



**T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
RADYOLOJİ KLİNİĞİ**

**SUPRASPİNATUS TENDONUNUN T2/T2*
HARİTALAMA TEKNİKLERİ İLE KANTİTATİF
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Bünyamin Ece

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2018



T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
ANKARA SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
RADYOLOJİ KLİNİĞİ

SUPRASPİNATUS TENDONUNUN T2/T2*
HARİTALAMA TEKNİKLERİ İLE KANTİTATİF
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Bünyamin Ece

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Pınar Nercis Koşar

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA/2018

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca kliniğimizi bir aile ortamı haline getiren, engin bilgi ve deneyimlerini aktararak yetişmemizde sonsuz emek harcayan, mesleğe olan sevgisiyle asistanlığım boyunca bana yol gösteren, tezimin gerçekleşmesinde büyük emeği geçen Radyoloji Kliniği Eğitim Sorumlusu ve tez danışmanım saygıdeğer hocamız Doç. Dr. Pınar Nercis Koşar'a,

Çalışma ortamımızın rahat ve güzel olması için büyük emek harcayan, tecrübeleriyle bize ışık tutan, desteğiyle her zaman yanımda olan değerli hocamız Radyoloji Kliniği İdari Sorumlusu Uzm. Dr. Enver Necip Köseoğlu'na,

İyi bir radyoloji hekimi olarak yetişmemiz için hep çabalayan, uzmanlık eğitimim boyunca kendileri ile çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum, bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşan, üzerimde emekleri olan Radyoloji Kliniği Eğitim Görevlileri değerli hocalarımız Doç. Dr. Elif Ergün'e, Doç. Dr. Hasan Yiğit'e ve Doç. Dr. Pelin Seher Öztekin'e ve Uz. Dr. Fatma Dilek Gökharman ve Uz. Dr. Mahmut Kacar başta olmak üzere kliniğimizin değerli uzman hekimlerine,

Asistanlık sürecini birlikte geçirmekten keyif duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma,

İşyükünü beraber paylaştığımız kliniğimiz değerli teknisyenleri ve personellerine,

Hayatım boyunca bana her konuda destek olan, bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip olan değerli annem Melek Ece ve babam Prof. Dr. Aydın Ece'ye, birlikte büyümekten dolayı kendimi hep çok şanslı saydığım kıymetli ablam Uzm. Dr. Hilal Ece'ye ve kıymetli abim Uzm. Müh. Bilal Ece'ye,

Varlığıyla mutluluk kaynağım olan, sevgisi ve desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili eşim Dr. Berire Şeyma Ece'ye,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Bünyamin ECE

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
SİMGELER VE KISALTMALAR	ii
TABLO LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. OMUZ ANATOMİSİ	3
2.1.1. Omuz Kemik Yapıları	3
2.1.2. Omuz Eklem Yapıları	3
2.1.3. Omuz Kas Yapıları	4
2.2. OMUZ AĞRISI.....	5
2.2.1. Rotator Kılıf Tendon Patolojileri	5
2.2.1.1. Tendinozis	6
2.2.1.2. Tendon Ruptürleri	6
2.2.1.3. Tendinit	7
2.2.1.4. Tenosinovit	8
2.2.1.5. Kalsifik Tendinit	8
2.2.2. Subakromiyal Sıkışma Sendromu	8
2.3. GÖRÜNTÜLEME	9
2.3.1. Radyografiler	9
2.3.2. Konvansiyonel Kontrast Artrografi	10
2.3.3. USG	10
2.3.4. Konvansiyonel MRG	11
2.3.5. T2 ve T2* Haritalama Teknikleri	12
2.3.6. Omuz Görüntülenmesinde MRG	13
2.3.7. Bilgisayarlı Tomografi Artrografi	14
2.3.8. Artroskopik Değerlendirme	14
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	15

3.1. OLGULAR	15
3.1.1. Asemptomatik Grup Dahil Etme Kriterleri	15
3.1.2. Asemptomatik Grup Hariç Tutma Kriterleri	15
3.1.3. Patolojik Grup Dahil Etme Kriterleri	16
3.1.4. Patolojik Grup Hariç Tutma Kriterleri	16
3.1.5. Patolojik Gruplardaki Hastaların Özellikleri.....	16
3.2. ÇEKİM PROTOKOLÜ	17
3.2.1. Konvansiyonel MRG Sekansları	17
3.2.2. Haritalama Sekansları	18
3.3. GÖRÜNTÜ ANALİZİ	19
3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	24
4. BULGULAR.....	25
4.1. OLGU ÖRNEKLERİ	53
4.1.1. Tendon Ruptür Grubu Olgu Örneği	53
4.1.2. Tendinozis Grubu Olgu Örneği	56
5. TARTIŞMA	59
6. SONUÇLAR	70
7. KAYNAKLAR	71
8. ÖZGEÇMİŞ	79
9. EK 1 (EĞİTİM PLANLAMA KURULU TEZ ONAM KARARI)	81

SİMGELER VE KISALTMALAR

ANOVA: Tek yönlü varyans analizi

BT: Bilgisayarlı Tomografi

C5-C6-C7: 5., 6. ve 7. Servikal spinal sinir

FS: Fat sat, yağ baskılı

ICC: Intraclass correlation coefficient, Grup içi ilişki katsayısı

MESE: Multi eko spin eko görüntüleme

MESGRE: Multi eko spoiled gradient eko görüntüleme

MR: Manyetik rezonans

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

PD: Proton dansite

RF: Radyofrekans

ROI: Region of interest, İlgi alanı

SD: Standart deviasyon

SWI: Susceptibility weighted imaging, Duyarlılık ağırlıklı görüntüleme

T: Tesla

T2*Map: T2* Haritalama

T2Map: T2 Haritalama

TE: Time to echo, Eko zamanı

TR: Time to repetition, tekrarlama zamanı

TSE: Turbo spin eko

USG: Ultrasonografi

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.	Manyetik rezonans görüntüleme parametreleri.....	19
Tablo 2.	Gruplar arası kadın erkek dağılımı.....	25
Tablo 3.	Her üç gruptaki erkek ve kadın yaş ortalamalarının (ortalama \pm Standart deviasyon) karşılaştırılması.....	26
Tablo 4.	Asemptomatik grupta aynı değerlendiricinin iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin ölçümü ile elde edilen MR sinyal değerleri (ms)	28
Tablo 5.	Tendinozis grubu için aynı değerlendiricinin iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin ölçümü ile elde edilen MR sinyal değerleri (ms)	29
Tablo 6.	Tendon rüptürü grubunda aynı değerlendiricinin iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin ölçümü ile elde edilen MR sinyal değerleri (ms)	30
Tablo 7.	Görüntüleme eksenlerine göre anatomik bölgelerin T2* ve T2 MR sinyali farklı değerlendiriciler arası (inter-rater) güvenilirlik ve sınırları.....	31
Tablo 8.	Görüntüleme eksenlerine göre anatomik bölgelerin T2* ve T2 MR sinyali aynı değerlendiricinin iki ölçümü (intra-rater) güvenilirlik ve sınırları..	32
Tablo 9.	Tüm çalışma grubunda erkek ve kadınlar için ölçülen MR sinyal değerlerinin karşılaştırılması ($p>0,05$)	33
Tablo 10.	Gruplar arası incelenen sağ ve sol omuz sayı ve oranları dağılımı.....	34
Tablo 11.	Sağ ve sol omuz için ölçülen MR sinyal değerlerinin karşılaştırılması ($p>0,05$)	35
Tablo 12.	Asemptomatik, tendinozis ve tendon rüptürü grupları arasında MR sinyal değerleri karşılaştırmaları	37
Tablo 13.	Tendinozis riski analizinde ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri (tümünde $p>0,05$)	41
Tablo 14.	Tendon rüptür riski analizinde koronal T2* ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri	43
Tablo 15.	Tendon rüptür riski analizinde sagittal T2* ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri	45
Tablo 16.	Tendon rüptür riski analizinde koronal T2 ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri	47

Tablo 17. Tendon rüptür riski analizinde sagittal T2 ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri	49
Tablo 18. Aynı bölgelerden elde edilen ölçümler için sagittal ve koronal planlar arasında saptanan korelasyon değerleri (r = korelasyon katsayısı; P = istatistiksel anlamlılık)	50
Tablo 19. Aynı kesit planları ile elde edilen ölçüm sonuçlarında supraspinatus tendonunun lateral ve orta bölgeleri arasındaki korelasyonlar (r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık)	51
Tablo 20. Aynı kesit planları ile elde edilen ölçüm sonuçlarında supraspinatus tendonunun lateral ve medial bölgeleri arasındaki korelasyonlar (r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık)	51
Tablo 21. Aynı kesit planları ile elde edilen ölçüm sonuçlarında supraspinatus tendonunun orta ve medial bölgeleri arasındaki korelasyonlar (r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık)	52

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Koronal T2* görüntüde supraspinatus tendonun humerus başına göre medial, orta ve lateral olarak 3 farklı anatomik alt bölgeye ayrılması	20
Şekil 2.	Tendon lateral kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 haritalama ölçümleri yapılması	21
Şekil 3.	Tendon orta kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 haritalama ölçümleri yapılması	22
Şekil 4.	Tendon medial kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 haritalama ölçümleri yapılması	23
Şekil 5.	Cinsiyetin gruplara göre dağılımı ($p>0,05$)	25
Şekil 6.	Gruplar arasında cinsiyete göre yaş ortalamaları (yıl) dağılımı	27
Şekil 7.	Her üç grup arasında koronal T2* lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı	38
Şekil 8.	Her üç grup arasında sagittal T2* lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı	38
Şekil 9.	Her üç grup arasında koronal T2 lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı	39
Şekil 10.	Her üç grup arasında sagittal T2 lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı	39
Şekil 11.	Tendinozis riski için tüm ölçümlerde ROC analiz grafiği (Tüm ölçümler için $p>0,05$)	40
Şekil 12.	Rüptür riski için koronal T2* ölçümlerde ROC analiz grafiği	42
Şekil 13.	Rüptür riski için sagittal T2* ölçümlerde ROC analiz grafiği	44
Şekil 14.	Rüptür riski için koronal T2 ölçümlerde ROC analiz grafiği	46
Şekil 15.	Rüptür riski için sagittal T2 ölçümlerde ROC analiz grafiği	48
Şekil 16.	Supraspinatus tendon distal kesimi anteriorda subartiküler yüzeyde retraksiyon göstermeyen tam kat rüptür ve tendon lateral kesiminden sagittal ve koronal planlarda T2* ve T2 ölçümleri	53
Şekil 17.	Supraspinatus tendon distal kesimi anteriorda subartiküler yüzeyde retraksiyon göstermeyen tam kat rüptür ve tendon orta kesimdeki sagittal ve koronal planlarda T2* ve T2 ölçümleri	54

Şekil 18. Supraspinatus tendon distal kesimi anteriorda subartiküler yüzeyde retraksiyon göstermeyen tam kat rüptür ve tendon medial kesimdeki sagittal ve koronal planlarda T2* ve T2 ölçümleri	55
Şekil 19. Tendinozis saptanan tendonun lateral kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 ölçümleri	56
Şekil 20. Tendinozis saptanan tendonun orta kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 ölçümleri	57
Şekil 21. Tendinozis saptanan tendonun medial kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 ölçümleri	58



ÖZET

Supraspinatus Tendonunun T2/T2* Haritalama Teknikleri İle Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmada, supraspinatus tendon patolojilerinde biyokimyasal değişikliklere duyarlı bir yöntem olan T2/T2* haritalama teknikleri ile kantitatif değerlendirme yapmak amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne omuz patolojisi ön tanısıyla başvuran 41 hastaya ve asemptomatik 20 olguya konvansiyonel MRG tetkiki ile 1.5 Tesla MR cihazı ile koronal ve sagittal planda T2 ve T2* haritalama teknikleri kullanılarak görüntüleme yapıldı. Supraspinatus tendonu humerus başına göre manuel olarak medial, orta ve lateral anatomik alt bölgelere ayrıldı. Her alt bölgeden koronal ve sagittal planda T2 ve T2* değerleri ölçülerek gruplar arası karşılaştırmalar yapıldı. Tetkik tekrarlanabilirliğini değerlendirmek için değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik katsayıları hesaplandı. Her bir grupta cut-off değeri için ROC analizi yapıldı.

Bulgular: Asemptomatik gruba 20 birey ve konvansiyonel MRG ile tendinozis grubuna 20 hasta ve rüptür grubuna 21 hasta olmak üzere toplam 61 olgu (27 erkek, 34 kadın) çalışmaya alındı. Değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik katsayıları (ICC) çoğunlukla mükemmel (ICC>0,75) olarak saptandı. Rüptür grubunda, T2* ve T2 haritalama ile lateral kesimde koronal ve sagittal planda yapılan ölçümler tendinozis ve asemptomatik gruplardan anlamlı yüksek saptandı (p<0,001). Rüptürü göstermede orta ve medial bölge değerlerinde daha düşük anlamlı farklılıklar saptandı (p<0,05). Tendinozisi göstermede ise lateral bölgede T2* görüntüleme ile her iki planda (p<0,001), T2 görüntüleme ile ise koronal planda anlamlı fark bulundu (p<0,05). Lateral kesimde T2* ölçümlerinde her iki planda, %90 ve üzerinde; T2 ölçümlerinde ise %85-90 oranlarında sensitivite ve spesifiteye sahip cut-off değerleri saptandı.

Sonuç: Supraspinatus tendonunda T2 ve T2* haritalama teknikleri, 1.5 Tesla MR cihazları ile tendon rüptürü ve tendinozis patolojilerini değerlendirmek için kullanılabilir. Bu patolojileri değerlendirmek için hem koronal hem de sagittal planda lateral bölgeden yapılan ölçümler daha belirleyicidir.

Anahtar Kelimeler: Manyetik rezonans görüntüleme, supraspinatus tendon, tendinozis, tendon rüptürü, T2 ve T2* haritalama, kantitatif MRG

ABSTRACT

Quantitative Evaluation of Supraspinatus Tendon by T2/T2* Mapping Techniques

Aim: In this study, it was aimed to quantitatively evaluate T2 / T2 * mapping techniques which are sensitive to biochemical changes in supraspinatus tendon pathologies.

Materials and Methods: Forty-one patients with shoulder pathology and 20 asymptomatic subjects who applied to the Ankara Healthcare Application and Research Center of Health Sciences University were examined with 1.5 Tesla MR device in addition to conventional MRI. The coronal and sagittal planar T2 and T2* mapping techniques were performed. The supraspinatus tendon was divided into the medial, middle and lateral anatomical sub- regions according to the head of humerus. Coronal and sagittal planar T2 and T2* values were measured from each sub-region and comparisons were made between the groups. Intra-rater and inter-rater reliability coefficients (ICC) were calculated to evaluate the reproducibility of the technique. ROC analysis was performed for the cut-off value in each group.

Results: A total of 61 patients (27 male, 34 female), 20 in asymptomatic group, 20 in tendinosis group and 21 in tendon rupture group were included in the study. Intra-rater and inter-rater reliability coefficients were mostly found to be excellent (ICC>0.75). In the rupture group, coronal and sagittal planar measurements were significantly higher in the lateral segment with T2* and T2 mapping than in tendinosis and asymptomatic groups (p<0.001). Lower significant differences were found in middle and medial region to detect rupture (p<0.05). Tendinosis showed a significant difference in the lateral region (p<0.001) with T2* imaging and coronal plane with T2 imaging (p<0.05). In the lateral region, T2* measurements showed cut-off values with sensitivity and specificity of 90% or more on both planes and 85-90% on T2 measurements.

Conclusion: T2 and T2* mapping techniques in supraspinatus tendon can be used to evaluate tendon rupture and tendinosis pathologies with 1.5 Tesla MR devices. In order to evaluate these pathologies, measurements made at lateral regions on both the coronal and sagittal planar are more specific.

Key words: Magnetic resonance imaging, supraspinatus tendon, tendinosis, tendon rupture, T2 and T2 * mapping, quantitative MRI

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Omuz ağrısı günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olan yaygın bir kas-iskelet sorunudur¹. Prevelans çalışmaları omuz ağrısının toplumda yaygın (%7-10 oranlarında) olduğunu göstermektedir². Omuz ağrısının en sık nedenleri rotator kılıf hastalıkları, akromioklaviküler eklem hastalığı ve glenohumeral eklem hastalıkları olarak bildirilmiştir^{3,4}.

Rotator kılıf hastalıklarının tanısında, ayrıntılı bir öykü, fizik muayene ve radyolojik görüntüleme yöntemleri önemli rol oynamaktadır⁵. Omuz ağrısı olan hastaların çoğunda rotator kılıf patolojilerini bulmak ve omuzun diğer yapılarını etkileyerek ağrı oluşturabilecek başka patolojileri belirlemek için görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Omuz röntgeni, ultrason ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi görüntüleme yöntemleri tanı amaçlı giderek daha fazla kullanılmaktadır^{3,6,7}.

Rotator kılıf hastalıklarının en sık nedeni rotator kılıf tendonlarının yaşlanmaya ve yıpranmaya bağlı primer dejenerasyondur. Hastalığın tanısı ve nereden kaynaklandığının gösterilmesi için sıklıkla MRG kullanılmaktadır⁸. Konvansiyonel MRG, tendinozisin parsiyel ve tam kat yırtıklardan ayırt edilmesinde, tendon kalitesinin belirlenmesinde, kas dokusundaki yağlı dejenerasyonu ve atrofiyi tespit etmede ve ilişkili diğer omuz patolojilerin tanınmasında önemli rol oynar⁹.

Konvansiyonel MRG teknolojisindeki gelişmelerle birlikte rotator kılıf, iyi değerlendirilebilmektedir. Elde edilen görüntülerin niteliksel yorumlanması sayesinde, klinisyenler tendonu morfolojik olarak değerlendirebilirler. Ancak özellikle tendinopati ve kısmi rotator kılıf yırtığı durumlarında, MRG'nin sensitivite (duyarlılığının) ve spesifitesinin (özgüllüğünün) değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir¹⁰⁻¹². Bu nedenle tendonun sinyal yoğunluğunun kantitatif olarak değerlendirilmesi, görüntüleme yönteminin güvenilirliğini artırma konusunda katkı sağlayabilir¹³⁻¹⁶.

Rotator kılıf tendonlarındaki dejeneratif süreç, tendonların kollajen yapısında ve biyokimyasal kompozisyonundaki değişiklikler sonucu oluşmaktadır¹⁶. Son zamanlarda kantitatif MRG'nin, kıkırdak dokusu ve tendonlardaki dejenerasyona bağlı olarak gelişen biyokimyasal değişiklikleri saptamak için kullanılabileceği

belirlenmektedir^{9,17-20}. Kantitatif MRG teknikleri içinde günümüzde en sık kullanılanı T2 haritalama tekniğidir. Literatürde diz^{21,22}, omuz²³ ve kalça²⁴ eklemi kırıkdağında, miyokardiyal dokuda²⁵, supraspinatus tendonunda^{9,16,26}, peroneal tendonda²⁷ ve aşil tendonunda²⁰ T2 ve T2* haritalama tekniklerini kullanan çeşitli çalışmalar ile; supraspinatus tendonunda T2* haritalama tekniğini kullanan bir çalışma mevcuttur²⁶. İlk çalışmaların sonuçları kantitatif MRG kullanılarak tendinopatiyi saptamada umut vadetmektedir.

Literatürde omuz ekleminde supraspinatus tendon patolojileri için haritalama tekniğini değerlendiren az sayıda çalışma mevcut olup bu çalışmaların hepsinde 3 Tesla (T) MR sistemleri kullanılmıştır^{9,16,26}. Biz ise bu çalışma ile supraspinatus tendonunda haritalama tekniğinin 1,5T MR cihazları ile de değerlendirilebilirliğini incelemeyi amaçladık. Günümüz koşullarında 1,5T MR cihazının klinik pratikte daha yaygın olarak kullanılması, 3T MR cihazına göre ulaşılabilirliğinin daha kolay olması ve maliyet-yarar oranının daha iyi olması nedenleriyle, çalışmamızda 1,5T MR cihazı ile supraspinatus tendon haritalamasının klinikte yararlı olup olmayacağı araştırılmıştır. Bu açılarından, çalışmamız hem supraspinatus patolojilerinde kantitatif MR T2 ve T2* haritalama tekniği kullanımı ile ilgili verilere katkı sunacak; hem de supraspinatus patolojilerinde 1.5T MR ile haritalama tekniklerinin klinik kullanılabilirliğini ortaya koyma yönünden bir ilk olacaktır.

Bu çalışmanın amaçları; konvansiyonel MRG'ye ek olarak alınan T2 ve T2* haritalama teknikleri kullanarak, supraspinatus tendon patolojilerini kantitatif olarak değerlendirmek ve asemptomatik bireylere göre varsa farklılıkları araştırmaktır. Ayrıca tendinozis ve tendon rüptürü gibi supraspinatus patolojilerinde, tendondan sayısal değerler elde ederek, bu iki patoloji grubu için kantitatif ve objektif değerlendirme olanağını araştırmak da amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. OMUZ ANATOMİSİ

Omuz eklemi vücudun en geniş hareket açıklığına sahip eklemidir. Omuz ekleminde ortaya çıkan hareket, tek bir eklemin hareketi ile değil, omuz eklemine komşu olan diğer eklemlerin de harekete katılması ile ortaya çıkar²⁸.

Omuz kemerini meydana getiren kemik yapılar klavikula, skapula ve proksimal humerustur. Omuz kemeri eklem yapıları ise glenohumeral eklem, akromio-klavikuler eklem ve sterno-klavikular eklemidir²⁹.

2.1.1 Omuz Kemik Yapıları

Klavikula: 'S' harfi şeklinde uzun bir kemiktir. Medial uçta sternum ile lateral uçta skapulanın akromiyonu ile eklem yapar.

Skapula: Üçgen biçiminde yassı bir kemiktir. Ön yüzünde subskapular kasa ait yapılaşma izleri vardır. Arka yüzünde spina skapula adlı çıkıntı lateralde akromiyonla sonlanır. Dış köşesinde glenoid kavite yer alır.

Humerus: Üst ekstremitenin en uzun kemiğidir. Proksimalinde humerus başı skapulanın glenoid kavitesi ile eklem yapar. Humerus başının dış tarafında büyük tüberkül, ön-iç tarafında ise küçük tüberkül bulunur. Bu iki tüberkül arasında sulkus intertüberkularis yer alır²⁹.

2.1.2 Omuz Eklem Yapıları

Akromiyoklaviküler Eklem: Klavikulanın dış yan ucu ile skapulanın akromial yüzeyi arasındadır. Eklem kapsülü ve eklemi ikiye ayıran fibrokartilajinöz diski vardır. Skapulanın klavikula üzerinde kaymasını ve rotasyonunu sağlar.

Sternoklaviküler Eklem: Manibrium sterninin üst yan tarafı, klavikulanın sternal yüzeyi ve 1. kostanın kırırdağı arasındadır. Eklem diski içerir ve kapsülü vardır. Sirkumdiksiyon hareketini sağlar.

Glenohumeral Eklem: Humerus başı ile skapulanın glenoid kavitesi arasındadır. Glenoid labrumu, eklem diski, kapsülü ve eklemi destekleyen ligamanları vardır. Fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, pronasyon, supinasyon ve sirkumdiksiyon hareketlerini sağlar^{29,30}

2.1.3. Omuz Kas Yapıları

Deltoid Kası: Ön kısmı kola fleksiyon ve iç rotasyon, orta kısmı kola 15-90 derece arasında abduksiyon, arka kısmı ise kola ekstansiyon ve dış rotasyon yaptırır. Klavikulanın 1/3 laterali, skapulanın akromiyonu ve spina skapulanın dış alt yüzünden başlar, humerusta deltoid tüberosite yapışır. Aksiller sinir tarafından (C5-C6) tarafından innerve edilir.

Supraspinatus Kası: Rotator kılıf kaslarından olup kolun ilk 15 derecelik abduksiyonunu yaptırır. Skapulanın arkasında spina skapulanın üstünde yerleşim gösteren fossa supraspinatustan başlar ve humerusun büyük tüberkülünün üst yüzüne doğru uzanım gösterip yapışır. Supraskapular sinir (C5-C6) tarafından innerve edilir.

Infraspinatus Kası: Rotator kılıf kaslarından olup humerus başını omuz eklemi içinde tespit eder ve kola dış rotasyon yaptırır. Skapulanın arkasında spina skapulanın altında yerleşim gösteren fossa infraspinatustan başlar ve humerusun büyük tüberkülünün orta kısmına yapışır. Supraskapular sinir (C5-C6) tarafından innerve edilir.

Teres Minör Kası: Rotator kılıf kaslarından olup humerus başını omuz eklemi içinde tespit eder ve kola dış rotasyon yaptırır. Skapulanın arka yüzeyinde, lateral kenarın üst kısmından başlar ve humerusun büyük tüberkülünün alt kısmına yapışır. Aksiller sinir tarafından (C5-C6) tarafından innerve edilir.

Teres Majör Kası: Kola adduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Skapulanın angulus inferiorunun dorsal kısmından başlar ve humerus ön kısmında intertüberküler oluğun medialine yapışır. Subskapular sinir tarafından (C5-C6) tarafından innerve edilir.

Subskapular Kas: Rotator kılıf kaslarından olup kola adduksiyon ve iç rotasyon yaptırır, humerus başını omuz eklemi içinde tespit eder. Skapulanın ön yüzünden başlayıp humerusun küçük tüberkülüne yapışır. Subskapular sinir (C5-C6-C7) tarafından innerve edilir^{29,31}.

2.2. OMUZ AĞRISI

Omuz ağrısının %90-95 kadarının eklem kendisi ile ilişkili olmayıp periartiküler sebeplere bağlı olduğu gösterilmiştir. Büyük çoğunluğu oluşturan 40 yaş üzerindeki hastalarda, omuz ağrısının en sık nedeni rotator kılıf liflerindeki bozulmadır².

Rotator kılıf lezyonlarının; rotator kılıf zedelenmesi, kısmi veya tam kat yırtıklar, tendinit ve kalsifik tendinopati gibi birçok nedeni vardır. Omuz ağrısının diğer nedenleri; bisipital tendon lezyonları, glenohumeral instabilite, adezif kapsülit, dejeneratif eklem osteoartriti (glenohumeral eklem osteoartriti, akromiyoklaviküler eklem osteoartriti), hemiplejik omuz, inflamatuvar eklem hastalıkları, septik artrit, osteonekroz, kırıklar, tümörler, fibromiyalji ve miyofasiyal ağrı sendromları, brakial pleksus lezyonları, servikal radikülopati, tuzak nöropatiler ve iç organlardan yansıyan ağrılar olarak sıralanabilir^{2,32}.

2.2.1. Rotator Kılıf Patolojileri

Rotator kılıf hastalıklarının prevalansı, omuzun dayanıklılığının etkilenmesi nedeniyle obezite, diyabet, inme gibi kronik hastalıkların varlığıyla ve yaşla artar³³. Rotator kılıf lezyonlarının görülme sıklığında dominant olan ve olmayan tarafa, cinsiyet farkına ve egzersiz aktivite düzeyindeki farklılıklara bağlı olarak değişkenlik gözlenebileceğini gösteren çalışmalar^{34,35} olduğu gibi anlamlı fark bulunmayan çalışmalar da mevcuttur³².

Rotator kılıf hastalığının altında yatan faktörler; mekanik sıkışma, travma veya tendonun avasküler bölgelerinde yaşlanma ve yırtılmaya bağlı intrinsik dejenerasyondur⁵. Akromiyon şeklindeki farklılıklar, akromiyoklaviküler eklem patolojileri ve genetik yatkınlık rotator kılıf liflerinde bozulmaya sebep olan diğer faktörlerdir³². En erken değişiklikler tendon cismi içinde başlar ve kılıfın delaminasyonu ile sonuçlanır. Tipik olarak ilk önce supraspinatus tendonunun lifleri etkilenir. Rotator kılıfın diğer iki tendonu olan subskapularis ve infraspinatus tendonları, yırtığın genişlemesi sonucunda etkilenir. Teres minör ise nadiren etkilenir³². Gelişen patolojiler kolun kaldırılmasında zayıflık ve sıklıkla geceleri kötüleşen ağrıya neden olabileceği gibi asemptomatik de olabilir^{2,5,32}. Rotator kılıf

yırtıkları sessiz bir şekilde oluşup hasta tarafından fark edilmeyebilir. Semptomsuz yırtıklar 60 yaş üzerinde %30 oranında görülebilir³².

Rotator kılıf patolojileri tendinozis, tendon rüptürü, tendinit, tenosinovit, kalsifik tendinit olarak sınıflanabilir.

2.2.1.1. Tendinozis

Tendonda dejeneratif değişikliklerin olduğu, ancak tendon içinde veya paratenonda inflamasyonun klinik ve histopatolojik işaretlerinin olmadığı patolojileri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Ağrılı, fokal ya da diffüz nodüler tendon kalınlaşması şeklinde görülür. Aşırı kullanım hasarı ve tekrarlayan mikrotravmalarla kuvvetli ilişkili bulunmuştur³⁶.

Histopatolojik olarak tendonda miksoid ve hyalin dejenerasyon, kollajen yapısında değişiklik, fibrinoid nekroz, mikrokistler gibi dejeneratif değişikliklerin yanında; neovaskülarizasyon ve granülasyon dokusu gibi rejenerasyonu ve mikroyırtıkları içeren geniş bir spektrum tanımlanmıştır³⁶⁻³⁹.

Tendinozisin erken tanısı, uygun tedavi ile kronik ve tedaviye dirençli semptomların gelişmesini; sonrasında tendon yırtıklarının oluşmasını engellemek açısından önemlidir^{40,41}.

2.2.1.2. Tendon Rüptürleri

Tendon fibrillerinin ilerleyici dejenerasyonunun son evresidir. Tam kat yırtıklar; nadiren doğrudan travma sonrası gelişir, çoğunlukla tendonun aşırı gerilimi ya da anormal durumlarda uygulanan tekrarlayıcı mikrotravmalardan kaynaklanır^{35,36}.

Masif tam kat yırtıklarda supraspinatus tendonu akromiyonun altına kadar çekilmiş olduğundan; yırtık parçaları uzun bir aralıkla ayrılıp, tendon görülemeyebilir^{32,40,42}. Humerus başının akromiyonla direk teması ve deltoidin direk humerus başının üzerinde görülmesi, masif rotator kılıf yırtığının işaretidir³². Bazı kronik vakalarda deltoid kası ve humerus başı arasında kalınlaşmış bursa ve yağ görülebilir^{32,42}. Dört santimetreyi geçen masif yırtıklarda, humerus başı deltoid kasın yukarı çekmesine bağlı olarak yukarı çıkabilir³². Kısmi yırtıkların kesin tanısı, erken tanı ve tedaviyle tam kat yırtığa dönüşümünün engellenebilmesi nedeniyle önemlidir.

Rotator kılıfta en sık yırtık şekli, tendon-kemik bileşkesindeki hastalığa bağlı olarak tendonun kemikte çıplak alan bırakarak geri çekilmesidir. Bu tip yırtıkların %79'unda, büyük tüberkülün kemik yüzeyi ve humerusun anatomik boynu düzensizdir. Rotator kılıf yırtıklarının %90'ında yırtığın altındaki kemik yüzeyde sığ erozyonlar ve düzensizlikler dikkati çeker. Rotator kılıfın distal 1 cm'lik kesimindeki parsiyel ve tam kat yırtıklarının büyük kısmı küçük kemik spurları ve büyük tüberkülün kemik yüzeyinde girintilerle birlikte görülür. Rotator kılıfta yırtıkların önemli bir kısmı supraspinatus tendonunun distal lateral kısım anteriorundaki kritik bölgede görülür^{32,42}.

Rotator kılıfta parsiyel yırtık, tendonun sadece fokal incilmesi olarak da görülebilir ve tendon yüzeyindeki fokal bir düzensizlik, küçük parsiyel yırtığın tek işareti olabilir^{40,42}. Tendon içi lezyonlar en sık rastlanılan lezyon tipidir ve parsiyel lezyonların %50'sini oluşturur. Bunlar artroskopi esnasında direkt inspeksiyonla saptanamayacağından yırtık olarak değerlendirilmez. Bu durum tanısal problemlere neden olur. Bu yüzden eşlik eden sinoviyal ve kemik lezyonlar tanıda faydalı olabilir³².

Cerrahide yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında hem ultrasonografi (USG) hem MRG'ın yırtık boyutunu olduğundan küçük ölçtüğü görülmüştür⁴³. Yırtık görece küçükse USG'nin boyutunu ölçme doğruluğu MRG kadar yüksekken, yırtığın boyutu 3 cm'yi geçerse USG değerlendirmesi kısıtlı olur⁴².

Kronik rotator kılıf tendon yırtığı olanlarda eşlik eden yağlı kas atrofisinin olduğu görülmüştür³².

2.2.1.3. Tendinit

Tendinozise benzer şekilde aktivite ile ilişkili olabilen bir durumdur. Patolojik incelemede tendinozise bağlı dejeneratif değişikliklere ilave olarak akut inflamasyon bulguları saptanır. Tendinozis gibi fokal veya diffüz olabilir⁴⁰.

Rotator kılıf tendiniti en sık supraspinatus tendonunda görülür. Vasküler çalışmalar tendonun humerusun büyük tüberkülüne yapıştığı yerin 1-2 cm proksimalinde kritik zon adı verilen avasküler alanın dejenerasyona yatkın olduğunu göstermiştir. Kolun tekrarlayan abduksiyon ve elevasyonu ile bu bölgede göreceli kanlanma azalması oluşarak tendinite zemin hazırlandığı bildirilmiştir. Tekrarlayan

iskemik ve inflamatuvar ataklar sonucu tendon dejenerasyonu oluşur. Supraspinatusun aktivitesinin maksimum olduğu kolun 60-120° abduksiyon aralığında ağrı saptanır².

2.2.1.4. Tenosinovit

Tendon kılıfının inflamasyonudur. Sinoviyal kılıfla sarılı tüm tendonlar etkilenebilir. Etyolojide genellikle tekrarlayan mikrotravma ve piyojenik enfeksiyonlar bulunur⁴⁰.

2.2.1.5. Kalsifik Tendinit

Rotator kılıf tendonlarında multifokal kalsifikasyonla karakterize etyolojisi bilinmeyen bir hastalıktır. En çok supraspinatus tendonunda görülür. Doku hipoksisi ve lokalize bası patolojisi arttıran faktörler olabilir². Tekrarlayan travmalar ve yaşlanmanın etkisiyle vaskülaritede azalma, kollajen liflerinde incelmeye ve fibrilasyon meydana gelir. Beşinci dekattan itibaren başlar. Lezyon tendonun kemiğe yapışma yerinde oluşur ve spontan rezorbe olmaz. Reaktif kalsifikasyon canlı dokuda oluşur. Ağrı ani başlangıçlı, çok şiddetlidir. Hasta kolunu adduksiyon ve nötral pozisyonda tutar².

2.2.2. Subakromiyal Sıkışma Sendromu

Humerus başı ile akromiyon ve korakoakromiyal ark arasındaki yumuşak dokuların, supraspinatus tendonu ve subakromiyal bursanın sıkışması ve inflamasyonudur. Subakromiyal aralığı daraltan yapısal ve fonksiyonel sebepler subakromiyal sıkışma sendromuna yol açar.

Yapısal sebepler akromiyonun ön 1/3 yapısal değişiklikleri, akromiyoklaviküler eklem patolojileri, osteofitler olarak sıralanabilir. Akromiyal patolojiler 3 tip olarak sınıflanır; tip I akromiyon düz alt yüzeye sahiptir (%18), tip II akromiyon kavisli bir alt yüzeye sahiptir (%41) ve tip III akromiyonun anteriorda kancası bulunmaktadır (%41). Tip III akromiyon büyük ölçüde rotator kılıf yırtıklarına predispozisyon oluşturmaktadır^{44,45}.

Tekrarlayan sıkışma ve inflamasyon atakları sonucunda dejeneratif tendinit ve rotator kılıf yırtığı görülür. Tedavi genellikle cerrahi olup rotator kılıf tamiri,

akromiyoplasti yapılı². Subakromiyal sıkışma sendromuna en çok omuzun ön yüzünde ağrı görülür. Kolun 60-120⁰ arasındaki hareketi ağırlıdır (ağırlı ark testi)⁴⁶.

2.3. GÖRÜNTÜLEME

2.3.1. Radyografiler

Genel radyografi genellikle hızlı uygulanabilmesi, düşük maliyet ve yaygın kullanılabilirlik nedeniyle omuz ağrısı olan hastaların değerlendirilmesinde ilk görüntüleme seçeneğidir. Direkt radyografi özellikle travma değerlendirilmesinde yararlıdır. Yumuşak doku kontrastının olmaması, bu modalitenin özellikle rotator kılıf patolojilerinde yararlılığını sınırlar⁴⁷. Omuz kuşağındaki kemik yapıların ve anatomik bütünlüğün değerlendirilmesinde, yumuşak doku kalsifikasyonları, dejeneratif eklem hastalığı gibi omuz eklemi lezyonlarının ayırıcı tanısında, travma sonrası kırık ve dislokasyonların değerlendirilmesinde sıklıkla başlangıç görüntüleme yöntemi olarak kullanılır^{2,5}.

Radyografi daha çok kemik yapılar açısından rotator kılıf değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır^{48,49}. Özellikle rotator kılıf sıkışma sendromuna sebep olabilecek kemik anomalileri değerlendirilir. Bunlar arasında subakromiyal spurler veya entezofitler, büyük tuberositasta veya akromiyoklaviküler eklemdede dejeneratif değişiklikler ve akromiyohumeral mesafenin daralması yer alır⁴⁸.

Rutin radyografik incelemede yaygın olarak anteroposterior projeksiyonda görüntüleme yapılır. Bununla birlikte skapuler anteroposterior, aksiller ve skapuler “Y” projeksiyonları da yaygın kullanılan görüntülemelerdir. Standart projeksiyonlarda yapılan ek modifikasyonlar ile akromiyonun ön yüzünde subakromiyal spurleri veya entezofitleri daha iyi görüntüleyebilmek için 30 derece kaudal açıyla omuzun AP görüntüsü alınabilir^{48,50}.

Kronik retrakte tam kat rotator kılıf yırtığında radyografide humerus başında superiora doğru yer değişikliği izlenebilir⁵¹. Ancak akut rotator kılıf yırtıklarının çoğunda direk radyografide bulgu izlenmez. Kronik rotator kılıf yırtığında kemik dokuda skleroz artışı, subkondral kistik değişiklikler ve osteofit formasyonları gibi değişiklikler izlenebilir⁵¹. Humerus başında tendonların tutunma düzeyinde büyük tuberositasta kistik değişiklikler izlenmesinin rotator kılıf tendon patolojileri ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir^{52,53}. Bununla birlikte kistlerin lokalizasyonu ve

boyutu olası bir rotator kılıf tendon onarımı esnasında sütur materyallerini yerleştirmede önemli olduğu için belirtilmelidir. Radyografi ayrıca ağrılı omuzla gelen hastalarda kalsifik tendinit tanısı koymada oldukça faydalıdır^{48,49,51}.

2.3.2. Konvansiyonel Kontrast Artrografi

Konvansiyonel artrografi; MRG teknolojisindeki ilerlemelerden önce rotator kılıf tendon yırtıklarını değerlendirmede kullanılan faydalı bir modalite olup uzun zaman rotator kılıfın tam kat yırtıklarının tanısında ilk radyolojik inceleme olarak kullanılmıştır. Günümüzde artrografinin yerini invazif olmayan ultrasonografi ve MRG almaktadır³². Ayrıca günümüzde artrografi incelemesi gerektiğinde çoğunlukla MRG veya bazen bilgisayarlı tomografi ile birlikte gerekleřtirilebilmektedir⁵⁴.

2.3.3. Ultrasonografi

Ultrasonografik görüntüleme kolay ulaşılabilir olması, hızlı tarama süresi, iyonizan radyasyon içermemesi gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Omuz ultrasonografisinde ayrıca karşı omuz ile karşılaştırmalı değerlendirme de yapılabilir. Bu avantajlara rağmen, ultrason görüntüleme uzun öğrenme sürecine sahip olup uygulayıcıya bağımlıdır. Bu tanısal aracın klinik uygulamada doğru ve verimli kullanılması için uygun eğitim ve deneyime ihtiyaç vardır⁴⁷.

Tendonların ultrasonografik değerlendirilmesi, longitudinal ve transvers planlarda yüksek frekanslı (10-18 MHz) probalar ile yapılmalıdır⁵⁵. Ultrasonografik dalga tendona dik değilse, yansıyan dalgaların bir kısmı alınmayacaktır ve tendon daha hipoekoik veya anekoik görünecek, tendinopati veya parsiyel rotator kılıf tendon yırtığını taklit edecektir. Tendonların bu Şekilde aılanmasına bağlı görünümü anizotropi olarak adlandırılır⁵⁶. Gerçek zamanlı dinamik görüntüleme ile birden fazla düzlemde inceleme yapılması ile bu potansiyel görüntüleme tuzağından kurtulmak mümkün olabilir⁵⁷.

Ultrason ile parsiyel ve tam kat yırtıklar, tendinozis ile eklem ve bursadaki sıvılar tanınabilir⁵¹. Yırtıklar tendonda sıvı ile dolu hipoekoik alanlar Şeklinde görülür. Tendon retraksiyonu olan masif yırtıklarda tendonun kendisi grntlenemeyebilir. Dinamik kompresyon ile sıvının yer değiştirmesi ve üstteki peribursal yağ dokunun deforme olması tanıya yardımcı bir bulgudur. Subakromiyal-

subdeltoid bursal sıvı, abdüksiyon hareketi sırasında subakromiyal sıkışma ile sıvının hareketi sayesinde tespit edilebilir. Rotator kılıf yırtıklarına ek olarak, ultrason kalsifik tendinitlerde kalsiyum birikimlerinin görüntülenmesine de olanak tanır⁵¹. Bu kalsiyum birikimleri posteriorunda akustik gölgelenme gösteren hiperekoik odaklar şeklinde görülür⁵¹.

Ultrason ayrıca terapötik açıdan faydalı olarak perkütan aspirasyon için rehberlik yapar. Bu sayede hastanın klinik olarak ağrısının azalması ve omuz hareketlerinde artış sağlanabilir⁵⁸.

2.3.4. Konvansiyonel MRG

MRG'de elektromanyetik dalga spektrumundaki radyofrekans dalgaları kullanılmakta olup direkt radyografi ve bilgisayarlı tomografideki gibi X-ışınları kullanılmadığından herhangi bir iyonizan etki oluşturmamaktadır. Mükemmel yumuşak doku kontrastı sağlaması, iyonizan radyasyon içermemesi, istenilen kesitte görüntüleme yapılması, anatomik yapıların yanı sıra fizyopatolojik ve biyokimyasal değişiklikleri de değerlendirebilmesi ile hem omuzda hem de diğer kas-iskelet patolojilerinin görüntülenmesinde öncelikli tercih edilen bir seçenek haline gelmiştir⁵⁹.

MRG'nin fizik prensibi maddenin temel yapıtaşı olan atoma dayanmaktadır. Vücutta çok fazla miktarda bulunan ve diğer atomlara göre daha güçlü manyetik özellik gösteren hidrojen atomundaki protonlar kullanılır ve hidrojen atomu hedef olan ana sinyal kaynağıdır^{59,60}. Normalde hidrojen atomunun çekirdeğinde bulunan proton ve nötronlar (nükleon) spin hareketi olarak adlandırılan kendi etraflarında dairesel bir hareket yaparlar⁶⁰. Bu spin hareketi ile çekirdek etrafında doğal bir manyetik alan oluşmaktadır. Manyetik bir çubuk gibi diğer bir ifade ile dipol gibi davranan bu nükleon yapıları manyetik alana duyarlıdır⁶⁰.

Hidrojen atomlarının vücutta rastgele spin hareketleri belirli bir düzlemde olmayıp net manyetizasyon sıfırdır. Güçlü bir manyetik alana girildiğinde bu dipoller dış manyetik alan vektörüne paralel ve antiparalel konuma geçerler. Böylece doku manyetizasyonu oluşur⁶⁰. Dokunun manyetizasyonu dış manyetik alanın gücüne paraleldir (longitudinal manyetizasyon). Ayrıca spinler kendi etrafında dönerek bir

topacın hareketine benzer şekilde hareket eder. Bu harekete presesyon hareketi adı verilir^{59,61}. Presesyon hızı dış manyetik alan gücü ile doğru orantı gösterir.

Protonlardan sinyal elde edebilmek için dışarıdan bir 90 derece radyofrekans (RF) pulsu vermek gerekir. Böylece longitudinal manyetizasyon manyetik alana dik olacak şekilde yatırılarak transvers manyetizasyon oluşturulur. MRG ölçümlerinin ana kaynağı bu değerlerdir⁶². RF pulsu kesilince protonlar eski konumlarına döneceğinden transvers manyetizasyon azalırken longitudinal manyetizasyon tekrar artmaya başlar. Bu eski haline dönmeye relaksasyon adı verilir.

T1 relaksasyon zamanı longitudinal manyetizasyonun %63'ünü geri kazanma esnasında geçen süreyi, T2 relaksasyon zamanı ise transvers manyetizasyonun %37'sine inmesi esnasında geçen süreyi ifade eder⁶³. T1 ve T2 relaksasyon zamanlarından hangisinin daha ağırlıklı olacağını RF pulsları arasındaki geçen süre (TR: Time to reputation) belirler. TR düşük seçilirse görüntü T1 ağırlıklı, TR yüksek seçilirse görüntü daha çok T2 ağırlıklı olarak elde edilir. Ancak T2 ağırlıklı görüntü elde edilirken dokudan alınan sinyallerin kaydedilme anı (TE: Time to echo) da önemlidir. TR yüksekken TE de yüksek seçilirse T2 ağırlıklı görüntü elde olurken kısa TE seçilirse proton yoğunluğuna bağlı olan proton dansite görüntü elde edilir.

2.3.5. T2 ve T2* Haritalama Teknikleri

RF pulsu ile longitudinal manyetizasyon transvers plana döndürüldükten hemen sonra protonların hepsi in-faz durumuna geçer. Bu anda transvers manyetizasyon maksimum düzeydedir. Protonların out faz durumuna geçmeye başlaması ile transvers manyetizasyon azalmaya başlar. Bu azalmaya transvers relaksasyon adı verilir. Transvers relaksasyon azalırken karakteristik bir eğri ortaya çıkar. Transvers manyetizasyonun %100 den %37 ye düşmesi arasındaki geçen süre T2 relaksasyon zamanı olarak adlandırılır^{63,64}. Transvers relaksasyon atomik ve moleküler düzeyde rastgele etkileşimlerin sonucu gerçekleşir⁶⁵. Transvers relaksasyon esas olarak bitişik protonların neden olduğu iç manyetik alan ile ilişkili olup spin-spin relaksasyon olarak da adlandırılabilir.

T2* relaksasyonu ise spin-spin relaksasyonu ve manyetik alan inhomojenitesinin kombinasyonu ile oluşan transvers manyetizasyondaki azalmayı ifade eder. Spin eko görüntüleme manyetik alan inhomojenitesinin neden olduğu

transvers relaksasyon 180 derece puls gönderilmesi ile ortadan kaldırıldığı için T2* relaksasyonu sadece gradient eko görüntülerle elde olunur. T2* relaksasyonu gradient eko sekans görüntülerde görüntü kontrastını oluşturan ana belirleyicilerdendir ve SWI (susceptibility-weighted imaging), perfüzyon MR, fonksiyonel MR gibi MR uygulamalarının temelini oluşturur. T2* ağırlıklı gradient eko sekans ile görüntüleme daha çok hemoraji kalsifikasyon ve demir birikiminin gösterilmesi amacıyla kullanılmaktadır⁶⁶. Ancak son zamanlarda tendondaki biyokimyasal değişiklikleri göstermek amacıyla da T2* haritalama tekniğini kullanan çalışmalar mevcuttur^{20,26,27}.

MR teknolojisi ve koil teknolojisindeki gelişmeler ile daha yüksek çözünürlüklü MR sekansları elde edilebilmesiyle özellikle kıkırdak dokuda daha fazla olmak üzere miyokard, tendon ve kas dokularda morfolojik ve biyokimyasal değişikliklerin karakterizasyonu, kantifikasyonu ve standardize edilmesi açısından umut verici in vivo yaklaşımlar ortaya çıkmıştır^{18,67,68}.

2.3.6. Omuz Görüntülenmesinde MRG

Omuz patolojilerinin görüntülenmesinde MRG, mükemmel yumuşak doku kontrastı ile öncelikli tercih edilen bir seçenek haline gelmiştir⁶⁹. MRG ile rotator kılıf tendonları ve çevresindeki yapıların detaylı bir anatomik değerlendirmesi yapılabilir. MRG de transvers, oblik koronal ve oblik sagittal görüntüler elde edilir. Genellikle T1 ağırlıklı sekans ve proton dansite ağırlıklı görüntüler ile sıvıya duyarlı T2 ağırlıklı sekans, yağ baskılı proton dansite görüntüler ve STIR sekans görüntüler kombine edilir⁷⁰.

Rotator kılıf değerlendirmesinde intakt tendon tüm sekanslarda düşük sinyal intensitesinde izlenir. Tendon yırtıkları tendon düzeyinde defekt ile birlikte sıvıya duyarlı sekanslarda yüksek sinyal intensitesinin saptanması ile tanınır⁷⁰. Parsiyel yırtıklarda yırtığın düzeyi (artiküler veya bursal), şiddeti ve tendon tutulumunun kalınlığı değerlendirilir⁷¹. Sinyal anormalliği tendona paralel olduğunda intrasubstans yırtık teşhisi konur. Sinyal anormalliği eklemden bursal yüzeye tüm tendon boyunca uzandığında, tam kat yırtık teşhisi konur⁷⁰. Ara sinyal yoğunluğu alanlarına rastlandığında ise rotator kılıf tendonlarının analizinde tanısız ikilem olabilir. Bu alanlar, sihirli açılı artefaktları (tendon liflerinin uzanımına göre ana manyetik alanın

55 derecelik açıyla uzanması durumunda tendonda yalancı sinyal artışı olması), parsiyel volüm etkisi veya yırtık olmaksızın tendon dejenerasyonu gibi durumları temsil edebilir⁷².

Rotator kılıf tendon yırtığı ile ilişkili olabilecek diğer bulgular olan kas atrofisi, eklemde veya bursada sıvı ve tuberositelerde kistik değişiklikler de MRG ile görüntülenebilir. Bazen kas içi kistler görülebilir ve hem parsiyel hem de tam kat rotator kılıf tendon yırtığı ile yüksek oranda ilişkili olduğu bildirilmiştir^{73,74}. Rotator kılıf kasları ise en iyi sagittal oblik planda değerlendirilir. T1 ağırlıklı veya proton yoğunluklu görüntüler kas büyüklüğünün ve morfolojisinin değerlendirilmesine izin verirken, sıvıya duyarlı sekanslar ödem tespitine izin verir. Kronik komplet yırtıklarda en sık atrofi ve yağlı infiltrasyon izlenir^{54,70}.

2.3.7. Bilgisayarlı Tomografi Artrografi

Genel olarak, BT konvansiyonel MRG'de bulunan yumuşak doku kontrastından yoksundur⁷⁵. Bununla birlikte, BT artrografisinde eklem içine enjekte edilen intraartiküler iyotlu kontrast ile komşu tendon veya kas arasındaki yoğunluk farkından yararlanır. BT artrografisinin tarama süresinin hızlı olması, aksiyel, sagittal oblik ve koronal oblik düzlemlerde submilimetre çözünürlüğü ile multiplanar görüntüleme gibi çeşitli avantajlar vardır, ancak intra-artiküler enjeksiyon gerektirmekte ve iyonize radyasyon içermektedir⁷⁶.

2.3.8. Artroskopik Değerlendirme

Omuz artroskopisi omuz patolojilerinin tanı ve tedavisinde önemli ilerlemeler sağlayan bir yöntem olup hem normal hem de anormal olan anatomik yapıların detaylı bir şekilde görsel olarak incelenmesini sağlar. Açık omuz cerrahi prosedürlerine göre daha küçük cerrahi insizyon ve daha az kas manipülasyonu ile postoperatif ağrının azalması, iyileşmenin daha hızlı olması gibi avantajları mevcuttur. Ancak çevredeki nörovasküler yapılarda yaralanma komplikasyonu gibi dezavantajları da mevcuttur⁷⁷⁻⁸⁰. Cerrahi girişim gerektirmesi muhtemel ve tekrarlayan semptomları olan olgularda önerilmektedir⁵. Omuz patolojilerindeki kesin tanı koymak ve tedavi planlaması için altın standart olarak belirtilmektedir^{81,82}.

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. OLGULAR

Bu çalışma için Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Radyoloji Anabilim Dalı Akademik Kurulu'ndan tez onayı alındı (Ek 1). Ayrıca çalışmaya katılan tüm bireylerden bilgilendirilmiş onam alındı.

Çalışma popülasyonu supraspinatus tendon patolojilerine göre 3 grup olacak şekilde tasarlandı.

- Birinci grup; asemptomatik sağlıklı bireyleri
- İkinci grup; semptomatik supraspinatus tendinozisli hastaları
- Üçüncü grup; semptomatik supraspinatus parsiyel veya tam kat tendon rüptürü olan hastaları içermekteydi.

Birinci grup (asemptomatik-kontrol grubu) olguların seçiminde MRG tetkiki gerçekleştirilmeden önce; omuz travması veya omuz cerrahisi geçirip geçirmediği, omuz eklem hareketleri sırasında veya dinlenme esnasında omuz ağrısı olup olmadığı, rotator kılıf hastalıklarındaki diğer semptomların varlığı ve omuzla ilgili herhangi bir şikayeti olup olmadığı sorgulandı. Herhangi bir pozitif bulgu saptanmayan ve asemptomatik kabul edilen 22 olguya konvansiyonel MRG ve T2/T2* haritalama tetkikleri gerçekleştirildi. Konvansiyonel MRG değerlendirmesinde 2 olgunun görüntülerinde tendinozis ile uyumlu sinyal değişiklikleri kaydedildiği için bu hastalar çalışma dışı bırakıldı. Toplam 20 olgu asemptomatik kontrol grubunu oluşturdu.

3.1.1. Asemptomatik Grup için dahil etme kriterleri

- 18-65 yaş arasında olmak
- Omuzla ilgili herhangi bir hastalık belirti ve bulgusuna sahip olmamak
- Doktor tanılı herhangi bir omuz patolojisine sahip olmamak

3.1.2. Asemptomatik Grup için hariç tutma kriterleri

- 18 yaşından küçük pediatrik yaş grubunda veya 65 yaşından büyük geriatric yaş grubunda olmak
- Omuz hareketleri sırasında ağrı hissetmek

- Omuz cerrahisi veya omuz travması (fraktür, omuz çıkığı vb.) geçirmiş olmak
- Omuz bölgesinde yabancı cisim varlığı
- MRG için kontrendikasyon oluşturan diğer durumlar

İkinci grup (tendinozis) ve üçüncü grup (rüptür) hastalarını seçerken; klinisyenler (ortopedi veya fizik tedavi ve rehabilitasyon uzman doktorları) tarafından rotator kılıf hastalıkları ve supraspinatus tendinopatisi ön tanıları ile konvansiyonel MRG tetkiki için Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Radyoloji Kliniği MR ünitesine başvuran semptomatik hastalar değerlendirildi.

3.1.3. Patolojik Gruplar için dahil etme kriterleri

- 18-65 yaş arasında olmak
- Klinisyenler (ortopedi veya fizik tedavi ve rehabilitasyon uzman doktorları) tarafından rotator kılıf hastalıkları ve supraspinatus tendinopatisi ön tanıları ile konvansiyonel MRG tetkiki gerçekleştirmek amacıyla yönlendirilmiş olmak

3.1.4. Patolojik gruplar için hariç tutma kriterleri

- 18 yaşından küçük pediatrik hastalar veya 65 yaşından büyük geriatric hastalar
- Omuz cerrahisi veya omuz travması (fraktür, omuz çıkığı vb.) geçirmiş olmak
- Omuz bölgesinde yabancı cisim varlığı
- MRG için kontrendikasyon oluşturan diğer durumlar

3.1.5. Patolojik Gruplardaki Hastaların Özellikleri

Dahil etme kriterlerine uygun toplam 47 hastaya konvansiyonel MRG ile birlikte T2 ve T2* haritalama tetkikleri gerçekleştirildi. Bu 47 hastanın konvansiyonel MRG bulgularına göre 21'i ikinci grup (tendinozis), 26'sı üçüncü grup (rüptür) olarak değerlendirildi.

Konvansiyonel MRG bulgularına göre; ikinci gruptaki (tendinozisli) bir hastada ve üçüncü gruptaki (rüptür grubu) iki hastada hareket artefaktları dolayısıyla görüntünün yeterli tanısal kalitede oluşmaması nedeniyle bu hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Üçüncü gruptaki iki hastada supraspinatus tendon rüptürüne eşlik eden kalsifik tendinit ve bir hastada supraspinatus tendonunda tam kat rüptür ile birlikte ileri derecede retraksiyon ve humerus başında superiora yer değişikliği saptandı. Bu üç hasta tendon segmentasyonu ve sinyal ölçümleri sağlıklı olmayacağı öngörülerek çalışma dışı bırakıldı. Sonuç olarak toplamda tendinozis grubunda 20 hasta ile rüptür grubunda 21 hasta çalışmaya dahil edildi.

Dahil edilen olgularda dominant veya dominant olmayan ekstremitte ayırımı yapılmadı.

Tüm çalışma grubuna (61 olgu) 1.5T MR cihazıyla (Magnetom Aera, Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Almanya) konvansiyonel MRG ile T2 ve T2* haritalama teknikleri uygulandı.

Hastalara ait cinsiyet ve yaş gibi demografik veriler hastane otomasyon sistemi ve hasta dosyalarından elde edildi.

3.2. ÇEKİM PROTOKOLÜ

Tüm çekimler 1,5T MR cihazı (Magnetom Aera, Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Almanya) ile 16 kanallı yüzeyel küçük omuz koili kullanılarak gerçekleştirildi. Hastalar ve asemptomatik sağlıklı gönüllüler supin pozisyonunda ve avuç içi yukarı bakacak şekilde tetkik gerçekleştirildi.

Tarama protokolü konvansiyonel MRG sekansları ve T2 ve T2* haritalama sekansları şeklinde uygulandı.

3.2.1. Konvansiyonel MRG sekansları

Konvansiyonel MRG sekansları şunlardan oluşmaktaydı;

- Aksiyal yağ baskılı proton dansite ağırlıklı turbo spin eko görüntüleme (PD-TSE FS Ax)
- Koronal yağ baskılı turbo spin eko proton dansite ağırlıklı görüntüleme (PD-TSE FS Cor)

- Sagital yağ baskılı T2 ağırlıklı turbo spin eko görüntüleme (T2-TSE FS Sag)
- Koronal yağ baskısız T1 ağırlıklı turbo spin eko görüntüleme (T1-TSE Cor)
- Sagital yağ baskısız T1 ağırlıklı turbo spin eko görüntüleme (T1-TSE Sag)

3.2.2. Haritalama Sekansları

Haritalama sekansları Şunlardan oluşmaktaydı;

- Sagital multi spin eko T2 haritalama (MESE T2Map Sag)
- Koronal multi spin eko T2 haritalama (MESE T2Map Cor)
- Sagital multi eko spoiled gradient eko T2* haritalama (MESGRE T2*Map Sag)
- Koronal multi eko spoiled gradient eko T2* haritalama (MESGRE T2*Map Cor)

Görüntüleme parametrelerinin detayları Tablo 1'de gsterilmiŐtir.

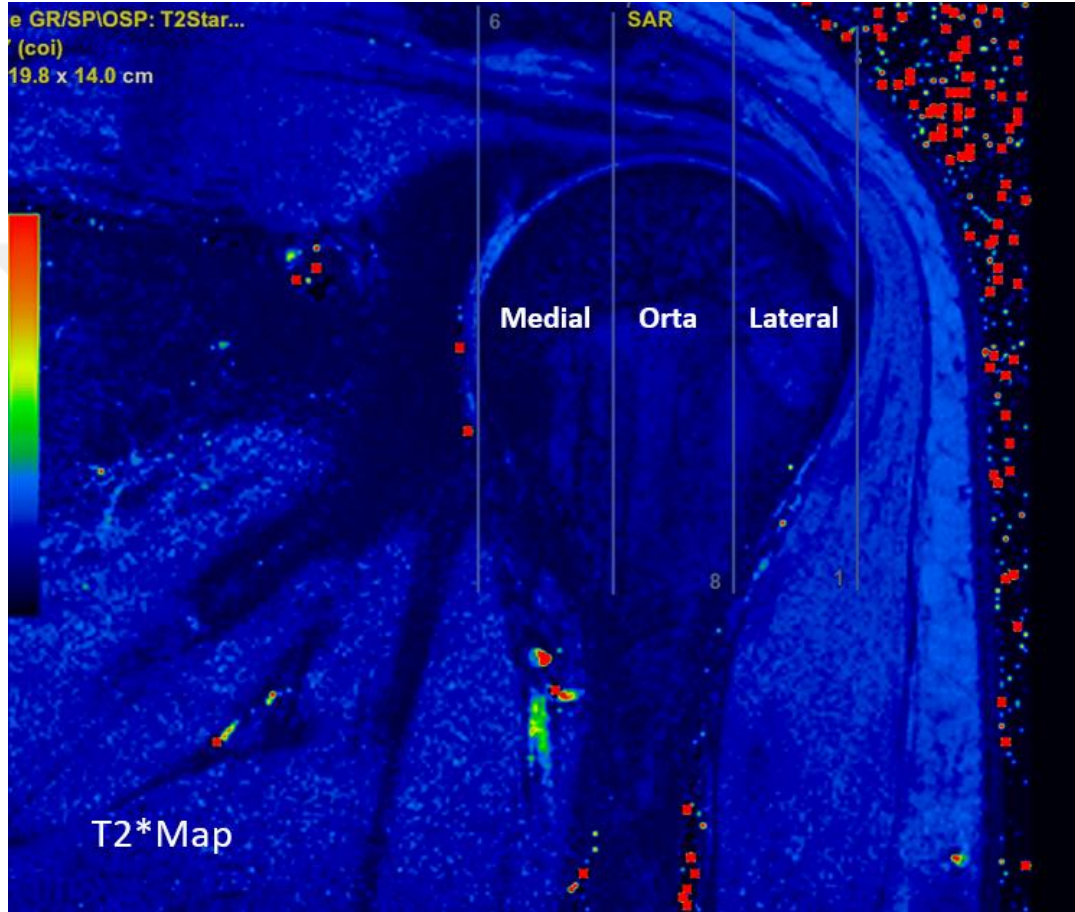
Tablo 1. Manyetik rezonans görüntüleme parametreleri

Parametre	Sekans								
	Koronal T1	Sagittal T1	Koronal PD	Sagittal T2	Aksiyel PD	Koronal T2*Map	Sagittal T2*map	Koronal T2map	Sagittal T2map
Tekrarlama zamanı (TR) (Repetition Time)	379	379	2200	3100	670	350	480	700	985
Eko zamanı (TE) (Echo Time)	9,6	9,6	26	57	19	4,18- 11,32- 18,46- 25,60- 32,74	4,18- 11,32- 18,46- 25,60- 32,74	13,8- 27,6- 41,4- 55,2- 69,0	13,8- 27,6- 41,4- 55,2- 69,0
Döndürme açısı (Flip Angle)	150	150	180	180	28	60	60	180	180
Görüntüleme alanı (Field of View) (mm ²)	180mm %100	180mm %100	160mm %100	180mm %100	170mm %100	140mm %100	140mm %100	140mm %100	140mm %100
Kesit kalınlığı (Slice Thickness)	3mm	4mm	4mm	4mm	4mm	3,0mm	3,5mm	3,0mm	3,5mm
Matriks (Matrix)	384x269	320x240	384x276	256x230	320x224	256x256	256x256	256x256	256x256
Tetik süresi (Acquisition Time)	1:38	1:38	2:40	1:25	2:02	3:14	3:31	3:26	3:53

3.3. GÖRÜNTÜ ANALİZİ

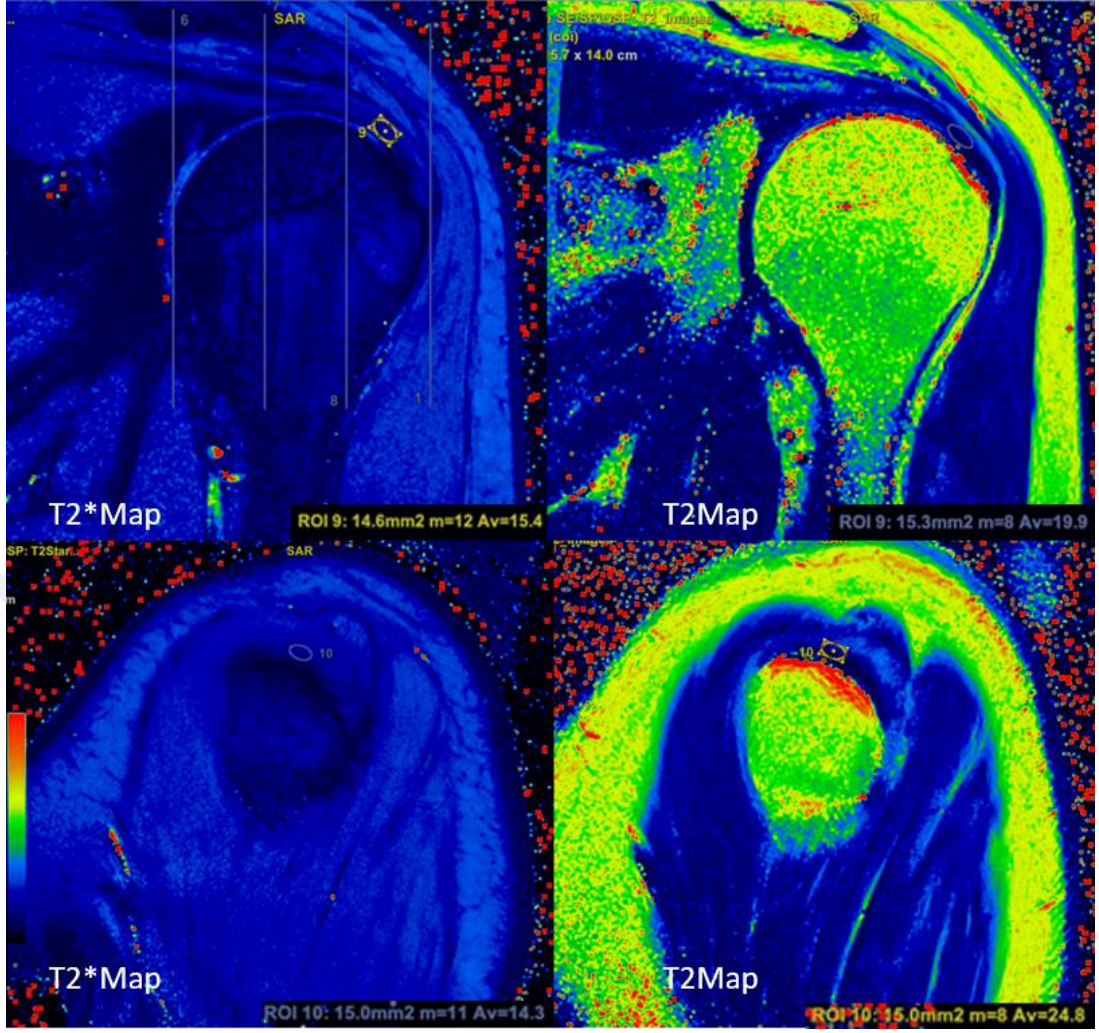
Konvansiyonel MRG görüntülerinden supraspinatus tendon değerlendirmesi yapılarak olgular; asemptomatik, tendinozis ve rüptür gruplarına ayrıldı. Elde olunan T2 ve T2* haritalama görüntülerinden koronal kesitlerde supraspinatus tendonunun en iyi görüntülediği kesit seçildi. Bu kesitte anatomik konuma dayalı olarak haritalama değerlerindeki değişkenliği değerlendirmek için supraspinatus tendonu üç alt bölgeye ayrıldı. Bunun için koronal planda iki yer işaretlenerek seçildi. Seçilen yerler humerus başı büyük tuberositasın en lateral kesimi ve humerus başının en medial kesimi idi (Şekil 1).

Humerus başının en lateral kesimindeki supraspinatus tendonu sonlanma düzeyinden, medialde humerus başının en medial kesimine dek supraspinatus tendonu üç eşit parçaya ayırdı. En lateraldeki kesim lateral supraspinatus bölgesi, en medialdeki kesim medial supraspinatus bölgesi, ortadaki kesim ise orta supraspinatus bölgesi olarak isimlendirildi (Şekil 1).

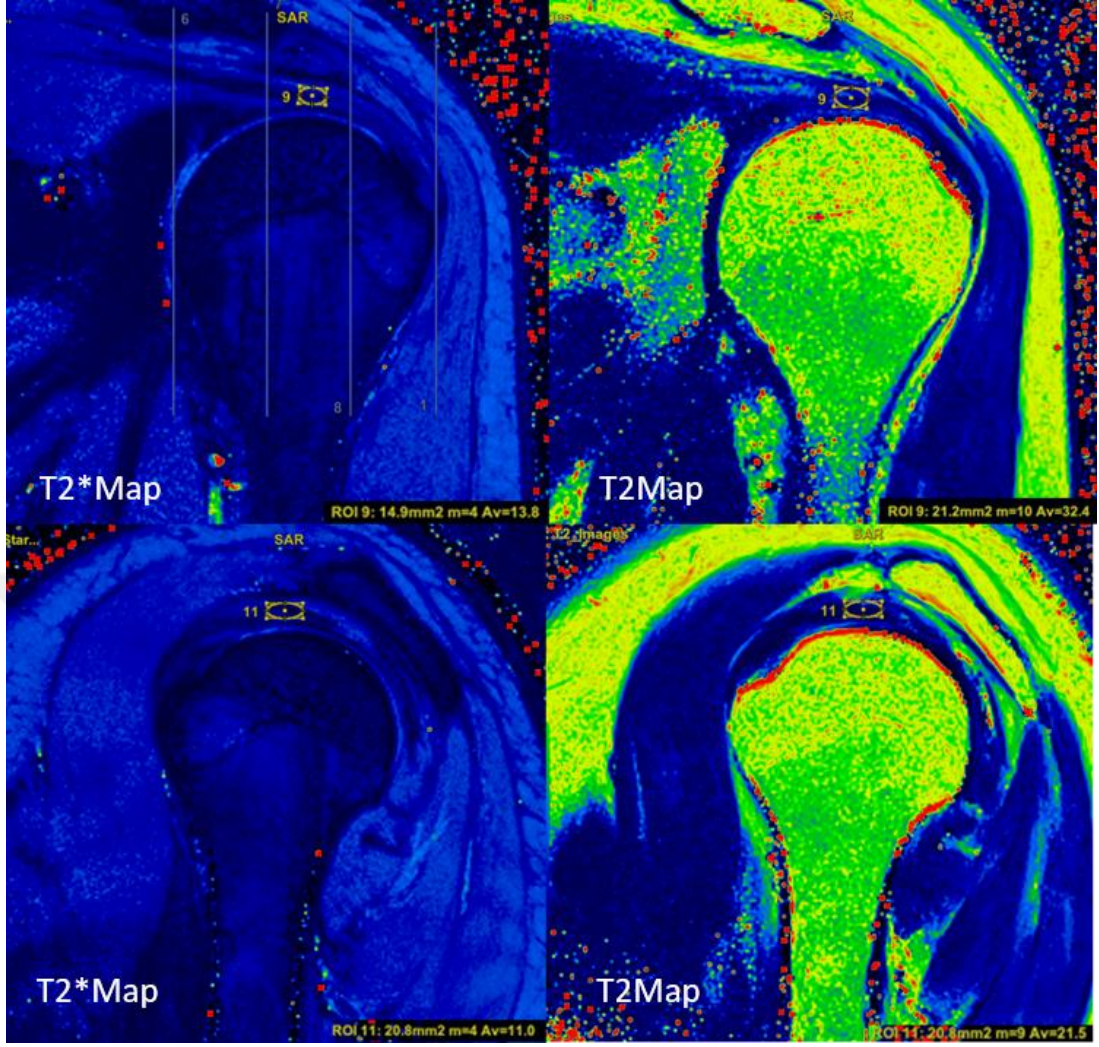


Şekil 1. Koronal T2* görüntüde supraspinatus tendonunun humerus başına göre medial, orta ve lateral olarak 3 farklı anatomik alt bölgeye ayrılması

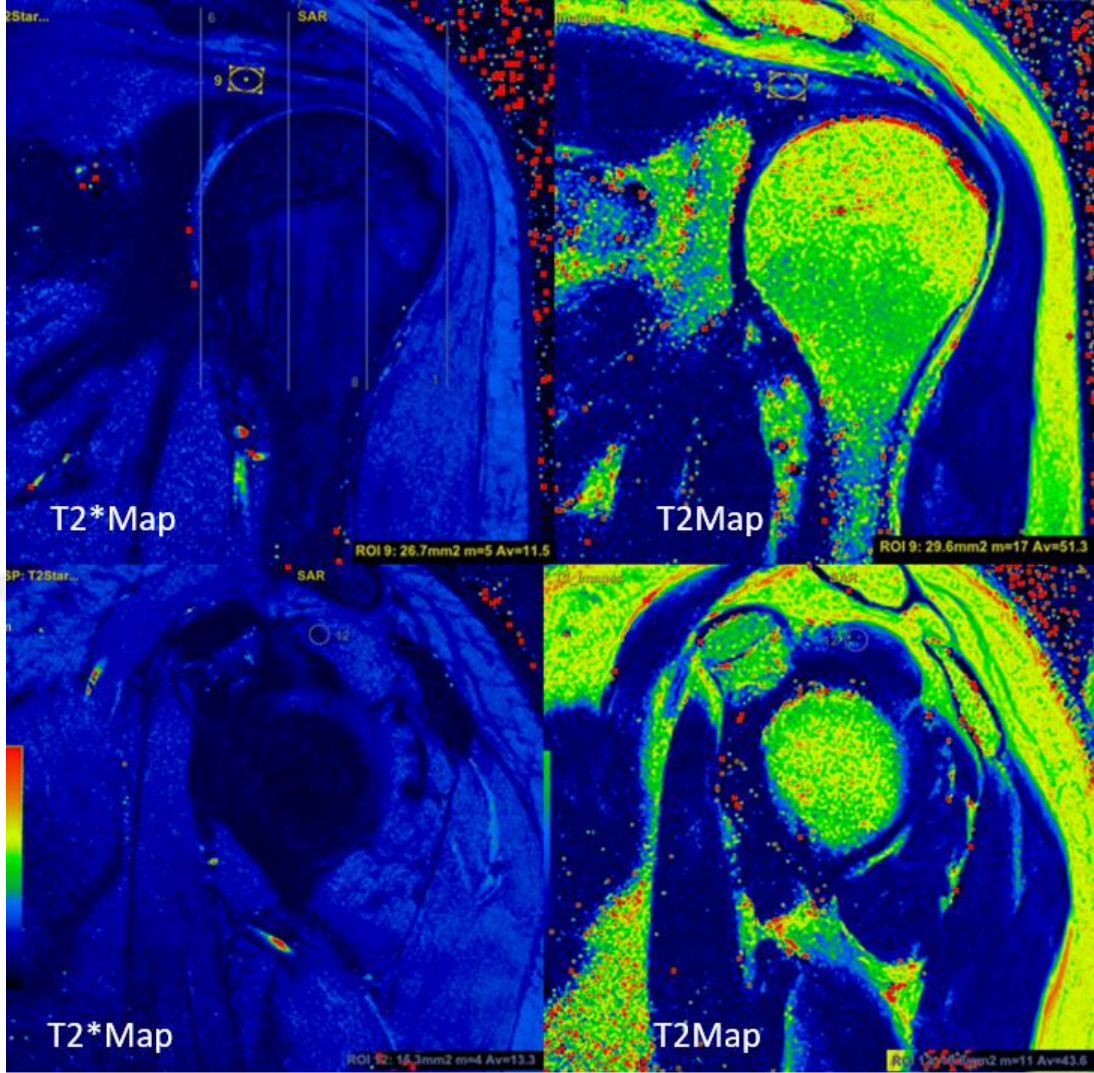
Koronal kesitlerde bu üç alt bölgeden yaklaşık 15-20 mm² alanında yuvarlak ROI konularak ölçüm yapıldı (Şekil 2-3-4). ROI ile ölçüm yapılan lokalizasyonların sagittal kesit görüntülerine karşılık gelen lokalizasyonları tespit edilerek, bu lokalizasyonlardan, yuvarlak ROI ile ölçüm yapıldı (Şekil 2-3-4).



Şekil 2. Tendon lateral kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 haritalama ölçümleri yapılması



Şekil 3. Tendon orta kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 haritalama ölçümleri yapılması



Şekil 4. Tendon medial kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 haritalama ölçümleri yapılması

Ölçümler 4 yıllık deneyimli radyoloji doktoru ve 32 yıllık deneyimli kas-iskelet radyoloğu tarafından farklı zamanlarda ve birbirlerinden bağımsız olarak yapıldı. Değerlendirici içi uyum güvenilirliğini belirlemek için aradan en az 4-6 hafta geçtikten sonra ölçümler tekrarlandı. Ayrıca değerlendiriciler arası uyum güvenilirliği de hesaplandı. Her bir grup için koronal ve sagittal kesit görüntülerde T2 ve T2* değerleri hesaplanarak kaydedildi.

3.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Ölçümle edilen nümerik (sayısal) veriler ortalama ve standart deviasyon (sapma) değerleri ile verildi. Nümerik değerlerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanarak saptandı. Normal dağılıma uyan ikili grup karşılaştırmalarında bağımsız gruplar t-testi (Student t testi) uygulandı. Nümerik değerlerin bağımsız çalışma grupları karşılaştırılmasında her grupta bulunan hasta sayıları 25'in altında ise veya dağılım normale uymuyorsa ikili grup karşılaştırmaları için Mann-Whitney U testi kullanıldı. İki'den fazla sayıda (üçlü) gruplar arası nümerik veriler için bağımsız üçlü grup (asemptomatik grup ile, tendinozis ve rüptür grupları) karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı. Aynı hasta grubunda arka arkaya yapılan iki ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı. MR verileri üzerinde yaşın etkisinin olup olmadığını araştırmak amacıyla yaş kofaktör alınarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulandı. Sayısal veriler arasında bağıntıları araştırmak için Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Ölçümleri yapan aynı doktorun iki ölçümü arasındaki uyum güvenilirliği (intrarater reliability) ve aynı hastalarda MR görüntülerde ölçüm yapan iki farklı doktor arasındaki uyum güvenilirliği (interrater reliability) düzeylerini belirlemek için güvenilirlik analizi (reliability analysis) testi uygulandı. Her bölgede ICC (Intra class correlation coefficient) hesaplandı. ICC 0,75 -1,0 arası mükemmel, ICC 0,40 - 0,75 arası oldukça iyi olarak kabul edildi⁸³. Sayımla elde edilen nominal veya ordinal veriler, sayı ve yüzde olarak sunuldu. Tendinozis ve rüptür için tanı amaçlı kesme noktalarını (cut-off değerlerini) belirlemek ve bu değerlerin tanı için sensitivite (duyarlılık) ve spesifite (özgüllük) yüzdelerini belirlemek için ROC analizi uygulandı. İstatistiksel analizler SPSS vs.15 programı ile yapıldı. P değeri 0,05'in altı istatistiksel anlamlı kabul edildi.

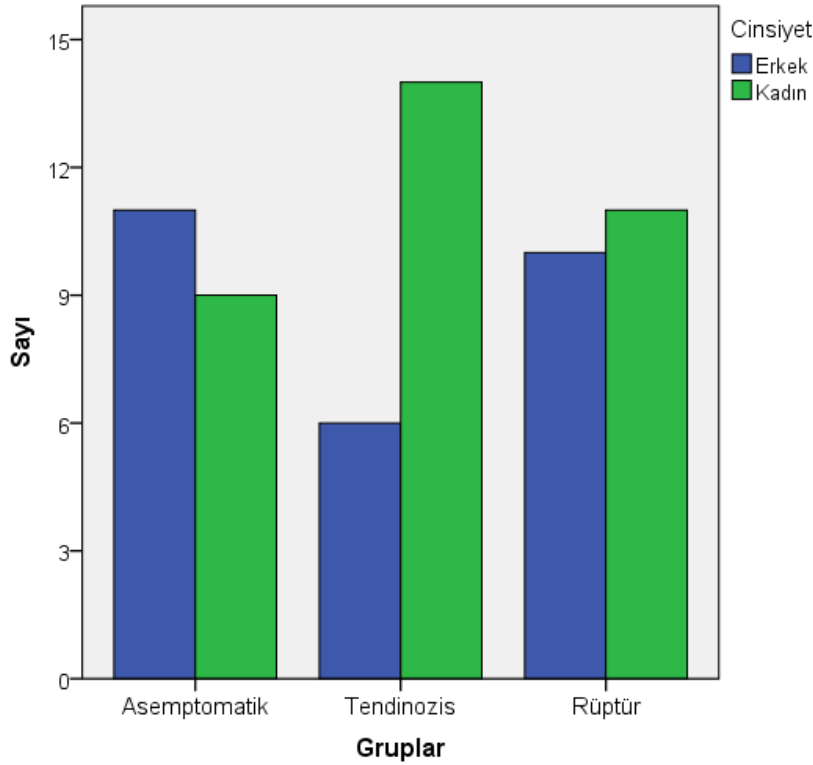
4.BULGULAR

Çalışmaya 27'si erkek, 34'ü kadın olmak üzere toplam 61 birey alındı. Asemptomatik gruba 20 sağlıklı birey, tendinozis grubuna 20 hasta ve tendon rüptürü grubuna 21 hasta dahil edildi. Erkek/kadın cinsiyet dağılımı bakımından üç grup (asemptomatik, tendinozis ve rüptür grupları) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p=0,262$) (Tablo 2) (Şekil 5).

Tablo 2. Gruplar arası kadın erkek dağılımı

	Asemptomatik Grup (n=20) n (%)	Tendinozis Grubu (n=20) n (%)	Tendon Rüptür Grubu (n=21) n (%)	*P
Erkek	11 (55,0)	6 (30,0)	10 (47,6)	0,262
Kadın	9 (45,0)	14 (70,0)	11 (52,4)	

*Ki-kare testi ile



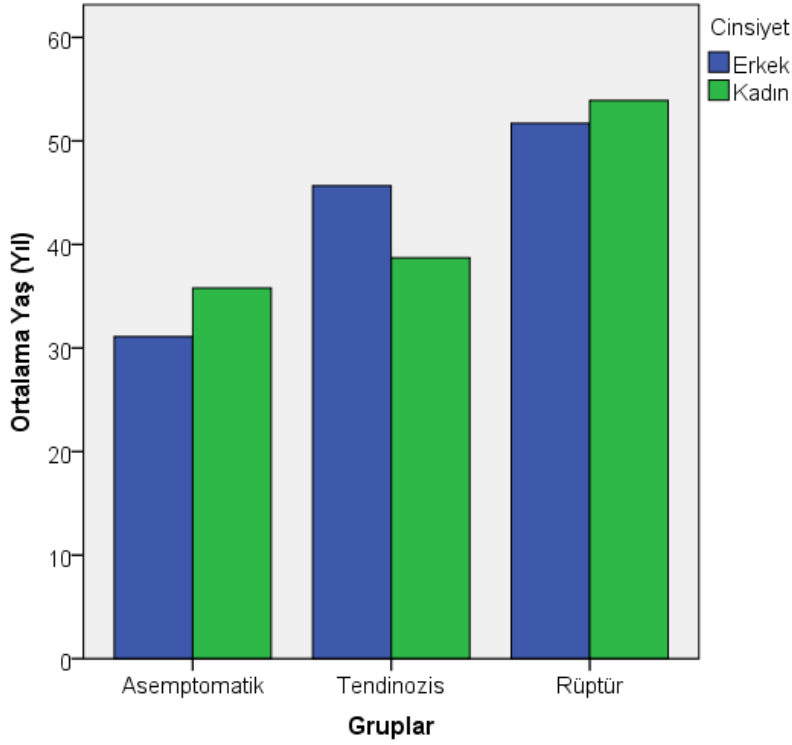
Şekil 5. Cinsiyetin gruplara göre dağılımı ($p>0,05$)

Erkeklerin yaş ortalaması $42,0 \pm 11,9$ yıl, kadınların yaş ortalaması $42,9 \pm 11,9$ yıl idi. Erkek ve kadın olguların yaş ortalamaları arasında, gerek toplam çalışma grubunda ($p=0,773$) ve gerekse her üç grubun kendi içlerindeki kıyaslamalar bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (Aseptomatik grup, $p=0,112$; tendinozis grubu, $p=0,179$ ve rüptür grubu, $p=0,349$) (Tablo 3).

Yaş ortalamaları bakımından üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0,001$). İkili grup karşılaştırmaları olarak; aseptomatik-tendinozis grubu ($p=0,023$), aseptomatik-tendon rüptürü grubu ($p<0,001$) ve tendinozis-tendon rüptürü ($p<0,001$) grupları arasında yaş ortalamaları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptandı (Tablo 3) (Şekil 6).

Tablo 3. Her üç gruptaki erkek ve kadın yaş ortalamalarının (ortalama \pm Standart deviasyon) karşılaştırılması

	Aseptomatik Grup (n=20)		Tendinozis Grubu (n=20)		Rüptür Grubu (n=21)		P Değeri
Yaş (Yıl)	33,2 \pm 8,1		40,8 \pm 10,3		52,9 \pm 7,4		<0,001
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	
Yaş (Yıl)	31,1 \pm 7,4	35,8 \pm 8,6	45,7 \pm 8,4	38,7 \pm 10,6	51,7 \pm 7,2	53,9 \pm 7,8	
P Değeri	0,112		0,179		0,349		



Şekil 6. Gruplar arasında cinsiyete göre yaş ortalamaları (yıl) dağılımı

Gruplar arasında yaş ortalamaları bakımından istatistiksel anlamlı farklılıklar saptanması üzerine, tek yönlü ANOVA ile yaş bir kofaktör alınarak; tüm bölgelerdeki MR ölçümleri kullanılmak suretiyle istatistiksel analiz yapıp grup farklılıkları üzerinde yaşın etkisi araştırıldığında; yaş faktörünün MR ölçümleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görüldü (veriler gösterilmemiştir, her bir MR ölçümünde yaş etkisi için $p>0,05$). Ayrıca korelasyon analizi ile yaş ve ölçülen MR parametrelerinin tümü arasında olası bağıntılar tek tek analiz edildiğinde; yaş ile ölçülen hiçbir MR parametresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olmadığı gözlemlendi ($p>0,05$, sonuçlar gösterilmemiştir).

Aynı değerlendiricinin (hekimin) iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin (hekimin) ölçümü ile elde edilen MR sinyali ortalama değerleri asemptomatik grup için Tablo 4'te, tendinozis grubu için Tablo 5'te, tendon rüptürü grubu için Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 4. Asemptomatik grupta aynı değerlendiricinin iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin ölçümü ile elde edilen MR sinyal değerleri (ms)

		1.Ölçüm	2.Ölçüm	İkinci Hekim
		Ort ± SD	Ort ± SD	Ort ± SD
Koronal T2*	Lateral	13,7 ± 3,6	14,6 ± 3,2	14,7 ± 3,3
	Orta	12,4 ± 2,2	12,6 ± 2,1	12,6 ± 2,2
	Medial	12,4 ± 2,2	13,7 ± 2,0	15,2 ± 2,4
Sagital T2*	Lateral	15,6 ± 3,2	14,9 ± 2,3	15,7 ± 2,4
	Orta	12,5 ± 2,4	12,8 ± 2,3	13,2 ± 2,4
	Medial	12,5 ± 1,5	13,9 ± 1,7	15,6 ± 2,1
Koronal T2	Lateral	21,1 ± 3,6	22,2 ± 3,0	24,1 ± 4,6
	Orta	23,1 ± 3,6	23,2 ± 3,4	25,5 ± 4,5
	Medial	35,5 ± 8,9	31,4 ± 7,6	28,8 ± 6,1
Sagital T2	Lateral	25,3 ± 3,7	25,2 ± 3,1	26,6 ± 4,3
	Orta	24,1 ± 4,2	23,9 ± 4,3	24,6 ± 4,4
	Medial	35,5 ± 7,8	32,1 ± 5,6	31,2 ± 5,4

Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon

Tablo 5. Tendinozis grubu için aynı değerlendiricinin iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin ölçümü ile elde edilen MR sinyal değerleri (ms)

		1.Ölçüm	2.Ölçüm	İkinci Hekim
		Ort ± SD	Ort ± SD	Ort ± SD
Koronal T2*	Lateral	18,3 ± 4,9	18,0 ± 2,7	18,5 ± 3,4
	Orta	12,7 ± 3,1	13,3 ± 3,1	13,5 ± 4,1
	Medial	12,1 ± 2,4	12,5 ± 2,6	12,1 ± 3,3
Sagital T2*	Lateral	19,1 ± 3,2	19,1 ± 2,5	19,4 ± 3,3
	Orta	13,0 ± 3,3	13,4 ± 3,3	14,2 ± 4,2
	Medial	12,7 ± 2,6	13,6 ± 2,3	14,0 ± 3,0
Koronal T2	Lateral	24,4 ± 4,9	24,7 ± 3,6	24,2 ± 4,5
	Orta	23,1 ± 5,1	24,7 ± 4,2	26,6 ± 5,7
	Medial	39,2 ± 5,7	40,6 ± 12,7	40,4 ± 7,8
Sagital T2	Lateral	28,4 ± 5,3	28,0 ± 4,9	27,4 ± 4,8
	Orta	25,6 ± 5,3	25,4 ± 4,2	26,3 ± 4,7
	Medial	38,6 ± 7,5	39,2 ± 6,4	39,4 ± 7,7

Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon

Tablo 6. Tendon rüptürü grubunda aynı değerlendiricinin iki ölçümü ve ikinci değerlendiricinin ölçümü ile elde edilen MR sinyal değerleri (ms)

		1.Ölçüm	2.Ölçüm	İkinci Hekim
		Ort ± SD	Ort ± SD	Ort ± SD
Koronal T2*	Lateral	33,6 ± 8,3	33,3 ± 8,4	32,6 ± 10,2
	Orta	16,5 ± 5,2	16,3 ± 5,2	16,0 ± 5,1
	Medial	11,4 ± 2,1	11,1 ± 1,5	11,0 ± 1,8
Sagital T2*	Lateral	31,9 ± 7,2	30,9 ± 7,7	30,1 ± 8,1
	Orta	16,4 ± 4,6	16,0 ± 4,7	15,9 ± 5,1
	Medial	12,0 ± 1,9	12,5 ± 2,1	13,0 ± 2,5
Koronal T2	Lateral	45,6 ± 12,5	45,3 ± 12,3	43,9 ± 13,4
	Orta	26,6 ± 5,4	26,4 ± 4,9	26,0 ± 4,2
	Medial	42,8 ± 10,6	44,0 ± 9,8	43,8 ± 11,0
Sagital T2	Lateral	47,1 ± 12,5	46,7 ± 13,2	42,9 ± 14,2
	Orta	27,9 ± 5,6	28,0 ± 5,5	28,5 ± 5,9
	Medial	42,8 ± 10,8	42,4 ± 9,4	42,8 ± 9,0

Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon

Koronal ve sagittal görüntüleme eksenlerine göre lateral, orta ve medial bölge T2* ve T2 MR sinyalleri farklı değerlendiriciler arası güvenilirlik değerleri (ICC) 0,70 ile 0,968 arasında bulundu. Orta kesimde koronal T2 için ICC 0,70 olarak en düşük bulundu. Diğerlerinin tümünde ICC mükemmel korelasyonu gösteren 0,75 in üzerinde değerlerde bulundu. En yüksek ICC değerleri koronal ve sagittal T2* lateral ölçümlerinde elde edildi (ICC:0,96). En düşük değerler ise koronal ve sagittal medial T2* ölçümlerinde gözlemlendi (ICC:0,78) (Tablo 7).

Tablo 7. Görüntüleme eksenlerine göre anatomik bölgelerin T2* ve T2 MR sinyali farklı değerlendiriciler arası (inter-rater) güvenilirlik ve sınırları

Görüntüleme Ekseni	Bölge	Sayı	Farklı Değerlendiriciler Arası Güvenilirlik	%95 Güven Aralığı			
				Alt Sınır	Üst Sınır		
Koronal	Lateral	T2*	61	0,968	0,947	0,981	
		T2	61	0,965	0,942	0,979	
	Orta	T2*	61	0,906	0,843	0,944	
		T2	61	0,702	0,503	0,821	
	Medial	T2*	61	0,781	0,635	0,868	
		T2	61	0,838	0,730	0,903	
	Sagittal	Lateral	T2*	61	0,962	0,937	0,977
			T2	61	0,954	0,924	0,973
		Orta	T2*	61	0,909	0,849	0,945
T2			61	0,915	0,858	0,949	
Medial		T2*	61	0,788	0,647	0,873	
		T2	61	0,922	0,871	0,954	

Aynı değerlendiricinin koronal ve sagittal görüntüleme eksenlerine göre, lateral, orta ve medial bölge T2* ve T2 MR sinyalleri iki ölçüm arası güvenilirlik değerleri 0,717 ile 0,993 arasında değişmekteydi. En yüksek değerler koronal ve sagittal lateral T2* ve T2 değerlerinde gözlemlendi. En düşük değer ise koronal T2 medial kesimde gözlemlendi (Tablo 8).

Tablo 8. Görüntüleme eksenlerine göre anatomik bölgelerin T2* ve T2 MR sinyali aynı değerlendiricinin iki ölçümü (intra-rater) güvenilirlik ve sınırları

Görüntüleme Ekseni	Bölge	Sayı	Aynı Değerlendirici İçin Güvenilirlik	%95 Güven Aralığı			
				Alt Sınır	Üst Sınır		
Koronal	Lateral	T2*	61	0,984	0,973	0,990	
		T2	61	0,986	0,976	0,991	
	Orta	T2*	61	0,979	0,965	0,987	
		T2	61	0,934	0,891	0,961	
	Medial	T2*	61	0,832	0,720	0,899	
		T2	61	0,717	0,528	0,830	
	Sagittal	Lateral	T2*	61	0,981	0,969	0,989
			T2	61	0,993	0,988	0,996
		Orta	T2*	61	0,969	0,948	0,981
			T2	61	0,918	0,863	0,951
Medial		T2*	61	0,843	0,738	0,906	
		T2	61	0,888	0,814	0,933	

Her bir anatomik bölgedeki tüm MR ölçümlerinde, erkek ve kadın cinsiyet karşılaştırmaları bakımından gerek tüm popülasyonda (sağlıklı + hastalar) (Tablo 9) ve gerekse her üç grup ayrı ayrı kendi içinde değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı (Gruplar için veriler ayrı ayrı gösterilmemiştir) (Her bir MR ölçümü için $p>0,05$) (Tablo 9).

Tablo 9. Tüm çalışma grubunda erkek ve kadınlar için ölçülen MR sinyal değerlerinin karşılaştırılması ($p>0,05$)

		Erkek (n=27)	Kadın (n=34)	P
		Ort ± SD	Ort ± SD	
Koronal T2*	Lateral	21,9 ± 9,6	22,2 ± 10,6	0,898
	Orta	14,2 ± 4,1	13,9 ± 4,0	0,784
	Medial	12,1 ± 1,8	12,2 ± 2,3	0,745
Sagital T2*	Lateral	21,8 ± 8,8	22,3 ± 8,3	0,793
	Orta	13,8 ± 3,6	14,2 ± 4,0	0,671
	Medial	12,8 ± 1,7	12,9 ± 2,1	0,727
Koronal T2	Lateral	30,7 ± 12,5	30,9 ± 13,9	0,938
	Orta	25,9 ± 5,1	23,5 ± 3,8	0,055
	Medial	37,5 ± 10,3	40,2 ± 7,9	0,266
Sagital T2	Lateral	33,8 ± 12,5	33,6 ± 13,1	0,951
	Orta	26,3 ± 4,7	25,5 ± 5,1	0,490
	Medial	38,1 ± 8,7	38,9 ± 8,2	0,733

Ort: Ortalama, SD: Standart deviasyon

İncelenen sağ ve sol omuz oranları bakımından asemptomatik, tendinozis ve rüptür grupları arasında anlamlı farklılık saptandı ($p=0,009$) (Tablo 10).

Tablo 10. Gruplar arası incelenen sağ ve sol omuz sayı ve oranları dağılımı

	Asemptomatik	Tendinozis	Rüptür	*P
	n (%)	n (%)	n (%)	
Sağ Omuz	3 (15,0)	9 (45,0)	13 (61,9)	0,009
Sol Omuz	17 (85,0)	11 (55,0)	8 (38,1)	
Toplam	20 (100,0)	20 (100,0)	21 (100,0)	

*Ki-kare testi ile

Ancak, toplam çalışma grubunda, sağ ve sol omuzlar arasında her bir alt bölgedeki MR ölçümleri için anlamlı farklılık olmadığı görüldü ($p>0,05$) (Tablo 11).

Tablo 11. Sağ ve sol omuz için ölçülen MR sinyal değerlerinin karşılaştırılması (p>0,05)

			N	Ortalama ± SD	*P
Koronal T2*	Lateral	Sağ	25	24,5 ± 10,1	0,117
		Sol	36	20,4 ± 9,9	
	Orta	Sağ	25	14,6 ± 4,4	0,326
		Sol	36	13,6 ± 3,8	
	Medial	Sağ	25	12,1 ± 2,1	0,930
		Sol	36	12,2 ± 2,2	
Sagital T2*	Lateral	Sağ	25	24,1 ± 9,1	0,112
		Sol	36	20,6 ± 7,8	
	Orta	Sağ	25	14,9 ± 4,1	0,152
		Sol	36	13,5 ± 3,5	
	Medial	Sağ	25	13,3 ± 1,8	0,132
		Sol	36	12,5 ± 1,9	
Koronal T2	Lateral	Sağ	25	35,1 ± 14,4	0,065
		Sol	36	27,9 ± 11,6	
	Orta	Sağ	25	25,3 ± 3,4	0,286
		Sol	36	24,0 ± 5,1	
	Medial	Sağ	25	39,1 ± 7,9	0,965
		Sol	36	39,0 ± 9,9	
Sagital T2	Lateral	Sağ	25	36,9 ± 15,4	0,100
		Sol	36	31,4 ± 10,1	
	Orta	Sağ	25	26,0 ± 4,4	0,816
		Sol	36	25,7 ± 5,2	
	Medial	Sağ	25	38,4 ± 7,6	0,922
		Sol	36	38,6 ± 9,0	

*Mann-Whitney U testi ile, SD: Standart Deviasyon

Aseptomatik, tendinozis ve rüptür grupları için, her bir alt bölgedeki MR ölçüm değerleri Tablo 12’de gösterilmiştir. Ayrıca her bir bölgedeki MR ölçüm değerleri gruplar arasında karşılaştırılmış olup p değerleri Tablo 12’de gösterilmiştir. Buna göre; aseptomatik ve tendinozis grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda - lateral bölgedeki sagittal T2 ölçümü ($p>0,05$) hariç- koronal-sagittal T2* ve koronal T2 ölçümlerinde iki grup arasında anlamlı istatistiksel farklılıklar saptandı ($p<0,05$). Orta bölgedeki ölçümlerin hiçbirisinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$). Medial bölgede ise koronal ve sagittal T2 değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptandı ($p<0,05$); ancak koronal ve sagittal T2* değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 12) (Şekil 7-10).

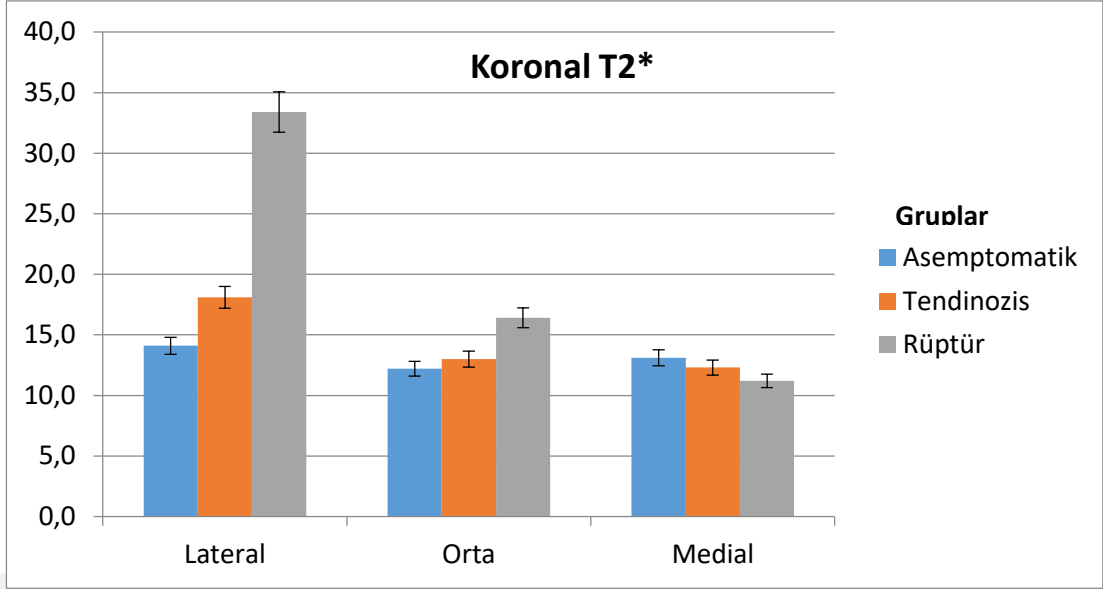
Aseptomatik ve tendon rüptürü grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda; sagittal T2* medial ölçümü ($p=0,078$) dışındaki tüm ölçümlerde tendon rüptür grubunun aseptomatik gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı yüksek değerlere sahip olduğu saptandı (tüm karşılaştırmalar için $p<0,05$) (Tablo 12) (Şekil 7-10).

Tendinozis ve tendon rüptürü grupları arasında yapılan karşılaştırmada ise; lateral bölgede tüm ölçümlerde iki grup arasında anlamlı istatistiksel farklılıklar saptandı ($p<0,001$). Orta bölgede ise sagittal T2 ölçümü ($p>0,05$) hariç, diğer ölçümlerde iki grup arasında anlamlı istatistiksel farklılıklar saptandı ($p<0,05$). Medial bölgede ise hiçbir ölçümde tendinozis ve tendon rüptürü grupları arasında anlamlı istatistiksel fark saptanmadı ($p<0,05$) (Tablo 12) (Şekil 7-10).

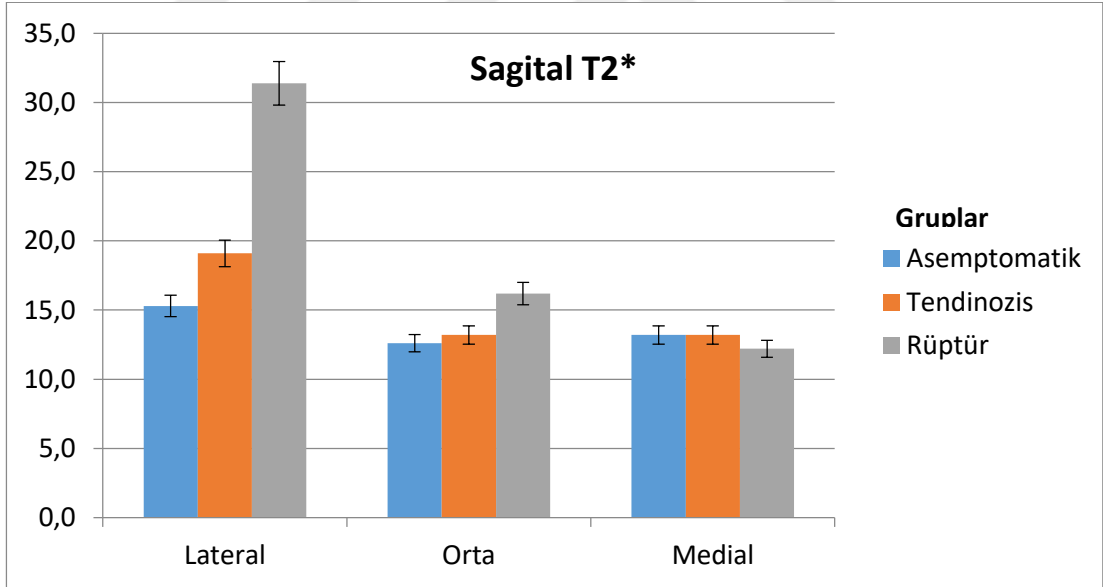
Tablo 12. Aseptomatik, tendinozis ve tendon rüptürü grupları arasında MR sinyal değerleri karşılaştırmaları

		Aseptomatik	Tendinozis	Tendon	1-2 P*	1-3 P*	2-3 P*
		Grup ¹	Grubu ²	Rüptür			
		(n=20)	(n=20)	Grubu ³			
		Ort ± SD	Ort ± SD	Ort ± SD			
Koronal T2*	Lateral	14,1 ± 3,3	18,1 ± 3,6	33,4 ± 8,3	<0,001	<0,001	<0,001
	Orta	12,2 ± 2,1	13,0 ± 3,0	16,4 ± 5,2	0,957	0,007	0,028
	Medial	13,1 ± 1,9	12,3 ± 2,4	11,2 ± 1,6	0,256	0,006	0,188
Sagital T2*	Lateral	15,3 ± 2,6	19,1 ± 2,8	31,4 ± 7,3	<0,001	<0,001	0,001
	Orta	12,6 ± 2,3	13,2 ± 3,2	16,2 ± 4,6	0,850	0,011	0,027
	Medial	13,2 ± 1,4	13,2 ± 2,3	12,2 ± 1,9	0,534	0,078	0,268
Koronal T2	Lateral	21,7 ± 3,1	24,6 ± 3,8	45,5 ± 12,3	0,021	<0,001	<0,001
	Orta	23,1 ± 3,4	23,9 ± 4,5	26,5 ± 5,0	0,957	0,014	0,038
	Medial	33,5 ± 7,3	39,9 ± 7,6	43,4 ± 9,5	0,008	0,001	0,085
Sagital T2	Lateral	25,2 ± 3,3	28,2 ± 5,0	46,9 ± 12,8	0,064	<0,001	<0,001
	Orta	24,0 ± 4,1	25,5 ± 4,5	27,9 ± 5,4	0,137	0,012	0,215
	Medial	33,8 ± 5,9	38,9 ± 6,7	42,6 ± 9,8	0,023	0,002	0,155

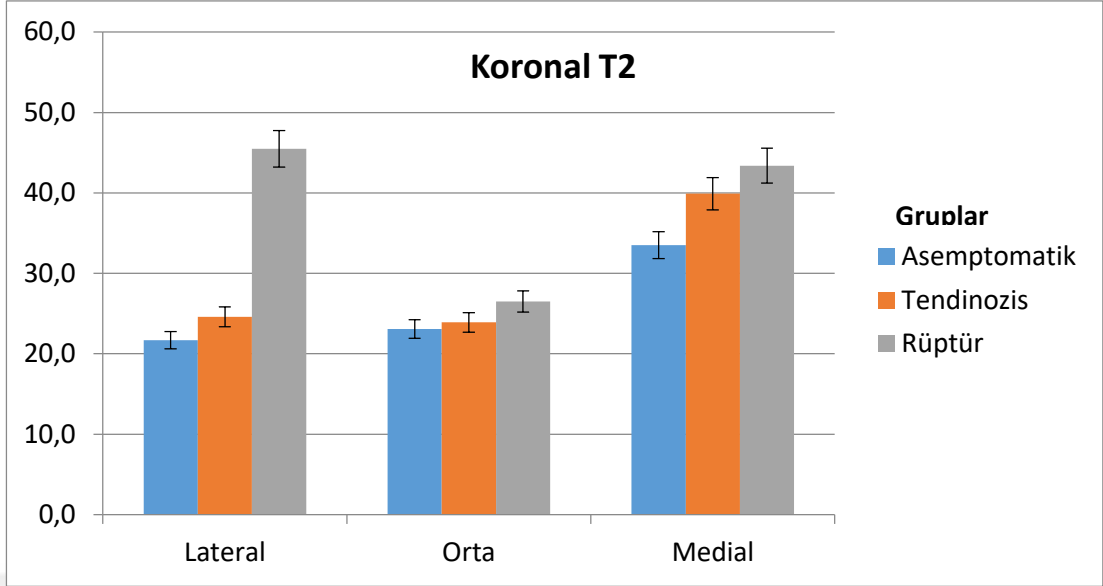
Ort: Ortalama, SD: Standart Deviasyon, *Mann-Whitney U testi ile



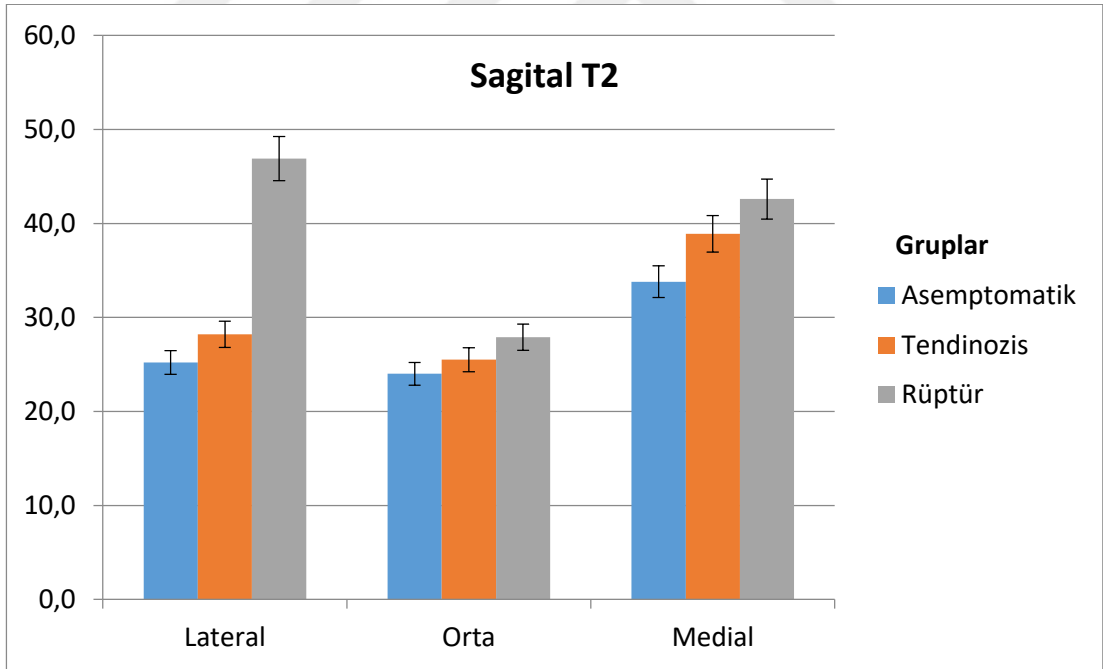
Şekil 7. Her üç grup arasında koronal T2* lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı



Şekil 8. Her üç grup arasında sagittal T2* lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı

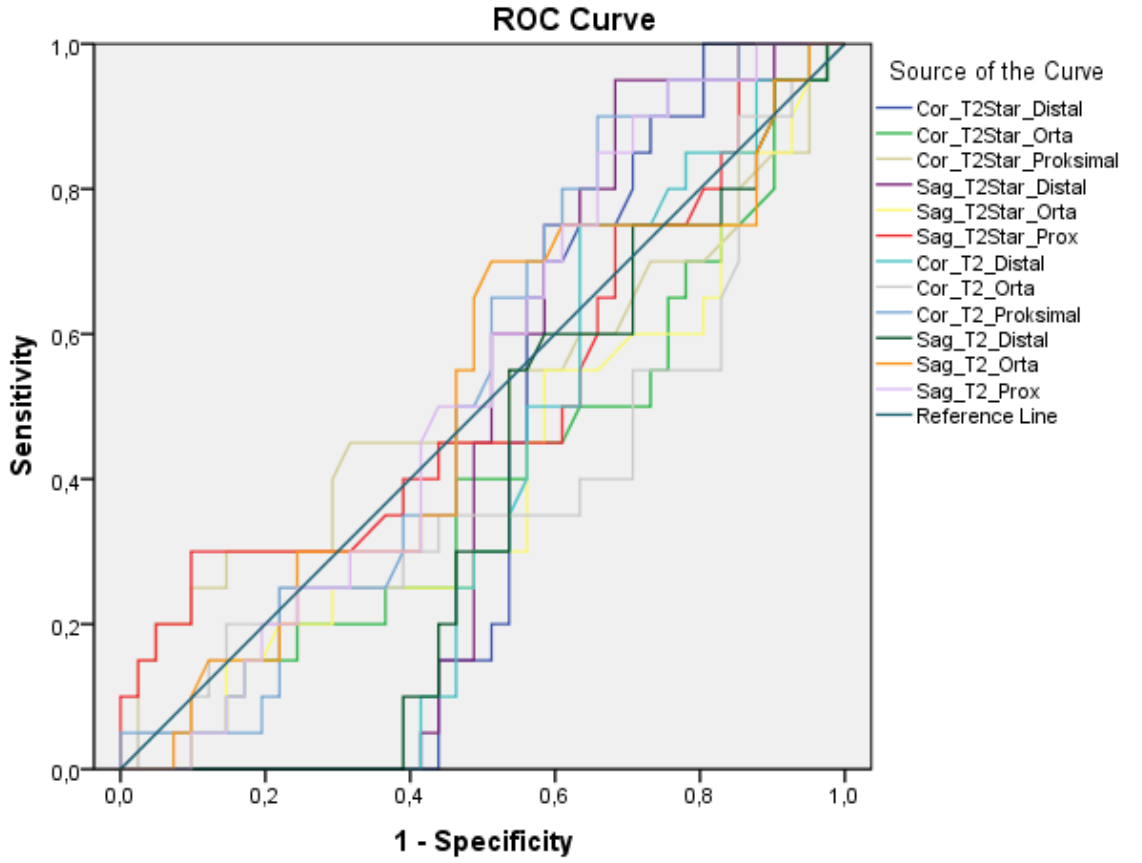


Şekil 9. Her üç grup arasında koronal T2 lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı



Şekil 10. Her üç grup arasında sagital T2 lateral, orta ve medial ölçüm sonuçları ortalamaları dağılımı

Ölçülen MR değerleri için ROC analizi yapılarak, hangi değerlerin tendinozis veya tendon rüptürü için cut-off (kestirim) değeri olabileceği ve bu cut-off değerlerine karşılık gelen sensitivite (duyarlılık) ve spesifite (özgüllük) yüzdeleri hesaplandı. Buna göre tendinozisi belirleyecek anlamlı herhangi bir cut-off değerinin olmadığı ve tendinozis için ROC eğrisi altında kalan alanın 0,378 ile 0,539 arasında değişmek suretiyle istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde olmadığı görüldü (Şekil 11) (Tablo 13).



Diagonal segments are produced by ties.

Şekil 11. Tendinozis riski için tüm ölçümlerde ROC analiz grafiği (Tüm ölçümler için $p>0,05$)

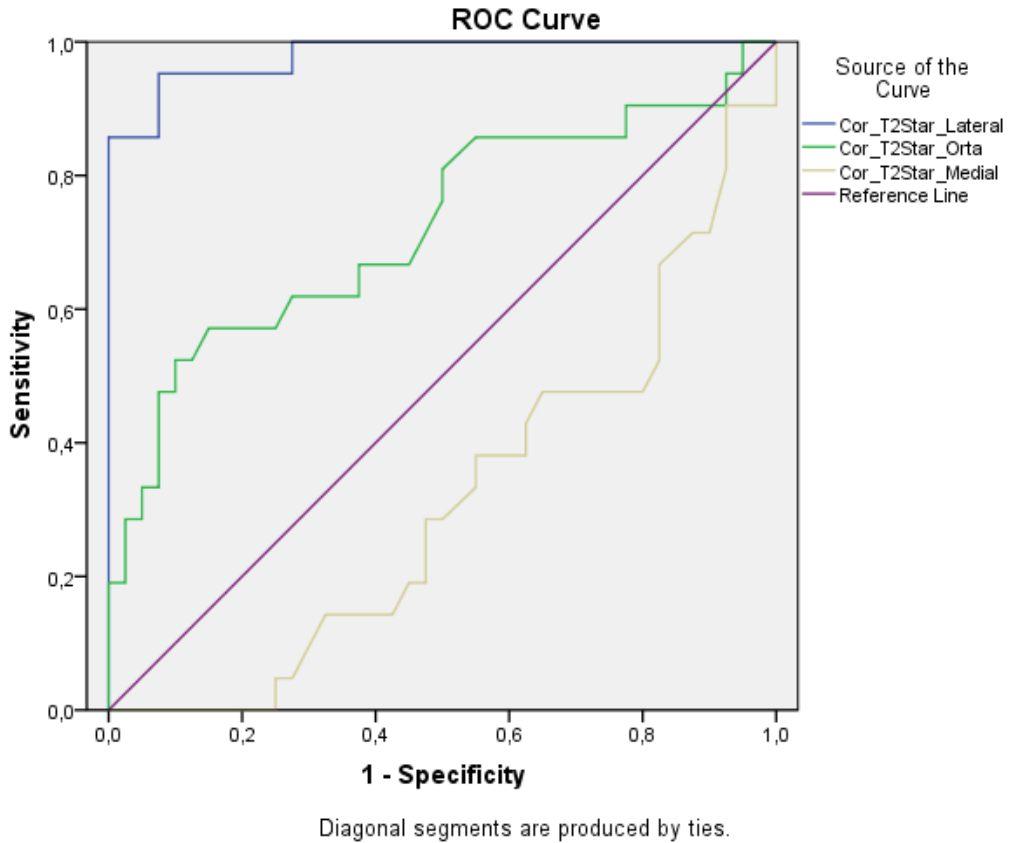
Tablo 13. Tendinozis riski analizinde ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri (tümünde $p>0,05$)

ROC Eğrisi Altında Kalan Alan						
Test Değişkenleri		Alan	Standart Hata	P Değeri	%95 Güven	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Koronal T2*	Lateral	0,415	0,072	0,286	0,275	0,556
	Orta	0,400	0,077	0,208	0,249	0,551
	Medial	0,511	0,086	0,890	0,343	0,679
Sagital T2*	Lateral	0,445	0,073	0,489	0,302	0,588
	Orta	0,405	0,078	0,231	0,252	0,557
	Medial	0,523	0,083	0,770	0,361	0,686
Koronal T2	Lateral	0,384	0,070	0,144	0,246	0,522
	Orta	0,401	0,082	0,211	0,241	0,560
	Medial	0,539	0,074	0,623	0,394	0,684
Sagital T2	Lateral	0,378	0,071	0,124	0,239	0,517
	Orta	0,509	0,079	0,914	0,353	0,664
	Medial	0,535	0,074	0,656	0,390	0,680

Rüptür riskini belirleyecek koronal T2* lateral ($p<0,001$) ve orta ($p=0,005$) bölge ölçümlerinde p değeri 0,05' in altında anlamlı olacak şekilde değerler elde edildi. Koronal T2* medial bölge ölçümünde ise p değeri 0,05 ten büyük bulundu (Tablo 14) (Şekil 12).

Koronal T2* lateral ölçümleri için cut-off değerleri hesaplandı. Tendon rüptürünü ön görmeye koronal T2* lateral bölge ölçümünde en iyi cut-off değeri 22,17 ms olarak bulunmuş olup bu değere ait sensitivite %95,2, spesifite ise %92,5 olarak saptandı (Tablo 14) (Şekil 12).

Koronal T2* orta bölge ölçümü için elde edilen cut-off değerleri 12,27 ms için sensitivite %85,7; 12,60 ms için ise sensitivite %81 olarak bulundu. Ancak bu cut-off değerleri için spesifite sırasıyla %45 ve %50 olarak düşük düzeylerde bulundu (Tablo 14) (Şekil 12).



Şekil 12. Rüptür riski için koronal T2* ölçümlerde ROC analiz grafiği

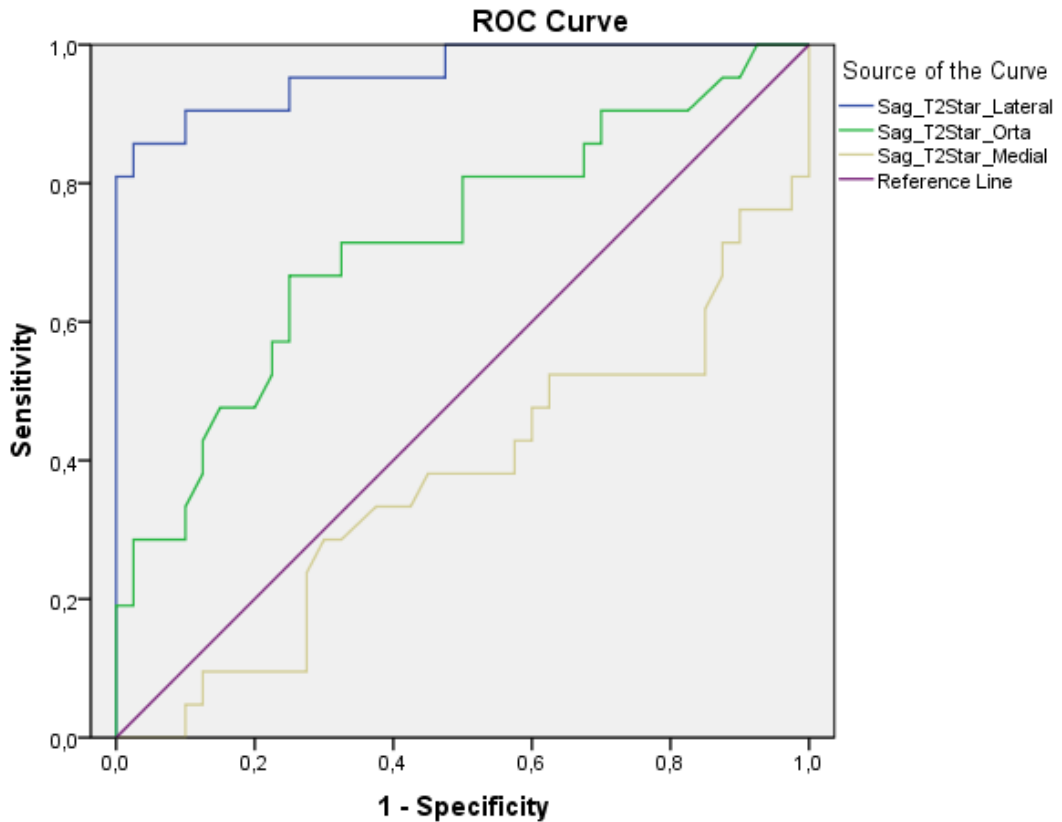
Tablo 14. Tendon rüptür riski analizinde koronal T2* ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri

ROC Eğrisi Altında Kalan Alan						
Test Değişkenleri		%95 Güven Aralığı				
		Alan	Standart Hata	P Değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
Koronal T2*	Lateral	0,980	0,015	<0,001	0	1
	Orta	0,722	0,074	0,005	0,576	0,868
	Medial	0,315	0,070	0,068	0,178	0,451
		Cut-off Değeri		Sensitivite	Spesifite	
Koronal T2*	Lateral	22,17		%95,2	%92,5	
	Orta	12,27		%85,7	%45	
		12,60		%81	%50	
	Medial	-		-	-	

Rüptür riskini belirleyecek sagittal T2* lateral ($p < 0,001$) ve orta ($p = 0,005$) bölge ölçümlerinde p değeri 0,05 in altında anlamlı olacak şekilde değerler elde edildi. Sagittal T2* medial bölge ölçümünde ise p değeri 0,05 ten büyük bulundu (Tablo 15) (Şekil 13).

Sagittal T2* lateral ölçümleri için cut-off değerleri hesaplandı. Tendon rüptürünü ön görmeye sagittal T2* lateral bölge ölçümünde en iyi cut-off değeri 21,07 ms olarak bulunmuş olup, bu değere ait sensitivite %90,5, spesifite ise %90 olarak saptandı (Tablo 15) (Şekil 13).

Sagittal T2* orta bölge ölçümü için elde edilen cut-off değerleri 12,6 ms için sensitivite %81 olarak bulundu. Ancak bu cut-off değeri için spesifite %50 olarak düşük düzeyde bulundu. 13,53 ms cut-off değeri için spesifite %67,5; sensitivitenin ise %71,4 olduğu görüldü (Tablo 15) (Şekil 13).



Diagonal segments are produced by ties.

Şekil 13. Rüptür riski için sagittal T2* ölçümlerde ROC analiz grafiği

Tablo 15. Tendon rüptür riski analizinde sagittal T2* ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri

ROC Eğrisi Altında Kalan Alan						
Test Değişkenleri		%95 Güven Aralığı				
		Alan	Standart Hata	P Değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
Sagittal T2*	Lateral	0,960	0,026	<0,001	0,000	1,000
	Orta	0,718	0,072	0,005	0,577	0,859
	Medial	0,370	0,079	0,096	0,215	0,524
		Cut-off Değeri		Sensitivite	Spesifite	
Sagittal T2*	Lateral	20,95		%90,5	%87,5	
		21,07		%90,5	%90	
		19,67		%95	%75	
Orta	11,43		%85,7	%30		
	12,6		%81	%50		
	13,53		%71,4	%67,5		
Medial		-		-	-	

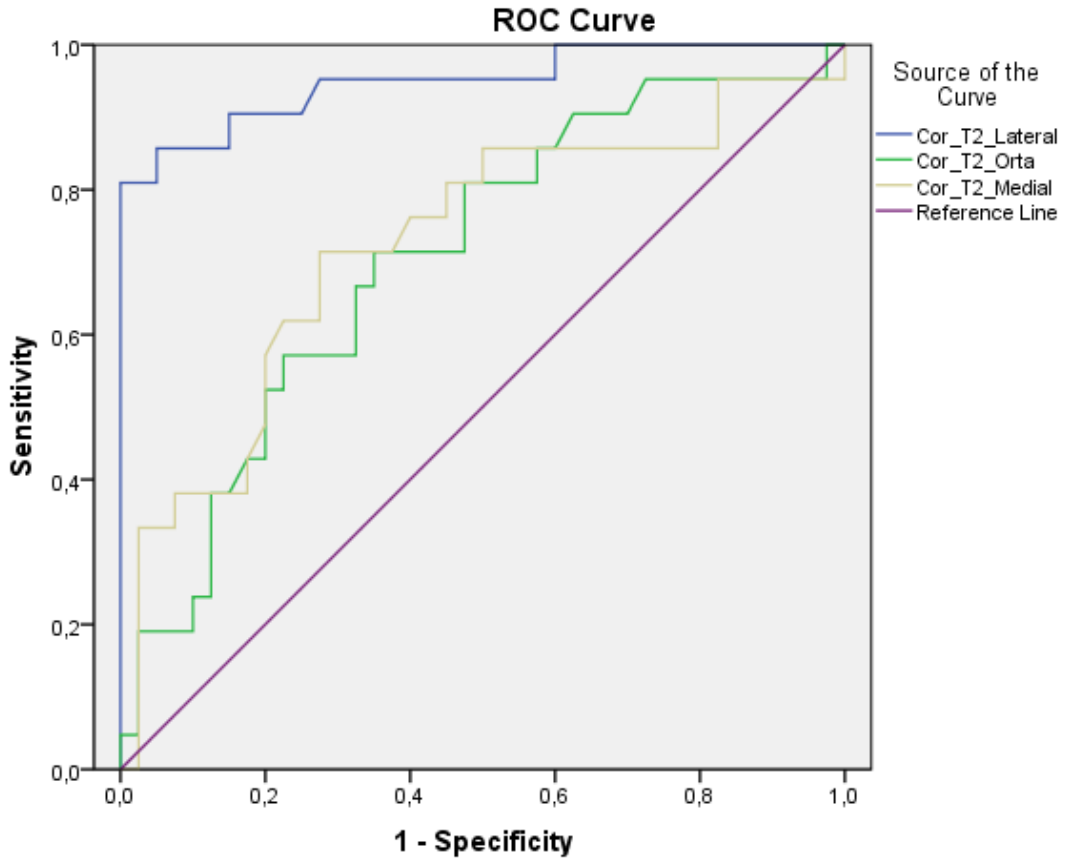
Rüptür riskini belirleyecek koronal T2 lateral ($p < 0,001$), orta ($p = 0,009$) ve medial ($p = 0,004$) bölge ölçümlerinde p değeri 0,01 in altında anlamlı değerler elde edildi.

Koronal T2 lateral ölçümleri için cut-off değerleri hesaplandı. Tendon rüptürünü ön görmede koronal T2 lateral bölge ölçümünde en iyi cut-off değeri 26,97 ms olarak bulunmuş olup, bu değere ait sensitivite %90,5, spesifite ise %85 olarak saptandı. Ancak cut-off değeri 25,3 ms olarak alındığında sensitivite %95,2 ye çıkarken spesifite %72,5 e düşmekteydi. Cut-off değeri 39,33 ms için spesifitenin %95'e çıktığı, sensitivitenin ise %85,7'ye indiği görüldü.

Koronal T2 orta bölge ölçümü için elde edilen cut-off değeri 22,53 ms için sensitivite %81 olarak bulundu. Ancak bu cut-off değeri için spesifite %52,5 gibi çok

düşük düzeyde bulundu. 24,8 ms cut-off değeri için ise spesifite %65 iken sensitivitenin %71,4 e indi.

Koronal T2 medial bölge ölçümü için elde edilen cut-off değeri 41,38 ms için sensitivite %71,4 olarak spesifite %72,5 olarak saptandı. 38,6 ms cut-off değeri için ise sensitivite %76,2 ye çıkarken, spesifitenin %60 a indiği görüldü. (Tablo 16) (Şekil 14).



Şekil 14. Ruptür riski için koronal T2 ölçümlerde ROC analiz grafiği

Tablo 16. Tendon rüptür riski analizinde koronal T2 ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri

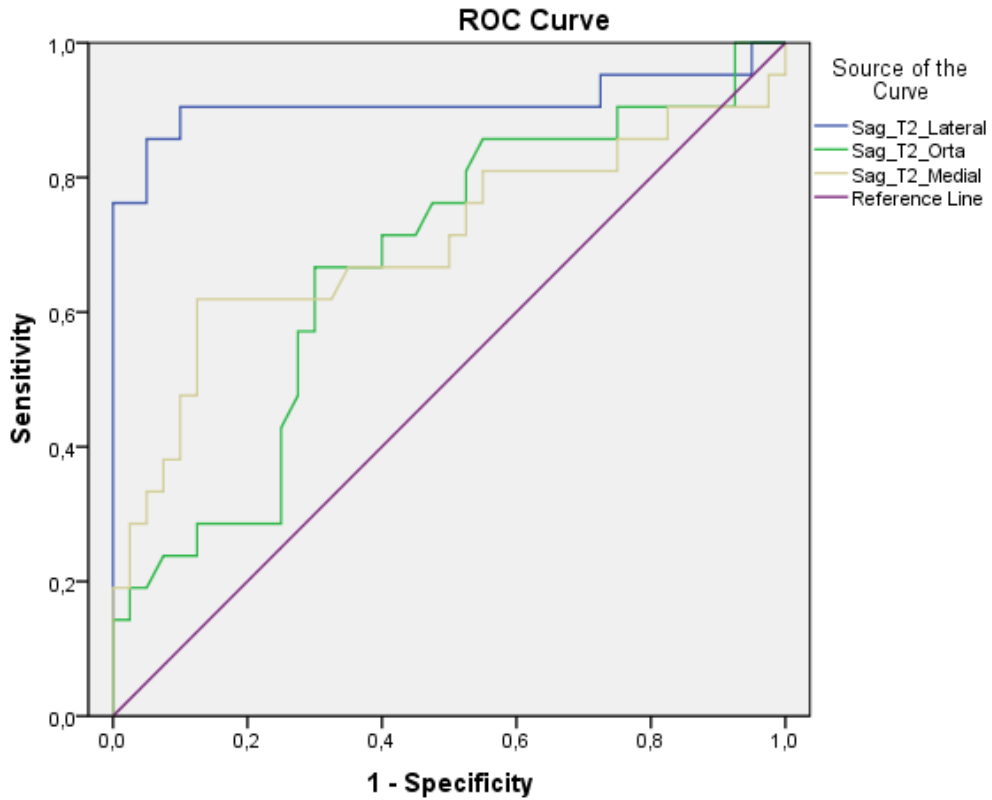
ROC Eğrisi Altında Kalan Alan						
Test Değişkenleri		%95 Güven Aralığı				
		Alan	Standart Hata	P Değeri	Alt Sınır	Üst Sınır
Koronal T2	Lateral	0,949	0,026	<0,001	0,000	1,000
	Orta	0,706	0,072	0,009	0,568	0,843
	Medial	0,726	0,079	0,004	0,583	0,868
		Cut-off Değeri	Sensitivite	Spesifite		
Koronal T2	Lateral	25,30	%95,2	%72,5		
		26,97	%90,5	%85		
		39,33	%85,7	%95		
	Orta	22,53	%81	%52,5		
		24,8	%71,4	%65		
	Medial	38,6	%76,2	%60		
41,38		%71,4	%72,5			

Rüptür riskini belirleyecek sagittal T2 lateral ($p<0,001$), orta ($p=0,029$) ve medial ($p=0,009$) bölge ölçümlerinde p değeri $<0,05$ olacak şekilde anlamlı değerler elde edildi.

Sagittal T2 lateral ölçümleri için cut-off değerleri hesaplandı. Tendon rüptürünü ön görmeye sagittal T2 lateral bölge ölçümünde en iyi cut-off değeri 31,8 ms olarak bulunmuş olup, bu değere ait sensitivite %90,5, spesifite ise %90 olarak saptandı. Ancak cut-off değeri 34,8 ms olarak alındığında, spesifite %95'e çıkarken, sensitivitenin %85,7'ye düştüğü görüldü.

Sagittal T2 orta bölge ölçümü için elde edilen cut-off değeri 24,78 ms için sensitivite %71,4 spesifite %60 olarak bulundu. Cut-off değeri 26,15 ms olarak alındığında ise, spesifite %70 e çıkarken, sensitivite %67 e düşmekteydi.

Sagittal T2 medial bölge ölçümü için elde edilen cut-off değeri 35,4 ms için sensitivite %81 olarak saptandı. Ancak spesifite %45 gibi çok düşük bir düzeyde bulundu. 42,55 ms cut-off değeri için ise spesifite %87,5 a çıkarken, sensitivitenin %61,4 e indiği görüldü (Tablo 17) (Şekil 15).



Diagonal segments are produced by ties.

Şekil 15. Rüptür riski için sagittal T2 ölçümlerde ROC analiz grafiği

Tablo 17. Tendon rüptür riski analizinde sagittal T2 ölçümler için ROC eğrisi altında kalan alan ve P değerleri

ROC Eğrisi Altında Kalan Alan						
Test Değişkenleri	Alan	Standart Hata	P Değeri	%95 Güven Aralığı		
				Alt Sınır	Üst Sınır	
Sagittal T2	Lateral	0,911	0,054	<0,001	0,000	1,000
	Orta	0,671	0,074	0,029	0,527	0,816
	Medial	0,705	0,079	0,009	0,550	0,860
		Cut-off Değeri	Sensitivite	Spesifite		
Sagittal T2	Lateral	31,8	%90,5	%90		
		34,8	%85,7	%95		
	Orta	24,78	%71,4	%60		
		26,15	%67	%70		
	Medial	35,4	%81	%45		
		40,1	%66,7	%65		
		42,55	%61,9	%87,5		

Asemptomatik, tendinozis ve tendon rüptür gruplarında ölçülen MR parametreleri arasında korelasyonlar araştırılırken; her grup için kendi içinde bağımsız olarak ayrı ayrı analizler yapıldı. Bu suretle elde edilen lateral, orta ve medial bölgelerin her birinden alınan sagittal ve koronal MR ölçüm değerleri arasındaki ilişki (korelasyon) durumu Tablo 18’de verilmiştir. Buna göre;

Asemptomatik grupta T2* ölçümleri için lateral ve orta bölgelerde sagittal ve koronal ölçümler arasında ileri derecede anlamlı pozitif korelasyon saptandı ($p<0,05$). Ayrıca T2 ölçümleri için lateral ve medial bölge sagittal ve koronal ölçümleri arasında düşük düzeyde anlamlı pozitif ilişki saptandı ($p<0,05$). T2* medial ve T2 orta ölçümleri için ise sagittal ve koronal ölçümle elde edilen değerler arasında anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 18).

Tendinozis grubunda ise T2* ölçümleri için lateral, orta ve medial bölgelerde T2 ölçümü için ise medial bölgede sagittal ve koronal ölçümleri arasında ileri derecede anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı (Her birisi için $p < 0,001$) (Tablo 18). Tendinozis grubunda lateral ve orta bölge T2 ölçümlerinde sagittal ve koronal ölçümlerle elde edilen değerler arasında anlamlı korelasyonlar saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 18).

Tendon rüptür grubunda ise tüm bölgelerde T2* ve T2 ölçümleri ile sagittal ve koronal kesitlerde elde edilen değerler arasında T2 orta bölge hariç ileri derecede anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı ($p < 0,001$). T2 orta bölgede ise orta derecede pozitif korelasyon saptandı ($p = 0,012$) (Tablo 18).

Tablo 18. Aynı bölgelerden elde edilen ölçümler için sagittal ve koronal planlar arasında saptanan korelasyon değerleri (**r**= korelasyon katsayısı; **P**= istatistiksel anlamlılık)

		Aseptomatik Grup (n=20)		Tendinozis Grubu (n=20)		Tendon Rüptür Grubu (n=21)	
		r	p	r	p	r	p
Sagittal/Koronal T2*	Lateral	0,797	<0,001	0,726	<0,001	0,775	<0,001
	Orta	0,794	<0,001	0,798	<0,001	0,939	<0,001
	Medial	0,158	0,506	0,839	<0,001	0,651	0,001
Sagittal/Koronal T2	Lateral	0,490	0,028	0,335	0,149	0,861	<0,001
	Orta	0,046	0,848	0,352	0,128	0,539	0,012
	Medial	0,585	0,007	0,698	<0,001	0,847	<0,001

Sagittal veya koronal aynı kesit planında lateral ve orta bölgeler arasında elde edilen ölçümler arası korelasyonlar Tablo 19'da verilmiştir. Buna göre, aseptomatik grupta ve tendinozis grubunda gerek T2*, gerekse T2 görüntüleme ile lateral ve orta bölgelerden elde edilen MR ölçüm sonuçları arasında anlamlı herhangi bir korelasyon saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 19).

Tendon rüptür grubunda ise T2* görüntüleme ile sagittal ve koronal kesitlerde lateral ve orta bölgeler arasında orta düzeyde anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı ($p < 0,05$). Tendon rüptür grubunda T2 görüntüleme ile lateral ve orta bölgeler arası değerler bakımından aralarında anlamlı herhangi bir korelasyon saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 19).

Tablo 19. Aynı kesit planları ile elde edilen ölçüm sonuçlarında supraspinatus tendonunun lateral ve orta bölgeleri arasındaki korelasyonlar (r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık)

	Aseptomatik Grup (n=20)		Tendinozis Grubu (n=20)		Tendon Rüptür Grubu (n=21)	
	r	p	r	p	r	p
Sagittal T2* Lateral/Orta	0,307	0,188	-0,161	0,499	0,560	0,008
Koronal T2* Lateral/Orta	-0,062	0,794	-0,103	0,666	0,687	0,001
Sagittal T2 Lateral/Orta	0,250	0,288	0,454	0,054	0,181	0,434
Koronal T2 Lateral/Orta	0,194	0,413	0,212	0,369	0,088	0,704

Her üç grupta, lateral ve medial bölgeler arasında sagittal ve koronal kesitlerde T2* ve T2 görüntüleme ile elde edilen ölçüm sonuçları arasında hiçbir anlamlı korelasyon saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 20).

Tablo 20. Aynı kesit planları ile elde edilen ölçüm sonuçlarında supraspinatus tendonunun lateral ve medial bölgeleri arasındaki korelasyonlar (r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık)

	Aseptomatik Grup (n=20)		Tendinozis Grubu (n=20)		Tendon Rüptür Grubu (n=21)	
	r	p	r	p	r	p
Sagittal T2* Lateral/Medial	-0,114	0,631	-0,068	0,777	-0,438	0,057
Koronal T2* Lateral/Medial	-0,126	0,598	-0,200	0,398	-0,376	0,093
Sagittal T2 Lateral/Medial	0,093	0,696	0,314	0,177	0,084	0,716
Koronal T2 Lateral/Medial	-0,176	0,458	-0,103	0,666	0,363	0,106

Benzer şekilde, her üç grupta orta ve medial bölgeler arasında sagittal ve koronal kesitlerde T2* ve T2 görüntüleme ile elde edilen ölçüm sonuçları arasında hiçbir anlamlı korelasyon saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 21).

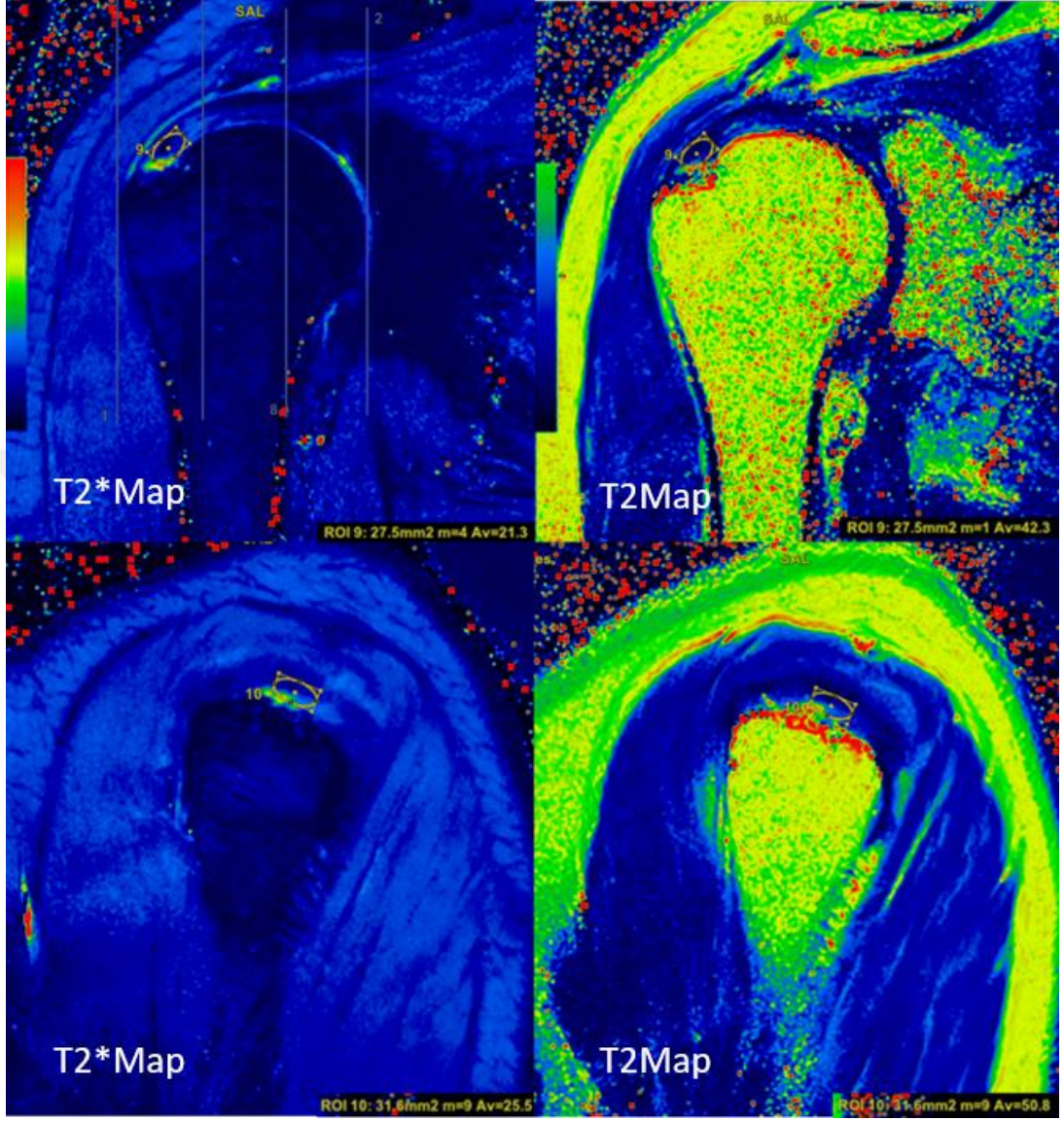
Tablo 21. Aynı kesit planları ile elde edilen ölçüm sonuçlarında supraspinatus tendonunun orta ve medial bölgeleri arasındaki korelasyonlar (r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık)

	Aseptomatik Grup (n=20)		Tendinozis Grubu (n=20)		Tendon Ruptür Grubu (n=21)	
	r	p	r	p	r	p
Sagittal T2* Orta/Medial	0,093	0,696	0,252	0,284	-0,339	0,133
Koronal T2* Orta/Medial	0,127	0,594	0,242	0,304	0,095	0,682
Sagittal T2 Orta/Medial	-0,079	0,742	0,302	0,195	0,055	0,814
Koronal T2 Orta/Medial	-0,165	0,488	-0,241	0,306	0,066	0,777

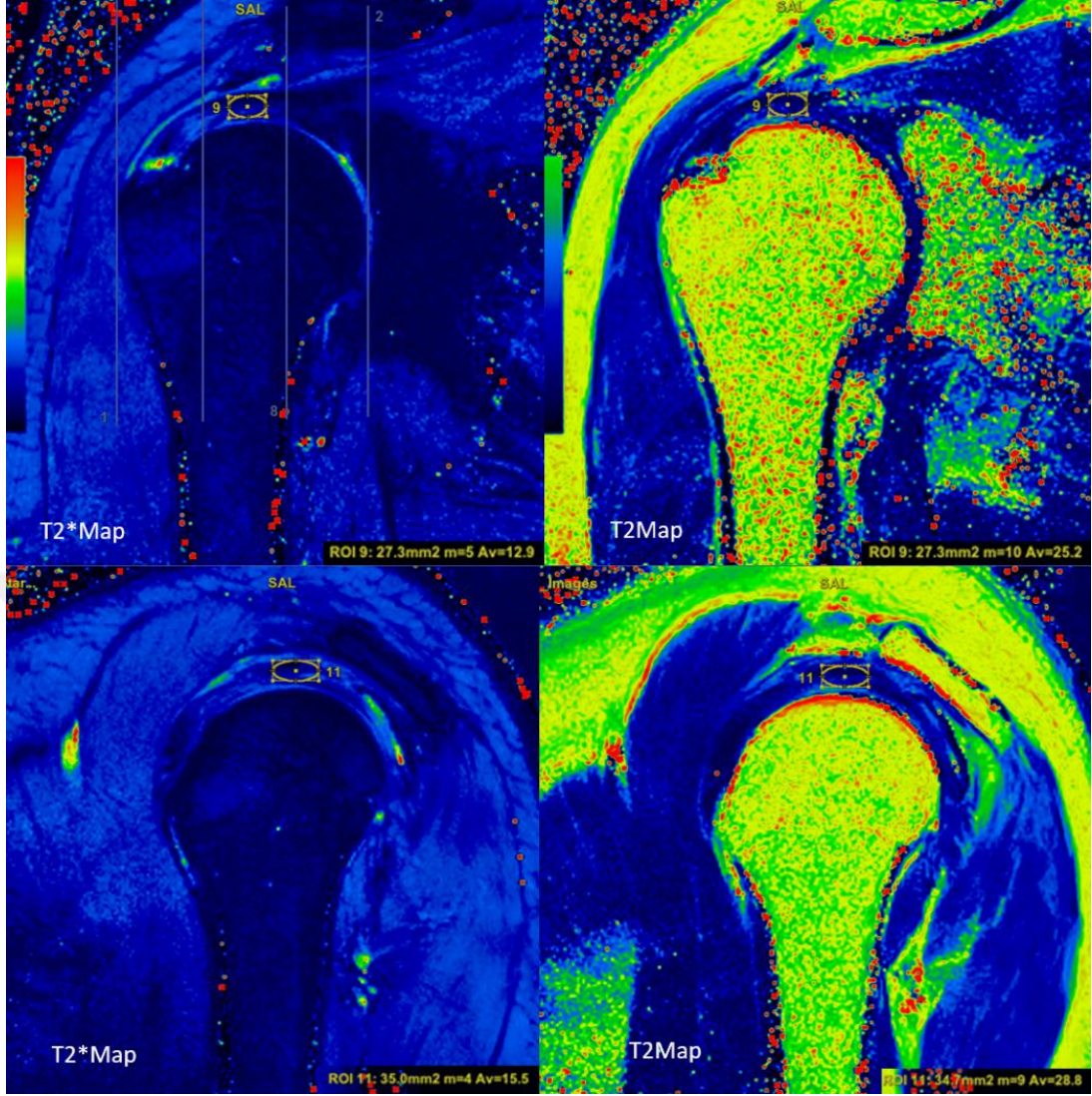
r = korelasyon katsayısı; p = istatistiksel anlamlılık

4.1.OLGU ÖRNEKLERİ

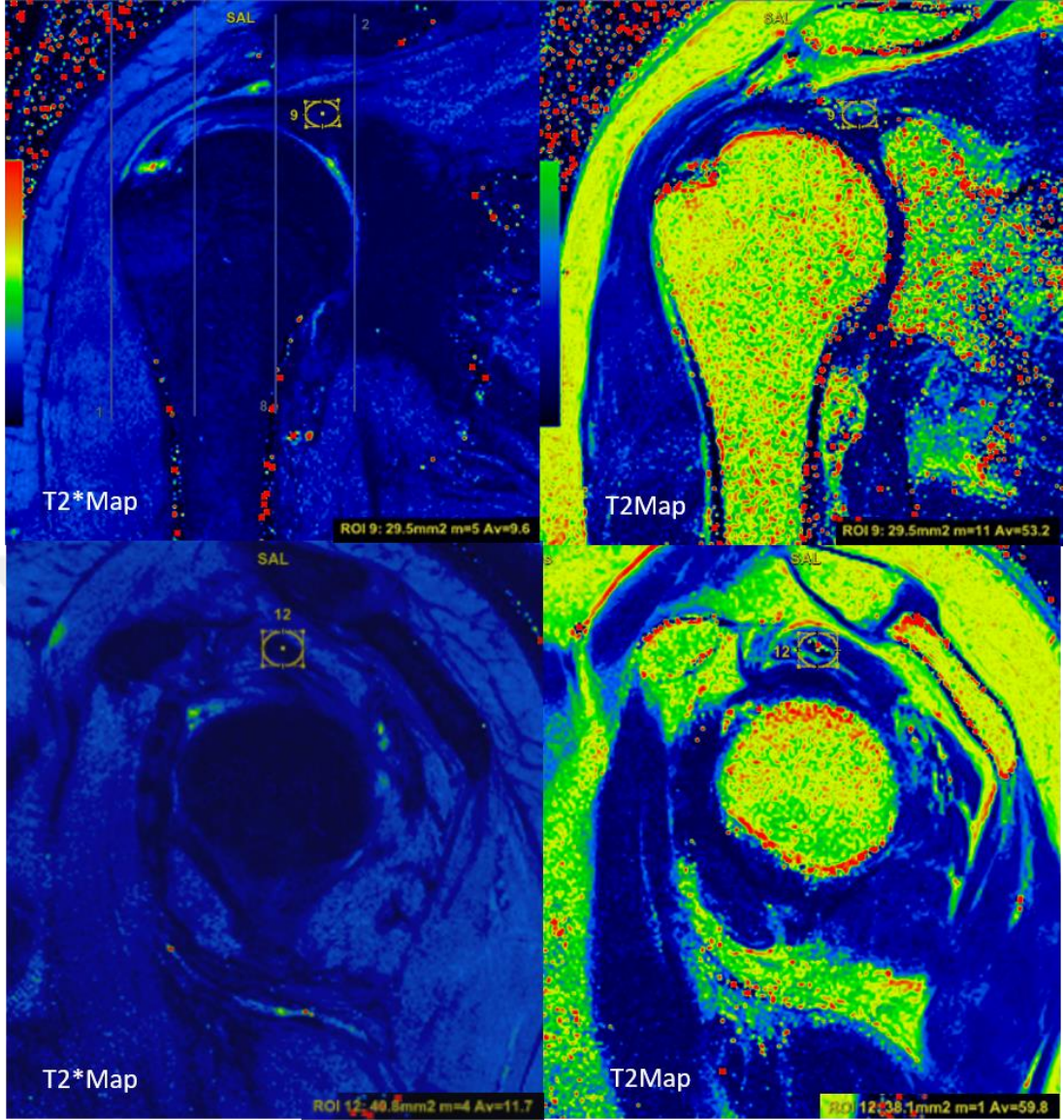
4.1.1.Tendon Ruptür Grubu Olgu Örneği



Şekil 16. Supraspinatus tendon distal kesimi anteriorda subartiküler yüzeyde retraksiyon göstermeyen tam kat rüptür ve tendon lateral kesiminden sagittal ve koronal planlarda T2* ve T2 ölçümleri

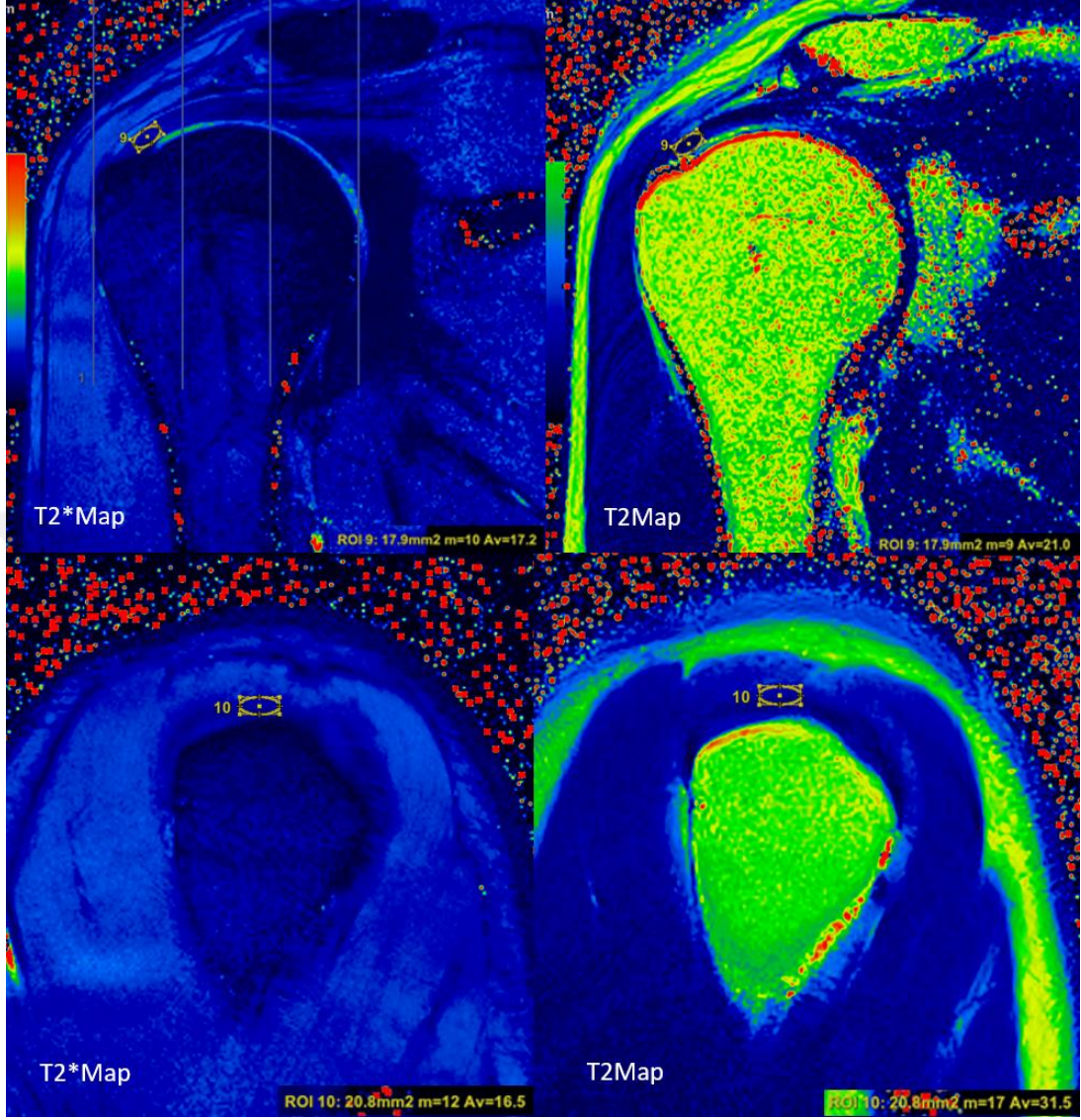


Şekil 17. Supraspinatus tendon distal kesimi anteriorda subartiküler yüzeyde retraksiyon göstermeyen tam kat rüptür ve tendon orta kesimdeki sagittal ve koronal planlarda T2* ve T2 ölçümleri

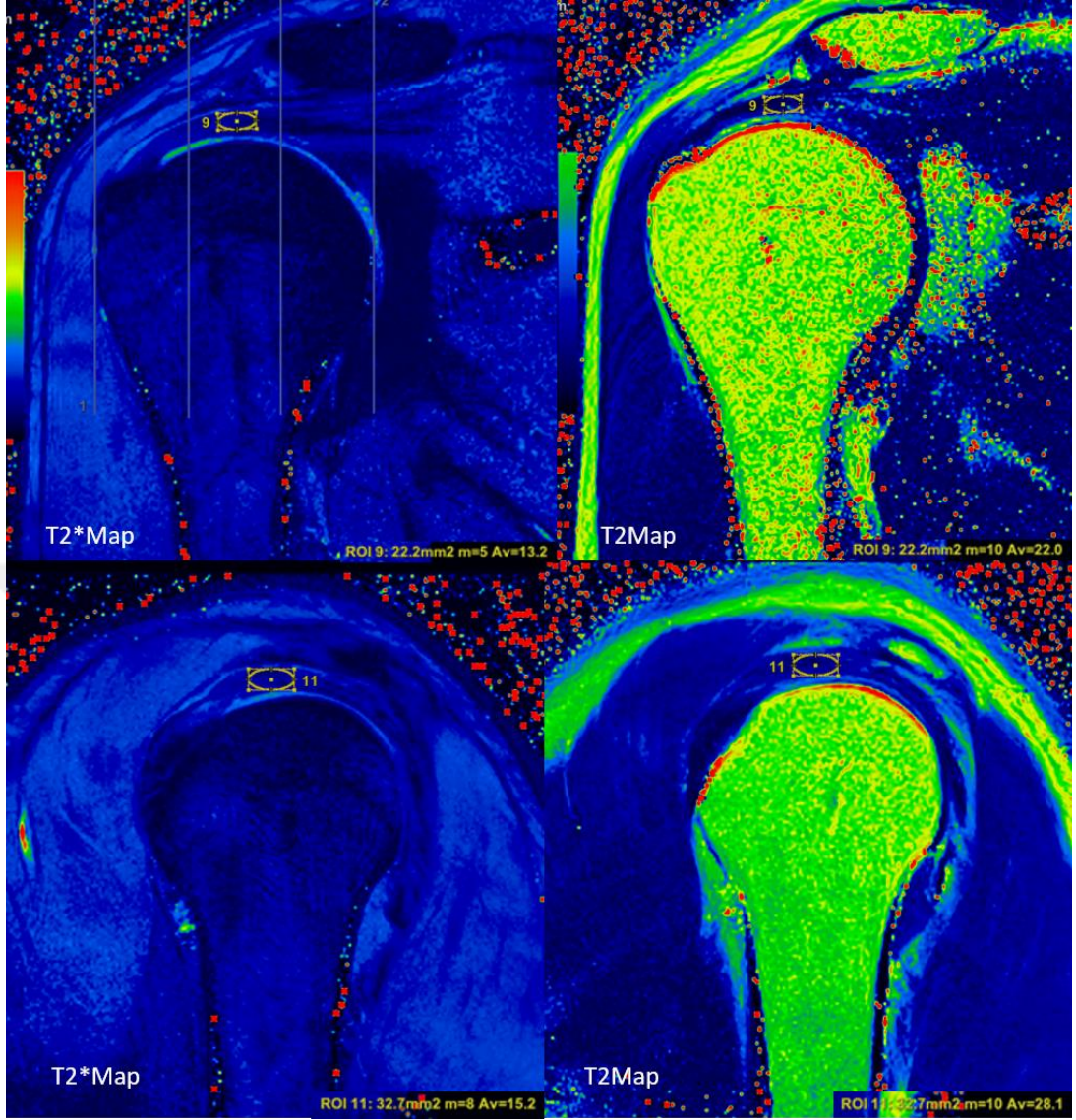


Şekil 18. Supraspinatus tendon distal kesimi anteriorda subartiküler yüzeyde retraksiyon göstermeyen tam kat rüptür ve tendon medial kesimdeki sagittal ve koronal planlarda T2* ve T2 ölçümleri

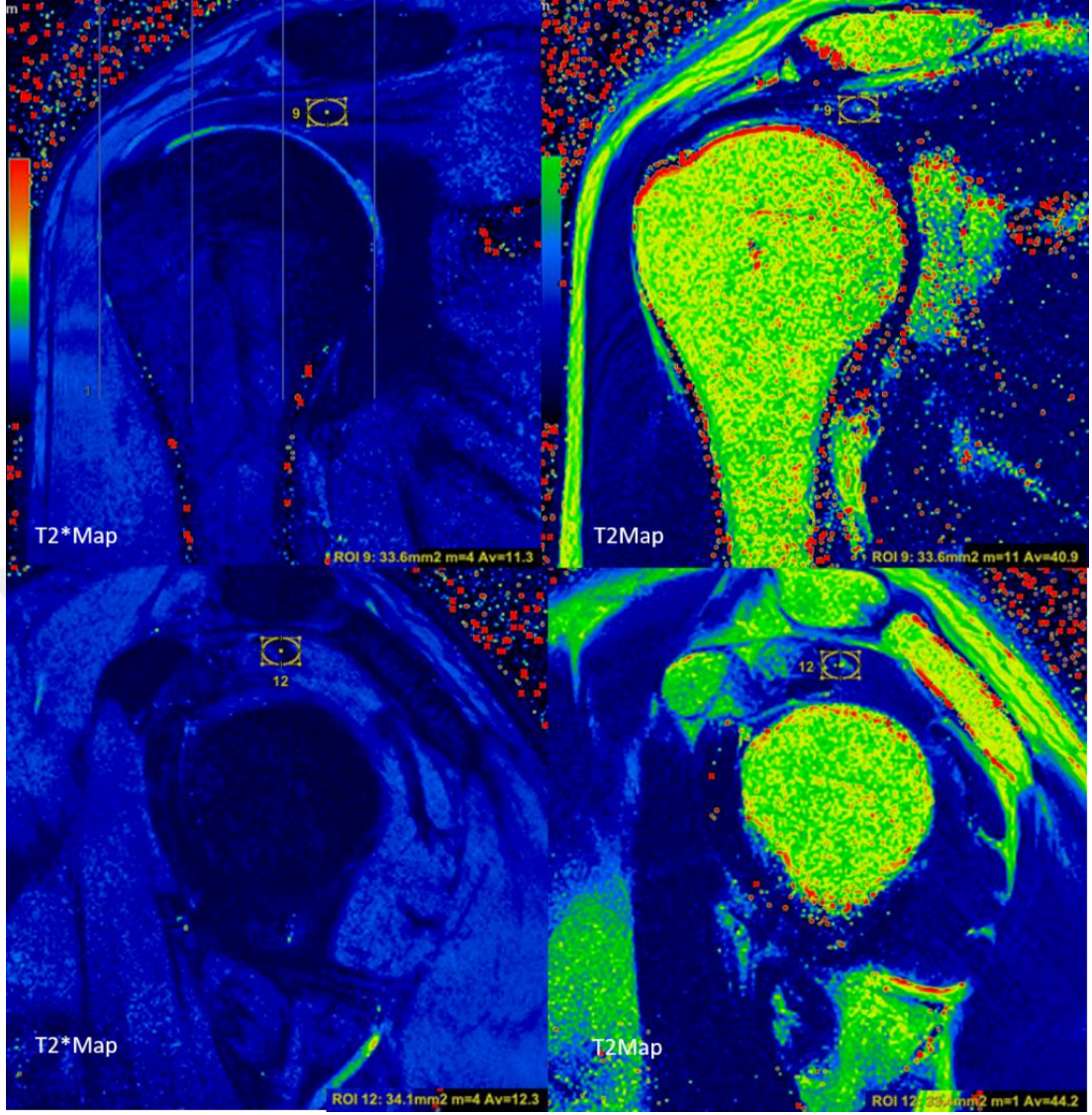
4.1.2. Tendinozis Grubu Olgu Örneği



Şekil 19. Tendinozis saptanan tendonun lateral kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 ölçümleri



Şekil 20. Tendinozis saptanan tendonun orta kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 ölçümleri



Şekil 21. Tendinozis saptanan tendonun medial kesiminden koronal ve sagittal planlarda T2* ve T2 ölçümleri

5.TARTIŞMA

Çalışmamız supraspinatus tendonunda, tendinozis veya rüptür olan hastalar ile asemptomatik sağlıklı bireylerde, supraspinatus tendonunun farklı anatomik alt bölgelerinin T2 ve T2* zamanlarını milisaniye cinsinden kantitatif olarak ölçen ve gruplar arasındaki farklılıkları değerlendiren bir çalışmadır.

Çalışmamızda kullanılan T2 ve T2* haritalama yöntemi gelişen MR teknolojileri ile birlikte çeşitli dokulardaki biyokimyasal değişiklikleri kantitatif olarak ölçebilen son dekada gelişmekte olan bir yöntemdir. Herhangi bir ölçme aracı veya değerlendirme aracı, araştırma veya klinik uygulamalar için kullanılmadan önce, güvenilirliklerinin araştırılması gerekir⁸⁴. Bizim çalışmamızda ölçümlerin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini değerlendirmek amacıyla değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası korelasyon katsayıları (ICC) hesaplandı. ICC Fleiss ve arkadaşları⁸³ tarafından tarif edilen ölçek kullanılarak derecelendirildi. Buna göre çalışmamızda hem aynı değerlendirici için tekrarlayan ölçümlerde, hem de farklı değerlendiricilerin ölçümleri arasındaki ICC değerleri hesaplandı. Supraspinatus tendonu farklı değerlendiriciler arası, orta kesim koronal T2 değerleri ile aynı değerlendirici içinde medial kesim koronal T2 ölçümleri dışında kalan diğer tüm ölçümlerde mükemmel ($ICC > 0,75$) güvenilirlik oranı saptandı (Tablo 7,8). Medial bölgede koronal T2 ölçümlerinde aynı değerlendirici içerisinde $ICC = 0,70$; orta bölgede koronal T2 ölçümlerinde farklı değerlendiriciler arası $ICC = 0,71$ hesaplanarak, ICC kabul edilebilir düzeyde iyi kategoride bulundu (fair to good⁸³; $0,4 < ICC < 0,75$). Bu sonuçlar yapılan ölçümlerin güvenilir olduğunu ve tetkikin tekrarlanabilirliğini göstermektedir. Supraspinatus tendonunda T2/T2* haritalamayı değerlendiren önceki çalışmalarda çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası korelasyon katsayıları hesaplanmış ve birkaç ölçümdeki iyi ($0,4 < ICC < 0,75$) güvenilirlik dışında ölçümlerin çoğunda mükemmel ($ICC > 0,75$) güvenilirlik oranları bildirmişlerdir^{9,16,26}. Çalışmamızda ve önceki çalışmaların hiçbirinde kötü ($ICC < 0,4$) güvenilirlik oranı saptanmamıştır^{9,16,26}.

Supraspinatus tendonunda T2 haritalama yöntemini değerlendiren önceki çalışmalarda Anz ve ark.¹⁶ ve Ganal ve ark.⁹, supraspinatus tendonunu humerus başının en medial ve en lateral noktasına göre eşit büyüklükte 3 farklı anatomik alt bölgeye ayırmışlardı. Biz de çalışmamızda bu çalışmalara benzer şekilde

supraspinatus tendonunu; medial, orta ve lateral olacak şekilde 3 anatomik bölgeye ayırdık. Krepkin ve ark²⁶, ise supraspinatus tendonunda ultrason elastografi ve T2/T2* haritalamasını birlikte değerlendiren çalışmasında, supraspinatus tendonunun daha çok yoğunlaştığı ve ultrason ile görüntülenebilen lateral kesimi üzerinde 3 ayrı ölçüm yaparak farklı bir segmentasyon uygulamışlardır. Bizim çalışmamız sadece MR görüntüleme üzerinde olup ultrason elastografi çalışması yapılmadığı için Krepkin ve ark.²⁶'nın segmentasyon yöntemini uygulamadık.

Anz ve ark.¹⁶ ve Ganal ve ark.⁹, supraspinatus tendonunu 3 anatomik bölgeye ayırıp, her bölgede manuel çizim tekniği ile supraspinatus kasının sınırlarını belirlemişlerdi. Bu şekilde manuel çizim tekniği ile birinci grupta kas ve tendonu birlikte ve ikinci grupta ise kas dokusu içerisinde sadece tendonu ayırarak iki farklı grup oluşturduktan sonra ölçümleri yapmışlardı. Biz ise üç anatomik alt bölgede, her iki planda tendon santral kesimine odaklanacak şekilde ortalama 15-20 mm² alanında yuvarlak ROI kullanarak incelememizi gerçekleştirdik. Bunun nedeni bizim çalışmamızda daha düşük manyetik alan gücüne sahip 1,5 Tesla cihaz kullanmış olmamızdır. Buna bağlı görüntülerin manuel segmentasyona daha elverişsiz olabileceğini ve özellikle tendinöz segmentin kas-tendon ünitesinden ayrımı sırasında manuel segmentasyon ile 3 Tesla cihazlara göre daha fazla hata payı olabileceğini düşündük. Krepkin ve ark.²⁶ ise bizim çalışmamızdaki gibi yuvarlak ROI yöntemi ile ölçümleri gerçekleştirmişti. Yuvarlak ROI yöntemi daha kolay uygulanabilir olmakla birlikte bu yöntem kullanıcıya bağımlıdır ve dolayısıyla subjektiviteyi artırmaktadır. Ayrıca ROI yönteminin değerlendirici içi ve farklı değerlendiriciler arası değişkenliğe sebep olma ihtimali mevcuttur⁸⁵. İlave 15-20 mm² alanındaki ROI alanının farklı ölçümlerde aynı lokalizasyonlardan tekrarlanmasında zorluk olması kaçınılmazdır. Ancak çalışmamızda değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirliğin mükemmel olması, yuvarlak ROI yöntemi kullanımının sonuçları etkilemediğini göstermiştir.

Çalışmamıza supraspinatus tendon patolojilerinin kantitatif değerlendirmesini yapmak amacıyla 61 olgu dahil edilmiştir. Bu olguların 20 si asemptomatik sağlıklı bireylerden, 20 si semptomatik olup MRG ile tanılanmış tendinozise sahip hastalardan ve 21' i semptomatik olup MRG ile tanılanmış tendon rüptürü olan hastalardan oluşmaktaydı. Önceki çalışmalarda Anz ve ark.¹⁶ 28 asemptomatik

bireyin supraspinatus tendonunda T2 haritalama ile, Ganal ve ark.⁹ 50 olgunun (15 asemptomatik, 11 tendinozis, 24 rüptür) supraspinatus tendonunda T2 haritalama ile, Krepkin ve ark.²⁶ asemptomatik grup olmaksızın 9 hastanın (8 rüptür, 1 tendinozis) supraspinatus tendonunda T2 ve T2* haritalama ile değerlendirme yapmışlardır. Bizim çalışmamız supraspinatus tendonunda hem T2 hem de T2* haritalama değerlerini birlikte değerlendirmekte olup, eski çalışmalara göre hasta sayısı açısından daha geniş bir popülasyona sahiptir. Ayrıca çalışmamızda hasta grupları ile karşılaştırma yapabilmek için yeterli büyüklükte asemptomatik bir kontrol grubu oluşturulmuştur.

Çalışmamızda asemptomatik, tendinozis ve tendon rüptürü grupları arasında erkek/kadın hasta dağılımı bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 2). Supraspinatus tendonunu değerlendiren literatürdeki diğer çalışmalarda çalışmamıza benzer şekilde kadın ve erkek cinsiyet oranları arasında anlamlı farklılık bulunmadığı bildirilmiştir^{9,16,26}. Çalışmamızda erkek ve kadın cinsiyet bakımından gerek tüm çalışma popülasyonunda (Tablo 9) ve gerekse her üç grup ayrı ayrı değerlendirildiğinde her üç grupta T2 ve T2* ölçüm değerlerinde cinsiyetler arası istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı. Literatürdeki supraspinatus tendonunu değerlendiren diğer çalışmalarda ise cinsiyet faktörünün ölçüm değerleri üzerine etki edip etmediği değerlendirilmemiştir^{9,16,26}.

Çalışmamızda üç grup (asemptomatik, tendinozis ve rüptür grupları) arasında yaş ortalamaları farkları istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 3). Dejeneratif kas iskelet sistemi patolojilerinin, dejeneratif supraspinatus tendinopatisinin ve supraspinatus tendon rüptürünün yaş ilerledikçe insidansının arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur^{35,86,87}. Bununla uygun olarak çalışmamızda asemptomatik grubun yaş ortalaması en düşük, tendinozis grubunun yaş ortalaması orta seviyede ve tendon rüptür grubunun yaş ortalaması en yüksek olarak bulundu. Anz ve ark.¹⁶ 30 asemptomatik bireyden oluşan kohortu, 15 er yıl aralığındaki 3 farklı yaş grubunda değerlendirmiş olup, asemptomatik bireylerin yaş grupları arasında supraspinatus tendonunda T2 ölçüm değerlerinde anlamlı istatistiksel farklılık saptamamışlar ve bunu asemptomatik bireyleri seçmedeki dikkatli tutum ve kesin seçme kriterleri olmasına bağlamışlardı¹⁶. Bizim çalışmamız Anz ve arkadaşlarının¹⁶ çalışmasında yaptıkları gibi asemptomatik grubu kendi içerisinde farklı yaş alt gruplarına ayırmaya

uygun değildi. Ancak, gerek ANOVA testinde yaş kofaktör olarak alındığında, yaşın ölçtüğümüz hiçbir MR parametresi üzerinde etkisinin olmadığını gösterilmesi ve gerekse korelasyon analizi ile yaş ve ölçülen MR parametrelerinin tümü arasında olası bağıntılar tek tek analiz edildiğinde; yaşla ölçülen hiçbir MR parametresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmaması, bizim çalışmamız için yaş grupları oluşturmanın gerekli olmadığını ve grupların yaş ortalamalarının farklı olmasının çalışma sonuçlarına etki etmediğini göstermektedir. Matsuki ve ark.⁸⁸ 184 olgu üzerinde T2 haritalaması ile supraspinatus kasında yağlı dejenerasyonu değerlendirdiği çalışmasında, yaş ile supraspinatus kasında T2 değerlerinin az miktarda değişkenlik gösterdiği ancak supraspinatus tendon yırtığı boyutu ile korele olarak T2 sinyallerinde değişkenlik saptandığını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla MR ölçüm değerlerinin yaşla değil, daha çok semptomatik durum ve supraspinatus patolojisi ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Çalışmamızda asemptomatik, tendinozis ve rüptür grupları arasında incelenen sağ ve sol omuz oranları bakımından anlamlı farklılık saptandı (Tablo 10). Ancak çalışmaya katılan bireylerde dominant-nondominant ekstremite ayrımı yapılmadığından sağ ve sol omuz arasındaki istatistiksel anlamlı farklılığın sonuçlar üzerindeki etkisi değerlendirilememiştir. Literatürdeki supraspinatus tendonunda haritalama tekniklerini değerlendiren diğer çalışmalarda da^{9,16,26} dominant-nondominant ekstremite ayrımı yapılmamış olup sağ ve sol omuzun değerler üzerine etkisi araştırılmamıştır. Sharma ve ark.³⁴, rotator kılıf patolojilerinde MRG ile artroskopik incelemenin korelasyonunu araştırdığı 45 hasta üzerindeki çalışmasında sağ omuz ve dominant üst ekstremitenin diğer tarafa göre daha sık etkilendiğini belirtmişlerdir. Yamamoto ve ark.³⁵ da benzer şekilde dominant üst ekstremitenin daha sık etkilendiğini belirtmişlerdir. Ancak literatürde dominant ve non-dominant ekstremite arasında fark bulunmadığını belirten bir çalışma da mevcuttur³².

Çalışmamızda elde edilen MR ölçüm değerlerine göre tendon rüptürünü değerlendirmede diğer iki gruba (asemptomatik ve tendinozis grupları) göre; T2 ve T2* görüntülemenin her ikisi ile hem koronal hem de sagittal planlarda tendon rüptürünü en iyi lateral kesim göstermektedir (Tablo 12). Ganal ve ark.⁹ da, çalışmamız ile benzer şekilde, T2 haritalama ile rüptürü en iyi koronal planda lateral kesimin gösterdiğini belirtmişlerdir. Ancak, Ganal ve ark. sagittal planda lateral

kesimden elde edilen ölçümlerin tendon rüptürünü göstermede anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Bu nedenle koronal planın daha uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu farklılığın nedeni Ganal ve ark.'ın⁹ sinyal ölçüm metodu olarak bizim kullandığımız yuvarlak ROI yöntemi yerine, manuel çizim tekniği kullanmış olmasına bağlı olabilir. Bu nedenle koronal planda tendonun anatomisine göre daha çok uzunlamasına bir hacimsel alanını, sagittal planda ise daha çok tendonun sagittal kesitindeki bir hacimsel alanı ölçmüş ve aynı lokalizasyonun ölçümün sağlanamamış olması da bir neden olabilir. Bizim çalışmamızda ise tendon üzerine konulan yuvarlak ROI ile ROI alanı daha çok kısıtlanmış ve koronal plan ile izdüşüm olan sagittal plandaki tendon alanlarından ölçüm yapılmıştır. Böylelikle eklem çevresindeki bursalar, eklem sıvısı ve kemik yapıları oluşturabileceği sinyal değişiklikleri en aza indirilmiştir.

Önceki çalışmalarda, Anz ve ark.¹⁶ ile Ganal ve ark.⁹ sagittal plan görüntülerde lateral kesimde tendon sonlanma düzeyinde parsiyel volüm etkisi ve tendon kurvatüründeki artış nedeniyle ölçüm yapmakta zorluk ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Literatürde supraspinatus tendonunun humerusa distal tutunma düzeyinde parsiyel volüm etkisinde ve hareket artefaktlarına duyarlılıkta artış, oblik-konveks seyir ve distalde infraspinatus tendonundan anatomik net ayırımın tam yapılamaması gibi nedenlerle lateral bölgede özellikle küçük yırtıklar ile tendinozis ayırımını güçleştiği ve bu nedenlerin yanlış pozitif veya yanlış negatif sonuçlara yol açtığı belirtilmiştir⁸⁹⁻⁹². Ancak bizim çalışmamızda yine de sagittal planda T2 ve T2* değerlerinin her ikisi de rüptür grubunda anlamlı yüksek saptandı. Bunun nedeni olarak rüptür grubunda tendon bütünlüğünde kayıp ve tendon sonlanma düzeyinde tendon lifleri arasına giren sıvı intensiteleri ve rüptüre bağlı tendon distal kesiminde belirgin ödem olması sayılabilir. Sagittal planda değerlendirme zor olsa da, çalışmamızda sagittal plan ölçümlerinde lateral kesimde rüptür, tendinozis ve asemptomatik gruplarda anlamlı farklı sonuçlar elde ettik. Böylece haritalama tekniklerinin farklı sinyal değişikliklerini sagittal planda da saptama kapasitesinin mevcut olduğunu gördük.

Çalışmamızın MR haritalama ölçüm değerlerine göre tendon rüptürünü değerlendirmede; tendinozis grubuna göre lateral bölge dışında orta ve medial bölgelerde- sagittal T2* medial bölge ölçümü hariç - koronal T2* ve her iki planda T2 ölçümlerinde anlamlı istatistiksel farklı sonuçlar elde ettik (Tablo 12). Bu sonuçlar

tendon rüptürünün sadece lateral kesimde sinyal değişikliği ile karakterize olmayıp, tendon rüptüründe orta ve medial kesimlerin verilerinin de etkilendiğini düşündürmektedir. Buna sebep olabilecek birkaç gerekçe söylenebilir. En olası neden rüptür saptanan hastalarda tendondaki dejenerasyona sekonder biyokimyasal değişikliklerin tendinozis ve asemptomatik gruba göre daha fazla olmasıdır. Ayrıca ultrasonografi ve konvansiyonel MRG ile saptanan yırtıkların boyutunun artroskopik cerrahi esnasında ölçülen boyutlara göre daha küçük olabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur⁴³. Artroskopide saptanan yırtık büyüklüğünün konvansiyonel MRG’de görünenden daha büyük olmasının nedeni, konvansiyonel MRG ile aslında yırtığın uzanmış olduğu orta ve medial kesimlerin yetersiz görüntülenmesi olabilir. Haritalama yöntemi ile rüptürlü hastalarda orta ve medial kesimlerde de anlamlı değişiklikler saptamamız, konvansiyonel MRG’nin göstermede yetersiz kaldığı orta ve medial bölge değişikliklerini göstermede haritalama yönteminin başarılı olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca tendon rüptürü saptanan hastalarda tendonun sağlam kalan liflerinin daha fazla biyomekanik kuvvete maruz kalacağı ve tendinopatiye daha yatkın olacağı da literatürde belirtilmiştir. Bundan yola çıkarak çalışmamızda rüptür grubundaki hastaların tendon orta kesiminde de anlamlı sinyal değişiklikleri saptanmış olması, hem tendon yaralanmasının buraya uzanabilme ihtimali, hem de tendon dejenerasyonu ve ödemin eşlik ediyor olmasına bağlı olabilir. Ayrıca rüptür ile ilişkili sıvı intensiteleri tendon kılıfı boyunca orta ve medial kesimlere doğru uzanmış olup bu kesimlerde de T2 ve T2* ölçümlerini etkilemiş olabilir. İlaveten kronik tendon rüptürü saptanan hastalarda supraspinatus kasında sinyal artırıcı etkisi olan yağlı atrofik değişiklikler bulunabileceği literatürde bildirilmiştir^{88,93,94}. Medial ve orta kesimde her ne kadar yuvarlak ROI yöntemi ile tendona odaklanmaya çalışmış olsak da; medial bölgede daha fazla miktarda olmak üzere, medial ve orta kesimlerdeki ölçümlerde bir miktar kas sinyalinin olması da ölçümü etkilemiş olabilir. Kas dokusunun tendon dokusuna göre T2 ve T2* değerlerinin daha yüksek olduğu önceki çalışmalarda gösterilmiştir^{95,96}. Ayrıca tendon rüptürü grubundaki hastaların etyolojisinde, supraspinatus tendonun zorlayıcı kullanılması ve tekrarlayan mikrotravmalara maruz kalma durumu mevcut olup³⁶ bu gibi durumlarda tüm supraspinatus kasında ödematöz sinyal değişikliklerinin olabileceği ve bunun T2 ve T2* değerlerini artırabileceği düşünülmelidir. Nitekim

literatürde egzersiz sonrasında kas ve tendonların biyokimyasal içeriklerinin veya sinyal intensitelerinin değişiklik gösterebileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur^{97,98}.

Çalışmamızda tendinozis grubunda, tendon lateral kesiminde koronal ve sagittal planlarda T2* değerlerinde asemptomatik gruba göre anlamlı yüksek değerler saptandı (Tablo 12). T2 görüntülemesinde ise sagittal planda tendinozis ve asemptomatik grupları arasında fark yoktu. T2 görüntüleme koronal planda tendinozis-aseptomatik grup farkı anlamlı olmakla birlikte, anlamlılık düzeyi T2* görüntüleme sonuçlarına göre daha düşük düzeyde idi. Çalışmamızdan elde ettiğimiz bu sonuca göre, T2* görüntülemenin tendinozisi asemptomatik gruptan ayırmada daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Sagittal T2 değerlendirmenin lateralde tendinozisi göstermede yetersiz kalmasının nedeni olarak; çevre dokular ile anatomik ayrımın lateral kesimde zorlaşması, supraspinatus tendonu distal kesimindeki kurvatur artışı, parsiyel volüm etkisi ve noktasal T2 haritalama artefaktları söylenebilir⁸⁹⁻⁹².

Çalışmamızda, tendon orta kesiminde T2 ve T2* görüntülemenin her ikisi ile her iki planda tendinozis ile asemptomatik grup arasında anlamlı fark bulunmadı. Çalışmamız ile benzer şekilde Ganal ve ark.⁹ da orta kesimde T2 haritalama ile tendinozis grubunda asemptomatik gruba göre anlamlı farklılık saptamamışlardır. Bu sonuçlara dayanarak tendinoziste tendon orta kesiminde haritalama teknikleri ile saptanabilen biyokimyasal değişiklikler bulunmadığını düşünebiliriz.

Çalışmamızda tendinozisi değerlendirmede asemptomatik gruba göre; tendon medial kesiminde T2* ölçümleri ile her iki planda da anlamlı fark saptanmadı. T2 ölçümleri ile her iki planda da medial kesimde asemptomatik gruba göre anlamlı yüksek sonuçlar elde edildi. Bu sonuca göre tendinozis patolojisinde tendon distal kesimi ile birlikte proksimal kesiminde de kas-tendon düzeyinde ödem artışı veya yağlı dejeneratif-atrofik değişiklikler gibi biyokimyasal değişikliklere işaret eden T2 sinyal artışının olduğu anlaşılmaktadır. Ganal ve ark.⁹ nın supraspinatus tendonunda T2 haritalamasını değerlendirdiği çalışmasında beklenmedik bir şekilde medial bölgede asemptomatik gruba göre tendinozis grubunda istatistiksel anlamlı düşük T2 değerleri saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise bunun tam tersi sonuç ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara göre medial bölgede yapılan T2 ölçümleri ile tendinozisi saptamanın doğru olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Diğer çalışmalardan farklı olarak hasta sayımızın daha fazla olduğunu düşünerek ROC analizi yaptık. ROC analizi sonucunda tendinozis ve tendon rüptürünü belirleyebilecek sensitivitesi (duyarlılık) ve spesifitesi (dışlayıcılık) makul seviyelerde cut-off değerleri bulmaya çalıştık. Tendinozis riski için yapılan ROC analizinde ROC eğrisi altında kalan alan hiçbir ölçümde anlamlı bir cut-off değeri verecek düzeyde bulunmadı (Tablo 13) (Şekil 11). Dolayısıyla hiçbir ölçümde tendinozisi belirleyebilecek bir cut-off değeri bulunmadığını gördük. Bunun nedeni tendinozis grubunun ölçümlerinin ortalama değerleri ve standart sapmasının asemptomatik grup ile oldukça yakın değerlerde olması olabilir. Tendon rüptürü grubunda ise ROC analizine göre yaklaşık %90'larda olmak üzere en yüksek sensitivite ve spesifiteye sahip cut-off değerleri lateral bölgeden elde ettik (Tablo 13-16) (Şekil 12-15).

Lateral kesimde T2* ölçümlerinde her iki planda, yüzde 90 ve üzerinde, T2 ölçümlerinde ise yüzde 85-90 oranlarında sensitivite ve spesifiteye sahip cut-off değerleri saptadık (Tablo 17) (Şekil 15). Orta ve medial kesimde ise ROC analizi ile bazı anlamlı cut-off değerleri elde etmekle birlikte, sensitivitenin yüksek olduğu durumlarda istenen yüksek spesifite değerleri elde edemedik (Tablo 14-17) (Şekil 12-15). Bu nedenle orta ve medial kesimlerdeki cut-off değerlerinin lateral kesimdeki kadar anlamlı olmadığı ve bu kesimlerde belirli bir cut-off değeri kullanmanın uygun olmayacağı sonucuna vardık. Önceki çalışmalarda olasılıkla hasta sayılarının azlığı nedeniyle ROC analizi yapılmamış olduğundan; çalışmamızdan elde ettiğimiz ROC analiz sonuçlarını önceki çalışma sonuçları ile karşılaştırmamız mümkün olmadı. Bu konuda cut-off değerlerinin kullanılabilirliğini belirlemek için yeni çalışmalara gereksinim vardır.

Çalışmamızdaki ölçüm değerlerinden yaptığımız korelasyon analizinde; tendon rüptür grubunda her üç anatomik alt bölgede hem T2 hem T2* değerlerinde sagittal ve koronal planlar arasında orta ve ileri derecede anlamlı pozitif korelasyonlar saptandı (Tablo 18). Bu sonuç tendon rüptürü durumunda iki plan arasındaki ölçümlerin birbirlerine paralel seyrettiğini göstermektedir.

Asemptomatik grupta lateral ve orta bölge ölçümlerinde sagittal ve koronal T2* değerleri arasında kuvvetli pozitif korelasyonlar saptadık. Tendinozis grubunda ise her üç bölgede sagittal/koronal T2* değerleri arasında kuvvetli pozitif

korelasyonlar gözledik (Tablo 18). Saptanan yüksek düzeyli ($p<0,001$) korelasyonlar nedeniyle T2* görüntülemenin her üç grupta sagittal ve koronal planlar arasında büyük ölçüde birbirleri ile uyumlu ve tutarlı olduğu söylenebilir. Ancak T2 değerlerinde asemptomatik ve tendinozis grubunda farklı alt bölgelerde anlamlı korelasyon saptanmaması, T2 ölçümlerinin bu iki grupta plan değişikliğinden etkilendiğini düşündürmüştür. Bunun en olası nedenleri T2 haritalamadaki noktasal artefaktlar ve planlar arasında ROI lokalizasyonunun tam izdüşüm olacak şekilde elde edilememiş olması olabilir.

Korelasyon analizinde sadece rüptür grubunda hem koronal hem de sagittal planlarda T2* görüntülemeye lateral ve orta kesimler arasında orta düzeyde anlamlı korelasyonlar saptadık (Tablo 19). Rüptür grubu T2 görüntülemesinde ise lateral ve orta bölge ölçümleri arasında anlamlı korelasyonlar olmadığını gördük (Tablo 19). Ancak asemptomatik ve tendinozis gruplarında gerek T2* ve gerekse T2 sagittal ve koronal plan ölçümlerinde lateral ve orta kesim arasında hiçbir anlamlı korelasyon saptamadık (Tablo 19). Tendon rüptürü daha çok tendon distal kesiminde olmakla birlikte bazı olgularda konvansiyonel MRG ile görüntülenemeyen tendon orta kesimine uzanan yırtık komponenti mevcut olabilir. Literatürde yırtık boyutunun artroskopik değerlendirmede konvansiyonel MRG ye göre daha doğru saptandığını gösteren çalışmalar mevcuttur⁴³. Rüptür grubundaki lateral ve orta kesim arasındaki T2* görüntülemeye anlamlı korelasyonlar bulunmasına karşılık, T2 görüntülemeye korelasyon saptanmaması; tendon rüptürü durumunda lateral ve orta kesimdeki T2* değişikliklerin benzer olduğu ve T2* görüntülemenin T2'ye göre daha yararlı olduğunu göstermektedir. Bunun sebebi T2* görüntülemenin daha artefaktsız olması ve T2 görüntülemeye göre daha düşük değerlere ve daha dar değer aralığına sahip olması olabilir⁶⁶.

Çalışmamızdaki her üç grupta (asemptomatik-tendinozis-tendon rüptürü) lateral/medial (Tablo 20) ve orta/medial (Tablo 21) kesimler arasında gerek T2* ve gerekse T2 ölçümleri ile anlamlı korelasyonlar saptanmadı. Bu sonuç lateral/medial ve orta/medial kesimlerin tendinozis ve rüptür durumunda birbirleriyle bağlantılı değişim göstermediğini düşündürmektedir.

Çalışmamızın bir kısıtlılığı tendon durumuna göre üç gruba ayırma esnasında referans yöntem olarak konvansiyonel MRG kullanılması idi. Literatürde konvansiyonel MRG'nin rotator kılıf patolojilerini saptamada değişken sensitivite ve spesifiteye sahip olduğunu gösteren birçok çalışma mevcuttur^{10,15,99}. Çoğu çalışmada artroskopinin rotator manşetinin değerlendirilmesi için altın standart olduğu belirtilmektedir^{81,82}. Ancak artroskopi invazif bir yöntem olması nedeniyle günlük klinik pratikte rutin uygulanabilir bir yöntem değildir. Ayrıca cerrahi tedavi uygulanmayacak normal tendon, tendinozis ve minimal parsiyel yırtık hastalarında artroskopinin gereksiz olduğu da belirtilmektedir^{100,101}. Tüm hastalarda artroskopi uygulanması etik olarak da olanaksızdır.

Çalışmamızın diğer bir kısıtlılığı ise hastaları gruplandırırken tendinozis ve asemptomatik gruplar arasında ayırım yapmanın zor olmasıydı. Asemptomatik olarak kabul edilen olguların içerisinde bir kısım tendinozisli hasta olması ihtimali az da olsa mevcuttur. Ayrıca tendinozisin konvansiyonel MRG ile tanınmasında sihirli aç artefaktı (tendon liflerinin uzanımına göre ana manyetik alanın 55 derecelik açıyla uzanması durumunda tendonda yalancı sinyal artışı olması) gibi çeşitli yanıltıcılar mevcuttur^{72,102}. Sihirli aç artefaktı nedeniyle normalde sağlıklı olan bazı olgularda yanlış tendinozis veya yanlış rüptür tanısı konulmuş olabilir. Kesin tanı için artroskopik histopatolojik değerlendirme yararlı olacaktır. Ancak artroskopi gibi invazif bir girişim klinik olarak her zaman uygulanabilir bir seçenek değildir. Çalışmamızda bu kısıtlılığı azaltmak için, asemptomatik grup belirlenirken supraspinatus tendon patolojileri açısından ayrıntılı bir sorgulama yapılarak öykü, doktor muayeneleri ve konvansiyonel MR'da hastalık şüphesi olan bireyler asemptomatik gruba alınmamıştır.

Literatürde haritalama teknikleriyle yapılan ölçümlerde sekansların dizaynına ve manyetik alan gücündeki değişikliklere bağlı olarak, ölçülen kantitatif değerlerde değişiklik olabileceğini belirten çalışmalar mevcuttur^{103,104}. Ancak biz çalışmamızda bu potansiyel hata riskini ortadan kaldırmak için patolojik gruplara ve asemptomatik gruptaki olgulara aynı cihazda ve aynı sekans parametreleri ile görüntüleme gerçekleştirdik. Böylece ölçüm değerlerindeki karşılaştırmada optimizasyonu sağladık. Ancak supraspinatus tendonunda haritalama tekniklerini değerlendiren literatürdeki diğer çalışmalar^{9,16,26} 3 Tesla MR cihazları ile yapıldığı ve

sekans parametrelerinde farklılıklar bulunduğu için bu çalışmalar ile MR ölçüm değerleri açısından bir karşılaştırma yapamadık. Bu nedenle tendon rüptürü grubu ve tendinozis gruplarında elde etmiş olduğumuz cut-off değerlerinin başka cihazlarda tekrarlanabilir olup olmadığı değerlendirilememiştir. Bu konuda 1,5 Tesla MR cihazları ve benzer sekans parametreleri ile T2/T2* haritalama tekniklerini değerlendiren daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Çalışmamız supraspinatus tendonunda T2 ve T2* haritalama amacıyla 1.5 Tesla manyetik alan gücüne sahip bir MR cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Literatürde supraspinatus ve infraspinatus kaslarında yağlı dejenerasyonu değerlendiren 1,5 T cihazlar ile yapılmış çalışmalar mevcuttur^{88,93}. Ancak literatür taramamızda supraspinatus tendonunda haritalama yapan sadece üç çalışma bulabildik^{9,16,26} ki bunların hepsinde 3Tesla MR cihazları kullanılmıştır. Bizim bilgimize göre çalışmamız supraspinatus tendonunda 1.5 T MR cihazları ile T2 ve T2* haritalama tekniğini değerlendiren ilk çalışmadır.

6. SONUÇLAR

Çalışmamız 1,5 Tesla MR cihazı ile supraspinatus tendonunda tendon rüptürü ve tendinozisi haritalama yöntemleriyle değerlendiren ilk çalışmadır. Çalışmamıza göre supraspinatus tendon patolojilerinin değerlendirilmesinde 1,5 T MR cihazı ile T2 ve T2* haritalama teknikleri kullanılabilir. Bu sayede haritalama yöntemleri ile tendinozis ve tendon rüptürü olgularına kantitatif olarak tanı konulması ve bu iki patoloji grubu olgularının kantitatif olarak birbirinden ayrılması mümkün olabilir.

T2 ve T2* haritalama teknikleri supraspinatus tendonunda değerlendirme yapmak için yüksek değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik katsayılarına sahiptir.

MR haritalama yöntemi kullanılarak tendon rüptürü; T2 ve T2* görüntülemenin her ikisi ile hem koronal hem de sagittal planda, en iyi lateral kesimden elde edilen ölçüm sonuçları ile tanımlanmaktadır. Lateral kesimde T2* ölçümlerinde her iki planda, %90 ve üzerinde; T2 ölçümlerinde ise %85-90 oranlarında sensitivite ve spesifiteye sahip cut-off değerleri saptanmıştır. Ayrıca rüptür grubunda T2 ve T2* orta ve medial bölge ölçümleri bakımından da asemptomatik gruptan anlamlı farklılık mevcuttur. Böylece rüptür durumunda yalnızca lateral bölge değil, orta ve medial bölgelerden de MR haritalama ile farklı sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre rüptür hastalarında lateral bölgedeki rüptürün orta bölgeye uzandığını veya orta bölgedeki eşlik eden biyokimyasal değişiklikleri göstermede haritalama teknikleri konvansiyonel MRG'ye göre daha iyi tanımlayabilir. Ancak tendinozis ile tendon rüptürünü ayırmada sadece lateral bölge ölçümleri yararlı olmakta, medial ve orta bölge ölçümleri tendinozisi tendon rüptüründen ayırmada yeterli olmamaktadır. Medial bölge ölçümleri açısından ise tendinozis ile tendon rüptürü arasında hiçbir fark bulunmamıştır.

7. KAYNAKLAR

1. Walker J. Shoulder pain: pathogenesis, diagnosis and management. *Nurs Stand.* 2014;28(22):51-58. doi:10.7748/ns2014.01.28.22.51.e8145
2. Sarpel T. Omuz Ağrısı Nedenleri ve Muayenesi. In: Beyazova M, Kutsal YG, eds. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara, Türkiye: Güneş Tıp Kitabevleri; 2011:1995-2018.
3. Cadogan A, Laslett M, Hing WA, McNair PJ, Coates MH. A prospective study of shoulder pain in primary care: Prevalence of imaged pathology and response to guided diagnostic blocks. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12(1):119. doi:10.1186/1471-2474-12-119
4. Mitchell C, Adebajo A, Hay E, Carr A. Shoulder pain: Diagnosis and management in primary care. *Bmj.* 2005;8(November):331-1124. doi:10.1007/BF00320147
5. Wilckens J, Freehill M, Srikumaran U, Bernard J, Ayhan F. Omuz Ağrısı Olan Hastaya Yaklaşım. In: Imboden J, Hellmann D, Stone J, Arasil T, eds. *LANGE Romatoloji Tanı ve Tedavi*. Ankara, Türkiye: Güneş Tıp Kitabevleri; 2014:71-78.
6. Awerbuch MS. The clinical utility of ultrasonography for rotator cuff disease, shoulder impingement syndrome and subacromial bursitis. *Med J Aust.* 2008;188(1):50-53. doi:10.1097/01.ruq.0000302244.38004.06
7. Rumie C, Vasquez A, Abreu JA, Guarnizo AP, Rivero O, Ocampo J. MRI evaluation of the shoulder : Beyond rotator cuff. *ECR 2015 EPOS.* 2015:1-12. doi:10.1594/ecr2015/C-2447
8. Fleckenstein JL. *MRI of the Upper Extremity.*; 1996.
9. Ganai E, Ho CP, Wilson KJ, et al. Quantitative MRI characterization of arthroscopically verified supraspinatus pathology: comparison of tendon tears, tendinosis and asymptomatic supraspinatus tendons with T2 mapping. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2016;24(7):2216-2224. doi:10.1007/s00167-015-3547-2
10. De Jesus JO, Parker L, Frangos AJ, Nazarian LN. Accuracy of MRI, MR arthrography, and ultrasound in the diagnosis of rotator cuff tears: A meta-analysis. *Am J Roentgenol.* 2009;192(6):1701-1707. doi:10.2214/AJR.08.1241
11. Brockmeyer M, Schmitt C, Hauptert A, Kohn D, Lorbach O. Limited diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging and clinical tests for detecting partial-thickness tears of the rotator cuff. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137(12):1719-1724. doi:10.1007/s00402-017-2799-3
12. Lenza M, Buchbinder R, Christensen R, Nca H, Faloppa F. Magnetic resonance imaging versus ultrasonography for assessing rotator cuff tears in patients with shoulder pain for whom surgery is being considered (Protocol). *Cochran Collab.* 2011;(3). doi:10.1002/14651858.CD009020.pub2.www.cochranlibrary.com
13. Shady KL, Totty WG. MR Diagnosis of Rotator Cuff Tears of the Shoulder : Value of Using. *Imaging.* 1995:1451-1455.
14. Robertson PL, Schweitzer ME, Mitchell DG, et al. Rotator cuff disorders: interobserver and intraobserver variation in diagnosis with MR imaging. *Radiology.* 1995;194(3):831-835.

doi:10.1148/radiology.194.3.7862988

15. Balich SM, Sheley RC, Brown TR, Sauser DD, Quinn SF. MR imaging of the rotator cuff tendon: interobserver agreement and analysis of interpretive errors. *Radiology*. 1997;204(1):191-194. doi:10.1148/radiology.204.1.9205245
16. Anz AW, Lucas EP, Fitzcharles EK, Surowiec RK, Millett PJ, Ho CP. MRI T2 mapping of the asymptomatic supraspinatus tendon by age and imaging plane using clinically relevant subregions. *Eur J Radiol*. 2014;83(5):801-805. doi:10.1016/j.ejrad.2014.02.002
17. Lee S-Y, Park H-J, Kwon H-J, et al. T2 relaxation times of the glenohumeral joint at 3.0 T MRI in patients with and without primary and secondary osteoarthritis. *Acta radiol*. 2015;56(11):1388-1395. doi:10.1177/0284185114556304
18. Potter HG, Black BR, Chong LR. New Techniques in Articular Cartilage Imaging. *Clin Sports Med*. 2009;28(1):77-94. doi:10.1016/j.csm.2008.08.004
19. Crema MD, Roemer FW, Marra MD, et al. Articular cartilage in the knee: current MR imaging techniques and applications in clinical practice and research. *Radiographics*. 2011;31(1):37-61. doi:10.1148/rg.311105084
20. Juras V, Zbyn S, Pressl C, et al. Regional variations of T2* in healthy and pathologic achilles tendon in vivo at 7 Tesla: Preliminary results. *Magn Reson Med*. 2012;68(5):1607-1613. doi:10.1002/mrm.24136
21. Welsch GH, Apprich S, Zbyn S, et al. Biochemical (T2, T2* and magnetisation transfer ratio) MRI of knee cartilage: Feasibility at ultra-high field (7T) compared with high field (3T) strength. *Eur Radiol*. 2011;21(6):1136-1143. doi:10.1007/s00330-010-2029-7
22. Apprich S, Mamisch TC, Welsch GH, et al. Quantitative T2 mapping of the patella at 3.0 T is sensitive to early cartilage degeneration, but also to loading of the knee. *Eur J Radiol*. 2012;81(4):e438-e443. doi:10.1016/j.ejrad.2011.03.069
23. Nardo L, Carballido-Gamio J, Tang S, Lai A, Krug R. Quantitative assessment of morphology, T1 ρ , and T2 of shoulder cartilage using MRI. *Eur Radiol*. 2016:1-8. doi:10.1007/s00330-016-4322-6
24. Hesper T, Schleich C, Buchwald A, et al. T2* Mapping of the Hip in Asymptomatic Volunteers with Normal Cartilage Morphology: An Analysis of Regional and Age-Dependent Distribution. *Cartilage*. 2018;9(1):30-37. doi:10.1177/1947603516684591
25. Kim PK, Hong YJ, Im DJ, et al. Myocardial T1 and T2 mapping: Techniques and clinical applications. *Korean J Radiol*. 2017;18(1):113-131. doi:10.3348/kjr.2017.18.1.113
26. Krepkin K, Bruno M, Raya JG, Adler RS, Gyftopoulos S. Quantitative assessment of the supraspinatus tendon on MRI using T2/T2* mapping and shear-wave ultrasound elastography: a pilot study. *Skeletal Radiol*. 2017;46(2):191-199. doi:10.1007/s00256-016-2534-0
27. Wilson KJ, Surowiec RK, Johnson NS, Lockard CA, Clanton TO, Ho CP. T2* Mapping of Peroneal Tendons Using Clinically Relevant Subregions in an Asymptomatic Population. *Foot Ankle Int*. 2017;38(6):677-683. doi:10.1177/1071100717693208
28. Berquist T. *MRI of the Musculoskeletal System*. 4 Edition. Philadelphia: Lippincott Williams

- & Wilkins; 2001.
29. Taner D. Omuz Bölgesi. In: *Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi*. Ankara, Türkiye: Hekimler Yayın Birliği; 2003:63-70.
 30. Şahbey M. Rotator Kılıf Tam Kat Yırtıklarında Manyetik Rezonans Görüntüleme Bulguları. 2009.
 31. Javed O, Ashmyan R. *Anatomy, Upper Limb, Muscles.*; 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482410/>.
 32. van Holsbeeck M, Vu D, Bouffard AJ. Rotator Kılıf. In: Rumack CM, Wilson SR, Charbonneau JW, Levine D, Özbek SS, eds. *Rumack Tanısal Ultrasonografi*. Ankara, Türkiye; 2013:878–900.
 33. Greenberg DL. Evaluation and treatment of shoulder pain. *Med Clin North Am*. 2014;98(3):487-504. doi:10.1016/j.mcna.2014.01.016
 34. Sharma G, Bhandary S, Khandige G, Kabra U. MR imaging of rotator cuff tears: Correlation with arthroscopy. *J Clin Diagnostic Res*. 2017;11(5):TC24-TC27. doi:10.7860/JCDR/2017/27714.9911
 35. Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elb Surg*. 2010;19(1):116-120. doi:10.1016/j.jse.2009.04.006
 36. Nho SJ, Yadav H, Shindle MK, MacGillivray JD. Rotator cuff degeneration: Etiology and pathogenesis. *Am J Sports Med*. 2008;36(5):987-993. doi:10.1177/0363546508317344
 37. Longo UG, Franceschi F, Ruzzini L, et al. Histopathology of the Supraspinatus Tendon in Rotator Cuff Tears. *Am J Sports Med*. 2008;36(3):533-538. doi:10.1177/0363546507308549
 38. Longo UG, Berton A, Khan WS, Maffulli N, Denaro V. Histopathology of rotator cuff tears. *Sports Med Arthrosc*. 2011;19(3):227-236.
 39. Dean BJB, Franklin SL, Carr AJ. A systematic review of the histological and molecular changes in rotator cuff disease. *Bone Joint Res*. 2012;1(7):158-166. doi:10.1302/2046-3758.17.2000115
 40. Fornage B, Touche D, Edeiken-Monroe B. Tendonlar. In: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW, Levine D, Özbek SS, eds. *Rumack Tanısal Ultrasonografi*. Ankara, Türkiye: Güneş Tıp Kitabevleri; 2013:902-946.
 41. Tok F. Ultrasound İmaging in Sports Medicine. In: Özçakar L, de Muynck M, eds. *Musculoskeletal Ultrasound in Physical and Rehabilitation Medicine*. Milan, Italy; 2014:125-136.
 42. De Muynck M, Sabbe W. Ultrasound Evaluation of the Shoulder. In: Özçakar L, de Muynck M, eds. *Musculoskeletal Ultrasound in Physical and Rehabilitation Medicine*. Milan, Italy; 2014:37-55.
 43. Bryant L, Shnier R, Bryant C, Murrell GAC. A comparison of clinical estimation, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and arthroscopy in determining the size of rotator cuff tears. *J Shoulder Elb Surg*. 2002;11(3):219-224. doi:10.1067/mse.2002.121923

44. Balke M, Schmidt C, Dedy N, Banerjee M, Bouillon B, Liem D. Correlation of acromial morphology with impingement syndrome and rotator cuff tears. *Acta Orthop*. 2013;84(2):178-183. doi:10.3109/17453674.2013.773413
45. Nyffeler RW, Meyer DC. Acromion and glenoid shape: Why are they important predictive factors for the future of our shoulders? *EFORT Open Rev*. 2017;2(5):141-150. doi:10.1302/2058-5241.2.160076
46. De Yang Tien J, Tan AHC. Shoulder impingement syndrome, a common affliction of the shoulder: A comprehensive review. *Proc Singapore Healthc*. 2014;23(4):297-305. doi:10.1177/201010581402300406
47. Gazzola S, Bleakney RR. Current imaging of the rotator cuff. *Sports Med Arthrosc*. 2011;19(3):300-309. doi:10.1097/JSA.0b013e3182189468
48. Cone RO, Resnick D, Danzig L. Shoulder impingement syndrome: radiographic evaluation. *Radiology*. 1984;150(1):29-33. doi:10.1148/radiology.150.1.6689783
49. Hardy D, Vogler J, White R. The shoulder impingement syndrome: prevalence of radiographic findings and correlation with response to therapy. *Am J Roentgenol*. 1986;147(3):557-561. doi:10.2214/ajr.147.3.557
50. Rockwood CA, Lyons FR. Shoulder impingement syndrome: diagnosis, radiographic evaluation, and treatment with a modified Neer acromioplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(3):409-424. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8444920>. Accessed August 6, 2018.
51. Moosikasuwon JB, Miller TT, Burke BJ. Rotator Cuff Tears: Clinical, Radiographic, and US Findings. *RadioGraphics*. 2005;25(6):1591-1607. doi:10.1148/rg.256045203
52. Agrawal V, Stinson M. Arthroscopic Grafting of Greater Tuberosity Cyst and Rotator Cuff Repair. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. 2007;23(8):904.e1-904.e3. doi:10.1016/j.arthro.2006.10.026
53. Fritz LB, Ouellette HA, O'Hanley TA, Kassarian A, Palmer WE. Cystic Changes at Supraspinatus and Infraspinatus Tendon Insertion Sites: Association with Age and Rotator Cuff Disorders in 238 Patients. *Radiology*. 2007;244(1):239-248. doi:10.1148/radiol.2441050029
54. Huang BK, Hughes TH. Imaging of the Rotator Cuff. *Sports Med Arthrosc*. 2011;19(3):279-299. doi:10.1097/JSA.0b013e31821a8da8
55. Fornage BD, Rifkin MD. Ultrasound examination of tendons. *Radiol Clin North Am*. 1988;26(1):87-107. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3275961>. Accessed August 6, 2018.
56. Ihnatsenka B, Boezaart AP. Ultrasound: Basic understanding and learning the language. *Int J Shoulder Surg*. 2010;4(3):55-62. doi:10.4103/0973-6042.76960
57. Fornage BD. The hypoechoic normal tendon. A pitfall. *J Ultrasound Med*. 1987;6(1):19-22. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3546718>. Accessed August 6, 2018.
58. Aina R, Cardinal E, Bureau NJ, Aubin B, Brassard P. Calcific Shoulder Tendinitis: Treatment with Modified US-guided Fine-Needle Technique. *Radiology*. 2001;221(2):455-461.

doi:10.1148/radiol.2212000830

59. Oyar O, Gülsoy UK. *Tıbbi Görüntüleme Fiziği*. Ankara, Türkiye: Rekmay Basım; 2003.
60. Dale BM, Brown MA, Semelka RC. *MRI: Basic Principles and Applications*. John Wiley & Sons.; 2015.
61. Tuncel E. *Klinik Radyoloji*. 2.Baskı. (Tuncel E, ed.). Ankara, Türkiye: Nobel & Güneş Yayınevi; 2008.
62. Bitar R, Leung G, Perng R, et al. MR Pulse Sequences: What Every Radiologist Wants to Know but Is Afraid to Ask. *RadioGraphics*. 2006;26(2):513-537. doi:10.1148/rg.262055063
63. de Figueiredo EH, Borgonovi AF, Doring TM. Basic Concepts of MR Imaging, Diffusion MR Imaging, and Diffusion Tensor Imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2011;19(1):1-22. doi:10.1016/j.mric.2010.10.005
64. Mugler J. III. Basic principles. In: Edelman R, Hesselink J, Zlatkin M, Crues J, eds. *Clinical Magnetic Resonance Imaging*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006:23–57.
65. Nitz WR, Reimer P. Contrast mechanisms in MR imaging. *Eur Radiol*. 1999;9(6):1032-1046. doi:10.1007/s003300050789
66. Chavhan GB, Babyn PS, Thomas B, Shroff MM, Haacke EM. Principles, techniques, and applications of T2*-based MR imaging and its special applications. *Radiographics*. 2009;29(62983):1433-1449. doi:10.1148/rg.295095034
67. Welsch GH, Trattnig S, Domayer S, Marlovits S, White LM, Mamisch TC. Multimodal approach in the use of clinical scoring, morphological MRI and biochemical T2-mapping and diffusion-weighted imaging in their ability to assess differences between cartilage repair tissue after microfracture therapy and matrix-associated autolo. *Osteoarthr Cartil*. 2009;17(9):1219-1227. doi:10.1016/j.joca.2009.03.018
68. Welsch GH, Zak L, Mamisch TC, Resinger C, Marlovits S, Trattnig S. Three-Dimensional Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue (MOCART) Score Assessed With an Isotropic Three-Dimensional True Fast Imaging With Steady-State Precession Sequence at 3.0 Tesla. *Invest Radiol*. 2009;44(9):603-612. doi:10.1097/RLI.0b013e3181b5333c
69. Chaipat L, Palmer WE. Shoulder Magnetic Resonance Imaging. *Clin Sports Med*. 2006;25(3):371-386. doi:10.1016/j.csm.2006.03.002
70. Vahlensieck M. MRI of the shoulder. *Eur Radiol*. 2000;10(2):242-249. doi:10.1007/s003300050040
71. Ellman H. Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;(254):64-74. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2182260>. Accessed August 6, 2018.
72. Li T, Mirowitz SA. Manifestation of magic angle phenomenon: Comparative study on effects of varying echo time and tendon orientation among various MR sequences. *Magn Reson Imaging*. 2003;21(7):741-744. doi:10.1016/S0730-725X(03)00177-2
73. Tshering Vogel DW, Steinbach LS, Hertel R, Bernhard J, Stauffer E, Anderson SE. Acromioclavicular joint cyst: nine cases of a pseudotumor of the shoulder. *Skeletal Radiol*.

- 2005;34(5):260-265. doi:10.1007/s00256-004-0883-6
74. Kassarian A, Torriani M, Ouellette H, Palmer WE. Intramuscular Rotator Cuff Cysts: Association with Tendon Tears on MRI and Arthroscopy. *Am J Roentgenol.* 2005;185(1):160-165. doi:10.2214/ajr.185.1.01850160
 75. Steinbach LS. MRI of shoulder instability. *Eur J Radiol.* 2008;68(1):57-71. doi:10.1016/j.ejrad.2008.02.027
 76. Lecouvet FE, Simoni P, Koutaïsoff S, Vande Berg BC, Malghem J, Dubuc J-E. Multidetector spiral CT arthrography of the shoulder. *Eur J Radiol.* 2008;68(1):120-136. doi:10.1016/j.ejrad.2008.02.025
 77. Paxton ES, Backus J, Keener J, Brophy RH. Shoulder Arthroscopy: Basic Principles of Positioning, Anesthesia, and Portal Anatomy. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(6):332-342. doi:10.5435/JAAOS-21-06-332
 78. Yamaguchi K, Levine WN, Marra G, Galatz LM, Klepps S, Flatow EL. Transitioning to arthroscopic rotator cuff repair: the pros and cons. *Instr Course Lect.* 2003;52:81-92. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12690842>. Accessed August 6, 2018.
 79. Bishop JY, Sprague M, Gelber J, et al. Interscalene Regional Anesthesia for Shoulder Surgery. *J Bone Jt Surg.* 2005;87(5):974-979. doi:10.2106/JBJS.D.02003
 80. Rodeo SA, Forster RA, Weiland AJ. Neurological complications due to arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(6):917-926. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8314834>. Accessed August 6, 2018.
 81. Momenzadeh O, Gerami M, Sefidbakht S, Dehghani S. Assessment of correlation between MRI and arthroscopic pathologic findings in the shoulder joint. *Arch Bone Jt Surg.* 2015;3(4):286-290.
 82. Hegedus EJ, Goode AP, Cook CE, et al. Which physical examination tests provide clinicians with the most value when examining the shoulder? Update of a systematic review with meta-analysis of individual tests. *Br J Sports Med.* 2012;46(14):964-978. doi:10.1136/bjsports-2012-091066
 83. Fleiss JL. *The Design and Analysis of Clinical Experiments.* Vol 14.; 1999. doi:10.1016/0898-1221(87)90245-8
 84. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 2016;15(2):155-163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
 85. Gillard JH, Waldman AD, Barker PB. *Clinical MR Neuroimaging : Physiological and Functional Techniques.* Cambridge University Press; 2010. <http://admin.cambridge.org/academic/subjects/medicine/medical-imaging/clinical-mr-neuroimaging-physiological-and-functional-techniques-2nd-edition>. Accessed July 31, 2018.
 86. Yamanaka K. [Pathological study of the supraspinatus tendon]. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi.* 1988;62(12):1121-1138. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3249097>. Accessed July 7, 2018.
 87. 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.* 1995;77(2):296-298. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7706351>. Accessed July 7, 2018.
88. Matsuki K, Watanabe A, Ochiai S, et al. Quantitative evaluation of fatty degeneration of the supraspinatus and infraspinatus muscles using T2 mapping. *J Shoulder Elb Surg.* 2014;23(5):636-641. doi:10.1016/j.jse.2014.01.019
 89. Mochizuki T, Sugaya H, Uomizu M, et al. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2008;90(5):962-969. doi:10.2106/JBJS.G.00427
 90. Rudez J, Zanetti M. Normal anatomy, variants and pitfalls on shoulder MRI. *Eur J Radiol.* 2008;68(1):25-35. doi:10.1016/j.ejrad.2008.02.028
 91. Carroll KW, Helms CA. Magnetic resonance imaging of the shoulder: a review of potential sources of diagnostic errors. *Skeletal Radiol.* 2002;31(7):373-383. doi:10.1007/s00256-002-0528-6
 92. Tuite MJ, Asinger D, Orwin JF. Angled oblique sagittal MR imaging of rotator cuff tears: comparison with standard oblique sagittal images. *Skeletal Radiol.* 2001;30(5):262-269. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11407717>. Accessed July 31, 2018.
 93. Iijima Y, Matsuki K, Hoshika S, et al. Differences in fatty degeneration of rotator cuff muscles at different sites, as quantified by T2 mapping. *J Orthop Sci.* 2017;22(2):281-284. doi:10.1016/j.jos.2016.11.016
 94. Deniz G, Kose O, Tugay A, Guler F, Turan A. Fatty degeneration and atrophy of the rotator cuff muscles after arthroscopic repair: Does it improve, halt or deteriorate? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(7):985-990. doi:10.1007/s00402-014-2009-5
 95. Gold GE, Han E, Stainsby J, Wright G, Brittain J, Beaulieu C. Musculoskeletal MRI at 3.0 T: *Am J Roentgenol.* 2004;(August):343-351. doi:10.2214/ajr.183.2.1830343
 96. Jordan CD, Saranathan M, Bangerter NK, Hargreaves BA, Gold GE. Musculoskeletal MRI at 3.0 T and 7.0 T: A comparison of relaxation times and image contrast. *Eur J Radiol.* 2013;82(5):734-739. doi:10.1016/j.ejrad.2011.09.021
 97. Varghese J, Scandling D, Joshi R, et al. Rapid assessment of quantitative T1, T2 and T2* in lower extremity muscles in response to maximal treadmill exercise. *NMR Biomed.* 2015;28(8):998-1008. doi:10.1002/nbm.3332
 98. Fleckenstein J, Canby R, Parkey R, Peshock R. Acute effects of exercise on MR imaging of skeletal muscle in normal volunteers. *Am J Roentgenol.* 1988;151(2):231-237. doi:10.2214/ajr.151.2.231
 99. Östör AJK, Richards CA, Tytherleigh-Strong G, et al. Validation of clinical examination versus magnetic resonance imaging and arthroscopy for the detection of rotator cuff lesions. *Clin Rheumatol.* 2013;32(9):1283-1291. doi:10.1007/s10067-013-2260-0
 100. Lambert A, Loffroy R, Guiu B, Mejean N. Rotator cuff tears: value of 3.0T MRI. 2018:583-588.
 101. Magee T. 3-T MRI of the shoulder: Is MR arthrography necessary? *Am J Roentgenol.* 2009;192(1):86-92. doi:10.2214/AJR.08.1097

102. Timins ME, Erickson SJ, Estkowski LD, Carrera GF, Komorowski RA. Increased signal in the normal supraspinatus tendon on MR imaging: Diagnostic pitfall caused by the magic-angle effect. *Am J Roentgenol.* 1995;165(1):109-114. doi:10.2214/ajr.165.1.7785568
103. von Knobelsdorff-Brenkenhoff F, Prothmann M, Dieringer MA, et al. Myocardial T1 and T2 mapping at 3 T: reference values, influencing factors and implications. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2013;15(1):53. doi:10.1186/1532-429X-15-53
104. Baeßler B, Schaarschmidt F, Stehning C, Schnackenburg B, Maintz D, Bunck AC. A systematic evaluation of three different cardiac T2-mapping sequences at 1.5 and 3T in healthy volunteers. *Eur J Radiol.* 2015;84(11):2161-2170. doi:10.1016/j.ejrad.2015.08.002



8. ÖZGEÇMİŞ

Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı: Bünyamin ECE

Doğum yeri ve tarihi: Altındağ/Ankara 27.02.1990

Uyruğu: TC Medeni durumu: Evli

Askerlik durumu: Tecilli

İletişim adresi ve telefonu: Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Radyoloji Kliniği. 03125953683

E-posta adresi: bunyaminece@hotmail.com

Yabancı dili: İngilizce

Eğitimi (tarih sırasına göre yeniden eskiye doğru)

Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi

Ankara Fen Lisesi

Ali Emiri İlköğretim Okulu

Gazi İlkokulu

Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Türk Radyoloji Derneği

Türk Manyetik Rezonans Derneği

Türk Nöroradyoloji Derneği

Türk Girişimsel Radyoloji Derneği

Bilimsel İlgi Alanları

E-Poster:

- Elongated transverse aortic arch in subjects without Turner syndrome: a preliminary computed tomography study, Congress: ECR 2018
- Nadir Bir Nöbet Sebebi: Perikallosal Lipomatozis, 36. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2015

- Appendiks Vermiformis Lipomatozisi, 36. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2015
- İnguinal Defektten Herniye Torsiyone Over Vakası, 36. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2015
- (Sözlü Bildiri) Acil toraks incelemelerinde X - ray : ne kadarı gerekli ? 37. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2016
- Tiroid glandında yerleşen kist hidatik vakası, 37. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2016
- BT bulguları ile amyand herni vakaları, 37. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2016
- Erkek hastada rüptüre pelvik epidermoid kist, 37. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2016
- Çift ensefalosel olgusu, 37. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2016
- İnme ile ortaya çıkan nörosarkoidoz, 37. Ulusal Radyoloji Kongresi, 2016

Yayınları:

- Elongated Transverse Aortic Arch in Subjects Without Turner Syndrome: A Preliminary Computed Tomography Study. Original research, 2018
- X-ray Use in Chest Imaging in Emergency Department on the Basis of Cost and Effectiveness. Original research, 2016

9. EK 1 (Akademik Kurul Tez Onam Kararı)

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Adı Soyadı	Bünyamin ECE
TC Kimlik No	48670349012
Uzmanlık Dalı(Anadal)	Radyoloji
Uzmanlık Eğitim Kurumu	Ankara SUAM

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilmiş tıpta uzmanlık öğrencisinin Tez konusu, Akademik Kurulumuzda değerlendirilmiş, alınan karar aşağıda belirtilmiştir.

Anabilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Yaşar BÜKTE

Akademik Kurul Karar Tarihi:	13.06.2018
Karar No:	13
Tez Konusu:	<input checked="" type="checkbox"/> Uygun dur. <input type="checkbox"/> Eleştirilen yönlerin giderilmesi şartıyla uygundur. Tekrar değerlendirmeye gerek yoktur. <input type="checkbox"/> Eleştirilerin giderilmesi veya cevaplanması sonrası tekrar değerlendirilmesi uygundur. <input type="checkbox"/> Uygun değildir.