eklemden stabilizeyi sağlamak, ağrıyı azaltmak ve fonksiyonel hareket açıklığını artırmaktır.

En sık kullanılan tendonlar arasında latissimus dorsi (LD), pectoralis major (PM), lower trapezius (LT) ve teres major bulunur. Transfer edilecek tendonun seçimi, yırtığın lokalizasyonu ve fonksiyonel kaybın tipine göre yapılır. LD transferi, posterosuperior manşet yırtıklarında eksternal rotasyonu yeniden kazandırmak için tercih edilir ve özellikle infrapinatus ile teres minor fonksiyonlarını kaybetmiş hastalarda etkilidir. PM transferi, subscapularis yırtıklarında, omuz iç rotasyonunu yeniden sağlamak amacıyla uygulanır.(159–161).

Son yıllarda, LT transferi biyomekanik olarak LD transferine göre daha avantajlı bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. LT'nin çizgisel kuvvet yönü, rotator manşetin doğal işleviyle daha uyumlu olup, daha fizyolojik bir eksternal rotasyon ve elevasyon kuvveti sağlayabilir. Ayrıca, bu transferler uygun rehabilitasyon protokolleriyle desteklendiğinde, fonksiyonel iyileşme potansiyeli artmakta ve hasta memnuniyeti anlamlı şekilde yükselmektedir(157,160,162).

Ters omuz artroplastisi (RSA), onarılamayan rotator manşet yırtıkları ile birlikte gelişen glenohumeral artrit varlığında, hem ağrının giderilmesi hem de fonksiyonel hareket açıklığının artırılması amacıyla etkili ve yaygın olarak kabul gören bir cerrahi tedavi seçeneğidir. Bu prosedür, omuz ekleminin biyomekaniğini kökten değiştirerek, deltoid kasın kaldıraç etkisini artırmak suretiyle rotator manşet eksikliğinin oluşturduğu fonksiyon kaybını telafi etmeyi hedefler(163). RSA, glenoid üzerine konumlandırılan yarım küre (glenosphere) ve humeral komponentin içine yerleştirilen konkav bir polietilen yuvadan oluşur. Bu konfigürasyon, kol elevasyon hareketi için deltoid kasın daha etkin kullanılmasını sağlar ve eklem stabilitesini artırır. Literatürde, RSA'nin özellikle yaşlı, düşük fiziksel talepleri olan ve ileri derecede kas dejenerasyonu veya artropati bulguları gösteren hastalarda ağrı kontrolünde ve fonksiyonel sonuçlarda yüksek memnuniyet oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir.

Günümüzde RSA, cuff tear arthropathy (CTA) olarak tanımlanan klinik durumun tedavisinde altın standart olarak kabul edilmekte ve uzun dönem sonuçları, implant stabilitesi, düşük revizyon oranları ve fonksiyonel kazanç açısından oldukça olumludur. Bununla birlikte, optimal sonuçlar için doğru endikasyon ve dikkatli hasta seçimi gereklidir(164–166).

2.4.10 Araştırma Amaçları ve Önemi

Bu çalışma, artroskopik rotator manşet tamiri geçiren hastalarda, postoperatif 6. ayda yeniden yırtık gelişimini tespit etmede ultrason elastografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemlerinin tanısal etkinliğini karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, her iki görüntüleme yönteminden elde edilen bulguların; hastaların fonksiyonel skorları, ağrı düzeyleri ve klinik iyilik halleriyle olan ilişkisi detaylı şekilde incelenecektir. Bu sayede, tendon bütünlüğünü belirlemede daha güvenilir olan yöntemin belirlenmesi ve fonksiyonel sonuçlarla ilişkili görüntüleme parametrelerinin ortaya konması hedeflenmektedir. Ek olarak, UE'nin MRG'ye kıyasla maliyet-etkinlik açısından uygun bir alternatif olup olmadığını değerlendirmek de araştırmanın hedefleri arasındadır.

Rotator manşet yırtıkları, omuz işlevini bozan ve yaşam kalitesini düşüren yaygın patolojilerdendir. Cerrahi tedavi sonrası gelişen yeniden yırtıklar, fonksiyonel iyileşmenin önündeki en büyük engeldir. Bu nedenle postoperatif süreçte tendon iyileşmesinin güvenilir biçimde değerlendirilmesi, hem tedavi başarısı hem de hasta memnuniyeti açısından kritik öneme sahiptir. Ultrason elastografi, invaziv olmayan ve dinamik bir yöntem olarak doku sertliğini ölçebilme avantajı sunarken; MRG, yüksek çözünürlükte anatomik detay ve kas kalitesi hakkında bilgi verir. Bu çalışma, postoperatif dönemde iki yöntem arasındaki tanısal

etkinliği bu kapsamda karşılaştırarak, fonksiyonel skorlar ve ağrı düzeyleriyle korelasyonlarını inceleyecektir. Elde edilecek bulgular, hem klinik takip protokollerinin geliştirilmesine katkı sağlayacak hem de kaynak kullanımını açısından daha rasyonel bir yol haritası oluşturacaktır. Ayrıca, erişilebilirliği yüksek ve maliyeti düşük olan UE'nin, MRG yerine geçebilecek etkin bir takip aracı olup olmadığını belirlemek adına sağlık politikaları açısından da değerli veri sunacaktır.



3 MATERYAL VE METOT

3.1 Çalışma Tasarımı ve Etik Onay

Bu çalışma, retrospektif, kontrollü ve tek merkezli bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Araştırmada, 2021–2024 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda aynı cerrah tarafından artroskopik çift sıra (double row) rotator manşet onarımı uygulanmış olan hastalar geriye dönük olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, supraspinatus ve deltoid kaslarının postoperatif dönemde shear wave elastografi ile değerlendirilen elastikiyet değerlerini ölçmek ve bu değerlerin radyolojik, fonksiyonel ve klinik sonuçlarla ilişkisini analiz etmektir.

Etik kurul onayı, Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2025/24-16 protokol numarası ile alınmıştır. Çalışmada Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygunluk gözetilmiş olup, araştırmada kullanılan tüm veriler retrospektif hasta dosyası ve görüntü arşiv kayıtları (HBYS ve PACS sistemi) üzerinden temin edilmiştir. Hasta gizliliği korunmuş, kimlik bilgileri çalışmada anonim hale getirilmiştir.

Ölçümler, cerrahiden 6 ay sonra yapılmış olup, bu zaman dilimi iyileşme sürecinin tamamlandığı kabul edilen postoperatif erken geç dönem olarak belirlenmiştir.

- Omuz Ön-Arka (AP) Grafi: Preoperatif akromion tipi, acromiohumeral mesafe (AHI), critical shoulder angle (CSA) ve superior migration gibi yapısal ölçümler değerlendirilmiştir.
- Manyetik Rezonans Görüntüleme: Rotator manşet tendon iyileşmesi, reruptür, yağlı dejenerasyon (Goutallier evresi), tendon retraksiyonu (Patte evresi) ve kas atrofisi gibi morfolojik parametreler MRG üzerinden değerlendirilmiştir.
- Ultrason Elastografi: Supraspinatus ve deltoid kas-tendon bileşkede doku sertliği değerleri, hem 0° nötral pozisyonda hem de 30° fleksiyon pozisyonunda shear wave elastografi ile ölçülmüştür. Bu değerlendirmeler, postoperatif dönemde kas iyileşmesini ve tendon bütünlüğünü objektif olarak değerlendirme amacıyla yapılmıştır.

Bu kombinasyon ile hem yumuşak doku kalitesi hem de kemik yapı parametreleri çok yönlü olarak analiz edilmiş, görüntüleme verileri fonksiyonel skorlar ve ağrı düzeyleriyle ilişkilendirilerek çalışmanın tanısal gücü artırılmıştır.

Veri kaydı ve analiz sürecinde kullanılan tüm materyal ve yöntemler, daha önce ilgili etik kurul başvurusunda ayrıntılı olarak tanımlanmış ve onaylanmıştır. Araştırmaya dahil edilen verilerin değerlendirilmesinde katılımcılara yönelik herhangi bir ek girişimsel işlem yapılmamış, görüntüleme ve klinik değerlendirmeler yalnızca takip amaçlı rutin kontrollerde elde edilen bilgilerle sınırlı tutulmuştur.

3.2 Hasta Seçimi ve Katılım Kriterleri

Bu çalışmada, 2021–2024 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda artroskopik çift sıra (double row) rotator manşet onarımı uygulanan ve en az 6 aylık postoperatif takip süresini tamamlayan hastalar değerlendirmeye alınmıştır. Tüm cerrahiler, aynı deneyimli ortopedik cerrah tarafından gerçekleştirilmiş olup, cerrahi teknik açısından homojenlik sağlanmıştır. Bu hastaların aynı zamanda preoperatif ve postoperatif dönemde çekilmiş MR, omuz AP grafi ve elastografi verilerine eksiksiz şekilde ulaşılması, örneklem bütünlüğü açısından zorunlu tutulmuştur.

Dahil Etme Kriterleri:

- 2021–2024 yılları arasında artroskopik çift sıra (double row) rotator manşet onarımı uygulanmış olmak,
- Preoperatif ve postoperatif MR, AP omuz grafisi ve ultrason elastografi verilerinin eksiksiz olması,
- Cerrahiden önce semptomatik omuz ağrısı ve fonksiyon kaybı nedeniyle cerrahi endikasyonu almış olmak,

Çıkarma Kriterleri:

- Önceki omuz cerrahisi öyküsü bulunan hastalar,
- Kontralateralateral (kontrol) omuzda da cerrahi öyküsü bulunanlar,
- İleri düzey glenohumeral artrit, kireçlenme veya artroplasti öyküsü olan hastalar,
- Elastografi ölçümünün yapılamadığı ya da teknik yetersizlik nedeniyle güvenilir veri elde edilemeyen hastalar.

Bu kriterler doğrultusunda 57 hastalık bir örneklem elde edilmiş, her bireyin sadece cerrahi geçirmiş tarafı analiz grubu olarak alınmış; karşı taraf ise sağlıklı referans amacıyla görüntülenmiştir. Bu hasta grubunda demografik özellikler, yapısal risk faktörleri ve klinik bulgular detaylı olarak değerlendirilmiş ve istatistiksel analiz sürecine dahil edilmiştir.

3.3 Görüntüleme Yöntemleri ve Uygulama Protokolleri

Direkt Röntgen (Omuz AP Grafisi)

Tüm hastalara cerrahi öncesi ve sonrası standart ön-arka (anteroposterior, AP) omuz grafisi çekilmiştir. Çekimler, hastalar ayakta ve skapula düzlemi ile paralel olacak şekilde konumlandırılarak gerçekleştirilmiş; X-ışını demeti glenohumeral ekleme 15° kraniokaudal açıyla yönlendirilmiştir. Bu pozisyon; akromion morfolojisinin, korakoakromiyal arkın ve subakromiyal mesafenin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Röntgen görüntüleri ile akromion tipi (Bigliani sınıflandırması), acromiohumeral mesafe (AHI) ve critical shoulder angle (CSA) ölçümleri yapılmıştır.

Tüm grafler, dijital direkt radyografi (DR) sistemine sahip bir cihaz (Marka: Philips®) ile 60–70 kV ve 8–10 mAs parametreleri kullanılarak çekilmiştir. Görüntüler PACS sistemine aktarılmış ve ölçümler iki bağımsız ortopedi uzmanı tarafından yapılmış; anlamlı fark durumunda ortak karar ile sonuçlandırılmıştır.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR)

Manyetik rezonans görüntülemeler, 1.5 Tesla gücündeki bir cihaz (Marka: Philips®, Ingenia) ile standartize omuz protokolü kullanılarak elde edilmiştir. Hastalar supin pozisyonda iken, kol nötral pozisyonda ve hafif dış rotasyonda yerleştirilmiştir. Görüntülemeler koronal oblique, sagittal oblique ve aksiyel düzlemlerde; proton density (PD) ve T2 ağırlıklı sekanslarla, yağ baskılama teknikleri (FatSat) eşliğinde gerçekleştirilmiştir.

Tendon bütünlüğü, yağlı dejenerasyon (Goutallier sınıflaması), kas retraksiyonu (Patte evrelemesi) ve kas atrofisi değerlendirmeleri bu görüntüler üzerinden yapılmıştır. Ölçümler, deneyimli bir ortopedi uzmanı ve bir radyoloji uzmanı tarafından birlikte değerlendirilmiş ve bulgular kaydedilmiştir.

Shear Wave Elastografi

SWE ölçümleri, yüksek frekanslı lineer prob (eL18-4, 20 MHz) ile donatılmış bir ultrasonografi cihazı (Marka: Philips®, Epiq) kullanılarak, gerçek zamanlı shear wave

elastografi modu ile yapılmıştır. Her hastada hem cerrahi geçirmiş omuz (inceleme grubu) hem de kontralateral omuz (referans grubu) değerlendirilmiştir. Ölçümler postoperatif 6. ayda, supraspinatus ve deltoid kaslarında 0° nötral ve 30° fleksiyon pozisyonlarında ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu pozisyonlar, kas içi gerilim değişikliklerini değerlendirmek ve dinamik esneklik profilini analiz etmek amacıyla seçilmiştir.

Ölçüm penceresi elastografi haritası üzerinde sabitlenmiş ve ≥ 2 cm derinlikte, istenmeyen yapısal artefaktlardan uzak kas dokusu hedef alınmıştır. Her kas-tendon bölgesi için üç tekrar yapılmış ve elde edilen değerlerin ortalaması analizde kullanılmıştır. Ölçümler, ortopedi uzmanları gözetiminde, iki radyoloji uzmanı tarafından bağımsız olarak yapılmış ve değerlerin ortalaması analizlerde kullanılmıştır. Elastisite, kilopascal (kPa) cinsinden kaydedilmiş ve EQI ortalama, medyan, maksimum ve IQR/med oranları tablolaştırılmıştır. Bu elastografik parametreler, MRG ile elde edilen yapısal veriler ve klinik fonksiyonel skorlarla karşılaştırılmıştır.

3.4 Fonksiyonel ve Klinik Değerlendirmeler

Çalışmada fonksiyonel ve klinik değerlendirmeler, rotator manşet onarımı sonrası iyileşme sürecinin nesnel olarak takip edilmesini amaçlamaktadır. Değerlendirmeler, ameliyat tarihinden itibaren 6. Ayda gerçekleştirilen kontrollerde yapılmıştır. Tüm uygulamalar, aynı ortopedist ve fizyoterapist eşliğinde, çift kör olacak şekilde standartlaştırılmış protokoller doğrultusunda yürütülmüştür.

Fonksiyonel skorlamalar kapsamında, hastaların omuz fonksiyonlarını ve yaşam kalitesini ölçmek üzere üç ayrı değerlendirme aracı kullanılmıştır:

- WORC (Western Ontario Rotator Cuff Index): RM patolojilerine özgü, yaşam kalitesini ölçen, 5 alt alandan oluşan ve toplam 210 puan üzerinden değerlendirilen bir skorlama sistemidir. Skorların 100 üzerinden normalize edilmesiyle değerlendirme yapılmıştır.
- SPADI (Shoulder Pain and Disability Index): Omuz ağrısı ve fonksiyon kaybını değerlendiren, 13 soruluk öz bildirimli bir ankettir. Skorlar 0–100 arası olacak şekilde normalize edilmiştir.
- VAS (Visual Analog Scale): İstirahat ve aktivite sırasında omuz ağrısını değerlendirmek için kullanılmıştır. 0–10 cm arası skorlama uygulanmıştır.

Bu testler, hastalara aynı oturumda uygulanmış ve değerlendirme formları doğrudan hasta tarafından doldurulmuştur.

Omuz eklem hareket açıklığı (ROM) değerlendirmeleri pasif ve aktif hareketler için universal gonyometre kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümler sırasında hasta sırt üstü yatar pozisyondayken veya oturur durumda pozisyonlandırılmış, üç ardışık ölçümün ortalaması alınarak veri kaydı yapılmıştır. Aşağıdaki hareketler kaydedilmiştir:

- Aktif ve pasif fleksiyon (°)
- Aktif ve pasif abduksiyon (°)
- Dış rotasyon (nötral pozisyonda, kol yanda) (°)
- İç rotasyon (bel seviyesine ulaşım derecesi) (°)

Omuz eklem hareket açıklığı ölçümleri, supraspinatus ve deltoid kaslarının fonksiyonel katkısına dair objektif veri sunmak amacıyla değerlendirilmiş ve SWE bulguları ile korelasyon analizlerinde kullanılmıştır.

3.5 Görüntüleme ve Klinik Verilerin Toplanması

Shear wave elastografi (SWE) ölçümleri, her hastanın bilateral omzundaki supraspinatus ve deltoid kasları üzerinde, hem 0° nötral hem de 30° fleksiyon pozisyonlarında gerçekleştirilmiştir. Her pozisyon için, aynı düzlemde üç ardışık ölçüm alınarak ortalama elastikiyet değeri (kPa cinsinden) hesaplanmıştır. Ölçümler, ortopedi uzmanları gözetiminde, iki radyoloji uzmanı tarafından bağımsız olarak yapılmış ve değerlerin ortalaması analizlerde kullanılmıştır.

Manyetik rezonans görüntüleme verileri, ameliyat sonrası 6. ayda alınan kontrol MRG'leri kullanılarak retrospektif olarak değerlendirilmiştir. MRG görüntüleri, kesitli proton density (PD) sekansları içerecek şekilde elde edilmiş, özellikle supraspinatus tendonu bütünlüğü, reruptür varlığı, ödem, sinyal artışı ve tendon kalınlığı analiz edilmiştir. Reruptür değerlendirmesinde Sugaya sınıflaması esas alınmıştır. Sugaya Tip 4 ve Tip 5 olgular reruptür olarak tanımlanmıştır.

Preoperatif döneme ait direkt omuz AP grafipleri ve MRG görüntüleri kullanılarak morfolojik parametreler retrospektif olarak analiz edilmiştir. Subakromiyal boşluk daralması, akromion tipi (Bigliani sınıflamasına göre), korakoakromiyal ark morfolojisi gibi yapılar direkt

grafi üzerinden değerlendirilmiştir. Kritik omuz açısı (CSA), humeral başın merkezi ile glenoid yüzeyi ve akromiyonun lateral çıkıntısı arasındaki açı olarak ölçülmüş, CSA > 35° olan olgular yüksek riskli olarak sınıflandırılmıştır.

MRG görüntülerinden supraspinatus ve infraspinatus kaslarındaki yağlı infiltrasyon, Goutallier sınıflaması ile değerlendirilmiş; Grade 2 ve üzeri olgular "yağlı dejenerasyon mevcut" olarak tanımlanmıştır. Tendon retraksiyonu, Patte sınıflamasına göre gruplandırılmıştır. Ayrıca tendon kalınlığı, sinyal değişiklikleri ve bursal sıvı birikimi gibi ikincil bulgular da kayıt altına alınmıştır.

Tüm görüntüleme ve fonksiyonel test verileri, çalışmadan bağımsız üçüncü bir araştırmacı tarafından dijital veri tabanına anonimleştirilerek girilmiştir. SWE ve MRG değerlendirmeleri farklı zamanlarda ve birbirinden habersiz iki ayrı ortopedist tarafından körleme sağlanarak yapılmıştır. Fonksiyonel testlerde ise, klinik değerlendirmeyi yapan ekip, görüntüleme sonuçlarından habersiz olacak şekilde organize edilmiştir. Böylece gözlemci yanlılığı (observer bias) minimize edilmiş ve veri güvenilirliği artırılmıştır. Ayrıca, kullanılan ölçüm cihazlarının teknik kalibrasyonları üretici firmaların önerileri doğrultusunda düzenli olarak kontrol edilmiştir.

3.6 Tanısal Başarı Parametreleri

Anatomik Onarımın Değerlendirilmesi

Anatomik onarım başarısı, cerrahi sonrası alınan manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulguları doğrultusunda değerlendirildi. MRG bulguları Sugaya sınıflamasına göre beş grupta incelendi. Bu sınıflama, supraspinatus tendonunun kalınlığı, kontinüitesi ve sinyal özelliklerine göre postoperatif tendon durumunu tanımlamaktadır:

- Tip 1: Normal kalınlıkta, düşük sinyalde tendon.
- Tip 2: Hafif incelmış ancak kontinüitesi korunmuş tendon.
- Tip 3: Bariz incelmış tendon, ancak kontinüitesi mevcut.
- Tip 4: Orta seviyede yüksek sinyalli, parsiyel yırtıklı tendon.
- Tip 5: Tam kat yırtık (re-ruptür) varlığı.

Çalışmamızda, Sugaya Tip 1–3 olgular başarılı anatomik onarım olarak kabul edilirken; Tip 4–5 bulgular başarısız anatomik onarım / re-ruptür olarak değerlendirilmiştir. Bu sınıflama

sayesinde anatomik iyileşme durumu kantitatif bir şekilde belirlenmiş ve fonksiyonel skorlarla korelasyon analizi yapılabilmektedir.

Yeniden Yırtık Tanımlama Kriterleri

Re-ruptür tanısı, MRG’de Sugaya Tip 4 ve Tip 5 olarak sınıflanan tendonlar için konulmuştur. Tip 4, tendon kontinüitesinde zayıflık ve sinyal artışıyla karakterize parsiyel yırtık olarak tanımlanırken; Tip 5, açık bir tam kat yırtığı temsil eder. Bu iki kategori, klinik semptomlar eşliğinde reruptür olarak kabul edilmiştir.

Ayrıca elastografi bulguları da re-ruptür tanısını destekleyici şekilde kullanılmıştır. Cerrahi omuzda supraspinatus veya deltoid kasında düşük veya yüksek elastikiye, yüksek varyasyon (%IQR/Med >15%) veya ölçülemeyen doku penceresi, reruptür lehine yorumlanmıştır. Ancak son karar MRG ile verilmiş, SWE verileri yardımcı tanı aracı olarak kullanılmıştır. Bulgular, klinik skorlar (WORC, VAS, SPADI) ve eklem hareket açıklığı ile birlikte analiz edilerek fonksiyonel etkiler belirlenmiştir.

3.7 İstatistiksel Analiz

Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Elde edilen veriler, tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Sürekli değişkenler için normallik dağılımı Shapiro–Wilk testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren veriler için bağımlı gruplarda eşleştirilmiş t-testi (müdahale ve kontrol omuzları arası karşılaştırmalarda), normal dağılmayan veriler için ise Wilcoxon testi uygulandı. Çok değişkenli karşılaştırmalarda tek yönlü ANOVA veya Kruskal-Wallis testi tercih edildi.

Elastografi ölçümleri ile fonksiyonel skorlar ve MRG parametreleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Reruptür ile ilişkili risk faktörlerini belirlemek üzere logistik regresyon analizi, ROC eğrileri altında kalan alan (AUC) değerleri ile birlikte yürütüldü. Eşik değerlerin tanımlanmasında Youden İndeksi kullanılarak en yüksek duyarlılık ve özgüllük kombinasyonu belirlendi.

Örneklem Büyüklüğü ve Güç Analizi

Çalışmanın örneklem büyüklüğü, elastografi ile supraspinatus kasında ölçülecek doku sertliği ortalamaları arasında anlamlı fark saptayabilmek için G*Power 3.1.9.7 yazılımı ile

hesaplanmıştır. Önceki çalışmalarda bildirilen elastisite değerleri temel alınarak, %80 güç ve %5 alfa düzeyinde yapılan analizde her grup için minimum 25 omuz gerektiği belirlenmiştir.

Ancak birey içi karşılaştırmalı model kullanıldığından, tek omuz cerrahisi geçirmiş 57 hasta ile toplamda 114 omuzdan elde edilen veriler analizde kullanılmış ve böylece çalışmanın güç düzeyi %90'ın üzerinde sağlanmıştır.

Anlamlılık Düzeyi ve Yazılım Detayları

Tüm istatistiksel analizler, Jamovi 2.3.28 (The Jamovi Project, Sydney, Australia) ve IBM SPSS Statistics v25.0 yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4 BULGULAR

Çalışmaya toplamda 57 hasta dahil edilmiştir (Tablo 12). Hastaların yaş ortalaması 55.0 ± 8.4 olup, yaş dağılımı 22 ile 69 yıl arasında değişmekteydi. Medyan yaş değeri 57 yıl olup, interkuartil aralığı (IQR) 52–62 yıl olarak hesaplanmıştır. Vücut kitle indeksi (BMI) ortalaması 27.3 ± 4.3 kg/m² bulunmuş; medyan değeri 26.5 [24.6–29.6] kg/m², minimum değeri 19.3 kg/m², maksimum değeri ise 45.9 kg/m² olarak belirlenmiştir. Bu dağılım, çalışmaya dahil edilen popülasyonun hem normal hem de yüksek kilolu bireyleri kapsadığını göstermektedir.

Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, hastaların %64.9'unun kadın (n=37), %35.1'inin erkek (n=20) olduğu görülmüştür. Cerrahi uygulanan taraf açısından, 31 hastada (%54.4) sağ omuz, 26 hastada (%45.6) sol omuz onarılmıştır. Dominant ekstremitenin etkilendiği hasta oranı oldukça yüksektir; hastaların %87.7'sinde (n=50) dominant tarafa cerrahi uygulanmıştır.

Eşlik eden sistemik hastalıklar değerlendirildiğinde, 8 hastada (%14.0) diabetes mellitus, 7 hastada (%12.3) tiroid hastalığı ve 2 hastada (%3.5) romatolojik hastalık mevcuttu. Ayrıca 20 hastada (%35.1) aktif sigara kullanımı tespit edilmiştir.

Tablo 12: Demografik ve Klinik Özellikler (n = 57)

Yaş (yıl)	55.0 ± 8.4	Medyan: 57 [52–62], Min–Maks: 22–69
BMI (kg/m²)	27.3 ± 4.3	Medyan: 26.5 [24.6–29.6], Min–Maks: 19.3–45.9
Cinsiyet	Kadın: 37 (%64.9)	Erkek: 20 (%35.1)
Onarılan Taraf	Sağ: 31 (%54.4)	Sol: 26 (%45.6)
Dominant Taraf	Evet: 50 (%87.7)	Hayır: 7 (%12.3)
DM Varlığı	Yok: 49 (%86.0)	Var: 8 (%14.0)
Tiroit Hastalığı	Yok: 50 (%87.7)	Var: 7 (%12.3)
Sigara Kullanımı	Yok: 37 (%64.9)	Var: 20 (%35.1)
Romatolojik Hastalık	Yok: 55 (%96.5)	Var: 2 (%3.5)

Preoperatif dönemde yapılan radyolojik ve klinik değerlendirmelere ait bulgular Tablo 13'te özetlenmiştir. Supraspinatus ve infraspinatus tendonlarında yırtık genişliğini temsil eden SSP–ISSP evresi ortalama 1.4 ± 0.5 olup, medyan değeri 1 [1–2], minimum ve maksimum değerleri ise 1–2 aralığında saptanmıştır. Tendon retraksiyonunun miktarını belirleyen Patte evresi, hastaların çoğunda orta düzeyde olup, ortalama 2.0 ± 0.7 , medyan 2 [1–2] ve maksimum

3 saptandı. Akromion morfolojisini tanımlayan Bigliani sınıflaması, ortalama 2.1 ± 0.6 ile en sık tip II ve tip III morfolojilerin gözlemlendiğini göstermiştir.

Tendon retraksiyon mesafesi, ortalama 13.2 ± 6.7 mm olarak ölçülmüş, minimum ve maksimum değerler 3 mm ile 30 mm arasında değişmiştir. Kasta yağlı atrofiyi gösteren Goutallier sınıflaması ortalama 1.2 ± 0.7 olup, medyanı 1 [1–2] ve en yüksek değer 3 olarak kaydedilmiştir. Subakromiyal mesafenin göstergesi olan akromiohumeral mesafe, ortalama 7.7 ± 1.2 mm, medyan 8.1 mm [7.0–8.4] ve aralık 4.8–10.0 mm olarak saptandı. Omuz biyomekaniğiyle ilişkili açısal parametrelerden Critical Shoulder Angle (CSA) ortalama $34.3 \pm 2.5^\circ$, medyan 34.3° [32.5–35.9], minimum 29.0° , maksimum 40.0° olarak ölçülmüştür. Öte yandan, lateral akromial açı, ortalama $73.2 \pm 7.3^\circ$, medyan 73.0° [68.5–78.0] ve aralık 54.0° – 85.0° olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 13: Preoperatif Radyolojik ve Klinik Parametreler

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan [IQR]	Min-Max
SSP-ISSP (1–2)	1.4 ± 0.5	1 [1–2]	1–2
Biseps	1.4 ± 0.5	1 [1–2]	1–2
Patte Evresi	2.0 ± 0.7	2 [1–2]	1–3
Bigliani Tipi	2.1 ± 0.6	2 [2–3]	1–3
Retraksiyon Mesafesi (mm)	13.2 ± 6.7	12 [8–17]	3–30
Goutallier Sınıflaması	1.2 ± 0.7	1 [1–2]	0–3
Akromiohumeral Mesafe	7.7 ± 1.2	8.1 [7.0–8.4]	4.8–10.0
Critical Shoulder Angle ($^\circ$)	34.3 ± 2.5	34.3 [32.5–35.9]	29.0–40.0
Lateral Akromial Açı ($^\circ$)	73.2 ± 7.3	73.0 [68.5–78.0]	54.0–85.0

Ameliyat sonrası döneme ait radyolojik değerlendirmeler ve tendon iyileşmesi ile ilgili bulgular Tablo 14’te sunulmuştur. Görüntüleme bulgularına göre hastaların %22.8’inde reruptur tespit edilmiştir. Reruptur varlığı değişkeni, ortalama 0.2 ± 0.4 , medyan 0 [0–0] ve dağılımı 0 ile 1 arasında olup, hastaların çoğunluğunda anatomik onarımın korunduğunu göstermektedir. Postoperatif manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) T2 sinyal artışı, tendonda ödem veya dejenerasyon bulgusu olarak değerlendirildi. Bu parametre ortalama 0.4 ± 0.5 , medyan 0 [0–1] değerinde ölçülmüş ve bazı hastalarda devam eden inflamasyon veya yetersiz iyileşme belirtisi olabileceği düşünülmüştür.

Tendon iyileşmesinin morfolojik olarak sınıflandırıldığı Sugaya skoru, ortalama 2.0 ± 0.9 ve medyan 2 [1–2] olup; hastaların büyük kısmında tip I–II düzeyinde, yani tam iyileşmeye yakın tendon morfolojisi izlenmiştir. Ancak maksimum skorun 5 olduğu göz önüne alındığında, bazı olgularda ileri düzey morfolojik bozulma ve reruptur de mevcuttur.

Postoperatif Goutallier skoru, ortalama 1.3 ± 1.0 , medyan 1 [1–2], minimum 0, maksimum 3 olup; yağlı dejenerasyonun bir miktar ilerlediğini göstermektedir. Özellikle reruptur gelişen hastalarda bu değerin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Omuz biyomekaniği açısından önemli bir parametre olan akromiohumeral mesafe, postoperatif ölçümlerde ortalama 7.8 ± 1.2 mm, medyan 7.9 mm [7.2–8.5], minimum 4.2 mm ve maksimum 10.1 mm şeklinde saptanmıştır.

Critical Shoulder Angle (CSA) ise ortalama $34.1 \pm 2.6^\circ$, medyan 34.3° [32.0–35.8], minimum 29.0° , maksimum 40.0° olarak ölçülmüştür. Lateral akromial açı, ortalama $74.3 \pm 4.5^\circ$, medyan 74.0° [71.5–76.9] ve aralık 64.3° – 83.9° olduğu saptandı.

Tablo 14: Postoperatif Radyolojik Bulgular ve Tendon Durumu

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan [IQR]	Min–Maks
Reruptur Varlığı	0.2 ± 0.4	0 [0–0]	0 – 1
T2 Sinyal Artışı	0.4 ± 0.5	0 [0–1]	0 – 1
Sugaya Sınıflaması (1–5)	2.0 ± 0.9	2 [1–2]	1 – 5
Goutallier Skoru (0–4)	1.3 ± 1.0	1 [1–2]	0 – 3
Acromiohumeral Mesafe	7.8 ± 1.2	7.9 [7.2–8.5]	4.2 – 10.1
Critical Shoulder Angle ($^\circ$)	34.1 ± 2.6	34.3 [32.0–35.8]	29.0 – 40.0
Lateral Akromion Açı ($^\circ$)	74.3 ± 4.5	74.0 [71.5–76.9]	64.3 – 83.9

Çalışmaya dahil edilen hastaların ameliyat öncesi ve sonrası fonksiyonel kapasiteleri ile ağrı ve yaşam kaliteleri, klinik skorlar ve eklem hareket açıklıkları (ROM) kullanılarak değerlendirildi. Tablo 15’te görüldüğü üzere, tüm ölçümlerde anlamlı düzeyde iyileşme gözlenmiştir.

Ameliyat öncesi fleksiyon ortalaması $157.4 \pm 8.1^\circ$, medyanı 160° [152–163] olup, bazı hastalarda 135° 'ye kadar düşük değerler tespit edilmiştir. Postoperatif dönemde fleksiyon belirgin şekilde artarak ortalama $175.7 \pm 5.1^\circ$ 'ye ulaşmış; benzer şekilde, abduksiyon hareket açıklığı, preoperatif ortalama $158.9 \pm 10.1^\circ$ iken postoperatif dönemde $175.5 \pm 8.4^\circ$ 'ye yükselmiştir. Dış rotasyon kapasitesi de $60.9 \pm 6.8^\circ$ 'den $76.3 \pm 8.8^\circ$ 'ye artmıştır.

İç rotasyon değerlendirildiğinde preoperatif ortalama 51.1 ± 5.69 iken postoperatif olarak 71.7 ± 6.85 'e çıkmıştır. Ekstansiyon hareket açıklığında da belirgin artış gözlenmiş, $41.3 \pm 5.7^\circ$ 'den $51.6 \pm 6.2^\circ$ 'ye yükselmiştir.

Ağrı düzeyini değerlendiren VAS skoru, preoperatif ortalama 6.0 ± 1.5 iken, postoperatif dönemde ortalama 1.7 ± 1.7 'ye düşmüş ve bu durum cerrahi başarının subjektif düzeyde de yansıdığını göstermiştir.

Omuz fonksiyonunu ve günlük yaşam kalitesini değerlendiren SPADI skoru, ameliyat öncesinde 54.3 ± 11.8 iken postoperatif olarak dramatik bir düşüşle 12.4 ± 15.3 seviyesine gerilemiştir. Bu değişim medyan değerlerde de belirgindir: preoperatif 55, postoperatif 7.6.

WORC skoru, hastaların yaşam kalitesine ilişkin en anlamlı artışı göstermektedir. Preoperatif ortalama 45.6 ± 9.7 olan skor, cerrahi sonrası 90.0 ± 14.6 'ya ulaşmıştır.

Tablo 15: Fonksiyonel Değerlendirme ve Skorlar

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan [IQR]	Min–Max
Preop Fleksiyon	157.4 $\pm$ 8.1	160 [152–163]	135–170
Preop Ekstansiyon	41.3 $\pm$ 5.7	42 [38–45]	30–52
Preop Abduksiyon	158.9 $\pm$ 10.1	160 [152–166]	130–180
Preop Dış Rotasyon	60.9 $\pm$ 6.8	62 [56–65]	45–75
Preop İç Rotasyon	51.1 $\pm$ 5.69	52 [48–55]	34–62
Preop VAS	6.0 $\pm$ 1.5	6 [5–7]	2–9
Preop SPADI	54.3 $\pm$ 11.8	55 [46–63]	31–81
Preop WORC	45.6 $\pm$ 9.7	45 [38–53]	28–70
Postop Fleksiyon	175.7 $\pm$ 5.1	177 [172–180]	162–180
Postop Ekstansiyon	51.6 $\pm$ 6.2	52 [47–56]	36–62
Postop Abduksiyon	175.5 $\pm$ 8.4	180 [175–180]	127–180
Postop Dış Rotasyon	76.3 $\pm$ 8.8	78 [70–85]	45–85
Postop İç Rotasyon	71.7 $\pm$ 6.85	75 [70–75]	45–83
Postop VAS	1.7 $\pm$ 1.7	1 [1–2]	0–8
Postop SPADI	12.4 $\pm$ 15.3	7.6 [2–11.5]	0–68
Postop WORC	90.0 $\pm$ 14.6	94.5 [89.7–98.9]	41.7–100

Postoperatif Elastografi Değerleri, opere omuzlardaki deltoid ve supraspinatus kaslarının 0° ve 30° fleksiyonda ölçülen doku sertliğini ve bu değerlere dayalı hesaplanan oranları göstermektedir (Tablo 16). Shear wave elastografi ile ölçülen kPa cinsinden bu veriler, rotator manşet fonksiyonunun postoperatif fizyolojik adaptasyonuna dair önemli bilgiler sunmaktadır.

Deltoid kası için ölçülen 0° pozisyonundaki ortalama elastisite değeri 30.7 $\pm$ 8.1 kPa olup, medyanı 29.4 [26.0–35.0] olarak belirlenmiştir. 30° fleksiyon pozisyonunda ise bu değer 35.0 $\pm$ 8.1 kPa'ya yükselmiş, bu da açısal pozisyon değişiminin deltoid kası üzerindeki yüklenmeyi artırdığına işaret etmektedir. Supraspinatus kasında ise 0° elastisite değeri 45.2 $\pm$ 9.6 kPa, 30° elastisite değeri ise hafif düşüşle 43.3 $\pm$ 8.5 kPa olarak ölçülmüştür.

Kaslar arası karşılaştırmalara yönelik oranlar da tabloya dahil edilmiştir. 30° SSP/Deltoid oranı ortalama 1.33 $\pm$ 0.39, medyanı 1.28 [1.08–1.52] olarak hesaplanmıştır. 0° SSP/Deltoid oranı ise 1.54 $\pm$ 0.40 ile daha yüksektir; bu durum, supraspinatus kasının özellikle dinlenme pozisyonunda (0°) deltoide kıyasla daha sert yapı gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Aynı kas içi pozisyon değişimine bağlı oranlara bakıldığında, 30°/0° SSP oranı ortalama 0.96 ± 0.17 , medyan 1.00 [0.90–1.00] olup, bu veri SSP kasında pozisyona göre belirgin bir elastikiyet değişimi olmadığını göstermektedir. Deltoid kası için 30°/0° oranı ise 1.21 ± 0.24 olarak bulunmuş ve medyan 1.15 [1.03–1.39]'dur; bu da 30° fleksiyonda deltoid kasına daha fazla yük bindiğini göstermektedir.

Tablo 16: Postoperatif Elastografi Değerleri

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan [IQR]	Min–Max
Elasto 0-D (kPa)	30.7 ± 8.1	29.4 [26.0–35.0]	15.7–58.0
Elasto 30-D (kPa)	35.0 ± 8.1	34.0 [28.4–40.0]	21.0–55.0
Elasto 0-SSP (kPa)	45.2 ± 9.6	44.0 [38.0–53.0]	22.0–68.0
Elasto 30-SSP (kPa)	43.3 ± 8.5	42.0 [38.0–48.0]	26.0–64.0
Elasto 30 SSP / D	1.33 ± 0.39	1.28 [1.08–1.52]	0.74–2.35
Elasto 0 SSP / D	1.54 ± 0.40	1.50 [1.33–1.71]	0.82–2.81
Elasto 30 SSP / 0 SSP	0.96 ± 0.17	1.00 [0.90–1.00]	0.64–1.27
Elasto 30 D / 0 D	1.21 ± 0.24	1.15 [1.03–1.39]	0.76–2.00

Tablo 17’de çalışmaya dahil edilen hastaların ameliyat edilmeyen kontralateral omuzlarına ait görüntüleme ve klinik bulguların özetini sunmaktadır. Bu veriler, ameliyat edilen omuzlarla karşılaştırıldığında temel referans olarak kullanılmış ve postoperatif değişkenlerin yorumlanmasına katkı sağlamıştır.

Sağlam omuzlarda SSP-ISSP yırtık derecelendirmesi, ortalama 0.91 ± 0.74 düzeyinde olup, medyan değer 1, minimum-maksimum aralık ise 0–2 olarak kaydedilmiştir. Biceps tendon durumu, 0: Sağlam – 1: İnflame şeklinde değerlendirilmiş ve ortalama 0.74 ± 0.44 olarak bulunmuştur.

Patte evresi, yani kas retraksiyon derecesi, ortalama 0.91 ± 0.74 , medyan 1, minimum 0, maksimum 2 olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde retraksiyon mesafesi, sağlıklı omuzlarda 5.63 ± 6.65 mm, medyan 3 mm, minimum 0 mm, maksimum 25 mm olarak kaydedilmiştir.

Goutallier yağlı dejenerasyon sınıflaması açısından, ortalama skor 0.65 ± 0.74 olup, medyan değer 0, minimum 0, maksimum 2’dir. Bu sonuç, kas yağlı dejenerasyonunun kontralateral taraflarda minimal düzeyde olduğunu göstermektedir.

Akromiohumeral mesafe, ortalama 7.57 ± 1.16 mm olarak hesaplanmış, medyan 7.50 mm, değer aralığı ise 5.30–9.40 mm arasında bulunmuştur.

Bigliani akromion tipi, sağlıklı omuzlarda ortalama 2.58 ± 0.60 olarak değerlendirilmiş, medyan 3, dağılım 1–3 arasında gözlenmiştir. Bu dağılım, hastaların çoğunluğunun tip II–III akromion morfolojisine sahip olduğunu göstermektedir.

Lateral akromion açısı, ortalama $77.36 \pm 6.63^\circ$, medyan 78.70° , minimum 59.10° , maksimum 88.00° olarak saptanmıştır. Ayrıca, Critical Shoulder Angle (CSA) ölçümleri ortalama $34.20 \pm 2.80^\circ$, medyan 34.00° , dağılım 29.00 – 39.00° şeklindedir. Bu değerler, rotator manşet hastalığı açısından ortalama popülasyon düzeyinde değerlendirilmektedir.

Genel olarak, bu tablo sağlam omuzların normal anatomik sınırlar içinde kaldığını göstermekte, opere omuzlarla yapılan karşılaştırmalarda referans grup olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

Tablo 17:Sağlam Omuzlara Ait Radyolojik ve Klinik Veriler

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan	Min–Maks
SPP-SPPISP (1–2)	0.91 ± 0.74	1	0–2
Biceps (0: Sağlam – 1: İnflame)	0.74 ± 0.44	1	0–1
Patte (1–3)	0.91 ± 0.74	1	0–2
Retraksiyon (mm)	5.63 ± 6.65	3.00	0.00–25.00
Goutallier (0–4)	0.65 ± 0.74	0	0–2
Acromiohumeral (mm)	7.57 ± 1.16	7.50	5.30–9.40
Bigliani (1–3)	2.58 ± 0.60	3	1–3
Lateral Acromion Angle ($^\circ$)	77.36 ± 6.63	78.70	59.10–88.00
CSA ($^\circ$)	34.20 ± 2.80	34.00	29.00–39.00

Tablo 18’de hastaların ameliyat edilmeyen omuzlarına ait fonksiyonel kapasitelerini ve klinik değerlendirme sonuçlarını özetlenmektedir. Bu veriler, postoperatif sonuçlarla kıyaslamada sağlıklı bir referans noktası oluşturmakta ve rotator manşet tamirinin etkilerini yorumlamada yardımcı olmaktadır.

Fonksiyonel açıdan değerlendirildiğinde, fleksiyon hareket açıklığı ortalama $176.8 \pm 4.4^\circ$, medyan 180° , minimum 165° , maksimum 180° olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde, ekstansiyon ortalaması $54.2 \pm 3.3^\circ$, medyan 55° , değer aralığı $46-60^\circ$ arasında yer almaktadır.

Abduksiyon hareket açıklığı, ortalama $177.5 \pm 4.4^\circ$, medyan 180° , minimum 165° , maksimum 180° şeklinde kaydedilmiştir. Dış rotasyon ise ortalama $79.1 \pm 6.1^\circ$, medyan 82° , minimum 65° , maksimum 85° olarak saptanmıştır.

İç rotasyon ortalama $76.3 \pm 5.6^\circ$, medyan 75° , minimum 65° , maksimum 90° aralığında bulunmuştur. Bu, internal rotasyonun değerlendirilmesinde sağlıklı omuzlarda beklenen genişliğin korunduğunu göstermektedir.

Ağrı düzeyini gösteren VAS skoru, ortalama 1.6 ± 1.3 , medyan 1, minimum 0, maksimum 6 değerleriyle oldukça düşük düzeyde bulunmuştur. Bu, sağlam omuzların genel olarak ağrısız veya minimal semptom verdiğini göstermektedir.

Fonksiyonel skorlamalar açısından, SPADI skoru ortalama 10.3 ± 14.8 , medyan 0.0, minimum 0.0, maksimum 68.7 olarak hesaplanmıştır. Yüksek standart sapmaya rağmen medyan değer 0 olması, çoğu bireyde işlevsel bozulmanın olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde, yaşam kalitesini ve omuz fonksiyonunu değerlendiren WORC skoru, ortalama 92.9 ± 11.1 , medyan 96.3, değer aralığı $49.7-100.0$ arasında değişmiştir.

Tablo 18:Sağlam Omuzlara Ait Fonksiyonel ve Klinik Değişkenler

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan	Min–Maks
Fleksiyon ($^\circ$)	176.8 ± 4.4	180	165–180
Ekstansiyon ($^\circ$)	54.2 ± 3.3	55	46–60
Abduksiyon ($^\circ$)	177.5 ± 4.4	180	165–180
Dış Rotasyon ($^\circ$)	79.1 ± 6.1	82	65–85
İç Rotasyon ($^\circ$)	76.3 ± 5.6	75	65–90
VAS	1.6 ± 1.3	1	0–6
SPADI	10.3 ± 14.8	0.0	0.0–68.7
WORC	92.9 ± 11.1	96.3	49.7–100.0

Tablo 19’da cerrahi uygulanmamış omuzlarda supraspinatus ve deltoid kasların farklı pozisyonlardaki elastikiyet özelliklerini yansıtmaktadır. Bu parametreler, ameliyat sonrası doku

sertliği ve yük dağılımı gibi değişimlerin sağlıklı doku yapısıyla karşılaştırılmasında önemli bir referans oluşturmaktadır.

Deltoid kasının 0° pozisyonundaki ortalama elastisite değeri 29.9 ± 6.6 kPa, medyanı 31.0 kPa olup, değerler 13.0–45.0 kPa arasında değişmiştir. Aynı kasın 30° fleksiyondaki ölçümünde elastisite ortalaması 34.1 ± 8.2 kPa, medyanı 33.0 kPa olup, minimum ve maksimum değerler sırasıyla 17.0–61.0 kPa olarak gözlenmiştir. Bu artış, pozisyona bağlı yüklenmeyle deltoid kasında fizyolojik bir sertlik artışını yansıtabilir.

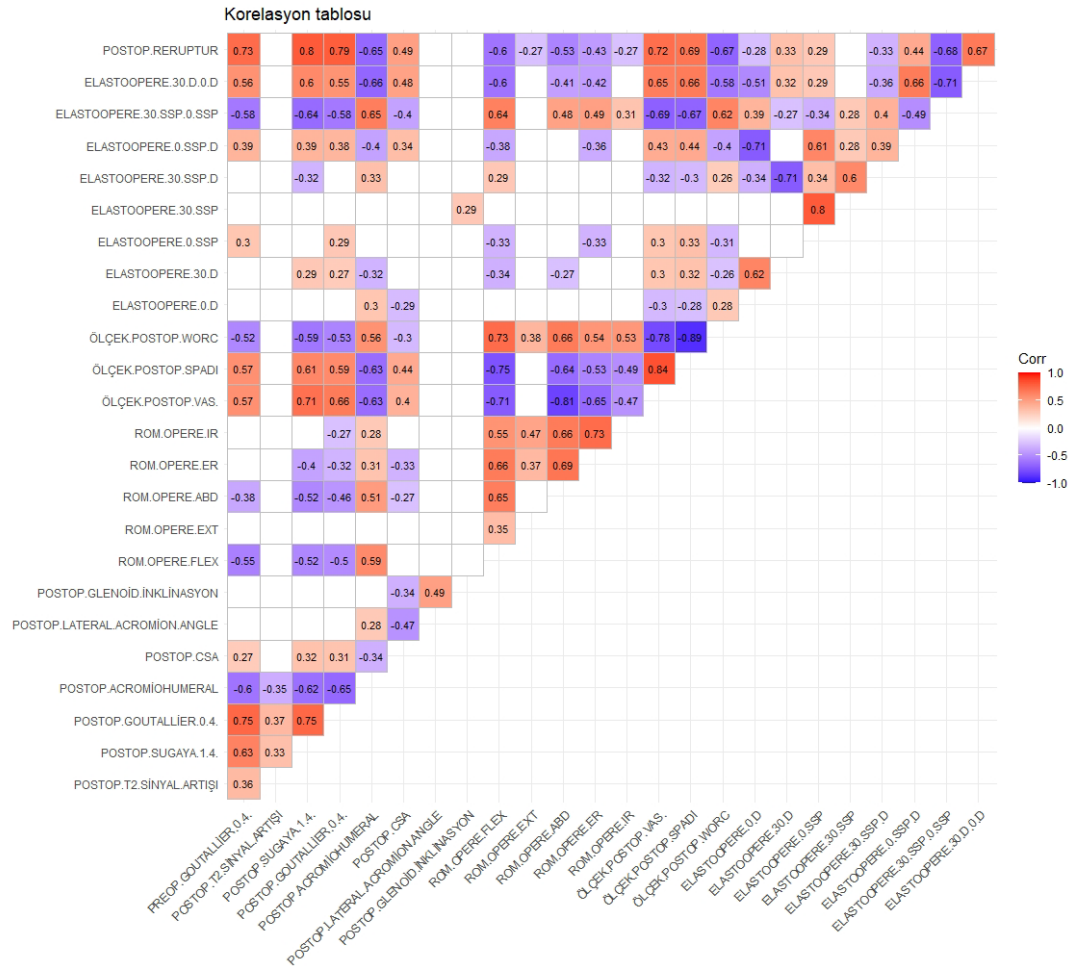
Supraspinatus kasının 0° pozisyonundaki ortalama elastisite değeri 46.4 ± 11.0 kPa, medyanı 44.0 kPa olup, ölçüm aralığı 29.0–79.0 kPa olarak kaydedilmiştir. 30° pozisyonundaki ölçümde ise bu değer 42.8 ± 9.7 kPa, medyanı 42.0 kPa, aralık ise 22.0–62.0 kPa olarak bulunmuştur. 30° fleksiyonda supraspinatus kasında gözlenen hafif azalma, deltoid kasın yükü üstlenmesiyle açıklanabilir.

Kombinasyon oranlarına bakıldığında:

- Elasto 30 SSP/D oranı ortalama 1.32 ± 0.42 , medyan 1.27, aralık 0.46–2.50 olarak hesaplanmıştır.
- Elasto 0 SSP/D oranı 1.64 ± 0.58 , medyan 1.50, aralık 0.73–3.24 ile daha yüksek seyretmiştir.
- Elasto 30 SSP / 0 SSP oranı 0.94 ± 0.18 , medyan 0.97, minimum 0.50, maksimum 1.41 olarak kaydedilmiştir.
- Elasto 30 D / 0 D oranı ise 1.18 ± 0.35 , medyan 1.11, aralık 0.81–2.54 şeklinde bulunmuştur.

Tablo 19:Sağlam Omuzlara Ait Elastografi Ölçümleri

	Ortalama $\pm$ SD	Medyan	Min–Maks
Elasto 0-D	29.9 ± 6.6	31.0	13.0–45.0
Elasto 30-D	34.1 ± 8.2	33.0	17.0–61.0
Elasto 0-SSP	46.4 ± 11.0	44.0	29.0–79.0
Elasto 30-SSP	42.8 ± 9.7	42.0	22.0–62.0
Elasto 30 SSP/D	1.32 ± 0.42	1.27	0.46–2.50
Elasto 0 SSP/D	1.64 ± 0.58	1.50	0.73–3.24
Elasto 30 SSP/0 SSP	0.94 ± 0.18	0.97	0.50–1.41
Elasto 30 D/0 D	1.18 ± 0.35	1.11	0.81–2.54



Şekil 13: Korelasyon Tablosu

Korelasyon analizine göre, postoperatif reruptur ile en yüksek pozitif korelasyon postop Goutallier skoru ($r = 0.87$), postop Sugaya sınıflaması ($r = 0.79$) ve postop T2 sinyal artışı ($r = 0.63$) ile saptanmıştır. Ayrıca reruptur ile postop CSA ($r = 0.32$) ve Lateral akromion açısı ($r = 0.28$) arasında da düşük düzeyde pozitif ilişki görülmüştür. Öte yandan reruptur ile postop akromiohumeral mesafe ($r = -0.65$), postop WORC skoru ($r = -0.52$), SPADI ($r = 0.65$) ve VAS ($r = 0.57$) değerleri arasında anlamlı korelasyonlar bulunmuştur. Bu bulgular postoperatif tendon bütünlüğü ile görüntüleme bulguları ve fonksiyonel skorlar arasında belirgin ilişkiler olduğunu göstermektedir.

Postoperatif fonksiyonel skorlar arasında dikkat çeken güçlü bir negatif korelasyon WORC ve SPADI skorları ($r = -0.89$) arasında görülmüş olup, WORC skoru arttıkça SPADI skorunun düştüğü, yani hastanın fonksiyonel durumunun iyileştiği izlenmiştir. Benzer şekilde

WORC ile VAS ($r = -0.84$) arasında da güçlü bir negatif korelasyon gözlemlenmiştir. Postoperatif VAS, SPADI ve WORC ile ROM değerleri arasında da orta-yüksek düzeyde korelasyonlar bulunmaktadır; örneğin SPADI ile IR ($r = -0.65$), ER ($r = -0.53$), ABD ($r = -0.49$) ve FLEX ($r = -0.50$) değerleri arasında negatif korelasyon izlenmiştir.

ROM değerleri kendi içlerinde de anlamlı şekilde birbiriyle ilişkili bulunmuştur. Fleksiyon ile abduksiyon ($r = 0.59$), iç rotasyon ($r = 0.55$) ve ekstansiyon ($r = 0.35$) arasında pozitif korelasyon bulunurken; abduksiyon ile dış rotasyon ($r = 0.66$) ve iç rotasyon ($r = 0.51$) arasında orta düzey pozitif ilişki saptanmıştır. Bu durum, omuz hareket açıklıklarının birbirini tamamlayan fonksiyonel kapasiteleri olduğunu sayısal olarak da desteklemektedir.

Elastografi ölçümlerine bakıldığında, elasto 30 SSP/0 SSP oranı ile postop reruptur arasında pozitif korelasyon ($r = 0.64$) bulunurken, elasto 0 SSP ($r = 0.39$) ve elasto 30 SSP ($r = 0.33$) değerleriyle de düşük düzeyde korelasyon izlenmiştir. Benzer şekilde, elasto 30 D/0 D oranı ile reruptur ($r = 0.67$) arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Elastografi parametreleri ile fonksiyonel skorlar ve ROM değerleri arasında da düşük düzeyde korelasyonlar tespit edilmiştir. Bu veriler, mekanik gerilim ve doku kalitesinin postoperatif klinik seyirle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Korelasyon analizi sonucunda anlamlı bulunmayan veya çok zayıf düzeyde ilişki gösteren bazı değişkenler de dikkate alınmıştır. Örneğin postop reruptur ile ROM değerleri (özellikle ekstansiyon: $r = -0.27$, abduksiyon: $r = -0.27$, iç rotasyon: $r = -0.27$) arasında zayıf negatif korelasyonlar gözlenmiştir. Benzer şekilde reruptur ile postop glenoid inklinasyon ($r = -0.27$), postop lateral akromion açısı ($r = 0.29$) ve CSA ($r = 0.32$) arasındaki ilişkiler de zayıf düzeyde olup klinik olarak güçlü bir bağlantıya işaret etmemektedir.

Korelasyon analizleri, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkilerin yönü ve gücü hakkında temel bilgiler sunarken, klinik karar verme sürecinde belirli bir değişkenin tanısal veya prediktif değerini tek başına değerlendirmek yetersiz kalabilmektedir. Özellikle rotator cuff cerrahisi sonrası reruptur gibi ikili sonuç değişkenleri açısından, belirli bir parametrenin bu sonucu ne ölçüde öngörebileceğini değerlendirmek amacıyla ROC (Receiver Operating Characteristic) analizleri gereklidir. Bu analizler, ilgili değişkenin duyarlılık (sensitivity) ve özgüllük (specificity) değerlerini karşılaştırmalı olarak ele alarak, tanı doğruluğunu AUC (Area Under Curve) üzerinden sayısal olarak ifade eder. Bu nedenle, korelasyon analizleri ile ön incelemesi

yapılan değişkenlerin reruptür ile olan olası ilişkileri, ROC analizleriyle doğruluk ve ayırt edicilik düzeyinde daha ayrıntılı biçimde test edilmiştir.

Tablo 20:Reruptür Gelişen ve Gelişmeyen Hastalar Arasında Anlamlı Fark Gösteren Değişkenler ve ROC Analizi Sonuçları

	Reruptür (-) (n=44)	Reruptür (+) (n=13)	Toplam (n=57)	Test (p)	AUC	Cut-off	Sensitivite	Spesifite
Yaş (yıl)	52.8 ± 8.0	62.5 ± 4.4	55.0 ± 8.4	<0.0001 (Wilcoxon)	0.88	59.5	0.85	0.86
Sigara (Yok / Var)	33 / 11	4 / 9	37 / 20	0.0066 (Fisher)	0.72	-	0.69	0.75
BMI (kg/m²)	26.3 ± 3.3	30.4 ± 5.7	27.3 ± 4.3	0.0080 (Wilcoxon)	0.74	28.38	0.77	0.75
Preop Retraksiyon (mm)	11.9 ± 5.9	17.2 ± 7.8	13.1 ± 6.7	0.0112 (t-test)	0.71	14.65	0.62	0.70
Preop Goutallier	0.8 ± 0.5	2.1 ± 0.5	1.1 ± 0.8	<0.0001 (Wilcoxon)	0.95	1.50	0.92	0.95
Postop Goutallier	0.9 ± 0.6	2.7 ± 0.5	1.3 ± 1.0	<0.0001 (Wilcoxon)	0.97	1.50	1.00	0.91
Postop AHD (mm)	8.2 ± 0.9	6.3 ± 0.9	7.8 ± 1.2	<0.0001 (t-test)	0.95	7.35	0.92	0.91
Postop CSA (°)	33.4 ± 2.0	36.4 ± 3.1	34.1 ± 2.6	0.0003 (Wilcoxon)	0.83	35.90	0.85	0.93
Postop Fleksiyon (°)	177.3 ± 3.8	170.0 ± 5.1	175.7 ± 5.1	<0.0001 (Wilcoxon)	0.86	171.0	0.77	0.91
Postop Abdüksiyon (°)	177.9 ± 3.3	167.4 ± 13.9	175.5 ± 8.4	0.0001 (Wilcoxon)	0.84	174.0	0.69	0.93
Postop Dış Rotasyon (°)	78.3 ± 6.9	69.3 ± 11.1	76.3 ± 8.8	0.0031 (Wilcoxon)	0.77	79.0	0.85	0.57
Postop VAS	1.1 ± 1.0	3.9 ± 1.6	1.7 ± 1.7	<0.0001 (Wilcoxon)	0.95	2.50	0.85	0.93
Postop SPADI	6.7 ± 8.1	31.7 ± 18.4	12.4 ± 15.3	<0.0001 (Wilcoxon)	0.90	11.38	0.92	0.93
Postop WORC	95.2 ± 7.1	72.3 ± 19.2	90.0 ± 14.6	<0.0001 (Wilcoxon)	0.91	90.2	0.92	0.93

Tablo 20’de, postoperatif dönemde reruptür gelişen ve gelişmeyen hastalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösteren demografik, klinik ve radyolojik değişkenler ile bu değişkenlere ait ROC analiz sonuçları özetlenmiştir. Hem parametrik hem non-parametrik testler kullanılarak değişkenler arasındaki farklar incelenmiş ve ardından ROC analizleri ile bu değişkenlerin reruptür gelişimini öngörme potansiyelleri değerlendirilmiştir. Elde edilen AUC (Area Under Curve) değerleri, cut-off noktaları ile birlikte duyarlılık (sensitivite) ve özgüllük (spesifite) yüzdeleri verilmiştir. Özellikle postoperatif Goutallier evresi, postoperatif

akromiohumeral mesafe (AHD), VAS, SPADI ve WORC gibi fonksiyonel parametrelerin yüksek AUC değerleri ile reruptür gelişimini yüksek doğrulukla ayırt edebildiği görülmüştür.

Yaş değişkeni için cut-off değeri 59.5 yıl olarak hesaplanmış olup, bu sınırın üzerinde olan hastalarda reruptür gelişme riski anlamlı olarak artmaktadır (AUC: 0.88; sensitivite: %85; spesifite: %86). Sigara kullanımının reruptür ile anlamlı ilişkisi olduğu gösterilmiş ($p=0.0066$) ve bu değişkenin AUC değeri 0.72 olarak hesaplanmıştır. Vücut kitle indeksinin cut-off değeri 28.38 kg/m² olarak saptanmış olup, bu değerin üzerindeki bireylerde reruptür riski artmıştır (AUC: 0.74; sensitivite: %77; spesifite: %75). Preoperatif retraksiyon mesafesi için belirlenen cut-off değeri 14.65 mm olup (AUC: 0.71), bu eşiğin üzerinde retraksiyonu olan hastalarda risk yükselmektedir.

Kas kalitesine ilişkin önemli bir gösterge olan preoperatif Goutallier skoru 1.5 cut-off değeriyle %92 duyarlılık ve %95 özgüllük sağlamış (AUC: 0.95), postoperatif Goutallier skoru ise 1.5 eşik değeriyle %100 duyarlılık ve %91 özgüllük ile en yüksek tanısal doğruluğa (AUC: 0.97) ulaşmıştır. Akromiohumeral mesafe 7.35 mm cut-off değeriyle (AUC: 0.95), CSA ise 35.90° sınırıyla (AUC: 0.83) reruptür gelişimini öngörmeye güçlü göstergeler olmuştur. Postoperatif fleksiyon (cut-off: 171°, AUC: 0.86), abduksiyon (174°, AUC: 0.84) ve dış rotasyon (79°, AUC: 0.77) değerleri de motor fonksiyonlar üzerinden reruptür riski ile anlamlı ilişki göstermiştir.

Fonksiyonel değerlendirme skorlarından SPADI için 11.38 puan, WORC için 90.2 puan eşik değer olarak belirlenmiş ve her iki skor da %92 üzeri duyarlılık ve özgüllükle yüksek tanısal performans sergilemiştir (AUC sırasıyla 0.90 ve 0.91). Ağrı skoru olarak değerlendirilen VAS değeri de 2.5 cut-off noktasında %85 duyarlılık ve %93 özgüllük ile güçlü bir ayırıcı değişken olmuştur (AUC: 0.95).

Bu bulgular doğrultusunda, özellikle yüksek AUC değerlerine sahip preoperatif ve postoperatif Goutallier skoru, akromiohumeral mesafe, VAS, SPADI ve WORC skorlarının reruptür gelişimi açısından güvenilir prediktörler olduğu gösterilmiştir.

Tablo 21: Reruptür Gelişen ve Gelişmeyen Hastalar Arasında Anlamlı Fark Gösteren Değişkenler ve ROC Analizi Sonuçları

	Reruptür (-) (n=44)	Reruptür (+) (n=13)	Toplam (n=57)	Test (p)	AUC	Cut-off	Sensitivite	Spesifite
Elasto 0 D	31.9± 8	26.6 ± 7.2	30.7 ± 8.1	p=0.0338 (Wilcoxon)	0.69	25.90	0.54	0.89
Elasto 30 D	33.5 ± 7.9	39.8 ± 7.1	35 ± 8.1	p=0.0125 (t-test)	0.74	34.70	0.85	0.61
Elasto 0 SSP	43.7 ± 9.2	50.3 ± 9.6	45.2 ± 9.2	p=0.0293 (t-test)	0.68	38.50	1.00	0.34
Elasto 30 SSP/D	1.3 ± 0.4	1.1± 0.4	1.3 ± 0.4	p=0.0110 (t-test)	0.72	1.34	0.92	0.50
Elasto 0 SSP/D	1.4 ± 0.4	2.1 ± 0.8	1.6 ± 0.6	p=0.0040 (Wilcoxon)	0.76	1.85	0.62	0.89
Elasto 30 SSP/ 0 SSP	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.1	1.0 ± 0.1	p<0.0001 (Wilcoxon)	0.95	0.89	0.92	0.91
Elasto 30 D/ 0 D	1.1 ± 0.2	1.6 ± 0.4	1.2 ± 0.3	p<0.0001 (Wilcoxon)	0.92	1.18	0.92	0.91

Tablo 21'de, elastografi ile değerlendirilen postoperatif kas gerginliği parametrelerinin reruptür gelişimiyle ilişkisi analiz edilmiştir. Reruptür gelişen (n=13) ve gelişmeyen (n=44) hastalar arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda, hem SSP hem de deltoid kaslarına ait elastografi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Ek olarak, ilgili elastografi oranları üzerinden yapılan ROC analizleri ile bu değişkenlerin reruptür ayırımındaki tanısal güçleri değerlendirilmiştir.

Deltoid kasına ait 0° ölçüm değerleri reruptür gelişen grupta anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur (26.6 ± 7.2 kPa vs. 31.9 ± 8.0 kPa, p=0.0338). Bu değişken için belirlenen 25.90 kPa cut-off değeri ile duyarlılık %54, özgüllük %89 olup, AUC değeri 0.69'dur. Buna karşın, 30° deltoid ölçümleri reruptür grubunda daha yüksek bulunmuştur (39.8 ± 7.1 kPa vs. 33.5 ± 7.9 kPa, p=0.0125) ve 34.70 kPa cut-off değeriyle %85 duyarlılık ve %61 özgüllük sağlamıştır (AUC: 0.74).

SSP elastografisinde de dikkat çekici farklılıklar izlenmiştir. 0° SSP ölçümleri, reruptür grubunda anlamlı şekilde daha yüksektir (50.3 ± 9.6 kPa vs. 43.7 ± 9.2 kPa, p=0.0293). Bu değişkenin ROC analizine göre cut-off değeri 38.50 kPa olarak belirlenmiş olup %100 duyarlılık ve %34 özgüllük göstermiştir (AUC: 0.68). Ancak bu yüksek duyarlılığa karşın düşük özgüllük, bu parametrenin tek başına güçlü bir ayırıştırıcı olmadığını göstermektedir.

Oran analizleri incelendiğinde, 30° SSP / Deltoid oranı reruptür grubunda daha düşük bulunmuştur (1.1 ± 0.4 vs. 1.3 ± 0.4 , $p=0.0110$). Bu oran için 1.34 cut-off değeri %92 duyarlılık ve %50 özgüllük ile AUC: 0.72 sağlamıştır. Benzer şekilde, 0° SSP / Deltoid oranı da anlamlı derecede yüksektir (2.1 ± 0.8 vs. 1.4 ± 0.4 , $p=0.0040$) ve ROC analizinde 1.85 cut-off değeri ile %62 duyarlılık ve %89 özgüllük sağlamıştır (AUC: 0.76).

En güçlü ayırt edici parametrelerden biri, 30° SSP / 0° SSP oranı olmuştur. Bu oran, reruptür grubunda anlamlı şekilde düşük bulunmuştur (0.8 ± 0.1 vs. 1.0 ± 0.1 , $p<0.0001$). ROC analizinde bu değişkenin AUC değeri 0.95 olup, 0.89 cut-off noktasında %92 duyarlılık ve %91 özgüllükle yüksek ayırıcı güce sahiptir. Bu sonuç, postoperatif dönemde SSP kasında normal fonksiyonel elastisite artışının (pozisyonel modülasyon) reruptür gelişmemiş hastalarda gerçekleştiğini göstermektedir.

Son olarak, 30° / 0° deltoid oranı da anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur (1.6 ± 0.4 vs. 1.1 ± 0.2 , $p<0.0001$). Bu oran için 1.18 cut-off değeri %92 duyarlılık ve %91 özgüllükle birlikte AUC: 0.92 olarak bulunmuş ve oldukça güçlü bir tanısal doğruluk ortaya koymuştur.

Tüm bu bulgular, postoperatif dönemde hem mutlak elastografi değerlerinin hem de bu değerlerin birbirine oranlarının, reruptür gelişimi açısından biyomekanik bir gösterge olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Özellikle SSP kasında pozisyona bağlı elastisite adaptasyonunun korunması (yani 30°/0° oranının 1'e yakın olması) ve deltoid modülasyonunun aşırı artmaması (30°/0° oranının yüksek olmaması) başarılı cerrahi sonuçlarla ilişkilidir. Bu sonuçlar, elastografi kullanımının yalnızca kantitatif değil aynı zamanda pozisyonel biyomekanik değerlendirme açısından da değerli olduğunu desteklemektedir.

Tablo 22: Sağlam omuzda rupture göre Değişkenlerin Karşılaştırılması ve ROC Analizi

	SPP+ISP (-) (n:18)	SPP+ISP (+) (n:39)	Toplam (n=57)	Test (p)	AUC	Cut- off	Sens	Spec
Bigliani	3 (%17) / 10 (%56) / 5 (%28)	0 (%0) / 18 (%46) / 21 (%54)	3 / 28 / 26	p=0.0163 (Fisher's Exact)	0.62	2.50	0.62	0.59
Biceps	9 (%50) / 9 (%50)	6 (%15) / 33 (%85)	15 / 42	p=0.0096 (Fisher's Exact)	0.62	0.50	0.62	0.92
Patte	17 / 1 / 0	0 / 13 / 26	17 / 14 / 26	p<0.0001 (Fisher's Exact)	0.65	0.50	0.85	0.36
Retraksiyon (mm)	0.1 ± 0.2	8.2 ± 6.6	5.6 ± 6.7	p<0.0001 (Wilcoxon)	0.69	5.50	0.69	0.77
Goutallier	2 (%6) / 5 (%28) / 11 (%61)	19 / 3 / 17	21 / 8 / 28	p<0.0001 (Fisher's Exact)	0.70	0.50	0.77	0.59
Acromiohumer al	8.3 ± 1.0	7.2 ± 1.1	7.6 ± 1.2	p=0.0020 (Wilcoxon)	0.75	6.83	0.69	0.84
CSA	34 ± 4.9	36.1 ± 3.0	35.5 ± 3.8	p=0.0182 (Wilcoxon)	0.57	36.5	0.52	0.64
VAS	0.8 ± 0.4	2 ± 1.4	1.6 ± 1.3	p=0.0008 (Wilcoxon)	0.70	1.50	0.2	0.77
SPADI	3.6 ± 3	13.4 ± 17	10.3 ± 14.8	p=0.0409 (Wilcoxon)	0.76	12.2	0.2	0.89
Elasto 0 SSP / D	1.4 ± 0.5	1.7 ± 0.6	1.6 ± 0.6	p=0.0312 (Wilcoxon)	0.76	1.85	0.62	0.89
Elasto 30 D	29.0 ± 5.8	36.4 ± 8.2	34.1 ± 8.2	p=0.0009 (Wilcoxon)	0.64	39.90	0.46	0.91
Elasto 0 SSP	40.4 ± 8.3	49.1 ± 11.0	46.4 ± 11.0	p=0.0041 (t- test)	0.58	42.50	0.77	0.50
Elasto 30 SSP / D	1.5 ± 0.5	1.2 ± 0.4	1.3 ± 0.4	p=0.0102 (t- test)	0.69	1.12	0.62	0.77
Elasto 0 SSP / D	1.4 ± 0.5	1.7 ± 0.6	1.6 ± 0.6	p=0.0355 (Wilcoxon)	0.65	1.51	0.77	0.59
Elasto 30 SSP / 0 SSP	1.1 ± 0.1	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.2	p=0.0005 (Wilcoxon)	0.66	0.91	0.69	0.80
Elasto 30 D / 0 D	1.0 ± 0.1	1.3 ± 0.4	1.2 ± 0.4	p=0.0030 (Wilcoxon)	0.74	1.23	0.62	0.82

Tablo 22'de, sağlam omuzlarda SPP+ISP (supraspinatus ve infraspinatus) tendon bütünlüğü korunmuş olan bireylerle bu tendonlarda yırtık tespit edilen bireyler karşılaştırılmıştır. Bu iki grup arasında; radyolojik, klinik ve elastografi verileri açısından anlamlı farklılıklar belirlenmiş ve ROC analizi ile tanısal değerleri hesaplanmıştır.

Bigliani sınıflaması, yırtıklı grupta Tip 3'ün belirgin şekilde daha sık olmasıyla anlamlı farklılık göstermiştir (p=0.0163, AUC: 0.62, cut-off: 2.5, sens: %62, spes: %59). Biseps durumu, yırtıklı bireylerde inflamasyon oranının daha yüksek olması nedeniyle anlamlı

bulunmuştur ($p=0.0096$, AUC: 0.62, cut-off: 0.50, sens: %62, spes: %92). Patte evresi, yırtıklı grupta ileri evrelerin baskın olmasıyla dikkat çekmiştir ($p<0.0001$, AUC: 0.65, cut-off: 0.50, sens: %85, spes: %36).

Retraksiyon mesafesi, yırtıklı grupta ortalama 8.2 mm iken sağlamlarda ortalama 0.1 mm olup anlamlı fark göstermiştir ($p<0.0001$, AUC: 0.69, cut-off: 5.5 mm, sens: %69, spes: %77). Benzer şekilde, Goutallier skoru yırtıklı grupta belirgin derecede daha yüksek saptanmıştır ($p<0.0001$, AUC: 0.70, cut-off: 0.5, sens: %77, spes: %59).

Akromiohumeral mesafe, yırtıklı grupta ortalama 7.2 mm, sağlam grupta ise 8.3 mm olarak ölçülmüş ve anlamlı fark bulunmuştur ($p=0.0020$, AUC: 0.75, cut-off: 6.83 mm, sens: %69, spes: %84). CSA (Critical Shoulder Angle) ise yırtıklı grupta daha yüksek bulunmuş ($p=0.0182$, AUC: 0.57, cut-off: 36.5° , sens: %52, spes: %64) ancak ROC eğrisi açısından tanısal gücü sınırlıdır.

Fonksiyonel değerlendirme açısından, VAS skorları, yırtıklı grupta anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p=0.0008$, AUC: 0.70, cut-off: 1.5, sens: %20, spes: %77). SPADI skoru da anlamlı fark göstermiştir ($p=0.0409$, AUC: 0.76, cut-off: 12.2, sens: %20, spes: %89), ancak düşük sensitivite bu skoru tek başına yetersiz kılmaktadır.

Elastografi parametreleri, sağlam tendon bütünlüğü ile güçlü ilişkiler göstermiştir. En yüksek ROC değerlerinden biri, Elasto 0 SSP / D oranında görülmüştür ($p=0.0312$, AUC: 0.76, cut-off: 1.85, sens: %62, spes: %89). Elasto 30° deltoid (kPa) değeri, yırtıklı grupta daha yüksek bulunmuş olup ($p=0.0009$, AUC: 0.64, cut-off: 39.90, sens: %46, spes: %91) özgüllüğü dikkat çekicidir. Elasto 0 SSP değeri de anlamlı farklılık göstermiştir ($p=0.0041$, AUC: 0.58, cut-off: 42.50, sens: %77, spes: %50).

Elastografi oranları açısından, Elasto 30 SSP / D oranı sağlamlarda daha yüksek bulunmuş ($p=0.0102$, AUC: 0.69, cut-off: 1.12, sens: %62, spes: %77), benzer şekilde Elasto 30 SSP / 0 SSP oranı da yırtıklı grupta anlamlı şekilde düşük saptanmıştır ($p=0.0005$, AUC: 0.66, cut-off: 0.91, sens: %69, spes: %80). Elasto 30 D / 0 D oranı ise yırtıklı grupta belirgin şekilde yüksek bulunmuş ve güçlü bir tanısal ayırım sağlamıştır ($p=0.0030$, AUC: 0.74, cut-off: 1.23, sens: %62, spes: %82).

Bu bulgular, sağlam omuzlarda supraspinatus ve infraspinatus tendon bütünlüğünü etkileyen morfolojik, yapısal ve elastografik özelliklerin birbirinden farklılaştığını

göstermektedir. ROC analizleri, özellikle bazı elastografi oranlarının ve akromiohumeral mesafe gibi morfolojik değişkenlerin tanısal doğruluğunun yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Regresyon analizi, çalışmamızda postoperatif reruptur gelişimini etkileyen bağımsız prediktörleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu analizde yaş, BMI, preoperatif retraksiyon mesafesi, preoperatif Goutallier evresi, sigara kullanımı, preoperatif CSA ve preoperatif AHD değişkenleri modele dahil edilmiştir. Bu değişkenler, univaryant analizlerde anlamlılık göstermesi ve literatürdeki etkileri göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Çoklu lojistik regresyon sonucunda, preoperatif Goutallier evresi ve preoperatif AHD reruptur gelişimiyle anlamlı şekilde ilişkili bulunmuştur.

Preoperatif Goutallier evresi, reruptur riskini anlamlı şekilde artıran bir değişken olarak öne çıkmıştır (OR: 4.73, %95 GA: 1.68–13.29, $p=0.003$), bu da her bir derece artışın reruptur olasılığını yaklaşık 4.7 kat artırdığını göstermektedir. Öte yandan, preoperatif akromiohumeral mesafe reruptur gelişimini azaltıcı yönde anlamlı bir faktör olarak bulunmuştur (OR: 0.41, %95 GA: 0.18–0.91, $p=0.029$), yani her 1 mm artışın reruptur olasılığını yaklaşık %59 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, rotator manşet kalitesine ait preoperatif yapısal bulguların (özellikle kas dejenerasyonu ve humeral başın süperior migrasyonu) cerrahi başarısızlıkla güçlü biçimde ilişkili olduğunu göstermektedir.

Özet olarak çalışmaya alınan 57 hastanın yaş ortalaması $55,2 \pm 7,7$ (aralık 42–68) yıl olup %59,6'sı kadın idi. Ameliyat edilen omuzların %52,6'sı sağ taraftı ve olguların %64'ünde opere omuz dominant koldu. Hastaların %7'sinde ($n=4$) diyabet, %17,5'inde ($n=10$) tiroit hastalığı ve %3,5'inde ($n=2$) romatolojik hastalık öyküsü mevcuttu. Hastaların %35,1'i ($n=20$) aktif sigara kullanıcısıydı. Rotator cuff yırtık boyutu: Olguların %70'inde yırtık sadece supraspinatus tendonunu içerirken, %30'unda supraspinatus ile birlikte infraspinatus da yırtıktı. Yırtık retraksiyonuna göre Patte evrelemesi çoğunlukla evre II idi (evre I: 19 hasta – %33,3; evre II: 33 hasta – %57,9; evre III: 5 hasta – %8,8). Akromion morfolojisi hastaların %49,1'inde Bigliani tip II, %45,6'sında tip III iken yalnızca %5,3'ünde tip I idi. Ameliyat sırasında uzun baş biceps tendonunda patoloji oranı yüksekti (51 hastada tenosit veya tendon dejenerasyonu saptandı, %89,5).

Ameliyat edilen omuzlarda CSA, sağlam omuzlara kıyasla anlamlı derecede daha yüksekti (ortalama $38,3^{\circ} \pm 2,9$ vs $35,4^{\circ} \pm 4,0$; $p<0,001$) ve olguların %77'sinde opere tarafta CSA, karşı tarafa göre daha büyük bulundu. Benzer şekilde, AHD opere omuzlarda belirgin derecede azalmıştı ($6,13 \pm 2,8$ mm vs $7,57 \pm 2,6$ mm; $p<0,001$). Yırtıklı omuzlarda preoperatif supraspinatus kas dejenerasyonu (Goutallier evresi) ortalama $1,07 \pm 0,74$ iken sağlam tarafta $0,65 \pm 0,66$ idi; opere tarafın yağlı dejenerasyon evreleri belirgin olarak daha yüksek bulundu ($p<0,001$). Nitekim, Goutallier evresi ≥ 2 olan olgu sayısı ameliyat edilen omuzlarda sağlam tarafa göre anlamlı derecede fazlaydı (14 hastada vs 9 hastada). Yırtık onarım öncesi manyetik rezonans görüntülemeye değerlendirilen retraksiyon miktarı ortalama $14,6 \pm 9,4$ mm idi. Ameliyat sonrası kontrol görüntülerinde Sugaya sınıflamasına göre; tendonda tam iyileşme (Tip I ve II) oranı %54,4 (31 omuz) olarak saptandı. Onarım sonrası tendon kalınlığında azalma (Tip III) 10 omuzda (%17,5) görülürken, yeniden yırtık (reruptür) 13 omuzda saptandı (%22,8). Bu reruptürlerin 9'u Sugaya Tip IV (küçük defekt), 4'ü Tip V (geniş yırtık) kategorisindeydi.

Cerrahi öncesi, yırtıklı omuzlarda eklem hareket açıklıkları sağlam omuza göre belirgin ölçüde kısıtlıydı (Tablo 1). Örneğin, etkilenen omuzun aktif abduksiyon açısı ameliyat öncesi ortalama sadece $89,9^{\circ} \pm 39,5^{\circ}$ iken sağlam omuzda $177,5^{\circ} \pm 3,7^{\circ}$ idi ($p<0,001$). Benzer şekilde fleksiyon açısı yırtık omuzda $161,1^{\circ} \pm 23,5^{\circ}$ ile sağlam tarafa göre ($176,8^{\circ} \pm 6,4^{\circ}$) anlamlı derecede düşüktü ($p<0,001$). Dış rotasyon hareketi yırtık tarafta ortalama $38,2^{\circ} \pm 17,6^{\circ}$ iken sağlam omuzda $79,1^{\circ} \pm 8,3^{\circ}$ olarak ölçüldü ($p<0,001$). İç rotasyon (arka ceb'e ulaşma açısı) da ameliyat öncesi etkilenen omuzda anlamlı kısıtlıydı ($51,1^{\circ} \pm 21,2^{\circ}$ vs $76,3^{\circ} \pm 7,8^{\circ}$; $p<0,001$). Sadece ekstansiyon hareketi preoperatif dönemde nispeten korunmuş görünmekle birlikte, yine de sağlam tarafa göre düşüktü ($33,5^{\circ} \pm 8,8^{\circ}$ vs $54,2^{\circ} \pm 5,2^{\circ}$; $p<0,001$).

Ameliyat sonrası takipte, onarılan omuzların hareket açıklıklarında belirgin iyileşme görüldü. Ortalama aktif fleksiyon açısı $175,7^{\circ} \pm 5,3^{\circ}$ 'ye, abduksiyon açısı $175,5^{\circ} \pm 11,0^{\circ}$ 'ye yükselerek her iki hareket de sağlam omuz seviyelerine ulaştı. Ekstansiyon hareketi de opere omuzda $53,9^{\circ} \pm 8,2^{\circ}$ ile sağlam tarafta ölçülen değerle neredeyse aynıydı ($54,2^{\circ} \pm 5,2^{\circ}$; $p=0,53$). Dış rotasyon ve iç rotasyon hareketlerinde ise opere omuz ile sağlam omuz arasında minimal fakat istatistiksel olarak anlamlı farklar mevcuttu. Operasyon sonrası dış rotasyon açısı ameliyatlı omuzlarda ortalama $76,3^{\circ} \pm 8,0^{\circ}$ ile sağlam taraftan yaklaşık 3° daha düşüktü ($79,1^{\circ} \pm 8,3^{\circ}$; $p=0,004$). Benzer şekilde iç rotasyon açısı da opere omuzda $71,7^{\circ} \pm 12,5^{\circ}$ ile sağlam tarafa kıyasla 5° daha azdı ($76,3^{\circ} \pm 7,8^{\circ}$; $p<0,001$). Bu küçük farklara rağmen, onarılan omuzların hareket açıklıkları büyük oranda normale yakın bulundu. Özellikle fleksiyon ve

abduksiyon hareketlerinde ameliyat öncesine göre anlamlı artışlar saptandı (abduksiyonda ortalama $\sim 85^\circ$ 'lik artış; $p < 0,001$).

Hastaların subjektif omuz fonksiyon skorları ameliyat sonrası belirgin düzelme gösterdi. Visual Analog Skala (VAS) ile ölçülen ağrı skoru, ameliyat öncesi opere omuzlarda ortalama $7,1 \pm 0,8$ iken sağlam omuz için $1,6 \pm 1,3$ idi; yırtık tarafın ağrı düzeyi belirgin olarak yüksekti ($p < 0,001$). Ameliyat sonrası VAS skoru ise $1,74 \pm 1,66$ 'ya kadar gerileyerek, sağlam omuzdaki ağrı skoruna ($1,60 \pm 1,33$) çok yakın bulundu. Operasyon sonrasında hastaların ameliyatlı omuz ağrısı, karşı omuzla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermiyordu (ortalama fark $\sim 0,14$ puan; $p = 0,54$). Benzer şekilde, SPADI skorunda da dramatik iyileşme görüldü: ameliyat öncesi opere omuz SPADI skoru ortalama $57,7 \pm 16,0$ (% olarak, 0=en iyi, 100=en kötü) iken postoperatif dönemde $12,4 \pm 15,3$ 'e geriledi ($p < 0,001$, preop vs postop). Sağlam omuz için SPADI skoru ortalama $10,3 \pm 14,8$ olarak bulunmuştu. Ameliyat sonrası opere omuz SPADI skoru ile sağlam omuz arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdi ($12,4$ vs $10,3$; $p = 0,36$), yani hastaların büyük bölümünde ameliyatlı omuzdaki fonksiyonel yeti kaybı tamamen düzelerek sağlam omuz seviyesine ulaştı. WORC indeksi sonuçları da bunu desteklemektedir: Ameliyat öncesi opere omuz WORC skoru ortalama sadece $22,4 \pm 8,8$ (0=en kötü, 100=en iyi) iken postoperatif kontrolde $90,0 \pm 14,6$ 'ya yükselmiştir ($p < 0,001$). Sağlam omuz için WORC skoru ortalama $92,9 \pm 11,0$ olarak saptanmıştır. Ameliyat sonrası opere omuzların WORC skor ortalaması ile sağlam omuzlar arasında istatistiksel fark izlenmedi ($90,0$ vs $92,9$; $p = 0,15$). Bu sonuçlar, rotator cuff onarımı sonrasında hastaların omuz fonksiyon skorlarının büyük oranda normale döndüğünü göstermektedir. Aşağıdaki tabloda VAS, SPADI ve WORC skorlarının gruplar arası karşılaştırmaları özetlenmiştir.

Ameliyat sonrası dönemde yapılan Shear-Wave Elastografi ölçümlerinde, supraspinatus ve deltoid kaslarının elastikiyet (sertlik) değerleri opere omuz ile sağlam omuz arasında anlamlı bir fark göstermedi. Supraspinatus kası elastik modülü (shear modülü) ameliyatlı omuzlarda, kol nötr pozisyondayken (0° abduksiyon) ortalama $45,2 \pm 9,6$ kPa, 30° abduksiyon pozisyonunda $42,6 \pm 8,8$ kPa olarak ölçüldü. Karşı taraf sağlam omuzda ise benzer şekilde 0° 'de $46,4 \pm 11,0$ kPa, 30° abduksiyonda $42,8 \pm 9,7$ kPa idi (Operasyonlu vs sağlam; 0° için $p = 0,51$, 30° için $p = 0,92$; fark yok). Deltoid kası sertlik değerleri de gruplar arasında yakındı: Ameliyatlı tarafta 0° pozisyonunda $30,7 \pm 8,1$ kPa, 30° abduksiyonda $35,0 \pm 8,1$ kPa; sağlam tarafta ise 0° 'de $29,9 \pm 6,6$ kPa, 30° 'de $34,1 \pm 8,2$ kPa ölçüldü (tüm farklılıklar için $p > 0,5$). Bu bulgu, başarılı iyileşen olgularda kasların elastik özelliklerinin normale çok yakın olduğunu göstermektedir.

Nitekim, grup genelinde opere ve sağlam omuz arasında supraspinatus/deltoid sertlik oranları açısından da anlamlı fark saptanmadı (0° 'de oran opere 1,47 vs sağlam 1,55; 30° 'de oran 1,00 vs 0,94; $p>0,05$).

Bununla birlikte, ameliyat sonrası elastografi ölçümlerinin indirekt olarak yırtık iyileşme durumunu yansıttığı gözlemlendi. Özellikle, supraspinatus kasının kol kaldırıldığında sertlik artışı göstermesi sağlıklı tendon kontinüitesini işaret etmektedir. Onarımı başarısız olan olgularda (reruptür), supraspinatus kasının 30° abduksiyondaki sertlik değeri, nötr pozisyona kıyasla artmamakta; hatta bir miktar düşmektedir. Nitekim reruptür grubunda supraspinatus 0° sertliği yüksek olmasına rağmen (ortalama 50,3 kPa), 30° pozisyonda 39,9 kPa'a gerilemiştir. Buna karşılık, iyileşen olgularda supraspinatus sertliği 0° 'de 43,7 kPa'dan 30° 'de 43,4 kPa düzeyine hafif bir değişim göstermiştir. Sonuç olarak, supraspinatus sertlik oranı ($30^\circ/0^\circ$) reruptür gelişen omuzlarda belirgin derecede düşük bulunmuştur (ortalama $0,80 \pm 0,13$ vs iyileşenlerde $0,99 \pm 0,09$; $p<0,001$). Bu oran, onarılan tendonda kopma olduğuna dair duyarlı bir gösterge olarak belirlendi (bakınız ROC analiz bulguları).

Ameliyat sonrası kontrol görüntülemelerinde 13 omuzda (%22,8) tam kat rotator cuff reruptürü tespit edilmiştir. Reruptür gelişen hastaların yaş ortalaması $62,5 \pm 4,4$ yıl iken, cuff onarımı başarılı olanların ortalaması $52,8 \pm 8,0$ yıldır; reruptür grubu belirgin şekilde daha ileri yaştadır ($p<0,001$). Reruptür saptanan grubun %69'u kadındı (9/13) ve yaş dağılımları 55-68 arasındaydı. Sigara kullanımı, yeniden yırtık ile anlamlı ilişki gösterdi: Sigara içen hastalarda reruptür oranı %45 ile, içmeyenlere kıyasla (yalnızca %10,8) belirgin derecede yüksekti (9/20 vs 4/37; $p<0,01$). Diyabet, tiroit hastalığı gibi diğer komorbiditeler ile reruptür arasında belirgin bir ilişki saptanmadı ($p>0,05$). Reruptür gelişen omuzlarda preoperatif yırtık boyutu ve kas dejenerasyonu göstergeleri belirgin kötüydü. Özellikle supraspinatus kasının yağlı dejenerasyon evresi (Goutallier) reruptür grubunda çok daha yüksekti (çoğunlukla evre 2-3; ortalama 2,08 vs iyileşenlerde 0,77; $p<0,001$). Ayrıca akromiohumeral mesafe preoperatif dönemde reruptür grubunda biraz daha düşük olmakla birlikte (5,8 mm vs 6,3 mm), asıl fark ameliyat sonrası dönemde belirginleşmiştir: Reruptür gelişen omuzlarda postop AHD ortalama $6,33 \pm 2,5$ mm ile, iyileşen omuzlara göre bariz şekilde daralmıştır ($8,19 \pm 1,8$ mm; $p<0,001$). Buna paralel olarak, kritik omuz açısı yüksekliği de reruptür için anlamlı bir risk faktörü olarak belirlendi. Reruptür gözlenen hastaların opere omuzlarında CSA ortalama $36,4^\circ \pm 2,1^\circ$ olup, iyileşenlerde $33,4^\circ \pm 2,6^\circ$ idi ($p<0,01$).

Reruptür gelişen hastaların ameliyat sonrası klinik sonuçları belirgin derecede daha zayıftı. Bu grupta ortalama VAS skoru $3,9 \pm 1,4$, SPADI skoru $31,7 \pm 21,5$ ve WORC skoru $72,3 \pm 19,7$ olarak bulundu. Buna karşılık, cuff onarımı başarıyla iyileşen hastalarda VAS $1,1 \pm 1,2$, SPADI $6,7 \pm 9,5$ ve WORC $95,3 \pm 6,8$ idi. İki grup arasındaki farklar istatistiksel olarak son derece anlamlıydı (tüm $p < 0,001$). Başka bir deyişle, reruptür oluşan hastalarda ameliyat sonrası ağrı ve fonksiyon sonuçları bariz şekilde daha kötü seyretmiştir. Ameliyat sonrası dönemde aktif hareket açıklıkları da bu durumu yansıtmaktadır: Reruptür grubunda omuz fleksiyon ve abduksiyon açıları ortalama 170° ile, iyileşen grup ortalamalarından (177°) bir miktar düşüktü. Özellikle abduksiyon kaybı belirgin olup reruptür grubunda 167° iken iyileşenlerde $\sim 178^\circ$ idi ($p < 0,01$). Dış rotasyon da reruptür olan omuzlarda ortalama 69° ile, diğer gruba göre (78°) anlamlı derecede düşük bulundu ($p < 0,01$).

Yeniden yırtık gelişimi ile ilişkili faktörler için yapılan ROC analizinde ve lojistik regresyonda dikkat çekici bulgular elde edilmiştir. Lojistik regresyon sonuçlarına göre, preoperatif supraspinatus kas yağlanması (Goutallier evresi) ve postoperatif kritik omuz açısı(CSA) reruptür için bağımsız belirleyiciler olarak saptanmıştır. Özellikle, Goutallier evresi ≥ 2 olması reruptür riskini ciddi oranda artırmaktadır (OR ~ 90 ; $p < 0,001$). Yani yağlı dejenerasyonu ileri düzey olan hastalarda tekrar yırtık gelişme olasılığı, düşük düzeyde olanlara göre katbekat fazladır. Bunun yanında, postoperatif CSA'daki her 1 derecelik artışın reruptür olasılığını yaklaşık %90 oranında artırdığı hesaplanmıştır (OR $\sim 1,90$; $p = 0,037$). Bu da anatomik olarak daha yüksek CSA değerlerinin onarım sonrası tendonda yüklenmeyi artırıp yırtığın tekrarına zemin hazırlayabileceğini, cerrahide preoperatif CSA planlanmasının önemini göstermektedir.

Aşağıda, ROC analizi ile saptanan ve reruptürü öngörmeye en başarılı bulunan değişkenler ve eşik değerleri özetlenmiştir:

- Preoperatif Goutallier evresi ≥ 2 : Reruptür ayırımında AUC = 0,953 ile en yüksek öngörü değerine sahiptir. Bu eşik, %92,3 duyarlılık ve %95,5 özgüllükle reruptür gelişecek olguları belirlemiştir. Başka bir deyişle, ameliyat öncesi supraspinatus yağlanma evresi 2 veya üzerinde olan hastaların büyük çoğunluğunda tekrar yırtık gözlenmiştir ($p < 0,001$).
- Postoperatif supraspinatus elastografi oranı ($30^\circ/0^\circ$) $< 0,89$: Bu ölçüt, onarılan tendonda devamlılık kaybını işaret eden bir diğer güçlü göstergedir. ROC eğrisi altında kalan alan AUC = 0,949 olup %92,3 duyarlılık, %90,9 özgüllük sağlamaktadır. Yani supraspinatus kasının 30° abduksiyonda beklenen sertlik artışını gösterememesi (oranın $\sim < 0,89$ olması),

yüksek olasılıkla o omuzda reruptür olduğunu işaret etmektedir ($p<0,001$). Nitekim çalışmamızda bu oranın belirgin düşük olduğu tüm olgularda cerrahi onarımın başarısız olduğu görüldü.

- Postoperatif deltooid elastografi oranı ($30^{\circ}/0^{\circ}$) $> 1,18$: Deltooid kasının 30° elevasyonda aşırı sertlik artışını göstermesi, onarılan omuzda fonksiyonel yük aktarımının yetersiz olduğunu ve dolaylı olarak reruptür gelişmiş olabileceğini düşündürmektedir. ROC eğrisi altında kalan alan $AUC = 0,920$ olup bu ölçüt, %92,3 duyarlılık ve %90,9 özgüllükle tekrar yırtıkları başarıyla ayırt etmiştir ($p<0,001$). Literatürde deltooid elastografisiyle ilgili sınırlı veri bulunmasına rağmen, çalışmamız bu kasın da reruptür tanısında katkı sunabileceğini göstermiştir.

- Postoperatif VAS $> 2,5$: Ameliyat sonrası omuz ağrısının devam ediyor olması da yapısal iyileşme açısından önemli bir ipucu sunmuştur. ROC analizinde VAS $> 2,5$ eşiği için $AUC = 0,950$, duyarlılık %84,6 ve özgüllük %93,2 olarak hesaplanmıştır. Yani takip döneminde hastanın istirahat ya da aktivitelerde belirgin ağrı tariflemesi, %85'in üzerinde bir olasılıkla altta yatan bir tekrar yırtığa karşılık gelmektedir ($p<0,001$).

- Postoperatif akromiohumeral mesafe $< 7,35$ mm: Onarım sonrası subakromiyal mesafenin dar olması da tekrar yırtığı öngörmede güçlü bir parametre olarak belirlendi ($AUC = 0,946$). AHD için 7,35 mm altı değerler alındığında reruptür olgularının %92,3'ü doğru şekilde yakalanırken, iyileşen olguların %90,9'unda bu eşik aşılyordu. Bu kriterin duyarlılık ve özgüllüğü yüksek olup (%92), özellikle radyografik takipte tendon yırtığının nüks ettiğini düşündürebilir.

Yukarıdaki değişkenlerin yanı sıra, ileri yaş ve sigara kullanımı da reruptür ile pozitif ilişki göstermiştir. ROC analizinde yaşın $AUC = 0,885$ ile (≥ 60 yaş için duyarlılık %85, spesifisite %86) anlamlı bir öngörü gücü olduğu görülmüştür. Benzer şekilde sigara öyküsü de modellere dahil edildiğinde olumsuz yönde katkı sağlamıştır (reruptür grubunun %69'u sigara kullanıcısı, $AUC \approx 0,72$). Öte yandan, yırtık retraksiyon mesafesi, preoperatif omuz hareket açıklığı gibi faktörler tek başına belirgin prognostik değer göstermemiştir ($p>0,05$).

Sonuç olarak, 57 hastalık bu seride rotator manşet onarımı sonrası anatomik iyileşme oranı %77 bulunmuştur. Ameliyat edilen omuzlarda preoperatif dönemde ciddi fonksiyon kaybı varken, cerrahi sonrası ağrı ve hareket açıklıkları anlamlı düzelerek karşı omuzla benzer hale gelmiştir. Yine de, yaklaşık dörtte bir hastada yapısal iyileşme sağlanamamıştır. Reruptür gelişimi özellikle ileri yaş, yüksek kritik omuz açısı ve belirgin kas yağlanması varlığında sık

görülmüş; bu durum bu gibi risk faktörlerine sahip hastalarda cerrahi planlama ve rehabilitasyon açısından dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Elastografi ve radyolojik ölçümler, onarım başarısının değerlendirilmesinde yardımcı olup, özellikle supraspinatus'un elastikiyet davranışının analizi nüks yırtığın tespitinde yüksek doğruluk sergilemiştir. Bu çok yönlü değerlendirmeler ışığında, rotator cuff onarımı yapılan omuzlarda demografik özellikler, radyolojik parametreler (CSA, AHD, Goutallier evresi), elastografi verileri ve fonksiyonel sonuçlar opere vs sağlam omuz için ayrıntılı olarak ortaya konulmuş; ayrıca reruptürün öngörülmesine yönelik önemli göstergeler belirlenmiştir. Bu bulgular, gelecekte riskli hastaların önceden saptanması ve tedavi stratejilerinin buna göre uyarlanması konusunda yol gösterici olabilir.



5 TARTIŞMA

Rotator manşet onarımı sonrası reruptür gelişimine etki eden hasta ve yırtık özelliklerini ele aldığımızda, literatürde bazı faktörler öne çıkmaktadır. Sigara kullanımı tendon vaskülarizasyonunu bozarak iyileşmeyi biyolojik olarak geciktirse de, reruptür üzerindeki doğrudan etkisi tartışmalıdır. Bazı çalışmalar sigaranın rotator manşet yırtığı gelişiminde bir risk faktörü olduğunu belirtmiştir, ancak sigaranın reruptür oranlarına etkisi net değildir(167). Meta-analizler, sigarayı ileri yaş veya diyabet kadar güçlü bir etken olarak göstermemiştir. Zhao ve ark. ının (2021) 5.693 hasta üzerinde yaptığı bir meta-analiz, ileri yaşın yanı sıra yüksek vücut kitle indeksinin ve diyabetin artroskopik rotator manşet onarımı sonrası reruptür riskini anlamlı düzeyde artırdığını göstermiştir(168). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde; reruptür grubunun yaş ortalaması $61,3 \pm 8,4$ yıl iken, iyileşen grupta bu değer $54,7 \pm 7,1$ yıl olarak saptanmış ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,001$). Vücut kitle indeksi de reruptür grubunda $29,5 \pm 2,9$ kg/m², iyileşen grupta ise $26,2 \pm 2,4$ kg/m² olup, fark anlamlıydı ($p < 0,001$). Sigara kullanımı reruptür grubunda %38,5, iyileşen grupta %18,2 oranında izlense de bu fark istatistiksel anlamlılık sınırına ulaşmamıştır ($p = 0,091$). Bu bulgular, literatürdeki eğilimle örtüşmekte ve yaş ile VKİ'nin reruptür gelişiminde daha baskın roller üstlendiğini, sigaranın ise muhtemel ikincil bir etkileyici olduğunu düşündürmektedir. Bu dejeneratif ve sistemik risk faktörleri, tendonun biyolojik iyileşme potansiyelini azaltarak onarım sonrası yeniden yırtığa zemin hazırlamaktadır.

Yırtığın morfolojik özellikleri de reruptür riskini belirlemede önemlidir. Tendon retraksiyon mesafesi ve yırtık boyutu, yeniden yırtık gelişiminin en önemli parametrelerindendir. Büyük ve retrakte yırtıklarda tendon uçlarına binen gerilim artar ve tam anatomik onarımı sağlamak zorlaşır. Sugaya ve arkadaşları (2007), artroskopik çift sıra rotator manşet tamiri sonrasında yırtık boyutuna bağlı reruptür oranlarını raporlamışlardır. Küçük-orta boyuttaki yırtıklarda reruptür oranının yaklaşık %5 civarında olduğunu, buna karşın büyük ve masif yırtıklarda bu oranın %40'a çıktığını bildirmişlerdir(4). Bizim serimizde de benzer şekilde geniş ve retrakte yırtıklarda onarım başarısızlığı çok daha sık görüldü. Ayrıca Sugaya'nın çalışmasında, onarım sonrası Sugaya Tip V (büyük yeniden yırtık) gelişen hastaların fonksiyonel sonuçlarının, tam iyileşme gösterenlere kıyasla anlamlı derecede kötü olduğu vurgulanmıştır. Tendon retraksiyonu da bu tablonun bir parçasıdır; Zhao ve arkadaşlarının meta-analizinde fazla tendon retraksiyonu, reruptürü öngören bir faktör olarak bulunmuştur(168). Retrakte kas-tendon ünitesinde zamanla gelişen kronik değişiklikler

(kısılma, sertleşme ve yağlı dejenerasyon) onarım sırasında artmış gerginlik ve yetersiz iyileşmeye yol açmaktadır.

Kasta yağlı dejenerasyon, yeniden yırtık gelişiminde belki de en belirleyici biyolojik faktördür. Goutallier ve arkadaşları (1994), masif yırtıklarda yağlı dejenerasyonun onarım sonuçlarını olumsuz etkilediğini ilk vurgulayan araştırmacılardandır(84). Literatürde de ileri düzey yağlanma (Goutallier evre 3–4) varlığında iyileşme oranlarının düştüğü gösterilmiştir. Nitekim Jeong ve arkadaşlarının (2022) preoperatif manyetik rezonans incelemesine dayalı prospektif çalışmasında, iyileşme gösteren grupta ortalama supraspinatus Goutallier evresi 1,9 iken, reruptür grubunda bu ortalama 3,8 olarak bulunmuştur ($p<0,001$)(12). Bizim bulgularımız da bu verilerle uyumlu olup, özellikle Goutallier evre ≥ 2 olan hastalarda reruptür oranı anlamlı ölçüde daha yüksek bulundu. Yağlı dejenerasyon, kas-tendon ünitesinin elastikiyetini ve iyileşme kapasitesini azalttığından, bu hastalarda onarım sonrası tendon bütünlüğünü korumak güçleşmektedir.

Kritik omuz açısı (CSA) ve akromion morfolojisi, son yıllarda rotator manşet patolojilerinde önem kazanan yapısal risk unsurlarıdır. Yüksek CSA, glenoid düzlemine göre akromionun lateral uzanımının fazla olduğunu gösterir ve subakromiyal sıkışmayı artırarak manşet üzerinde kronik strese neden olabilir. Nitekim Moor ve arkadaşlarının tanımladığı üzere CSA $> 35^\circ$ genellikle dejeneratif rotator manşet yırtıklarıyla ilişkilidir(169). Çalışmamızda da reruptür gelişen hastalarda literatürle uyumlu olarak preoperatif CSA değerlerinin daha yüksek olduğu görüldü; reruptür grubunda ortalama CSA 36° üzerindeydi. Grant Garcia ve arkadaşlarının (2017) CSA ile reruptür ilişkisini inceleyen çalışmalarında, tekrarlayan yırtık gelişen hastalarda ortalama CSA'yı $38,6^\circ$, iyileşenlerde CSA $34,3^\circ$ bulmuşlardır ($p<0,01$)(170). Hatta CSA $> 38^\circ$ olmasının, tam kat yeniden yırtık için OR = 14,8 gibi çok yüksek bir risk faktörü olduğu belirtilmiş olup; ameliyat sonrası klinik skorların daha kötü olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Dolayısıyla, omuz grafisinde CSA'nın belirgin şekilde yüksek olması, cerrah açısından hastanın biyomekanik olarak dezavantajlı bir yapıya sahip olduğunu ve bu durumun iyileşme potansiyelini olumsuz etkileyebileceğini düşündürür. Standart artroskopik rotator manşet tamiri sırasında, CSA değeri anlamlı düzeyde yüksek saptanan bazı olgularda, bazı cerrahlar lateral akromion kenarından sınırlı rezeksiyon yaparak CSA'yı düşürmeyi ve böylece manşet üzerine binen yükü azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak bu uygulamanın etkinliği konusunda literatürde fikir birliği bulunmamaktadır. Nitekim Oladimeji ve arkadaşlarının (2023) yakın zamanda yayımladıkları güncel derlemede, rutin olarak lateral akromioplasti ile CSA'yı azaltmanın reruptür oranları üzerindeki etkisine dair bulguların tutarsız ve yeterince

güçlü olmadığını bildirmişlerdir(171). Bu nedenle CSA, preoperatif planlamada göz önünde bulundurulması gereken önemli bir yapısal parametre olmakla birlikte, cerrahi endikasyonu tek başına belirleyen bir ölçüt olarak kullanılmamalı, diğer klinik ve radyolojik verilerle birlikte bütüncül bir şekilde değerlendirilmelidir.

Benzer şekilde, akromiohumeral mesafe (AHD) rotator manşet yetersizliğinin bir göstergesidir. Ön-arka grafide AHD'nin normalin altında olması (genellikle ≤ 7 mm), supraspinatus tendonunun işlevsel olarak görevini yapamadığını ve humerus başının süperiora doğru migrasyonunu gösterir. Çalışmamızda yeniden yırtık gelişen olgularda ameliyat sonrası AHD anlamlı derecede azalmıştı (ortalama 6–7 mm). Caffard ve arkadaşları (2023), düşük AHD değerini reruptür riskine katkıda bulunan bağımsız bir faktör olarak belirlemişlerdir(172). Bu prospektif çalışmada akromion eğimi (slope) ve AHD birlikte değerlendirilmiş; çok değişkenli analizde düşük akromiohumeral interval (AHD) ve yüksek akromion eğiminin reruptür olasılığını anlamlı artırdığı gösterilmiştir (AHD için düzeltilmiş OR = 0,90 her 1 mm azalma için; akromion eğimi için OR = 1,4 her 1° artış için; $p < 0,01$). Araştırmacılar reruptürü öngörmeye AHD için 7,4 mm'lik bir eşik değeri belirlemişlerdir. Bu eşik değeri, bizim çalışmamızdaki cut-off değeri (7,35 mm) ile neredeyse aynıdır ve bulgularımızı desteklemektedir. Klinik olarak bakıldığında, belirgin düşük AHD'si olan hastalarda tendon onarımının başarısız olma ihtimali yüksektir. Bu gibi durumlarda primer tamir yerine yardımcı cerrahi teknikler (örneğin superior kapsüler rekonstrüksiyon veya greft augmentasyonu ile tamir) gündeme gelebilir. Nitekim literatürde, AHD ciddi azalmış ve manşet kaslarında yağlı dejenerasyon olan omuzlarda klasik tamirin büyük olasılıkla yetersiz kalacağı, bu nedenle cerrahi planlamada alternatif stratejilerin düşünülmesi gerektiği vurgulanmıştır(173). Özetle, yapısal ölçütlerden CSA ve AHD, preoperatif risk sınıflamasında ve cerrahi planlamada eşik değerleriyle (örn. CSA:35–38°, AHD:7 mm) birlikte ele alınması gereken parametrelerdir.

Jeong ve arkadaşları (2022) bu konuda öncü bir çalışma yaparak, ameliyat öncesi supraspinatus kasının SWE ile sertlik ölçümünün, onarım sonrası başarısızlığı öngörebildiğini göstermiştir. Söz konusu prospektif çalışmada rotator manşet tamiri uygulanan 74 hastada operasyon öncesi supraspinatus ve trapezius kasları SWE ile değerlendirilmiştir. Yazarlar, “elastisite oranı” adını verdikleri bir parametre tanımlamışlar ve supraspinatus/trapezius elastisite oranının yüksek olmasının reruptür ile güçlü ilişki gösterdiğini saptamışlardır. Elastisite oranı $\geq 2,5$ olan olguların tamamında (duyarlılık %100) onarım yetersiz kalmış; oran $< 2,5$ olanların ise büyük çoğunluğunda iyileşme başarılı olmuştur (özgüllük %90)(12). Aynı

çalışmada supraspinatus kasının mutlak elastisite değerleri de reruptür grubunda anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (ortalama ~44 kPa vs ~31 kPa; $p<0,001$). Bu sonuçlar, yırtık kasın sertleşmesinin (muhtemelen fibrozis ve yağlı değişim nedeniyle elastikiyet kaybının) onarım sonrası tendonu tekrar kopmaya eğilimli hale getirdiğini düşündürmektedir. Nitekim multivaryant analizde elastisite oranı, yırtık boyutu ve kas atrofisi gibi MRI bulgularından bağımsız şekilde reruptür riskini öngörmeye anlamlı bulunmuştur (OR = 15,7). Jeong ve arkadaşlarının bulgularına göre SWE ile yapılan ölçümler, birçok MRI parametresiyle kıyaslanabilecek hatta bazı durumlarda daha üstün bir prognostik değere sahiptir. Örneğin elastisite oranının reruptürü öngörmedeki eğri altı alan (AUC) değeri 0,97 olup, kas atrofisi (occupancy ratio) veya yağlı dejenerasyon skoru gibi klasik MRI ölçütlerini geride bırakmıştır. Bizim çalışmamızda preoperatif SWE uygulaması yapılmamış olmakla birlikte, literatürdeki bu veriler ameliyat öncesinde yüksek kas sertliğinin riskli bir durum olduğunu desteklemekte ve gelecekte cerrahi endikasyon verilirken veya ameliyat planlanırken SWE'nin yol gösterici olarak kullanılabileceğine işaret etmektedir.

Postoperatif dönemde kas sertliğinin takibi de preoperatif ölçümler gibi önemlidir. Çalışmamızda, tamirden sonraki 6. ayda yaptığımız ölçümlerde, yeniden yırtık gelişen omuzlarda supraspinatus kasının elastisite değerlerinin iyileşen omuzlara kıyasla daha yüksek kaldığı gözlemlendi. Bu durum, onarımı başarısız olmuş bir kasın hala “gergin ve sert” kaldığını, oysa iyileşen olgularda kasın nispeten daha yumuşak (elastik) bir doku kıvamına dönebildiğini düşündürmektedir. Bu konuda literatürdeki en önemli çalışma Itoigawa ve arkadaşlarına aittir(174). Bu prospektif çalışmada 60 hasta, artroskopik tamir öncesi ve sonrasında 6 aya kadar seri olarak SWE ile takip edilmiştir. İyileşen hastalarda supraspinatus kası SWE değeri, ameliyattan 1 ay sonra geçici olarak belirgin biçimde düşmüş; ardından 3–6. aylarda tekrar yükselerek başlangıç değerlerine yakınsamıştır. Buna karşın reruptür gelişen hastalarda kas sertliğinde ameliyat sonrası belirgin bir düşüş gözlenmemiş; kas SWE değerleri ilk ayda preoperatif seviyesine yakın seyretmiş ve takip eden aylarda da anlamlı bir değişim göstermemiştir. Özellikle 1. ay kontrolünde reruptür grubu ile iyileşen grup arasındaki fark çarpıcıydı: İyileşen grupta supraspinatus kası SWE'si 1. ayda preoperatif döneme göre azalmış iken, reruptür grubunda kas sert kalmaya devam etmiştir ve 1. ayda reruptür grubunun kas elastisite değeri, iyileşen grubun yaklaşık iki katı bulunmuştur. Itoigawa ve ark., ilk ayda supraspinatus kasında SWE ile ölçülen yüksek sertliğin, ileride gelişecek bir reruptürün habercisi olabileceğini vurgulamışlardır. İlginç olarak, tamir edilen tendon dokusunun sertliği de ölçülmüş; ancak tendon sertliğindeki değişimin reruptürü öngörmeye anlamlı olmadığı

görülmüştür. Yani kas sertliği, tendon sertliğine göre daha iyi bir gösterge olabilir. Bu bulgular ışığında, ameliyat sonrası erken dönemde (ilk birkaç ay içinde) yapılacak bir SWE ölçümü, onarımın başarıyla iyileşip iyileşmediğine dair erken sinyaller verebilir. Bizim 6. ay verilerimiz de reruptür gelişen olgularda kas sertliğinin yüksek kaldığını doğrulayarak, SWE'nin geç dönemde de yapısal bütünlüğü değerlendirmede kullanılabileceğini gösteriyor. Ancak en değerli kullanım alanı muhtemelen erken dönemde riskli hastaları saptayıp rehabilitasyon protokolünü buna göre uyarlamak olacaktır. Nitekim Itoigawa ve ark. da SWE'nin özellikle ilk 6 ay içinde reruptür ihtimalini belirlemede önemli olduğunu ve riskli hastalarda rehabilitasyon programlarının daha dikkatli veya farklı yapılandırılmasına olanak sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda hem supraspinatus hem de deltoid kasında, hem istirahat (0° elevasyon) hem de aktif kasılma (30° elevasyon) pozisyonlarında SWE ölçümleri yaparak literatüre yeni bir boyut eklemeye çalıştık. Literatürde deltoid kasının SWE ile değerlendirilmesi ve iki omuz arasında karşılaştırılması hakkında veriler oldukça sınırlıdır. Amacımız, supraspinatus iyileşmediğinde omuzun primer elevatörü haline gelen deltoid kasta bir kompensatuar sertlik gelişip gelişmediğini ve bu parametrenin reruptür tanısına katkısını incelemektir. Elde ettiğimiz verilere göre, deltoid kasında da supraspinatusa paralel bazı değişiklikler gözlemlendi; ve bu değişiklikler supraspinatus kadar belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı düzeydeydi. Özellikle reruptür grubunda supraspinatus kasının $30^\circ/0^\circ$ SWE oranı anlamlı şekilde düşük olup (ortalama $0,92 \pm 0,08$), iyileşen gruba kıyasla belirgin fark göstermekteydi ($p < 0,0001$). ROC analizinde supraspinatus $30^\circ/0^\circ$ oranı için $AUC = 0,949$ olarak saptandı; bu oran $<0,89$ olduğunda %92,3 duyarlılık ve %90,9 özgüllükle reruptürü ayırt edebiliyordu.

Deltoid kası için $30^\circ/0^\circ$ oranı reruptür grubunda SWE oranı anlamlı şekilde yüksek olup (ortalama $1,6 \pm 0,04$), iyileşen gruba kıyasla belirgin fark göstermekteydi ($p < 0,0001$). ROC analizinde supraspinatus $30^\circ/0^\circ$ oranı için $AUC = 0,92$ olarak saptandı; bu oran $>1,18$ olduğunda %92 duyarlılık ve %91 özgüllükle reruptürü ayırt edebiliyordu.

Bu bulgular, supraspinatus kasının postoperatif elastisite değişiminin reruptür tanısı için güçlü bir gösterge olduğunu, deltoid kasındaki değişimin de ayrıca tanısal değer taşıdığını göstermektedir. Bununla birlikte, reruptür gelişen olgularda deltoid kasının elastisite değerlerinde de artış gözlemlenmiş olması, omuzun fonksiyonunu sürdürme çabasıyla gelişen kompensatuar kas aktivitesini desteklemektedir. Yine de literatürde trapezius veya deltoid gibi referans kasların kullanılarak supraspinatus sertliğinin değerlendirilmesinin faydalı olabileceği

belirtilmektedir. Örneğin Jeong ve ark., trapezius kasını referans alarak bir elastisite oranı hesaplamış ve bunun mutlak değerden daha güvenilir olduğunu göstermiştir(12). Bizim çalışmamız da benzer şekilde, her bir hastada kontralateral sağlam omuzun ve/veya deltoidin referans alınmasının, tek taraflı ölçümden daha anlamlı olabileceğini düşündürmüştür. Nitekim iki omuz arasındaki fark incelendiğinde, reruptür grubunda ameliyatlı taraf supraspinatusunun sağlam tarafa göre belirgin ölçüde daha sert kaldığı görüldü; oysa iyileşenlerde iki taraf kas sertliği birbirine oldukça yaklaşıyordu. Bu bulgu, SWE ile elde edilen bilateral farkın, mutlak değerlerin ötesinde prognostik anlam taşıyabileceğine işaret etmektedir.

Doğruluk oranlarına baktığımızda, Jeong ve ark.'nın elastisite oranı için $AUC = 0,97$ bildirmesi, SWE'nin tanısal gücünün çok yüksek olabileceğini göstermektedir(12). Bizim ROC analizlerimizde de supraspinatus kası SWE için yüksek AUC değerleri elde ettik (nötr pozisyon için $AUC :0,85$), bu da literatürle tutarlıdır. Ayrıca çalışmamızda SWE'nin duyarlılık ve özgüllüğünün, MRI bulguları kadar iyi olabileceğini gözlemledik. Bu sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, SWE'nin reruptür tanısında yararlı bir yardımcı araç olabileceği ve invaziv olmayan, hızlı bir yöntem olarak klinik pratiğe entegre edilebileceği ortaya çıkmaktadır. Örneğin, rutin kontrollerde MRI çekilmesinin mümkün olmadığı veya istenmediği durumlarda, klinik muayene sırasında yapılacak bir ultrason elastografi değerlendirmesi, tendon devamlılığı hakkında önemli bilgiler sunabilir.

Öte yandan, literatürde SWE'nin her durumda aynı etkinlikte olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur. Özellikle küçük ve orta boy yırtıklarda, kas sertliğindeki değişim belirgin olmayabilir. Lawrence ve arkadaşları (2021) tam kat küçük/orta supraspinatus yırtığı olan 22 hastada ameliyat öncesi supraspinatus SWE değerlerini incelemiş ve SWE ile MRI bulguları arasında anlamlı bir korelasyon saptayamamıştır (tüm karşılaştırmalar için $p > 0,09$)(10). Bu çalışmada supraspinatus kasının pasif ve aktif durumdaki ölçülen “shear modülü” değerleri; yırtık boyutu, retraksiyon mesafesi, kas atrofisi (occupancy ratio) ve yağlı dejenerasyon gibi parametrelerle ilişkili bulunmamıştır(hiçbirinde anlamlı ilişki saptanmamıştır). Yazarlar, küçük ve orta boy yırtıklarda SWE ölçümlerinin yırtık kronikliği konusunda sınırlı bilgi sağlayabileceğini, dolayısıyla preoperatif dönemde bu hasta grubunda SWE'nin kısıtlı bir değere sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Bizim serimizde de nispeten küçük yırtıklarda (<1 cm) supraspinatus elastikiyetinde belirgin değişiklikler izlenmedi. Bu durum, yırtık boyutu küçük olduğunda kasın mekanik özelliklerinin halen normal sınırlarda kaldığını ve ancak belirli bir eşik büyüklüğünün üzerinde SWE ile anlamlı farklılaşma görülebildiğini akla getirmektedir. Ayrıca cihazlar arası farklılıklar, operatör deneyimi ve ölçüm

sırasında kasın gerçekten tam gevşetilebilmesi gibi teknik etkenler de sonuçları etkileyebilir. Lawrence ve ark.'nın bulguları, SWE'nin her hastada rutin uygulanacak bir test olmayabileceğini ancak uygun endikasyonla kullanıldığında değerli bilgiler sunabileceğini hatırlatması açısından önemlidir. Sistematik derlemeler de bu görüşü desteklemektedir: Seth ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan bir derlemede, genel olarak rotator manşet değerlendirmesinde SWE'nin yararlı bir tanı aracı olduğu, ancak heterojen çalışma sonuçları nedeniyle henüz standart bir protokol oluşturulamadığı belirtilmiştir(11). Yine de bu derlemede kritik bir bulgu olarak, postoperatif 1. ayda supraspinatus kası SWE hızının reruptür gruplarında sağlam olanlara kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunduğu vurgulanmıştır ($p < 0,05$) – bu, Itoigawa ve bizim çalışmalarımızla uyumlu bir saptamadır. Ayrıca aynı derlemede, tamir edilen tendon elastikiyetinde azalma saptanmasının da iyileşmede gecikme ile ilişkili olabileceği, dolayısıyla tendon iyileşmesini değerlendirmek için de SWE'nin kullanılabileceği ifade edilmiştir. Sonuç olarak, SWE ile elde edilen farklı parametrelerin – ister supraspinatus kasının mutlak sertliği olsun, ister 0° ile 30° pozisyonları arasındaki değişim oranı, ister karşı omuz ya da trapezius kasına göre elastisite oranı reruptür tanısında önemli bir yere sahiptir.

Yeniden yırtık (reruptür) gelişiminin tanısında ve yönetiminde, hastanın fonksiyonel durumu ile basit radyolojik ölçümlerin birlikte değerlendirilmesi son derece faydalıdır. Çalışmamızda ameliyat sonrası hastaların fonksiyonel skorları (WORC, SPADI gibi) ile grafik ölçümleri (CSA, AHD gibi) reruptür varlığına göre karşılaştırılmış; bu parametrelerin tanısal değerleri ROC analizleriyle incelenmiştir. Sonuçlarımız, reruptür gelişen hastaların klinik skorlarının belirgin derecede daha kötü olduğunu ve bazı radyolojik kriterlerin de tanıda yol gösterici olabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda reruptür gelişen hastaların WORC skorları ortalama olarak daha düşük, SPADI skorları ise daha yüksek bulundu. Bu durum beklendiği gibi, yeniden yırtık oluşan hastalarda omuz fonksiyonunun daha zayıf, ağrı ve sakatlık düzeyinin daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Nitekim korelasyon analizlerimizde reruptür varlığı ile WORC skoru arasında negatif ($r : -0,5$), SPADI skoru arasında pozitif ($r : 0,65$) bir ilişki saptanmıştır (her ikisi için de $p < 0,01$). Yani reruptür varlığında hastanın yaşam kalitesi ve fonksiyonel skorları belirgin şekilde düşmektedir. Bu bulgumuz literatürdeki verilerle tutarlıdır: Sugaya ve ark.'nın çalışmasında, tam iyileşme gösteremeyip Sugaya Tip V büyük yırtık geliştiren hastaların kas gücü ve fonksiyonel skor sonuçlarının anlamlı derecede kötü olduğu belirtilmiştir(4). Benzer şekilde Galatz ve ark. (2004) tarafından yapılan erken dönem bir çalışmada, yapısal iyileşme sağlanamayan hastaların omuz güç ölçümlerinde ve fonksiyonel değerlendirmelerinde belirgin

defisitler olabileceği gösterilmiştir(6). Bununla birlikte, literatürde reruptür oluşsa dahi fonksiyonel sonuçların her zaman çok kötü olmayabileceğini bildiren çalışmalar da mevcuttur. Özellikle küçük veya semptomatik olmayan yeniden yırtıklar, hastanın sübjektif memnuniyetini ciddi oranda bozmayabilir. Caffard ve ark. (2023), 2 yıllık takipte reruptür gelişen ve gelişmeyen hastaları karşılaştırdıklarında, iki grup arasında klinik sonuçlarda anlamlı fark tespit etmemişlerdir(172). Bu şaşırtıcı gelebilse de muhtemelen ilgili çalışmada reruptürler kısmi ya da küçük boyutlu olup, hastalar günlük yaşam aktivitelerinde büyük kısıtlılık yaşamamıştır. Ayrıca omuz çevresi yardımcı kasların (özellikle deltoidin) güçlenmesiyle hasta, manşet yırtığını bir ölçüde telafi edebilmiştir. Caffard ve ark.'nın bulguları, her reruptürün klinik başarısızlık anlamına gelmediğini; yapısal bir başarısızlık olsa bile hastanın fonksiyonunun kabul edilebilir seviyede kalabileceğini göstermektedir. Bizim çalışmamızda reruptür grubu çok genç-aktif profilde olmasa da genel olarak fonksiyon skorları belirgin kötüydü. Dolayısıyla reruptür tanısında klinisyen, görüntüleme bulgularının yanı sıra hastanın klinik gidişatına da dikkat etmelidir. Ameliyat sonrası başlangıçta iyi seyreden bir hastada aniden ağrı artışı ve fonksiyon kaybı gelişmesi, altta yatan yapısal bir sorunu akla getirmelidir.

Fonksiyonel değerlendirmede yalnızca öz bildirim ölçekleri değil, omuzun aktif hareket açıklığı da önemli bir parametredir. Bizim bulgularımıza göre reruptür gelişen hastalarda postoperatif aktif omuz hareketleri (özellikle elevasyon ve dış rotasyon) anlamlı derecede kısıtlıydı. ROC analizinde ileri fleksiyon için 171° 'lik bir cut-off (AUC :0,86), abduksiyon için 174° (AUC :0,84) ve dış rotasyon için 79° (AUC :0,77) değerleri reruptürü ayırt etmede anlamlı bulundu. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar, söz konusu klinik değerlendirmelerin objektif skorlamalara da yansıdığını ve reruptür varlığında anlamlı sapmalar gösterdiğini teyit etmiştir.

Çalışmamızda ameliyat sonrası çekilen kontrol grafilerinde reruptür gelişen omuzların CSA değerleri, iyileşenlere göre daha yüksek bulundu (reruptürlerde postop CSA ortalama: 36° , iyileşenlerde: 33° idi; $p<0,01$). Lojistik regresyon analizimizde de postoperatif CSA, reruptür için bağımsız bir belirleyici olarak saptandı. Bu bulgu literatürdeki bir çalışmayla uyumludur: Hong ve ark., rotator manşet tamiri sonrası takiplerinde CSA değeri yüksek kalan hastalarda, CSA'sı düşük kalanlara kıyasla daha fazla reruptür görüldüğünü bildirmişlerdir(175). Bizim serimizde de postop CSA için $35,9^{\circ}$ üzeri bir eşik değer, reruptür tanısında kayda değer bir duyarlılık ve özgüllük sunmuştur (AUC :0,83).

Onarım sonrası görüntülemelerde reruptür grubunda ortalama AHD değerinin belirgin azaldığı görüldü (çoğunlukla < 7 mm). ROC analizinde AHD için 7,35 mm altındaki değerler,

reruptürü ayırt etmede AUC 0,95 gibi yüksek bir doğruluk oranına ulaştı. Bu bulgu, AHD'nin tanısal açıdan ne kadar güçlü bir gösterge olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle postoperatif dönemde rutin omuz grafileri, sadece tespit materyallerinin kontrolü için değil; AHD ölçümü yoluyla dolaylı iyileşme takibi için de kullanılabilir. Çalışmamız, bu açıdan AHD'nin erken tanıda değeri olabileceğini göstermiştir.

Bu araştırma, rotator manşet tamiri sonrası iyileşme değerlendirmesinde multidisipliner bir yaklaşım benimseyerek literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Güçlü yönlerden biri, klasik klinik ve radyolojik parametrelerin yanı sıra yenilikçi bir görüntüleme yöntemi olan SWE'yi de incelemeye dahil etmemizdir. Supraspinatus ve deltoid kaslarında, hem bilateral hem de farklı pozisyonlarda elastografi ölçümleri yaparak reruptürün kas üzerindeki etkilerini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaya çalıştık. Literatürde sınırlı sayıda bulunan bu kapsamda bir değerlendirme, ilk kez çalışmamızda 0°–30° pozisyon farkı ve sağlam taraf karşılaştırması gibi alt başlıklarla gerçekleştirilmiştir. Bu sayede tek bir andaki elastisite değerinden ziyade dinamik değişkenlerin de (örneğin kas kasılması sırasında sertlik artış oranı) önemli olabileceğini gösterdik. Ayrıca çalışmamızın prospektif olmasa da homojen bir hasta kohortunda (aynı cerrahi teknik – çift sıra, benzer rehabilitasyon protokolü) yapılması, sonuçlarımızın iç geçerliliğini artırmaktadır. Tüm hastaların aynı cerrah tarafından ameliyat edilmiş olması ve ölçümlerin “kör” değerlendirmeye yapılması, metodolojik açıdan güçlü yönlerdendir. Bunun yanında, klinik-fonksiyonel ve radyolojik sonuçları bir arada değerlendirilmesi, bulguların neden-sonuç ilişkisi içinde yorumlanmasına imkân tanımıştır. Bu bütüncül yaklaşım, elde edilen verilerin klinik uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Çalışmamızın bir diğer güçlü yanı, pratikte kolay uygulanabilir parametrelere odaklanmış olmasıdır. CSA ve AHD ölçümü, basit bir ön-arka omuz grafisiyle yapılabilir ve hemen her klinikte erişilebilir yöntemlerdir. Benzer şekilde WORC ve SPADI skorları, poliklinikte hastanın doldurabileceği anketlerdir. Dolayısıyla bu çalışmadan çıkan mesajlar, çok maliyetli ileri tetkikler gerektirmeksizin – kolay erişilebilir araçlarla – risk değerlendirmesi yapılabileceğini göstermiştir. Özellikle periferik merkezlerde veya kaynakların kısıtlı olduğu bölgelerde her hastaya MRI takibi yapmak mümkün olmayabilir; ancak basit bir grafi ve klinik skor takibiyle riskli hastalar ayrıştırılabilir. Bu anlamda çalışmamız, gerçek yaşam pratiğine uygun veriler sunmaktadır.

Bununla birlikte araştırmamızın bazı kısıtlılıkları da mevcuttur. İlk olarak, hasta sayımızın nispeten az (n=57) oluşu ve tek merkezli bir çalışma olması, elde edilen sonuçların

genellenebilirliğini sınırlayabilir. İstatistiksel olarak bazı alt grup analizlerinde güç (power) yetersiz kalmış olabilir. Örneğin sigara kullanımı veya cinsiyet gibi değişkenler, bu örnekte anamlı çıkmasa da daha büyük serilerde önem kazanabilir. İkinci olarak, çalışmanın retrospektif tasarımı, neden-sonuç ilişkilerinin kurulmasında temkinli olmayı gerektirir. SWE ölçümleri ameliyat sonrası dönemde yapılmıştır preoperatif ve seri postoperatif ölçümlerle prospektif bir takip, sertlik değişiminin seyrini ortaya koyma açısından daha güçlü kanıt sağlayabilirdi. Üçüncü bir kısıt, SWE ölçümlerinin standardizasyon zorluğudur. Ultrason elastografi, operatöre bağımlı bir yöntemdir ve kasın çok ince olduğu vakalarda güvenilir ölçüm almak zor olabilir. Özellikle ileri yağlı dejenerasyon ve atrofi durumlarında supraspinatus kasını ultrasonda doğru düzlemde bulup ölçüm yapmak deneyim gerektirir. Çalışmamızda tüm ölçümler deneyimli bir radyolog tarafından yapılsa da, yine de her hasta için dört farklı bölgede (SSP 0°, SSP 30°, deltoid 0°, deltoid 30°) ölçüm alındı. Bu prosedürde olası ölçüm hataları veya cihaz kaynaklı varyasyonlar kısıtlılıklarımız arasındadır. Bunu en aza indirmek için her değer iki kez ölçülüp ortalaması alındı.

Sonuç olarak çalışmamız, rotator manşet onarımı sonrası başarısızlığı etkileyen faktörlerin çok boyutlu bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Elde ettiğimiz bulgular, yaş, VKİ, sigara kullanımı, yüksek CSA ve düşük AHD gibi yapısal özelliklerin yanı sıra yağlı dejenerasyon ve retraksiyonun da reruptür riskini anlamlı ölçüde artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca, SWE ile supraspinatus kas sertliğinin ölçülmesi, hem iyileşme durumunu değerlendirmede hem de erken dönemde reruptürü öngörmeye etkili bir yöntem olarak dikkat çekmiştir. Re-ruptür gelişen hastalarda hem klinik skorlar hem de omuz hareket açıklığı anlamlı şekilde kötüleşmiş; düşük AHD ve yüksek CSA gibi radyografik bulgular, bu durumu desteklemiştir. Çalışmamız, SWE'nin yapısal iyileşmenin değerlendirilmesinde kullanılabilecek güvenilir bir araç olabileceğini ortaya koyarken, postoperatif dönemde fonksiyonel skorlar ve basit radyolojik ölçümlerle birlikte değerlendirilmesinin, hasta yönetimini daha kişiselleştirilmiş ve etkili hale getirebileceğini göstermektedir.

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Rotator manşet onarımı sonrası yapısal iyileşmenin başarısı, multidisipliner değerlendirme ile önceden öngörülebilir hale gelebilmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, hem preoperatif hem postoperatif dönemde değerlendirilebilecek klinik, radyolojik ve elastografik parametrelerin reruptür tanısı ve risk öngörüsünde güçlü göstergeler sunduğunu ortaya koymuştur.

1. Yapısal risk profili reruptür gelişiminde belirleyicidir. Özellikle yaş >59.5 yıl (AUC: 0.88), VKİ >28.38 kg/m² (AUC: 0.74), sigara kullanımı ve tendon retraksiyonu >14.65 mm (AUC: 0.71) olan hastalar yüksek risk grubundadır. Bu hastalarda cerrahi öncesi kapsamlı değerlendirme yapılmalı, mümkünse modifiye edilebilir risk faktörleri ortadan kaldırılmalıdır.

2. Kritik omuz açısı (CSA) ve akromiohumeral mesafe (AHD) gibi radyolojik parametreler hem risk öngörüsünde hem de postoperatif takipte değerli ölçütlerdir. AHD <7.35 mm (AUC: 0.95) ve CSA $>35.90^\circ$ (AUC: 0.83) olan hastalarda reruptür riski belirgin şekilde artmaktadır. Bu nedenle cerrahi sırasında CSA yüksek olan hastalarda akromioplasti düşünülmeli, takiplerde ise AHD ölçümü rutin hale getirilmelidir.

3. Kas yağlı dejenerasyonu en güçlü prognostik belirteçlerden biridir. Goutallier evre ≥ 2 (preop AUC: 0.953) ve postop ≥ 1.5 (AUC: 0.97) değerleri reruptür gelişimini yüksek duyarlılık ve özgüllükle öngörmektedir. Bu nedenle, kas kalitesi kötü olan hastalarda tamir yerine alternatif rekonstrüktif cerrahi seçenekleri göz önünde bulundurulmalıdır.

4. Shear wave elastografi (SWE) ile elde edilen kas sertliği ölçümleri, hem postoperatif yapısal değerlendirme hem de erken reruptür tanısı için yüksek doğruluk sunmaktadır. Özellikle Supraspinatus $30^\circ/0^\circ$ elastisite oranı <0.89 (AUC: 0.949), Deltoid $30^\circ/0^\circ$ elastisite oranı >1.18 (AUC: 0.92) reruptür tanısında önemlidir ve tanı algoritmalarına eklenebilir. Ayrıca SSP 0° elastisite değerinin >38.5 kPa olması ve SSP/Deltoid oranının >1.8 olması da (AUC: 0.76–0.95) reruptür ile anlamlı ilişkidir. Bu parametreler, takipte kullanılabilecek invaziv olmayan, kantitatif göstergeler olarak değerlidir.

5. Fonksiyonel skorlar, yapısal iyileşmenin klinik yansıması açısından önemlidir. WORC skoru <90.2 (AUC: 0.91) , SPADI >11.38 (AUC: 0.90) ve VAS >2.5 (AUC: 0.95) olan hastalarda reruptür ihtimali yüksektir. Özellikle bu skorlarla birlikte düşük omuz hareket açıklığı saptanması, yeniden yırtık şüphesini artırmalıdır.

Sonuç olarak, çalışmamız rotator manşet onarımı sonrası yapısal iyileşmeyi etkileyen faktörleri çok boyutlu bir yaklaşımla ortaya koymuş, SWE, radyolojik parametreler ve klinik skorların reruptür tanısında yüksek doğrulukla kullanılabileceğini göstermiştir. Elde edilen cut-off değerleri, hem cerrahi planlamada hem de postoperatif takipte klinisyene objektif yol gösterici olabilir.



7 KAYNAKLAR

1. Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. J Bone Joint Surg. Ocak 1995;77(1):10-5.
2. Yamaguchi K, Ditsios K, Middleton WD, Hildebolt CF, Galatz LM, Teefey SA. The Demographic and Morphological Features of Rotator Cuff Disease. J Bone Joint Surg. Ağustos 2006;88(8):1699-704.
3. DeHaan AM, Axelrad TW, Kaye E, Silvestri L, Puskas B, Foster TE. Does Double-Row Rotator Cuff Repair Improve Functional Outcome of Patients Compared With Single-Row Technique? Am J Sports Med. 08 Mayıs 2012;40(5):1176-85.
4. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Repair Integrity and Functional Outcome After Arthroscopic Double-Row Rotator Cuff Repair. J Bone Joint Surg. Mayıs 2007;89(5):953-60.
5. Mazzocca AD, Bollier MJ, Obopilwe E, DeAngelis JP, Burkhart SS, Warren RF, vd. Biomechanical Evaluation of Arthroscopic Rotator Cuff Repairs Over Time. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. Mayıs 2010;26(5):592-9.
6. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The Outcome and Repair Integrity of Completely Arthroscopically Repaired Large and Massive Rotator Cuff Tears. J Bone Joint Surg. Şubat 2004;86(2):219-24.
7. Kim JM, Chung YG, Kim YS, Jee WH, Choi YS. The Usefulness of MRI in Evaluating the Shoulder Injury. Journal of the Korean Orthopaedic Association. 2002;37(2):191.
8. Kim JN, Park HJ, Kim MS, Choi YJ, Kim E, Park JH, vd. Sonographic and elastographic findings after arthroscopic rotator cuff repair: a comparison with clinical results. Br J Radiol. Şubat 2023;96(1143).
9. Maloof AG, Hackett L, Bilbrough J, Hayek C, Murrell GAC. Evaluating Elastographic Tendon Stiffness as a Predictor of Return to Work and Sports After Primary Rotator Cuff Repair. Orthop J Sports Med. 26 Şubat 2025;13(2).
10. Lawrence RL, Ruder MC, Moutzouros V, Makhni EC, Muh SJ, Siegal D, vd. Ultrasound shear wave elastography and its association with rotator cuff tear characteristics. JSES Int. Mayıs 2021;5(3):500-6.

11. Seth I, Hackett LM, Bulloch G, Sathe A, Alphonse S, Murrell GAC. The application of shear wave elastography with ultrasound for rotator cuff tears: a systematic review. *JSES Reviews, Reports, and Techniques*. Ağustos 2023;3(3):336-42.
12. Jeong JY, Khil EK, Kim AY, Lee SA, Choi JA. Utility of Preoperative Shear-Wave Elastography of the Supraspinatus Muscle for Predicting Successful Rotator Cuff Repair: A Prospective Observational Study With MRI Correlation. *American Journal of Roentgenology*. Haziran 2022;218(6):1051-60.
13. JONES DGC, WEBBON PM. The shoulder joint. *Journal of Small Animal Practice*. 24 Ocak 1975;16(1-12):523-6.
14. Gagey O, Bonfait H, Gillot C, Hureau J, Mazas F. Anatomic basis of ligamentous control of elevation of the shoulder (Reference position of the shoulder joint). *Surgical and Radiologic Anatomy*. Mart 1987;9(1):19-26.
15. Levine BD, Motamedi K, Seeger LL. Imaging of the Shoulder. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(5):239-43.
16. 70. Moore KL DIAAA. Clinically oriented anatomy. İçinde: Lippincott Williams & Wilkins. 8. bs 2018.
17. Barnechea Rey AR. Anatomy and Kinematics of the Shoulder Joint. İçinde: *Orthopaedic Biomechanics in Sports Medicine*. Cham: Springer International Publishing; 2021. s. 111-33.
18. HOWELL SM, GALINAT BJ. The Glenoid???Labral Socket. *Clin Orthop Relat Res*. Haziran 1989;243(NA;):122???125.
19. Peat M. Functional Anatomy of the Shoulder Complex. *Phys Ther*. 01 Aralık 1986;66(12):1855-65.
20. Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslotzky LJ, Mow VC. The Relationship of Acromial Architecture to Rotator Cuff Disease. *Clin Sports Med*. Ekim 1991;10(4):823-38.
21. Halder AM, Zhao KD, O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Dynamic contributions to superior shoulder stability. *Journal of Orthopaedic Research*. Mart 2001;19(2):206-12.

22. Srebnik HH. Functional Anatomy of the Shoulder Joint. İçinde: Concepts in Anatomy. Boston, MA: Springer US; 2002. s. 129-34.
23. Pfahler M, Branner S, Refior HJ. The role of the bicipital groove in tendopathy of the long biceps tendon. J Shoulder Elbow Surg. Eylül 1999;8(5):419-24.
24. Costantini A. Acromioclavicular Joint and Scapular Ligaments. İçinde: Atlas of Functional Shoulder Anatomy. Milano: Springer Milan; 2008. s. 27-59.
25. Halder AM, Halder CG, Zhao KD, O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Dynamic inferior stabilizers of the shoulder joint. Clinical Biomechanics. Şubat 2001;16(2):138-43.
26. Mazzocca AD, Arciero RA, Bicos J. Evaluation and Treatment of Acromioclavicular Joint Injuries. Am J Sports Med. 01 Şubat 2007;35(2):316-29.
27. Spencer EE, Kuhn JE. Biomechanical Analysis of Reconstructions for Sternoclavicular Joint Instability. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. Ocak 2004;86(1):98-105.
28. Jansen T, Thorns C, Oestern HJ. Anatomie des Schultergelenkes. Zentralbl Chir. 2001;126(3):168-76.
29. Brems J. Rotator Cuff Tear: Evaluation and Treatment. Orthopedics. Ocak 1988;11(1):69-81.
30. Jost B, Koch PP, Gerber C. Anatomy and functional aspects of the rotator interval. J Shoulder Elbow Surg. Temmuz 2000;9(4):336-41.
31. Huegel J, Williams AA, Soslowsky LJ. Rotator Cuff Biology and Biomechanics: a Review of Normal and Pathological Conditions. Curr Rheumatol Rep. 05 Ocak 2015;17(1):476.
32. Rockwood and Matsen's the Shoulder. Elsevier; 2017.
33. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology part I: Pathoanatomy and biomechanics. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. Nisan 2003;19(4):404-20.
34. Saha AK. Dynamic Stability of the Glenohumeral Joint. Acta Orthop Scand. 08 Ocak 1971;42(6):491-505.

35. Soslowsky LJ, Cartmell JS. Basic Science of the Shoulder Ligaments. İçinde: Repair and Regeneration of Ligaments, Tendons, and Joint Capsule. Totowa, NJ: Humana Press; 2006. s. 107-32.
36. Boardman ND, Debski RE, Warner JJP, Taskiran E, Maddox L, Imhoff AB, vd. Tensile properties of the superior glenohumeral and coracohumeral ligaments. J Shoulder Elbow Surg. Temmuz 1996;5(4):249-54.
37. Passanante GJ, Skalski MR, Patel DB, White EA, Schein AJ, Gottsegen CJ, vd. Inferior glenohumeral ligament (IGHL) complex: anatomy, injuries, imaging features, and treatment options. Emerg Radiol. 16 Şubat 2017;24(1):65-71.
38. Rothenberg A, Gasbarro G, Chlebeck J, Lin A. The Coracoacromial Ligament: Anatomy, Function, and Clinical Significance. Orthop J Sports Med. 01 Nisan 2017;5(4).
39. Teece RM, Lunden JB, Lloyd AS, Kaiser AP, Cieminski CJ, Ludewig PM. Three-Dimensional Acromioclavicular Joint Motions During Elevation of the Arm. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. Nisan 2008;38(4):181-90.
40. Boon JM, de Beer MA, Botha D, Maritz NGJ, Fouche AA. The anatomy of the subscapularis tendon insertion as applied to rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg. Mart 2004;13(2):165-9.
41. Curtis AS, Burbank KM, Tierney JJ, Scheller AD, Curran AR. The Insertional Footprint of the Rotator Cuff: An Anatomic Study. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. Haziran 2006;22(6):603-609.e1.
42. Parten PM, Burkhart SS. Arthroscopic Repair of Full-Thickness Tears of the Rotator Cuff. İçinde: Shoulder Arthroscopy. New York, NY: Springer New York; 2003. s. 161-72.
43. Terry GC, Chopp TM. Functional anatomy of the shoulder. J Athl Train. Temmuz 2000;35(3):248-55.
44. Aszmann OC, Dellon AL, Birely BT, McFarland EG. Innervation of the Human Shoulder Joint and Its Implications for Surgery. Clin Orthop Relat Res. Eylül 1996;330:202-7.
45. Thiel R, Munjal A, Daly DT. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Axillary Artery. 2024.

46. Sperner G. [Role of the subacromial space on development of the impingement syndrome. I]. Unfallchirurg. Haziran 1995;98(6):301-8.
47. Arthroscopic anatomy of the subdeltoid space. Orthopedic Review. 24 Temmuz 2013;5(3).
48. SARRAFIAN SK. Gross and Functional Anatomy of the Shoulder. Clin Orthop Relat Res. Mart 1983;173(NA;):11???19.
49. Fu FH, Seel MJ, Berger RA. Relevant shoulder biomechanics. Oper Tech Orthop. Nisan 1991;1(2):134-46.
50. Di Giacomo G, Pouliart N, Costantini A, De Vita A, editörler. Atlas of Functional Shoulder Anatomy. Milano: Springer Milan; 2008.
51. Volk AG, Vangsness CT. An Anatomic Study of the Supraspinatus Muscle and Tendon. Clin Orthop Relat Res. Mart 2001;384:280-5.
52. Perry J. Anatomy and Biomechanics of the Shoulder in Throwing, Swimming, Gymnastics, and Tennis. Clin Sports Med. Temmuz 1983;2(2):247-70.
53. Barnechea Rey AR. Anatomy and Kinematics of the Shoulder Joint. İçinde: Orthopaedic Biomechanics in Sports Medicine. Cham: Springer International Publishing; 2021. s. 111-33.
54. Chafik D, Galatz LM, Keener JD, Kim HM, Yamaguchi K. Teres minor muscle and related anatomy. J Shoulder Elbow Surg. Ocak 2013;22(1):108-14.
55. Smith DS. The rotator cuff. Curr Opin Neurol. Aralık 1995;8(6):456-60.
56. De Vita A, Costantini A, Minagawa H. Glenohumeral Joint (Muscle-Tendon). İçinde: Atlas of Functional Shoulder Anatomy. Milano: Springer Milan; 2008. s. 61-108.
57. Harryman DT, Sidles JA, Harris SL, Matsen FA. The role of the rotator interval capsule in passive motion and stability of the shoulder. J Bone Joint Surg. Ocak 1992;74(1):53-66.
58. Blevins FT, Djurasovic M, Flatow EL, Vogel KG. BIOLOGY OF THE ROTATOR CUFF TENDON. Orthopedic Clinics of North America. Ocak 1997;28(1):1-16.

59. Giai Via A, Cucchi D, de Girolamo L. Biology of Rotator Cuff Injury and Repair. İçinde: Massive and Irreparable Rotator Cuff Tears. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2020. s. 11-25.
60. Buschmann J, Meier Bürgisser G. Structure and function of tendon and ligament tissues. İçinde: Biomechanics of Tendons and Ligaments. Elsevier; 2017. s. 3-29.
61. Scott TP, Khan AZ, Petrigliano FA. Pathophysiology of Rotator Cuff Tears. İçinde: Massive Rotator Cuff Tears. Boston, MA: Springer US; 2015. s. 1-22.
62. Hashimoto T, Nobuhara K, Hamada T. Pathologic Evidence of Degeneration as a Primary Cause of Rotator Cuff Tear. Clin Orthop Relat Res. Ekim 2003;415:111-20.
63. Inman VT, Saunders JB dec M, Abbott LC. Observations of the Function of the Shoulder Joint. Clin Orthop Relat Res. Eylül 1996;330:3-12.
64. Parsons IM, Apreleva M, Fu FH, Woo SL -Y. The effect of rotator cuff tears on reaction forces at the glenohumeral joint. Journal of Orthopaedic Research. Mayıs 2002;20(3):439-46.
65. Burkhart SS. PARTIAL REPAIR OF MASSIVE ROTATOR CUFF TEARS: THE EVOLUTION OF A CONCEPT. Orthopedic Clinics of North America. Ocak 1997;28(1):125-32.
66. Burkhart SS. Reconciling the paradox of rotator cuff repair versus debridement: A unified biomechanical rationale for the treatment of rotator cuff tears. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. Şubat 1994;10(1):4-19.
67. Turkel SJ, Panio MW, Marshall JL, Girgis FG. Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. J Bone Joint Surg Am. Ekim 1981;63(8):1208-17.
68. Mihata T, McGarry MH, Pirolo JM, Kinoshita M, Lee TQ. Superior Capsule Reconstruction to Restore Superior Stability in Irreparable Rotator Cuff Tears. Am J Sports Med. 10 Ekim 2012;40(10):2248-55.
69. Ishihara Y, Mihata T, Tamboli M, Nguyen L, Park KJ, McGarry MH, vd. Role of the superior shoulder capsule in passive stability of the glenohumeral joint. J Shoulder Elbow Surg. Mayıs 2014;23(5):642-8.

70. Keyes EL. OBSERVATIONS ON RUPTURE OF THE SUPRASPINATUS TENDON BASED UPON A STUDY OF SEVENTY-THREE CADAVERS. *Ann Surg.* Haziran 1933;97(6):849-56.
71. DAVIS TW, SULLIVAN JE. RUPTURE OF THE SUPRASPINATUS TENDON. *Ann Surg.* Aralık 1937;106(6):1059-69.
72. Fukuda H, Mikasa M, Yamanaka K. Incomplete thickness rotator cuff tears diagnosed by subacromial bursography. *Clin Orthop Relat Res.* Ekim 1987;(223):51-8.
73. Teunis T, Lubberts B, Reilly BT, Ring D. A systematic review and pooled analysis of the prevalence of rotator cuff disease with increasing age. *J Shoulder Elbow Surg.* Aralık 2014;23(12):1913-21.
74. Pettersson G DC. Rupture of the Tendon Aponeurosis of the Shoulder Joint in Antero-inferior Dislocation: A Study on the Origin and Occurrence of the Ruptures. *Acta Chir Scand.* 1942;
75. McLaughlin HL. Lesions of the musculotendinous cuff of the shoulder. The exposure and treatment of tears with retraction. 1944. *Clin Orthop Relat Res.* Temmuz 1994;(304):3-9.
76. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br.* Mart 1995;77(2):296-8.
77. Yamanaka K, Matsumoto T. The joint side tear of the rotator cuff. A followup study by arthrography. *Clin Orthop Relat Res.* Temmuz 1994;(304):68-73.
78. Albright JA, Jokl P, Shaw R, Albright JP. Clinical study of baseball pitchers: correlation of injury to the throwing arm with method of delivery. *Am J Sports Med.* 01 Ocak 1978;6(1):15-21.
79. Luopajarvi T, Kuorinka I, Virolainen M, Holmberg M. Prevalence of tenosynovitis and other injuries of the upper extremities in repetitive work. *Scand J Work Environ Health.* 1979;5 suppl 3:48-55.

80. Brox JJ, Staff PH, Ljunggren AE, Brevik JJ. Arthroscopic surgery compared with supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome). *BMJ*. 09 Ekim 1993;307(6909):899-903.
81. Scott TP, Khan AZ, Petrigliano FA. Pathophysiology of Rotator Cuff Tears. İçinde: *Massive Rotator Cuff Tears*. Boston, MA: Springer US; 2015. s. 1-22.
82. Bedi A, Maak T, Walsh C, Rodeo SA, Grande D, Dines DM, vd. Cytokines in rotator cuff degeneration and repair. *J Shoulder Elbow Surg*. Şubat 2012;21(2):218-27.
83. Millar NL, Wei AQ, Molloy TJ, Bonar F, Murrell GAC. Cytokines and apoptosis in supraspinatus tendinopathy. *J Bone Joint Surg Br*. Mart 2009;91-B(3):417-24.
84. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*. Temmuz 1994;(304):78-83.
85. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: Assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg*. Kasım 1999;8(6):599-605.
86. Cordasco FA, Bigliani LU. The treatment of failed rotator cuff repairs. *Instr Course Lect*. 1998;47:77-86.
87. Neer CS. Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*. Ocak 1972;54(1):41-50.
88. Bigliani LU, Ticker JB, Flatow EL, Soslotsky LJ, Mow VC. The Relationship of Acromial Architecture to Rotator Cuff Disease. *Clin Sports Med*. Ekim 1991;10(4):823-38.
89. Wang JC, Horner G, Brown ED, Shapiro MS. The Relationship Between Acromial Morphology and Conservative Treatment of Patients With Impingement Syndrome. *Orthopedics*. Haziran 2000;23(6):557-9.
90. Nyffeler RW, Werner CML, Sukthankar A, Schmid MR, Gerber C. Association of a Large Lateral Extension of the Acromion with Rotator Cuff Tears. *J Bone Joint Surg*. 01 Nisan 2006;88(4):800-5.

91. 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*. 15 Ocak 2013;84(2):178-83.
92. Endo K, Ikata T, Katoh S, Takeda Y. Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. *Journal of Orthopaedic Science*. Ocak 2001;6(1):3-10.
93. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther*. Mart 2000;80(3):276-91.
94. Bagg SD, Forrest WJ. A biomechanical analysis of scapular rotation during arm abduction in the scapular plane. *Am J Phys Med Rehabil*. Aralık 1988;67(6):238-45.
95. McClure PW, Bialker J, Neff N, Williams G, Karduna A. Shoulder function and 3-dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Phys Ther*. Eylül 2004;84(9):832-48.
96. Laudner KG, Stanek JM, Meister K. Assessing posterior shoulder contracture: the reliability and validity of measuring glenohumeral joint horizontal adduction. *J Athl Train*. 2006;41(4):375-80.
97. Codman EA. Complete rupture of the supraspinatus tendon. Operative treatment with report of two successful cases. *J Shoulder Elbow Surg*. Nisan 2011;20(3):347-9.
98. Tempelhof S, Rupp S, Seil R. Age-related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg*. Temmuz 1999;8(4):296-9.
99. Hashimoto T, Nobuhara K, Hamada T. Pathologic Evidence of Degeneration as a Primary Cause of Rotator Cuff Tear. *Clin Orthop Relat Res*. Ekim 2003;415:111-20.
100. Plate JF, Brown PJ, Walters J, Clark JA, Smith TL, Freehill MT, vd. Advanced Age Diminishes Tendon-to-Bone Healing in a Rat Model of Rotator Cuff Repair. *Am J Sports Med*. 05 Nisan 2014;42(4):859-68.
101. Budoff JE, Nirschl RP, Ilahi OA, Rodin DM. Internal impingement in the etiology of rotator cuff tendinosis revisited. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. Ekim 2003;19(8):810-4.

102. ROKITO AS, CUOMO F, GALLAGHER MA, ZUCKERMAN JD. Long-Term Functional Outcome of Repair of Large and Massive Chronic Tears of the Rotator Cuff*. J Bone Joint Surg. Temmuz 1999;81(7):991-7.
103. Liguori I, Russo G, Curcio F, Bulli G, Aran L, Della-Morte D, vd. Oxidative stress, aging, and diseases. Clin Interv Aging. Nisan 2018;Volume 13:757-72.
104. Yuan J, Murrell GAC, Wei A, Wang M. Apoptosis in rotator cuff tendonopathy. Journal of Orthopaedic Research. Kasım 2002;20(6):1372-9.
105. Yuan J, Murrell GAC, Trickett A, Landtmeters M, Knoops B, Wang MX. Overexpression of antioxidant enzyme peroxiredoxin 5 protects human tendon cells against apoptosis and loss of cellular function during oxidative stress. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research. Temmuz 2004;1693(1):37-45.
106. Hamada K, Tomonaga A, Gotoh M, Yamakawa H, Fukuda H. Intrinsic healing capacity and tearing process of torn supraspinatus tendons: *In situ* hybridization study of $\alpha 1(I)$ procollagen mRNA. Journal of Orthopaedic Research. 18 Ocak 1997;15(1):24-32.
107. Lundgreen K, Lian ØB, Engebretsen L, Scott A. Lower muscle regenerative potential in full-thickness supraspinatus tears compared to partial-thickness tears. Acta Orthop. 31 Aralık 2013;84(6):565-70.
108. Benjamin M, Evans EJ, Copp L. The histology of tendon attachments to bone in man. J Anat. Aralık 1986;149:89-100.
109. Rudzki JR, Adler RS, Warren RF, Kadrmas WR, Verma N, Pearle AD, vd. Contrast-enhanced ultrasound characterization of the vascularity of the rotator cuff tendon: Age- and activity-related changes in the intact asymptomatic rotator cuff. J Shoulder Elbow Surg. Ocak 2008;17(1):S96-100.
110. Walch G, Boileau P, Noel E, Donell ST. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. J Shoulder Elbow Surg. Eylül 1992;1(5):238-45.
111. CODMAN EA, AKERSON IB. THE PATHOLOGY ASSOCIATED WITH RUPTURE OF THE SUPRASPINATUS TENDON. Ann Surg. Ocak 1931;93(1):348-59.

112. Kim HM, Dahiya N, Teefey SA, Middleton WD, Stobbs G, Steger-May K, vd. Location and Initiation of Degenerative Rotator Cuff Tears. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. Mayıs 2010;92(5):1088-96.
113. Nimura A, Kato A, Yamaguchi K, Mochizuki T, Okawa A, Sugaya H, vd. The superior capsule of the shoulder joint complements the insertion of the rotator cuff. J Shoulder Elbow Surg. Temmuz 2012;21(7):867-72.
114. Uhthoff HK, Hammond DI, Sarkar K, Hooper GJ, Papoff WJ. The role of the coracoacromial ligament in the impingement syndrome. Int Orthop. Temmuz 1988;12(2):97-104.
115. Mall NA, Kim HM, Keener JD, Steger-May K, Teefey SA, Middleton WD, vd. Symptomatic Progression of Asymptomatic Rotator Cuff Tears. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. Kasım 2010;92(16):2623-33.
116. Al-Shawi A, Badge R, Bunker T. The detection of full thickness rotator cuff tears using ultrasound. J Bone Joint Surg Br. Temmuz 2008;90-B(7):889-92.
117. Feeney MS, O'Dowd J, Kay EW, Colville J. Glenohumeral articular cartilage changes in rotator cuff disease. J Shoulder Elbow Surg. Ocak 2003;12(1):20-3.
118. Parsons IM, Apreleva M, Fu FH, Woo SL -Y. The effect of rotator cuff tears on reaction forces at the glenohumeral joint. Journal of Orthopaedic Research. Mayıs 2002;20(3):439-46.
119. Melis B, DeFranco MJ, Chuinard C, Walch G. Natural History of Fatty Infiltration and Atrophy of the Supraspinatus Muscle in Rotator Cuff Tears. Clin Orthop Relat Res. Haziran 2010;468(6):1498-505.
120. HALDER AM, O'DRISCOLL SW, HEERS G, MURA N, ZOBITZ ME, AN KN, vd. BIOMECHANICAL COMPARISON OF EFFECTS OF SUPRASPINATUS TENDON DETACHMENTS, TENDON DEFECTS, AND MUSCLE RETRACTIONS. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume. Mayıs 2002;84(5):780-5.
121. Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. Clin Orthop Relat Res. Mayıs 1990;(254):64-74.

122. DeOrío JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am*. Nisan 1984;66(4):563-7.
123. Davidson J, Burkhart SS. The Geometric Classification of Rotator Cuff Tears: A System Linking Tear Pattern to Treatment and Prognosis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. Mart 2010;26(3):417-24.
124. Patte D. Classification of rotator cuff lesions. *Clin Orthop Relat Res*. Mayıs 1990;(254):81-6.
125. Habermeyer P, Krieter C, Tang K lai, Lichtenberg S, Magosch P. A new arthroscopic classification of articular-sided supraspinatus footprint lesions: A prospective comparison with Snyder's and Ellman's classification. *J Shoulder Elbow Surg*. Kasım 2008;17(6):909-13.
126. Collin P, Matsumura N, Lädermann A, Denard PJ, Walch G. Relationship between massive chronic rotator cuff tear pattern and loss of active shoulder range of motion. *J Shoulder Elbow Surg*. Ağustos 2014;23(8):1195-202.
127. Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R. Structural Integrity and Clinical Outcomes After Arthroscopic Repair of Isolated Subscapularis Tears. *J Bone Joint Surg*. Haziran 2007;89(6):1184-93.
128. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br*. Mart 1995;77(2):296-8.
129. Meyer AW. Further evidences of attrition in the human body. *American Journal of Anatomy*. 22 Eylül 1924;34(1):241-67.
130. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res*. Temmuz 1994;(304):78-83.
131. Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J, Gerber C. Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: Assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg*. Kasım 1999;8(6):599-605.

132. ZANETTI M, GERBER C, HODLER J. Quantitative Assessment of the Muscles of the Rotator Cuff with Magnetic Resonance Imaging. *Invest Radiol.* Mart 1998;33(3):163-70.
133. Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval JM, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthop Scand.* 08 Ocak 1996;67(3):264-8.
134. Neer 2nd CS, CRL, SCB, & WAH. Total glenohumeral replacement. A preliminary report. *Orthop Trans.* 1977;244-5.
135. Hamada K, Fukuda H, Mikasa M, Kobayashi Y. Roentgenographic findings in massive rotator cuff tears. A long-term observation. *Clin Orthop Relat Res.* Mayıs 1990;(254):92-6.
136. Liang W, Wu H, Dong F, Tian H, Xu J. Diagnostic performance of ultrasound for rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *Med Ultrason.* 11 Mayıs 2020;22(2):197.
137. Takagishi K, Makino K, Takahira N, Ikeda T, Tsuruno K, Itoman M. Ultrasonography for diagnosis of rotator cuff tear. *Skeletal Radiol.* 04 Nisan 1996;25(3):221-4.
138. Tat J, Tat J, Theodoropoulos J. Clinical applications of ultrasonography in the shoulder for the Orthopedic Surgeon: A systematic review. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* Ekim 2020;106(6):1141-51.
139. Read JW, Perko M. Shoulder ultrasound: Diagnostic accuracy for impingement syndrome, rotator cuff tear, and biceps tendon pathology. *J Shoulder Elbow Surg.* Mayıs 1998;7(3):264-71.
140. Biswas S, Kanodia N, Tak R, Agrawal S, Roy KS. Correlation of clinical examination, ultrasound, magnetic resonance imaging and arthroscopy as diagnostic tools in shoulder pathology. *Int J Res Orthop.* 25 Şubat 2020;6(2):247.
141. Shellock FG, Bert JM, Fritts HM, Gundry CR, Easton R, Crues J V. Evaluation of the rotator cuff and glenoid labrum using a 0.2-Tesla extremity magnetic resonance (MR) system: MR results compared to surgical findings. *Journal of Magnetic Resonance Imaging.* 20 Aralık 2001;14(6):763-70.

142. Motamedi AR, Urrea LH, Hancock RE, Hawkins RJ, Ho C. Accuracy of magnetic resonance imaging in determining the presence and size of recurrent rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* Ocak 2002;11(1):6-10.
143. Dirrichs T, Quack V, Gatz M, Tingart M, Kuhl CK, Schrading S. Shear Wave Elastography (SWE) for the Evaluation of Patients with Tendinopathies. *Acad Radiol.* Ekim 2016;23(10):1204-13.
144. Cortes DH, Suydam SM, Silbernagel KG, Buchanan TS, Elliott DM. Continuous Shear Wave Elastography: A New Method to Measure Viscoelastic Properties of Tendons in Vivo. *Ultrasound Med Biol.* Haziran 2015;41(6):1518-29.
145. Resnick D. Shoulder pain. *Orthop Clin North Am.* Ocak 1983;14(1):81-97.
146. Gschwend N, Ivošević-Radovanović D, Patte D. Rotator cuff tear —Relationship between clinical and anatomopathological findings. *Archives of Orthopaedic and Traumatic Surgery.* Aralık 1987;107(1):7-15.
147. Yocum LA. Assessing the shoulder. History, physical examination, differential diagnosis, and special tests used. *Clin Sports Med.* Temmuz 1983;2(2):281-9.
148. Biederman RE. Pharmacology in Rehabilitation: Nonsteroidal Anti-inflammatory Agents. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* Haziran 2005;35(6):356-67.
149. Krabak BJ, Sugar R, McFarland EG. Practical Nonoperative Management of Rotator Cuff Injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine.* Mart 2003;13(2):102-5.
150. Kuhn JE, Dunn WR, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, vd. Effectiveness of physical therapy in treating atraumatic full-thickness rotator cuff tears: a multicenter prospective cohort study. *J Shoulder Elbow Surg.* Ekim 2013;22(10):1371-9.
151. Bytowski JR, Black D. Conservative treatment of rotator cuff injuries. *J Surg Orthop Adv.* 2006;15(3):126-31.
152. Mei-Dan O, Carmont MR. The Role of Platelet-rich Plasma in Rotator Cuff Repair. *Sports Med Arthrosc Rev.* Eylül 2011;19(3):244-50.

153. Freitag J, Lenssen R, Slimmon D, Balster S. The effect of platelet-rich plasma injections in the non-surgical treatment of a partial rotator cuff tear. *Int J Case Rep Imag.* 2014;5(7):524.
154. Dey Hazra RO, Ernat JJ, Rakowski DR, Boykin RE, Millett PJ. The Evolution of Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Orthop J Sports Med.* 01 Aralık 2021;9(12).
155. Hein J, Reilly JM, Chae J, Maerz T, Anderson K. Retear Rates After Arthroscopic Single-Row, Double-Row, and Suture Bridge Rotator Cuff Repair at a Minimum of 1 Year of Imaging Follow-up: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* Kasım 2015;31(11):2274-81.
156. Gu Z, Wu S, Yang Y, Ren T, Zhang KW. Comparison of Arthroscopic Single-row and Double-row Repair for Rotator Cuff Injuries With Different Tear Sizes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 01 Ağustos 2023;11(8).
157. Thangarajah T, Lo IK, Sabo MT. Rotator cuff repair techniques: Current concepts. *J Clin Orthop Trauma.* Haziran 2021;17:149-56.
158. Flynn JN, Wijeratna M, Ek ETH, Hoy GA. Open Rotator Cuff Repair. *Oper Tech Orthop.* Mart 2015;25(1):15-22.
159. Tytgat H, Macdonald P, Verhaegen F. Management of irreparable subscapularis tears: Current concepts. *Journal of ISAKOS.* Şubat 2024;9(1):53-8.
160. Elhassan BT, Wagner ER, Werthel JD. Outcome of lower trapezius transfer to reconstruct massive irreparable posterior-superior rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg.* Ağustos 2016;25(8):1346-53.
161. Gerber C. Latissimus Dorsi Transfer for the Treatment of Irreparable Rotator Cuff Tears. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American).* 01 Ocak 2006;88(1):113.
162. Adam JR, Nanjayan SKT, Johnson M, Rangan A. Tendon transfers for irreparable rotator cuff tears. *J Clin Orthop Trauma.* Haziran 2021;17:254-60.
163. Grammont PM, Baulot E. DELTA SHOULDER PROSTHESIS FOR ROTATOR CUFF RUPTURE. *Orthopedics.* Ocak 1993;16(1):65-8.

164. Wright T, Samitier G, Alentorn-Geli E, Torrens C. Reverse shoulder arthroplasty. Part 1: Systematic review of clinical and functional outcomes. *Int J Shoulder Surg.* 2015;9(1):24.
165. Wright T, Alentorn-Geli E, Samitier G, Torrens C. Reverse shoulder arthroplasty. Part 2: Systematic review of reoperations, revisions, problems, and complications. *Int J Shoulder Surg.* 2015;9(2):60.
166. Wall B, Nové-Josserand L, O'Connor DP, Edwards TB, Walch G. Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *J Bone Joint Surg. Temmuz* 2007;89(7):1476-85.
167. Zhao J, Luo M, Liang G, Wu M, Pan J, Zeng L feng, vd. Risk Factors for Supraspinatus Tears: A Meta-analysis of Observational Studies. *Orthop J Sports Med.* 01 Ekim 2021;9(10).
168. Zhao J, Luo M, Pan J, Liang G, Feng W, Zeng L, vd. Risk factors affecting rotator cuff retear after arthroscopic repair: a meta-analysis and systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* Kasım 2021;30(11):2660-70.
169. Moor BK, Bouaicha S, Rothenfluh DA, Sukthankar A, Gerber C. Is there an association between the individual anatomy of the scapula and the development of rotator cuff tears or osteoarthritis of the glenohumeral joint? *Bone Joint J. Temmuz* 2013;95-B(7):935-41.
170. Garcia GH, Liu JN, Degen RM, Johnson CC, Wong A, Dines DM, vd. Higher critical shoulder angle increases the risk of retear after rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* Şubat 2017;26(2):241-5.
171. Oladimeji AE, Amoo-Achampong K, Ode GE. Impact of critical shoulder angle in shoulder pathology: a current concepts review. *JSES Int.* Mart 2024;8(2):287-92.
172. Caffard T, Kralewski D, Ludwig M, Dornacher D, Fuchs M, Kappe T, vd. High Acromial Slope and Low Acromiohumeral Distance Increase the Risk of Retear of the Supraspinatus Tendon After Repair. *Clin Orthop Relat Res.* Haziran 2023;481(6):1158-70.
173. Cuff DJ, Pupello DR, Santoni BG, Clark RE, Frankle MA. Reverse Shoulder Arthroplasty for the Treatment of Rotator Cuff Deficiency. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 15 Kasım 2017;99(22):1895-9.

174. Itoigawa Y, Wada T, Kawasaki T, Morikawa D, Maruyama Y, Kaneko K. Supraspinatus Muscle and Tendon Stiffness Changes After Arthroscopic Rotator Cuff Repair: A Shear Wave Elastography Assessment. *Journal of Orthopaedic Research*. 25 Ocak 2020;38(1):219-27.
175. Li H, Chen Y, Chen J, Hua Y, Chen S. Large Critical Shoulder Angle Has Higher Risk of Tendon Retear After Arthroscopic Rotator Cuff Repair. *Am J Sports Med*. 03 Temmuz 2018;46(8):1892-900.



8 EKLER

8.1 EK 1- ETİK KURUL ONAYI

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

Sayın Prof.Dr.Mustafa H.Özkan

Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	goack@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	10039-GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☒ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☐ DOKTORA ☐
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Rotator Cuff Tamiri Sonrası Kas Gerginliğinin Shear Wave Elastografi ile Değerlendirilmesi, Klinik ve Radyolojik Bulgularla İlişkisi: Retrospektif Çalışma
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr.Mustafa H.Özkan Ortopedi ve Travmatoloji A.D.
	TEZ SAHİBİNİ ADI SOYADI	Burak Duymaz
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2025/24-16	Tarih:23.07.2025
	Prof.Dr.Mustafa H.Özkan'ın sorumlusu olduğu "Rotator Cuff Tamiri Sonrası Kas Gerginliğinin Shear Wave Elastografi ile Değerlendirilmesi, Klinik ve Radyolojik Bulgularla İlişkisi: Retrospektif Çalışma" isimli bilimsel araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, araştırmanın mevcut haliyle etik yönden uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu

ETİK KURUL ÜYELERİ					
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişkili mi?	İmza
Prof.Dr.Mehmet Birhan Yılmaz (Başkan)	Kardiyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐ H ☒	[İmza]
Prof.Dr. Şükran Köse (Başkan Yardımcısı)	Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Dahili Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Prof.Dr. Aylin Özgen Alpaydın	Göğüs Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Prof.Dr. Hatice Şimşek Keskin	Halk Sağlığı	DEÜ Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Prof.Dr.Nil Hocaoglu Aksay	Tıbbi Farmakoloji	DEÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	Katılmadı
Prof.Dr.Seher Özyürek	Muskuloskeletal Fizyoterapi	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Prof.Dr. Meryem Öztürk Hancı	Halk Sağlığı Hemşireliği	Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği	Kadın	E ☐ H ☒	Katılmadı
Prof.Dr. Şule Özbilgin	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Doç.Dr.Gamze Tuna	Tıbbi Biyokimya	Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Doç.Dr. Ömer Kartı	Göz Hastalıkları	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐ H ☒	Katılmadı
Doç.Dr. Anıl Er	Çocuk Acil	DEÜ Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Doç.Dr. Dilek Büyükkaya Besen	İç Hastalıkları Hemşireliği	Hemşirelik Fakültesi İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Doç.Dr. Hülya Tuna	Geratrik Fizyoterapi	DEÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi	Kadın	E ☐ H ☒	Katılmadı
Doç.Dr. Berke Manoğlu	Gecel Cerrahi	DEÜ Tıp Fakültesi Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐ H ☒	[İmza]
Dr.Öğr. Üyesi Elif İnönü	Periodontoloji	Diş Hekimliği Fakültesi	Kadın	E ☐ H ☒	[İmza]
Dr.Öğr. Üyesi Mehmet Emin Arayıcı	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	DEÜ Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü	Erkek	E ☐ H ☒	[İmza]

Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Karar Formu

8.2 EK 2-VERİ TOPLAMA FORMU

1. Demografik Bilgiler

Değişken	Değer	Açıklama
Yaş (yıl)		
Cinsiyet	☐ Erkek ☐ Kadın	
BMI (kg/m ²)		Vücut Kitle İndeksi
Sigara Kullanımı	☐ Evet ☐ Hayır	
Taraf	☐ Sağ ☐ Sol	Cerrahi uygulanan omuz
Dominant taraf	☐ Sağ ☐ Sol	
Ek hastalıklar		

2. Preoperatif Radyolojik Veriler

Değişken	Değer	Açıklama
Yırtık Tipi	☐ İzole SS ☐ PS RCT	Supraspinatus / Posterosuperior
Goutallier Evresi	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4	T1 MR görüntüsü üzerinden
Patte Sınıflaması	☐ Evre 1 ☐ Evre 2 ☐ Evre 3	Tendon retraksiyon mesafesiyle ilişkili

Değişken	Değer	Açıklama
Retraksiyon Mesafesi (mm)		
CSA (°)		Critical Shoulder Angle
Akromion Tipi	☐ Tip I ☐ Tip II ☐ Tip III	Bigliani sınıflaması
Lateral Akromial Açısı (°)		
Glenoid İnklınasyon (°)		

3. SWE Ölçümleri (Postop 6. Ay)

Supraspinatus Kası

Pozisyon	Ameliyatlı Omuz (kPa)	Kontralateral Omuz (kPa)
0° Nötral		
30° Fleksiyon		

Deltoid Kası

Pozisyon	Ameliyatlı Omuz (kPa)	Kontralateral Omuz (kPa)
0° Nötral		
30° Fleksiyon		

4. Postoperatif MRG Verileri (6. Ay)

Değişken	Değer
Tendon Bütünlüğü	☐ İyi (Tip I–III) ☐ Yeniden yırtık (Tip IV–V)
Tendon Kalınlığı / Sinyal Artışı	☐ Normal ☐ Artmış T2 sinyali
Yağlı Dejenerasyon Değişimi	☐ Stabil ☐ Artmış

5. Fonksiyonel Değerlendirme Skorları

Ölçek	Preop	Postop 6. Ay
WORC Skoru (0–100)		
SPADI Skoru (0–100)		
VAS (0–10)		

Omuz Hareket Açıklıkları

Hareket	Preop (°)	Postop 6. Ay (°)
Fleksiyon		
Abdüksiyon		
Dış Rotasyon		
İç Rotasyon		

6. Komplikasyonlar

Komplikasyon	Var/Yok	Açıklama
Enfeksiyon	☐ Var ☐ Yok	(Yüzeyel/Derin)
Reoperasyon	☐ Var ☐ Yok	
İmplant Yetmezlik	☐ Var ☐ Yok	
Tromboemboli	☐ Var ☐ Yok	DVT / PE varsa belirt

En son takipte:

- Ameliyattan Tatmin derecesi (0 ve 10 puan arası (0; hiç tatmin olamamış—10; maksimum)
- VAS (0-10 , 0 hiç ağrı yok, 10 olabilecek en kötü ağrı)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Ağrı
Yok

Ağrı
En Şiddetli

3. WORC

BÖLÜM A: FİZİKSEL BELİRTİLER

Hasta için açıklamalar:

Aşağıdaki sorular omuz probleminize bağlı yaşadığınız fiziksel belirtilerle ilgilidir. Tanımlanan tüm durumlarda geçen hafta içindeki belirtilerinizin derecesini aşağıdaki çizgi üzerinde işaretleyiniz.

Lütfen yanıtlarınızı “/” ile işaretleyiniz.

1- Omzunuzda ne kadar keskin ağrı hissediyorsunuz?



2- Omzunuzda hissettiğiniz sürekli, rahatsız edici ağrının şiddeti ne kadardır?



3- Omzunuzda (kolunuzda) ne kadar güçsüzlük hissediyorsunuz?



4- Omzunuzda ne kadar tutukluk hissediyorsunuz?



5- Omzunuzda ne kadar çıtırtı, kütürtü veya sürtünme hissediyorsunuz?



6- Omzunuz nedeniyle boynunuzda ne kadar rahatsızlık hissediyorsunuz?



BÖLÜM B: SPOR/BOŞ ZAMAN AKTİVİTELERİ

Hasta için açıklamalar:

Bu bölüm geçen hafta içinde omuz probleminizin spor veya boş zaman aktivitelerinizi ne kadar etkilediğini içermektedir.

Lütfen her soru için yanıtınızı “/” ile işaretleyiniz.

7- Omuz probleminiz form düzeyinizi (kondüsyon, zindelik) ne kadar etkiledi?

hiç etkilemedi aşırı derecede etkiledi

8- Omzunuz bir şeyi güçlü veya uzağa fırlatma yeteneğinizi ne kadar etkiledi?

hiç etkilemedi aşırı derecede etkiledi

9- Birisi veya herhangi bir şey etkilenmiş omzunuza çarptığında ne kadar güçlük çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

10- Sınav çekmek ya da diğer zorlayıcı egzersizleri yaparken omzunuz nedeniyle ne kadar güçlük çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

BÖLÜM C: İŞ

Hasta için açıklamalar:

Bu bölüm omuz probleminizin ev civarındaki veya dışındaki işinizi ne kadar etkilediğiyle ilgilidir. Geçen hafta içindeki uygun dereceyi “/” ile belirtiniz.

11- Ev ya da bahçeyle ilgili günlük aktivitelerinizde ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

12- Kolunuzu başınızın üzerine kaldırmanızı gerektiren işlerde ne kadar zorlanıyorsunuz?

hiç aşırı derecede

13- Etkilenen kolunuzu telafi etmek için diğer kolunuzu ne kadar kullanıyorsunuz?

hiç sürekli

14- Ağır cisimleri yerden veya omuz seviyesinin aşağısından (altından) kaldırmakta ne kadar zorluk çekiyorsunuz?

hiç aşırı derecede

4. SPADI

SPADI (SHOULDER)

Name _____ Date _____

PAIN SCALE	
How severe is your pain:	
1. At its worst,	No pain 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Worst Pain Imaginable
2. When lying on involved side,	No pain 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Worst Pain Imaginable
3. Reaching for something on a high shelf.	No pain 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Worst Pain Imaginable
4. Touching the back of your neck.	No pain 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Worst Pain Imaginable
5. Pushing with the involved arm.	No pain 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Worst Pain Imaginable
DISABILITY SCALE	
How much difficulty did you have:	
1. Washing your hair.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
2. Washing your back.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
3. Putting on an undershirt or pullover sweater.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
4. Putting on a shirt that buttons down the front.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
5. Putting on your pants.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
6. Placing an object on a high shelf.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
7. Carrying a heavy object of 10 pounds.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help
8. Removing something from your back pocket.	No difficulty 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 So difficult required help

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

**ROTATOR CUFF TAMİRİ SONRASI KAS
GERGİNLİĞİNİN SHEAR WAVE ELASTOGRAFI İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ, KLİNİK VE RADYOLOJİK
BULGULARLA İLİŞKİSİ: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Burak DUYMAY

İZMİR 2025

