

T. C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI



**AŞIL TENDON YARALANMALARININ CERRAHİ TEDAVİSİ SONRASI**

**TAMİR SAHASININ SHEAR WAVE ELASTOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Yavuz Selim KARATEKİN**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Hüseyin BOTANLIOĞLU**

**İSTANBUL- 2017**

## TEŞEKKÜR

*Uzmanlık eğitim süreci boyunca üzerimde büyük emeği olan başta İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Önder AYDINGÖZ olmak üzere saygıdeğer tüm öğretim üyelerine, bu tezi yazarken desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Hüseyin BOTANLIOĞLU'na;*

*Asistanlık eğitim süreci boyunca birlikte çalıştığım Doç. Dr. Mehmet Can ÜNLÜ, Doç. Dr. Gökhan KAYNAK ve Doç. Dr. Mehmet Fatih GÜVEN'e;*

*Asistan arkadaşlarıma;*

*Destekleri sayesinde zor süreçlerimi atlattığım eşim Uzm. Dr. Şeyma KARATEKİN ve biricik kızım Zeynep Betül KARATEKİN'e ve tüm aileme teşekkür ederim.*

*Dr. Yavuz Selim KARATEKİN*

*Kasım 2017, İstanbul*

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	i
KISALTMALAR .....	iii
ŞEKİL DİZİNİ .....	iv
RESİM DİZİNİ .....	v
TABLO DİZİNİ .....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. TARİHÇE.....	2
2.2. ANATOMİ VE HİSTOLOJİ .....	4
2.3. BİYOMEKANİK.....	5
2.4. AŞIL TENDON RÜPTÜRÜ .....	6
2.4.1. EPİDEMİYOLOJİ .....	6
2.4.2. ETİYOLOJİ .....	6
2.4.3. KLİNİK BULGULAR .....	7
2.4.4. RADYOLOJİ .....	9
2.4.5. TEDAVİ.....	10
2.5. SHEAR WAVE ELASTOGRAFİ .....	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	16
3.1. KULLANILAN FORMLAR.....	20
3.1.1. DEĞERLENDİRME FORMU .....	20
3.1.2. AMERİKAN ORTOPEDİK AYAK VE AYAK BİLEĞİ CEMİYETİ SKORLAMASI (AOFAS).....	22
3.1.3. FAOS AYAK VE AYAK BİLEĞİ ARAŞTIRMASI.....	23
3.1.4. VİZÜEL ANALOG SKALASI (VAS SKALASI).....	27
4. BULGULAR .....	28
4.1. Krackow ve Modifiye Kessler Yöntemlerinin Karşılaştırılması .....	29
4.2. Tamir Uygulanan ve Sağlam Taraftaki Aşıl Tendonlarının Karşılaştırılması.....	34
5. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇ.....	39
KAYNAKLAR.....	40

## **KISALTMALAR**

ATY : Aşil Tendon Yaralanması

SWE : Shear Wave Elastografi

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

İM : İntramusküler

İV : İntravenöz

DM : Diabetes Mellitus

ARFİ : Acoustic Radiation Force İmpulse

M/S : Metre/ Saniye

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1: Stres – Gerginlik eğrisi .....	5
Şekil 2: Copeland Testi .....	8
Şekil 3: Aşıl tendon rüptürü olan bir hastanın ayak bileği lateral grafisi, karger üçgenin anterior kenarında ki düzensizlik ok ile gösterilmiştir .....	9
Şekil 4: MRG, T2 kesit, aşıl tendon rüptürü olan bölge ok ile gösterilmiştir .....	10
Şekil 5: Krackow tekniğinin A'dan G'ye tendon üzerinde dikişlerinin yerleştirilmesinin detaylı gösterimi (Campbell's Operative Orthopaedics, 12. Baskı, kitabından alınmıştır).....	12
Şekil 6: Modifiye Kessler yöntemi .....	13
Şekil 7: Ma ve Griffith tarafından tanımlanan peruktan aşıl tendon tamir tekniği (Campbell's Operative Orthopaedics, 12. Baskı, kitabından alınmıştır) .....	13
Şekil 8: TP, TN ve TD 15° ve TD 30° ölçümlerinin operasyon yöntemine göre karşılaştırılması.....	30
Şekil 9: SP, SN ve SD 15° ve SD 30° derece ölçümleri ve Operasyon Yöntemi .....	31
Şekil 10: Değerlendirme Skorları ve Operasyon Yöntemi .....	32
Şekil 11: Operasyon Yöntemine Göre FAOS Ayak ve Ayak Bileği Araştırması .....	33
Şekil 12: Sağlam ve Tamir Uygulanan Aşıl Tendonları Farkının incelenmesi .....	35

## RESİM DİZİNİ

Resim 1: 1905 yılında Cemil Paşa tarafından Fransızca yayınlanan ‘Observations Medicales’ kitabının ilk sayfası ve aşil tendon Z uzatma adlı yazısı .....	3
Resim 2: Thomson Testi; istirahat pozisyonu ve normal plantar fleksiyon yanıtı ( Reider ve Şaylı’nın Ortopedik Muayene kitabından ) .....	7
Resim 3: Fibrin yapıştırıcı kullanılarak yapılan aşil tendon rüptürü ameliyatının fotoğrafları, solda ki preop fotoğraf, sağdaki postop fotoğraf ( Solakoğlu ve ark.’ın ‘Akut Aşil tendon yırtıklarının tedavisinde fibrin yapıştırıcı uygulaması: Uzun dönem sonuçları’ adlı çalışmasından alınmıştır. )...	15
Resim 4: Menteşeleri ayak bileği eklem rotasyon merkezinde olacak şekilde, açı ayarlı kısa bacak breysler. Solda ki resim 30 derece plantar fleksiyonda ki ayak bileği görüntüsü, sağda ki resim 30 dorsifleksiyonda ki ayak bileği görüntüsü .....	17
Resim 5: SWE görüntüleme kesiti. Programın dikdörtgen içerisinde oluşturduğu renkendirme skalası ve bu skala içerisinde kare şeklinde alınan kesitler. Ok ile kare kesitlerin aşil tendonunun orta bölümünden alındığı vurgulamaktadır .....	19

## TABLO DİZİNİ

Tablo 1: Ayak bileği pozisyonlarının isimlendirilmesi.....	18
Tablo 2: Operasyon Yönü .....	28
Tablo 3: Operasyon Yöntemi .....	28
Tablo 4: Yaş ve operasyon Yöntemi .....	29
Tablo 5: TP, TN ve TD 15° ve TD 30° ölçümlerinin operasyon yöntemine göre karşılaştırılması.....	29
Tablo 6: SP, SN ve SD 15° ve SD 30° derece ölçümleri ve Operasyon Yöntemi .....	30
Tablo 7: Değerlendirme Skorları ve Operasyon Yöntemi .....	31
Tablo 8: Operasyon Yöntemine Göre FAOS Ayak ve Ayak Bileği Araştırması .....	32
Tablo 9: Sağlam ve Tamir Uygulanan Aşil Tendonları Farkının incelenmesi .....	34
Tablo 10: Tamir ve Sağlam taraflara göre P ve N° arasındaki ilişkilerin incelenmesi.....	35
Tablo 11: Tamir ve Sağlam taraflara göre N ve 15° arasındaki ilişkilerin incelenmesi .....	35
Tablo 12: Tamir ve Sağlam taraflara göre D15° ve D30° arasındaki ilişkilerin incelenmesi .....	35

# ÖZET

## Aşil tendon yaralanmalarının cerrahi tedavisi sonrası tamir sahasının shear wave elastografi ile değerlendirilmesi

Yavuz Selim KARATEKİN

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin BOTANLIOĞLU

İstanbul, 2017

### AMAÇ

Aşil tendon yaralanmaları vücutta en sık görülen tendon yaralanmalarından birisidir. Genç ve aktif hastalarda cerrahi tedavi tercih edilir. Konservatif tedaviye göre cerrahi tedavinin tamir sahasında rerüptür oranları anlamlı derecede düşüktür. Cerrahi tedavi sonrası tamir sahasını inceleyen manyetik rezonans görüntüleme ve ultrasonografi ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen shear wave elastografi (SWE) ile yapılmış oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır. SWE, yumuşak dokuların elastisite değerlerini kantitatif olarak ölçebilen basit ve kolay uygulanabilen noninvaziv bir yöntemdir. Çalışmamız; aşil tendon rüptürü cerrahi tedavisi sonrası retrospektif olarak tamir sahasının SWE ile değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

### YÖNTEM

Retrospektif olarak dizayn edilen çalışmamızda; 2006-2014 yılları arasında aşil tendon rüptürü sonrası Krackow ve Modifiye Kessler dikiş teknikleri ile cerrahi tedavi uygulanan 19 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların açık cerrahi uygulanmış ve sağlam taraftaki aşil tendonları, ayak bilekleri 4 farklı pozisyonda olacak şekilde SWE ile ölçüm yapılarak karşılaştırıldı.



## **BULGULAR**

Açık cerrahi yöntem ile tamir uygulanan ve sağlam taraftaki aşil tendonları, ayak bileği 4 farklı pozisyonda SWE ile yapılan değerlendirmede, tamir uygulanan tarafta ki ölçümlerin her pozisyonda anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edildi ( $p<0.01$ ).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemleri ile ameliyat edilen hastaların tamir uygulanan taraftaki aşil tendonları SWE ile incelendiğinde; bu iki yöntem arasında ayak bileği 4 farklı pozisyonda da yapılan ölçümlerde anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ). Yine bu iki yöntem arasında yapılan AOFAS, VISA-A, VAS ve FAOS ayak ve ayak bileği değerlendirme skorlarında anlamlı fark saptanmadı ( $p>0.05$ ).

Cerrahi uygulanan taraf ve sağlam tarafta ki aşil tendonları karşılaştırıldığında, ayak bileğinin değişen 4 farklı pozisyonda yapılan karşılaştırmalarda, tendon elastisitesinde değişim açısından korelasyon olmadığı gösterildi ( $p>0.05$ ).

## **SONUÇ**

Tendon tamir sahasında sağlam tendona göre elastisitede azalma olmakta ve bu bölge de daha sert bir tamir dokusu oluşmaktadır. Bu doku, Modifiye Kessler ve Krakow yöntemleri uygulanan tamir sahalarının da benzer özelliktedir. Krackow ve Modifiye Kessler dikiş tekniklerinin fonksiyonel sonuçları orta dönemde benzer olup tamir sahasının SWE ile değerlendirildiğinde benzer sonuçlar elde edilmiştir.

# **ABSTRACT**

## **Evaluation of post surgical repair area in Achilles tendon injuries**

### **by shear wave elastography**

Yavuz Selim KARATEKİN

Department of Orthopedics and Traumatology, Istanbul University Cerrahpasa Medical Faculty

Thesis Supervisor: Ass. Prof. Dr. Hüseyin BOTANLIOĞLU

İstanbul, 2017

## **INTRODUCTION**

Achilles tendon injuries are one of the most common tendon injuries in the body. Surgical treatment is preferred in young and active patients. Rerupture rates are lower in surgically treated tendon area compared to conservatively treated tendons. Although there are studies which analyze the repair area with magnetic resonance imaging and ultrasonography after surgical treatment, there are very few studies which uses shear wave elastography (SWE). SWE is a simple and easily applicable noninvasive method that can quantitatively measure the elasticity values of soft tissues. Our study aims to evaluate the repair area with SWE after surgical treatment of Achilles tendon rupture, retrospectively.

## **METHOD**

In our retrospectively designed study; 19 patients who underwent surgical treatment with Krackow and modified Kessler stitching techniques after the Achilles tendon rupture between 2006-2014 were included. The achilles tendons of the patients which were operated with open surgery and the achilles tendons on the non-injured side were compared by SWE in four different positions of the ankle.

## **RESULTS**

It was determined that the SWE measurements in the surgically repaired side were significantly higher in each four different position of the ankle, compared to the non-injured side ( $p < 0.01$ ).

When the injured tendons treated with Krackow and modified Kessler methods were compared by SWE, there was no significant difference in measurements performed at four different positions of the ankle ( $p > 0.05$ ). There was no significant difference in the AOFAS, VISA-A, VAS and FAOS foot and ankle evaluation scores between these two methods ( $p > 0.05$ ).

When the achilles tendon on the surgically repaired and non-injured sides were compared, it was shown that the changes in tendon elasticity is not correlated during the evaluations performed at four different positions of ankle ( $p > 0.05$ ).

## **CONCLUSION**

In the tendon repair area, there is a decrease in elasticity compared to the non-injured tendon, and a more stiff repair region is formed in this area. This region is similar to the repair areas where modified Kessler and Krakow methods are applied. The functional results of Krackow and modified Kessler suture technique are similar in mid-term follow-up and the evaluations by SWE gave similar results in the repair site.

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Aşil tendonu insan vücudundaki en güçlü, en büyük tendondur ve gastroknemius ile soleus kaslarının tendinoz kısımlarının birleşmesiyle oluşarak kalkaneal tüberküle yapışır. Aşil tendonu ismini Homeros'un İlayda adlı eserinde geçen Troya savaşının en önemli savaşçılarından biri olan Akhilleus'tan almıştır.

Aşil tendonu, insan vücudunda ki en sık yaralanan tendonlar arasındadır (1). Aşil tendon yaralanmaları genellikle 3. ve 4. dekatta ki erkek hastalarda görülür (2). Aşil tendon yaralanmalarının sıklığında son zamanlarda artış mevcut olup etiyolojisi halen tam olarak ortaya konamamıştır. En çok kabul gören teoriler ise son zamanlardaki sportif aktivitelerde artış ve kronik dejenerasyona bağlı aşırı yüklenmeler sonrası oluşan tendon yaralanmalarıdır (3). Bunun altında yatan patoloji ise mikrovasküler çalışmalarda kalkaneal tüberküle yapışma yerinden yaklaşık 3-6 cm proksimalde göreceli olarak hipovasküler alan olduğu düşünülmektedir ve aşil tendon yaralanmalarının büyük kısmı bu bölgede görülür (4).

Aşil tendon yaralanması (ATY) acil ortopedi kliniklerinde en sık karşılaşılan tendon yaralanmalarındandır. Geçmişten günümüze dek çeşitli tedavi yöntemleri uygulanmış olsada halen tedavi üzerine tam bir anlaşmaya varılamamıştır. ATY tedavisi konservatif ve cerrahi olarak iki ye ayrılır. Genellikle cerrahi tedavi sonrası yumuşak doku, enfeksiyon ve sinir hasarı gibi riskler mevcutken, konservatif tedavi sonrası fonksiyonel aktivite düşüklüğü ve rerüptür riskleri mevcuttur (5). Cerrahi tedavi olarakta uygulanan açık ve perkütan yöntemlerin ise rerüptür açısından uzun dönem sonuçlarının aynı olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur (6).

Son yıllarda yeni görüntüleme yöntemleri arasında bulunan shear wave elastografi (SWE); kas ve tendon gibi yumuşak dokuların sertlik derecelerini kantitatif olarak ölçen ve dokuların gerçek zamanlı kontraksiyonunu ve relaksasyonunu değerlendirebilen bir yöntemdir (7).

Aşil tendon yaralanması sonrası uygulanan cerrahi ve konservatif tedavinin her ikisinde sonucunda hastalarda rehabilitasyon sürecinin uzun olması, genç aktif olan bu hastaların aktivitelerinin kısıtlanması, genç yaş grubunda ki hastalarda tedavi sürecinde kaygı oluşturmaktadır. Oluşan bu kaygı da tedavi sonrası hastaların rerüptür endişesi ile yaşam tarzlarını değiştirdiği ve sportif aktivitelerini azalttıkları gözlenmiştir.

Aşil tendon tamiri sonrası çok sayıda biyomekanik ve klinik araştırmalar mevcuttur ancak; görüntüleme yöntemi yardımı ile tendonu fonksiyonel olarak inceleyen oldukça az sayıda kaynak mevcuttur (8).

Bu çalışmanın amacı aşil tendon yaralanması sonrası cerrahi tedavi uygulanan hastaların tamir sonrası oluşan biyomekanik özelliklerini daha anlaşılır hale getirerek elastik ve yapısal özelliklerinin kantitatif olarak değerlendirilmesidir. Ayrıca farklı cerrahi tamir teknikleri sonrasında aşil tendonunda oluşan elastik ve yapısal özellikleri SWE ile değerlendirerek fark olup olmadığını araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

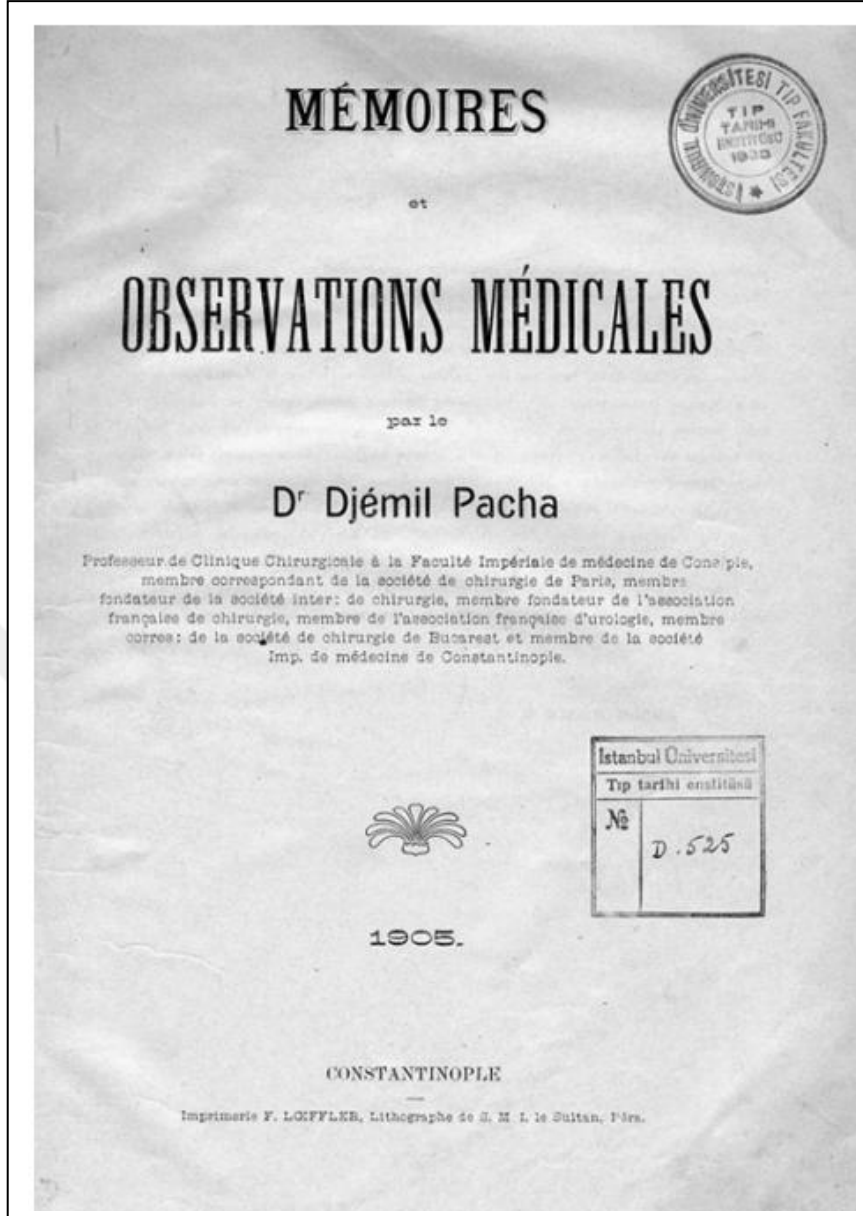
### 2.1. TARİHÇE

Aşil ismi Yunan mitolojisinin en önemli kahramanlarından biri olup, Homeros'un İlyada Destanı adlı mitolojik eserinin baş kahramanı olan Akhilleus'tan gelir (9). Aşil tendon yaralanması tanımını ilk olarak Hipokrat tarafından yapılmış olup "Aşil tendonu zedelenir veya koparsa, akut ateş ve düşünce bozukluğuna yol açarak ölümü getirir." şeklinde ifade etmiştir. Ambroise Pare 1575 yılında şarap ve baharata batırılmış bandaj ile sarılmasını önermiş, sonuçlarının iyi olmadığını vurgulamıştır. Arab fizikçiler onuncu yüzyıllarda aşil tendon yaralanmalarında cerrahi tedavi uyguladığı bilinirken, 19. yüzyılda İtalyan bir cerrah olan Gustave Palailion cerrahi tedaviyi savunmuştur (10).

19. yüzyılın başlarında ayak ve ayak bileği deformitelerine yönelik aşil tendonuna cerrahi tedavilerin uygulandığı bilinmektedir. Bunun en önemli örneklerinden birisi de Aşil tendonunun perkütan kesilerek ayak deformitesini düzeltme yöntemini geliştiren Jacques-Methieu-Delpeck'dir (1772-1832) (11).

Ülkemizde modern cerrahinin kurucularından biri olarak bilinen Cemil Topuzlu, "Memories and Medical Observations" adlı kitabında "Z Yöntemi ile Aşil Tendon Uzatma" ve "Aşil Tendonunu Tenotomi ile Uzatma" adlı yazıları ile bu alanda öncülük etmiştir (12) (Resim 1).

Aşil tendon yaralanmalarına yönelik son yıllarda çok sayıda yapılan çalışma olmasına rağmen tedavi üzerinde tam bir anlaşmaya varılamamış olup tartışma halen devam etmektedir.



**Allongement du tendon d'Achille en Z  
par le Procédé Djémil Pacha**

Depuis bientôt 15 ans, nous employons dans les rétraction du tendon d'Achille un procédé qui nous est spécial et qui consiste en la section en Z et à suturer le 2 bouts sectionnés du tendon lequel est en même temps allongé.

Ce procédé qui Offre plusieurs avantages a été mis en pratique pour la première fois en 1891 à la clinique chirurgicale de l'école Imp. de médecine et appliqué dans la suite à d'autres malades de ma clientèle privée.

L'observation de ces malades ainsi que la technique opératoire sont figurés dans mon „bulletin des statistiques des opérations“ (1) publié en 1897 avec les trois figures suivantes dans le texte et sous le titre d'allongement du tendon d'Achille par un procédé spécial.

Voici ce que j'avais alors écrit a ce sujet :

*Resim 1: Üstteki fotoğraf 1905 yılında Cemil Paşa tarafından Fransızca yayınlanan 'Observations Medicales' kitabının ilk sayfası, alttaki fotoğraf ise 'Aşil Tendon Z Uzatma' adlı yazısı*

## 2.2. ANATOMİ VE HİSTOLOJİ

Aşil tendonu insan vücudunda ki en kalın ve sağlam tendondur. Yaklaşık 1 ton çekme gücündeki kuvvete dayanıklı olmasına rağmen en sık yaralanan tendonlar arasındadır. Aşil tendonu bacağın arka yüzeysel kompartmanı içinde bulunur ve kalkaneusta sonlandığı yerin yaklaşık 12-15 cm proksimalinde gastrokinemius kasının her iki başı ve soleus kaslarının tendinöz kısımlarının birleşmesi ile oluşur (13).

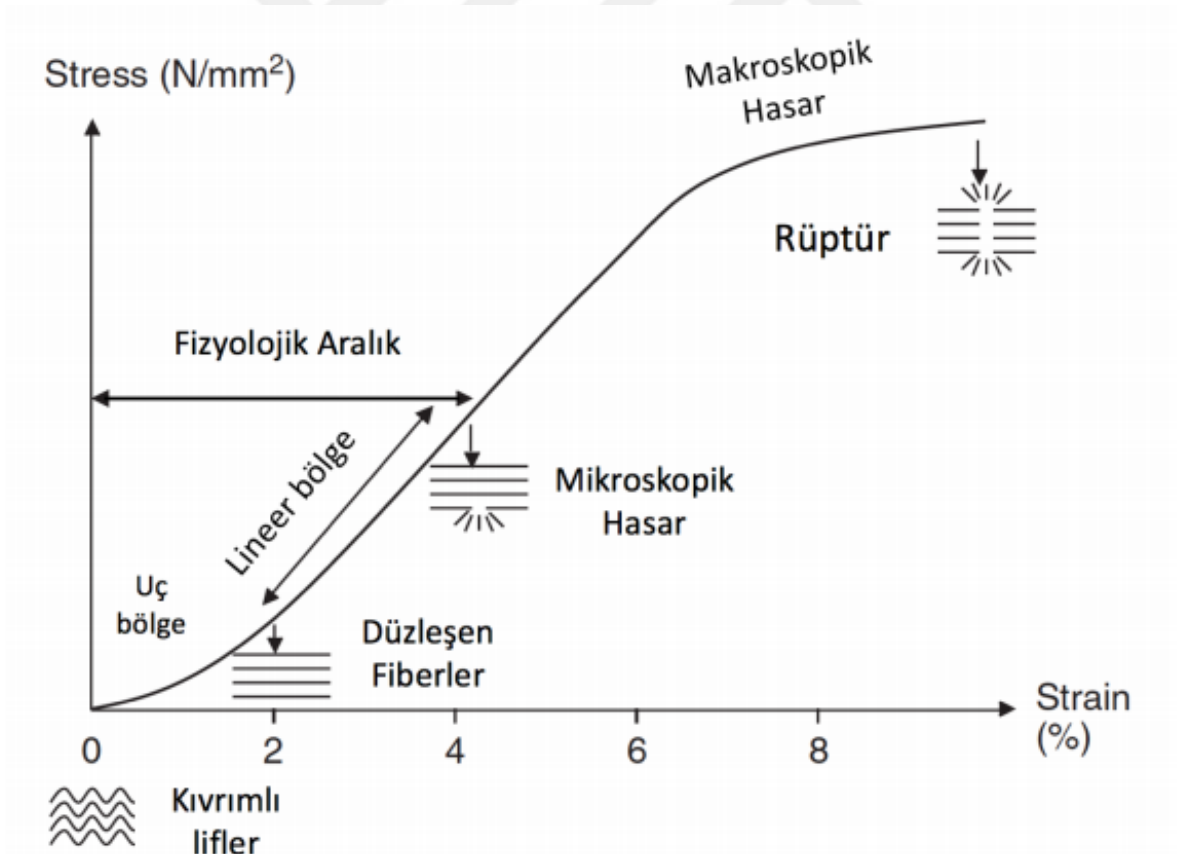
Aşil tendonunun uzunluğu kişinin boyu ile doğru orantılı olarak değişmekle birlikte yaklaşık 15 cm'dir ve 11-26 cm arasında değişir. Kalınlığı tendon seyri boyunca değişmekle birlikte başlangıçta 6,8 cm iken, distale doğru daralır ve ortalama 1,8 cm kadar azalır. Yassı şeklinde başlayan tendon distale doğru indikçe yuvarlaklaşır ve kalkaneusa yapışma yerinde 4 cm kala tamamen yuvarlak tendon şeklini alır, sonrasında tekrar yassılaşıp superior kalkaneal çıkıntıya yapışır. Tendon distale doğru ilerlerken tendon lifleri 90° derecelik dönüş yaparak ilerler, buda tendonun biyomekanik özelliklerini daha uygun hale getirir. Aşil tendonu kalkaneusa yapışma bölgesi hyalin kıkırdakla kaplı, periost içermeyen özelleşmiş bir bölgedir ve genellikle hilal şeklinde yapışır. Tendon ile cilt arasında bulunan subkutan bursa sürtünmeyi azaltırken, kalkaneusla tendon arasında da retrokalkaneal bursa bulunur (10,13,14).

Aşil tendonunun kuru ağırlığının %70 ini kollajen oluşturur. Tendon yapısında yer alan kollajenin %95'i tip 1 kollajendir ve az miktarda elastin içerir. Kollajen fibrilleri birleşerek kan ve lenfatik damarlar ile sınırları içeren fasikülleri oluşturur. Epitenon ile sarılı olan fasiküller tendonun ana yapısını oluşturur. Bu yapının çevresinde olan paratenon ile epitenon arasında bulunan sıvı tabaka sürtünmeyi azaltır. Paratenon tendonun en vasküler kısmıdır. Yırtılmış aşil tendonundaki fibroblastlardan iyileşme süresinde sentezlenen tip 3 kollajen, tensil kuvvetlerine karşı daha zayıf olduğu için bu süreçte tendon, spontan rüptürlere karşı daha duyarlıdır (10). Aşil tendonun beslenmesi yaş ilerledikçe azalmaktadır. Bazı mikrovasküler çalışmalarda kalkaneal tüberküle yapışma yerinden yaklaşık 3-6 cm proksimalde göreceli olarak hipovasküler alan olduğu düşünülmektedir ve aşil tendon yaralanmalarının büyük kısmı bu bölgede görülür (4).

### 2.3. BİYOMEKANİK

Tendonlar kasların oluşturdukları güçleri kemiklere ileten yapılardır. Yapılarında ki paralel dizimli kollejen fibriller sayesinde kasların oluşturdukları yüksek tensil kuvvetlere karşı sınırlı elongasyon ile cevap verirler. Bunun yanında tendonlar sınırlı olarak deforme olup tekrar eski uzunluklarına dönebilmektedirler.

İstirahat halindeki tendonlarda bulunan kollajen fibrilleri kıvrımlı yapıdadır. Tendonda ilk oluşan tensil kuvvetine yanıt kıvrımlı yapıdaki kollajen liflerinin paralel hale gelerek aşıl tendonunda elongasyon oluşmasıdır. Eğer tendonlardaki gerilme %4 den az ise tendonun üzerinde ki tensil kuvveti kalktığında, elastik özellik göstererek kollajen fibriller istirahat halindeki orjinal kıvrımlı yapılarına geri dönerler. Eğer gerilim %4-8 arasında ise kollajen lifler deforme olarak birbirleri üzerinden kayma başlayarak çapraz bağlarda kopmalar başlar. Gerilim %8'den fazla ise lifler tensil kuvvetlere karşı koyamaz ve makroskopik deformasyon oluşur (Şekil 1).



Şekil 1: Stres- gerginlik eğrisi

(Wang JH.'nın 2006 yılında J. Biomech'te yayınlanan 'Mechanobiology of tendon' adlı yayınından alınmıştır.)



## **2.4. AŞIL TENDON RÜPTÜRÜ**

### **2.4.1. EPİDEMİYOLOJİ**

Aşıl tendonu en sık kopan tendonlardan biridir ve genellikle spor sırasında oluşur. Son yıllarda aşıl tendon rüptürlerinin sayısının artması, sportif aktivitelerde artış ve kronik dejenerasyona bağlı aşırı yüklenmeler sonucu olduğu düşünülmektedir. Her iki cinstede ortalama en sık 35-39 yaş arasında görülür ancak erkeklerde 5:1 görülme oranı daha yüksektir (6).

### **2.4.2. ETİYOLOJİ**

Aşıl tendon yaralanmalarında etken olarak yaş, cinsiyet, dejenerasyon, ilaç kullanımı ve endokrin gibi birçok etken ortaya konulmuş olsa da etiyoloji tam olarak açıklanamamıştır. Aşıl tendon rüptürlerinde en sık mekanizma diz tam ekstansiyonda iken ön ayakta itme ve ayak bileğinin ani dorsifleksiyonu şeklindedir. Ön planda düşünülen etken zorlu aktiviteler sırasında aşırı yüklenme sonucunda tendonun yetersiz adaptasyonu ve sonrasında başlayan tendon kılıfında inflamasyon ve tendon üzerinde ki dejenerasyondur. Kronik dejenerasyon sürecini etkileyen faktörler arasında kasın gerilmesi sonrasında elastik gerilim ile oluşan oksidatif stres ve ısı enerjisi de suçlanmaktadır (15). Oluşan kronik dejenerasyon sonrasında tendonda aşırı yüklenmeler olmaksızın yırtılma görülebilmektedir. Tekrarlayan mikrotravmalar ve hipovasküler bölge yaralanmada predispozan faktörlerdir. Alınan biyopsi örneklerinde yer yer iyileşme dokusu olması sürecin kronik dejenerasyon zemininde olduğunu desteklemektedir (3).

Tendon üzerine binen yükün şiddetine bağlı olarak tendonlarda yırtılma meydana gelebilir. Tendona uygulanan kuvvet düz ise tensil kuvvetler kas-tendon- kemik kompleksinin tüm bölgelerine eşit dağılır; ancak oblik traksiyonda ise tensil kuvvetinin büyük kısmı tendon üzerinde lokalizedir (16,17). Barfred tarafından yapılan çalışma; insan aşıl tendonuna, ayak bileği 30° supinasyonda traksiyon kuvveti uygulanmış ve konkav taraftaki lifler gerilmeye başlamadan konveks taraftaki liflerin boyunun yaklaşık %10 uzama olduğunu gözlemlemiştir. Tendon üzerinde ki yük dağılımının tam olmaması nedeniyle başlangıç boyu kısa olduğunda yırtık riski en üst düzeye çıkmaktadır (16).

Risk faktörleri arasında antremanlarda ani ve düzensiz yüklenmeler, alt ekstremitte dizilim bozuklukları, boy uzunluk eşitsizlikleri, ayak ve ayak bileği deformiteleri, yaş, cinsiyet, kilo ve genetik faktörler sayılabilir. Anabolik steroidler matriks metallopeptidaz aktivitesini etkileyerek tendon iyileşmesini ve egzersiz cevabını olumsuz etkiler.

İnatatendinöz kortikosteroid enjeksiyonu sonrası tendonda bu süreç yaklaşık 14 gün sürmektedir. Enjeksiyon sonrası hastalarda en az 2 hafta zorlu egzersizden kaçınmak uygun olacaktır (18). Bunların dışında Kinolon grubu antibiyotikler, Romatoid Artrit, SLE, Gut ve Ailesel Hiperkolesterolemi gibi sistemik hastalıkların aşıl tendinopatileri ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (15).

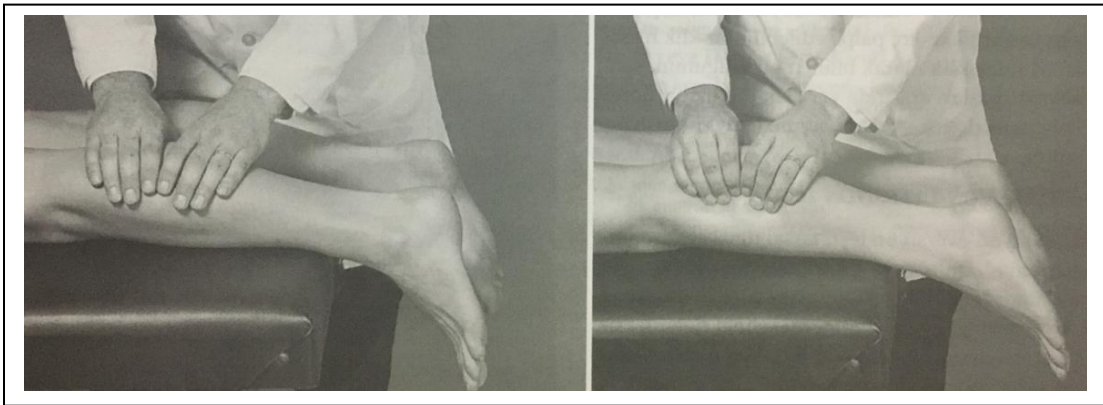
### 2.4.3. KLİNİK BULGULAR

Aşıl tendon yaralanmalarında hikaye tipiktir. Detaylı anamnez ve iyi bir fizik muayene ile aşıl tendon rüptürü tanısı kolaylıkla konabilir. Genelde spor esnasında arkadan darbe alma veya tekme atıldığı hissi mevcuttur. Çalışmaya dahil olan hastaların %70'inde bu şekilde anamnez alınmıştır. Bazen de ani kopma sesi duyulduğu ifade edilir. Hastaların şikayetleri genellikle Aşıl tendon yaralanması sonrası alt ekstremitte üzerine yük verememe, ağrı ve hareket kaybıdır.

Fizik muayenede aşıl tendon üzerinde ağrı, yaygın şişlik, ekimoz ve hassasiyet alınabilir. Aşıl tendon yaralanmaları, genellikle kalkaneusa yapışma yerinden 3-6 cm proksimalinde rüptüre olur. Bu alanda oluşan tam kat yaralanmalarda cilt üzerinden hissedilen boşluk (gap) palpe edilebilir. Anamnez ve palpasyon sonrasında tanıyı doğrulamak açısından diğer testlerde uygulanabilir.

#### 2.4.3.1. THOMPSON TESTİ

Hasta yüzüstü pozisyondayken, ayak bileği boşa olan hastanın soleus kasına kompresyon uygulanarak yapay kasılma oluşturulmasıdır. Aşıl tendonu sağlam bireylerde ayak bileği plantar fleksiyon gelir; ancak aşıl tendon rüptürü olan bireylerde ayak bileği plantar fleksiyona gelmez. Plantaris kası sağlam olan bireylerde yanlış sonuç verebilir. Bu bulgu Aşıl tendon rüptürlerinde güvenilir bir testir (19) (Resim 2).



*Resim 2: Thompson Testi; solda istirahat pozisyonu, sağda normal plantar fleksiyon yanıtı (Reider ve Şaylı'nın Ortopedik Muayene kitabından alınmıştır.)*

#### 2.4.3.2. MATLES TESTİ

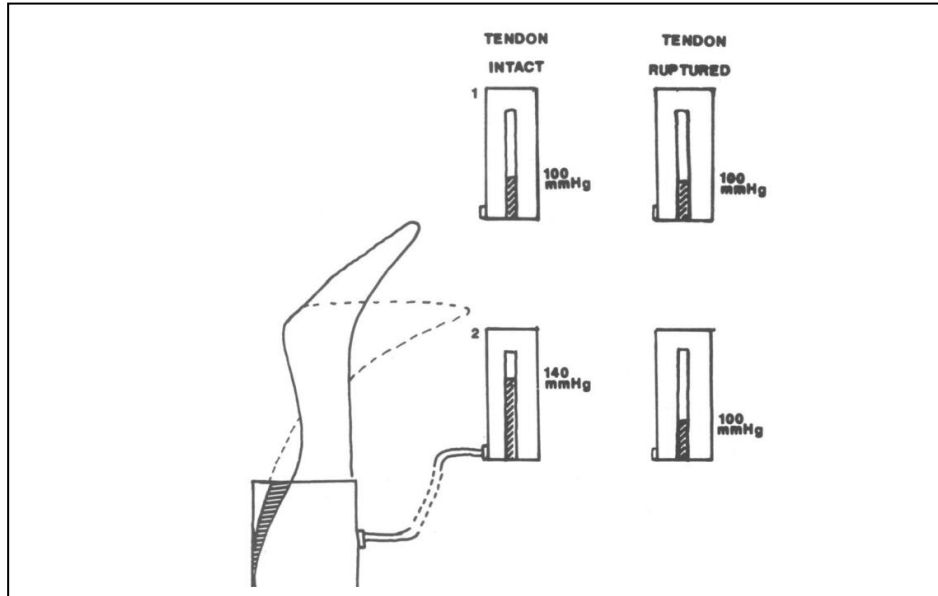
Yüzüstü pozisyonda iken, hastadan diz eklemi 90 derece fleksiyona getirmesi istenilir. Bu hareket sırasında etkilenen tarafta ki ayak bileği dorsifleksiyon veya nötrale gelirse aşıl tendon rüptürü olarak değerlendirilir.

#### 2.4.3.3. O'BRIEN TESTİ

Kalkaneus'un üst ucunun 10 cm proksimaline, medialden orta hatta doğru cilt üzerinden 25 gauge iğne yerleştirilir. Ayak bileği dorsifleksiyona getirildiğinde iğne pozisyonunun inferiora doğru yer değiştirmiyorsa aşıl tendon rüptürü olarak değerlendirilir (20).

#### 2.4.3.4. COPELAND TEST

Copeland tarafından 1990 yılında tanımlanan teste uygulama için tansiyon ölçüm aleti (Manşon ve Sfingomanometre) gereklidir. Hasta yüz üstü pozisyonda yatarken diz 90 derece fleksiyona alınır. Ayak bileği plantar fleksiyondayken baldır üzerinden manşon tam sarılarak 100 mmHG kadar şişirilir. Ayak bileği pasif olarak dorsifleksiyona getirildiğinde manometredeki basınç yaklaşık 140 mmHG gösterir. Eğer Aşıl tendon rüptürü mevcutsa basınçta değişiklik olmaz (21) (şekil 2).



**Şekil 2: Copeland Testi**

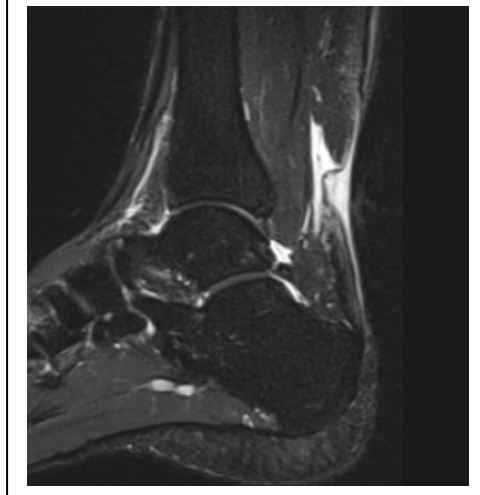
*Copeland'in 1990 yılında Ann Royal Coll Surg Engl. adlı dergide yayınlanan, Rupture of the Achilles tendon: a new clinical test, adlı yayınından alınmıştır.*

#### 2.4.4. RADYOLOJİ

Tanı konmada genellikle fizik muayene ve anamnez yeterlidir. Ancak tedavi planlaması yapılması ve tam kat olmayan rüptürlerin tanı konulmasında radyolojiden yararlanılır. Karger tarafından 1930 yıllarında direk grafide aşıl tendon rüptürü tanısı konmasında yardımcı olan görüntü tanımlamıştır (22). Ayak bileği lateral grafisinde görülebilen Karger üçgeni; aşıl tendonunun anterioru ile tibiyanın posterioru arasında ve altta kalkaneus üst yüzünün oluşturduğu, yağ dokusu ile dolu olan bölgedir. Normalde bu üçgenin kenarları düzgündür. Aşıl tendon rüptürlerinde ise bu üçgen küçülür veya kaybolur, ön ve arka konturlarında deformasyon gözlenir (Şekil 3).



Ultrasonografi kişiye bağımlı bir metod olmasına rağmen tanıyı destekleyecek ilk metotlardan biridir. Tendon bütünlüğünde kayıp, kopma bölgesinde oluşan hematomu gösterilebilir. MRG tanısı geciken aşıl tendon yaralanmalarında faydalıdır. Bunun yanında travma sonrası erken dönemde yapılmış MRG’de T1 ağırlıklı kesitlerde, aşıl tendonu üzerindeki sinyallerde bozulma ile aşıl tendon rüptürü tanımlanabilir. T2 ağırlıklı kesitlerde yaygın sinyal artışı görülür, ödem ve hemoraji sinyal yoğunluğunu artırır (Şekil 4).



*Şekil 4: MRG, T2 kesit, aşil tendon rüptürü olan bölge ok ile gösterilmiştir.*

#### **2.4.5. TEDAVİ**

Aşil tendon rüptürleri tedavi seçiminde, geçmişten günümüze kadar belirli bir konsensüs oluşturulamamıştır. Cerrahi ve konservatif tedavinin zaman zaman popülerlikleri değişse de son yıllarda cerrahi eğilimin fazla olduğu söylenebilir. Tedavi kıyaslamasında genel algı ise konservatif tedavi sonrası rerüptür oranlarının fazla olması, cerrahi tedavi sonrası ise komplikasyon oranlarının fazla olmasıdır (23). Bhandari ve ark.'ının 1969-2000 yılları arasında yayınlanan çalışmalardan oluşturdukları meta-analizlerinde de cerrahi tedavinin komplikasyon riski yüksek olduğundan ve konservatif tedavinin rerüptür oranlarının yüksek olduğundan bahsetmişlerdir. Ancak sonuç olarak minör şikayet ve normal fonksiyon arasında bir fark olmadığını ifade etmişlerdir (24). Strauss ve ark.'ı tarafından yapılan 74 vakadan oluşan çalışmada ise açık cerrahi sonrası komplikasyon oranının %16.8 olduğunu ancak fonksiyonel sonuçların çok iyi olduğunu bildirmişlerdir (25). Möller ve ark.'ının yaptığı 112 vaka içeren çalışmada konservatif tedavi sonrası rerüptür oranlarının %20,8, cerrahi sonrası ise rerüptür oranlarının %1,7 olduğunu ifade etmişlerdir. Komplikasyondan kaçınıldığında fonksiyonel sonuçlarının eşit olduğu ve bu nedenle konservatif tedavide rerüptür oranlarının yüksek olması nedeniyle kabul edilemez olduğunu ifade etmişlerdir (26). Khan ve ark.'ı 800 vaka içeren 12 çalışma incelemişlerdir. Aynı şekilde cerrahi tedavinin konservatif tedaviye göre rerüptür riskinin önemli derecede az olduğunu, komplikasyon oranının ise yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanında perkütan yapılan cerrahinin komplikasyon risklerinin düşük olduğunu ve postoperatif fonksiyonel breys uygulamasının alçılmaya göre komplikasyon oranlarını düşürdüğünü ifade etmişlerdir (27).

Holm ve ark.'ının 2014 yılında yaptıkları geçmiş on yıl içerisinde yayınlanan 7 makaleden derledikleri meta-analizlerinde, cerrahi uygulanan ve uygulanmayan hastalarda rerüptür oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ifade etmişlerdir. Bunun yanında cerrahi sonrası işe dönüş süresinin kısalığı ve fonksiyonel sonuçların daha iyi olması hasta memnuniyetini arttırdığını ifade etmişlerdir (6).

Tüm bu faktörler göz önünde bulunduğunda özellikle sporcularda, gençlerde ve tedavisi gecikmiş aşıl tendon rüptürlerinde, ön planda cerrahi tedavi tercih edilirken, yaşlı ve sporcu olmayan kişilerde konservatif tedavi tercih edilebilir (28).

#### 2.4.5.1 KONSERVATİF TEDAVİ

Komplikasyon oranlarının az olması nedeniyle bazı cerrahlar tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca sedanter yaşayan ve yaşlı hastalarda tercih edilebilir. Genellikle konservatif tedavi uygulanan yaşlı hastaların aşıl tendon beslenmeleri, cerrahi uygulanan genç hastalara göre daha kötüdür. Buda konservatif tedavide ki rerüptür oranlarının yüksek olmasına neden olabilir. Bu hipotezi destekleyen 1981 yılında Nistor'ın yaptığı 100 hastalık çalışmada, hastalar randomize şekilde seçilerek tedavi uygulanmış, cerrahi ve cerrahi dışı tedavi arasında plantar fleksiyon germe gücünde belirli bir fark olmadığını belirtmiştir. Cerrahi sonrası 2 hastada derin yumuşak doku enfeksiyonu, 2 hastada da rerüptür saptanmış, konservatif takip ettiği 5 hastada ise rerüptür tespit etmiştir. Komplikasyon olarak çok fazla fark olmaması nedeniyle konservatif tedaviyi daha avantajlı bulmuştur (29).

Aşıl tendon rüptürü sırasında aşıl tendonunu besleyen paratenon genellikle sağlam kalır. Cerrahi sırasında paratenonun ve etraftaki yumuşak dokuların insizyon sırasında zedeleneceğini, bu nedenle aşıl tendonunun beslenmesi bozulabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple konservatif tedavinin önemini savunan cerrahlar mevcuttur(14). Ancak rerüptür oranlarının yüksek olmasının yanısıra plantar fleksiyon gücünde azalma ve tendonda oluşan elongasyon nedeniyle cerrahi tedavi daha fazla seçilmektedir.

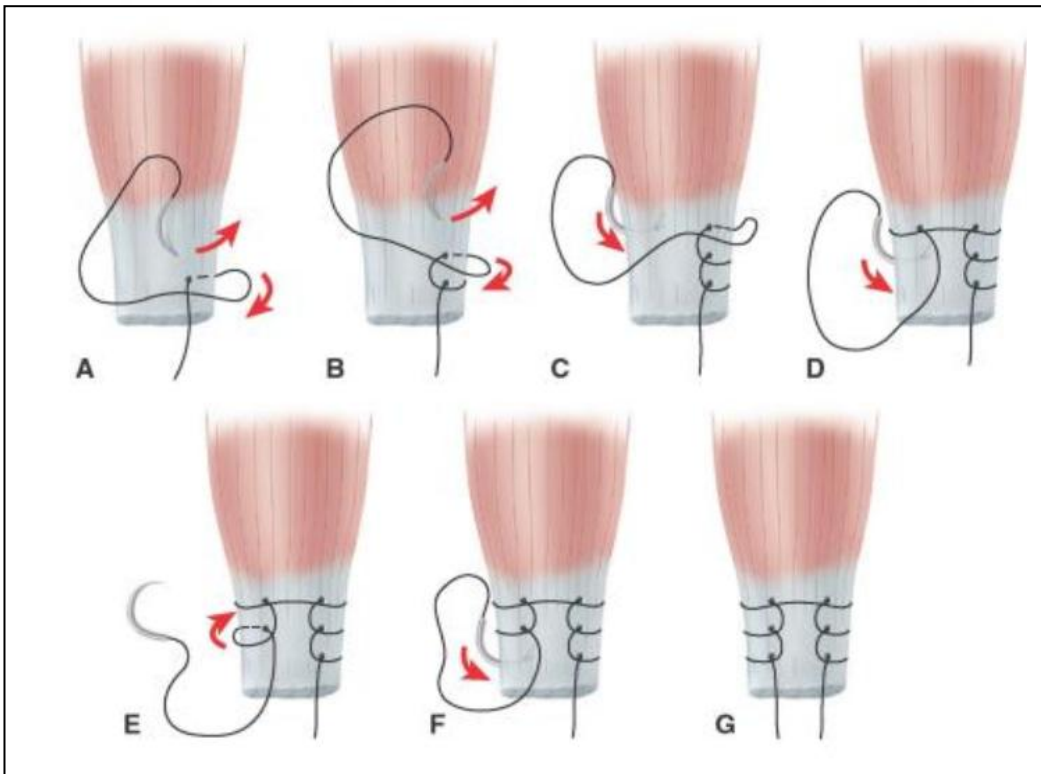
Konservatif tedavi olarak en sık uygulanan alçı tedavisi; uzun bacak veya kısa bacak olarak uygulanabilir. Ortalama 6-8 hafta tedavi sürer. En sık yapılan uygulama ilk 4 hafta ayak ekin pozisyonunda uygulanan alçılama değildir. Sonrasında ayak bileği biraz daha nötrale getirilerek ancak ekinde alçılama uygulanır. Üçüncü alçılama ise ayak bileği nötral pozisyonunda yapılır ve hastaya kısmi olarak yük verilmeye başlanır.

Son yıllarda fonksiyonel breys uygulamasının cerrahi veya konservatif tedaviye alternatif olabileceği şeklinde yazılan yayınlar mevcuttur (30,31).

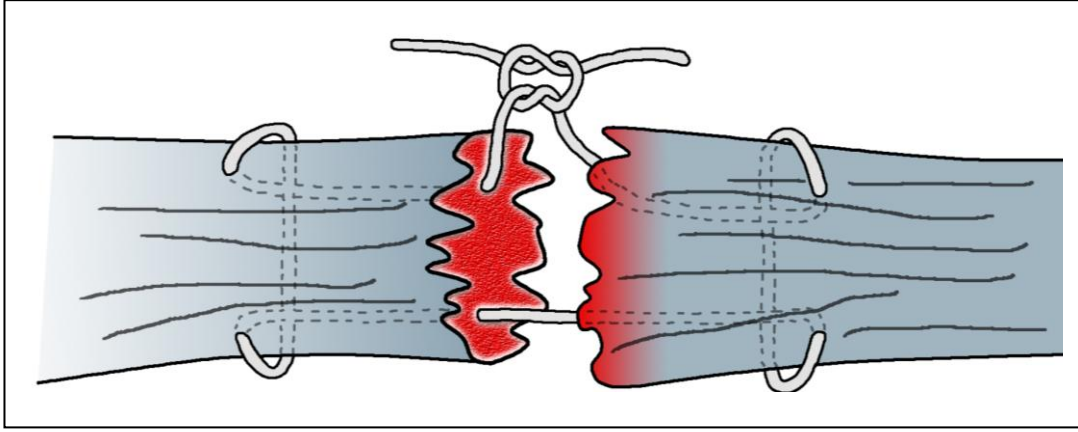
#### 2.4.5.2 CERRAHİ TEDAVİ

Son yıllarda aşil tendon rüptürlerinin tedavisinde, cerrahi tedavi özellikle genç hastalarda daha çok tercih edilmektedir. Cerrahi tekniklerin ilerlemesi ve postoperatif rehabilitasyon programlarının gelişmesi cerrahi tedavi seçimini arttırmaktadır. Bunun yanında cerrahi tedavi sonrası aşil tendon gerginliğinin artması, gastrokinemius atrofisinin azalması, spora dönüş süresinin kısalması ve rerüptür oranlarının konservatif tedaviye göre %20' den %4'e kadar düşmesi cerrahi tedavi seçimlerini arttırmaktadır (28).

Aşil tendon rüptürü tamirinde çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Basit uç uca dikiş tekniklerinin yanısıra fasyal kuvvetlendirmeler kullanarak uç uca dikilmesi, tendon greftleri ve yapay implantlar başlıca teknikler olarak sayılabilir. Basit uç uca dikiş teknikleri ile augmentasyon uygulanan dikiş tekniklerinin yapılan karşılaştırmalarında belirgin fark tespit edilememiştir (32). Uç uca dikiş yöntemlerinden en sık kullanılanlar ise Krackow ve Kessler yöntemleridir (Şekil 5, 6). Bunun dışında augmentasyon yöntemlerinden Teuffer, Lindholm, Lynn, Ma ve Griffith gibi teknikler tarif edilmiştir.



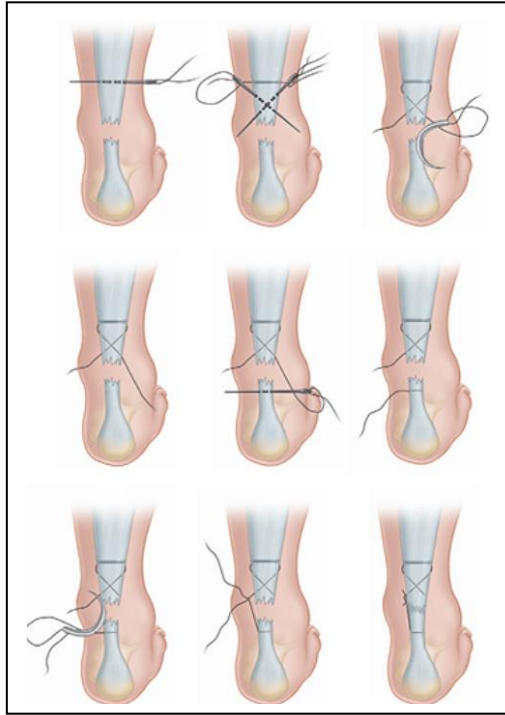
Şekil 5: Krackow tekniğinin A'dan G'ye tendon üzerinde dikişlerinin yerleştirilmesinin detaylı gösterimi (Campbell's Operative Orthopaedic12. Baskı,



Şekil 6: Modifiye Kessler tekniği

Cerrahi olarak yapılan tendon tamirinde genel olarak açık cerrahinin yanı sıra perkütan, minimal invaziv ve artroskopik tamir gibi tekniklerde tanımlanmıştır.

1977 yılında Ma ve Griffith aşil tendon kopan bölgeyi açmadan uygulanan perkütan tamir tekniğini ortaya koymuşlardır. Tendonun lateral ve medial kenarı boyunca 6 adet stap insizyon açılarak tendondan geçirilen stürler ile tekniklerini tanımlanmıştır. 18 vakalık serilerinde rerüptür olmadığını ve 2 minör cilt komplikasyonu tarif etmişlerdir (33) (Şekil 7).



Şekil 7: Ma ve Griffith tarafından tanımlanan perkütan aşil tendon tamir tekniği( Campbell's Operative Orthopaedics,12. Baskı, kitabından alınmıştır.)

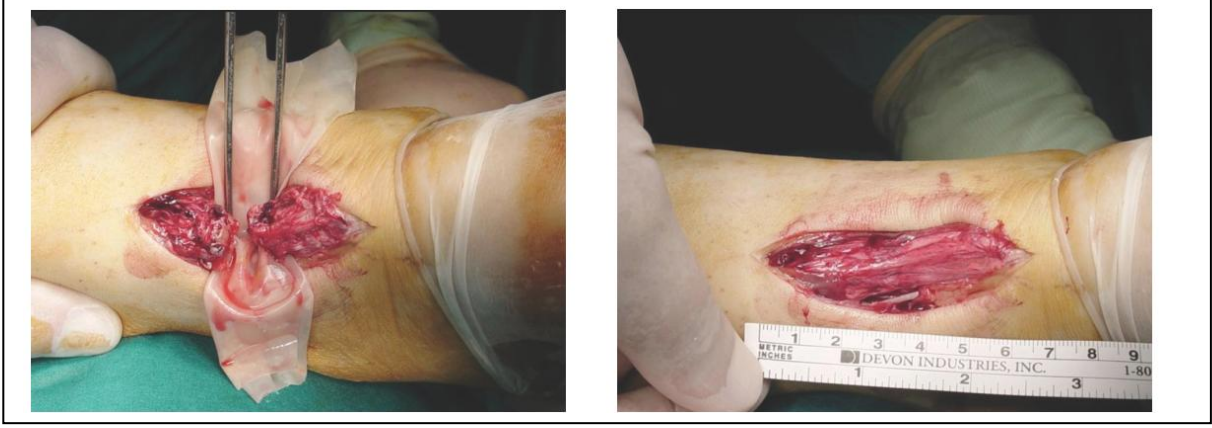


Klein ve ark.'ı tarafından 38 hastaya perkütan tamir uygulamışlar, %8 rerüptür ve %13 sural sinir sıkışması tarif etmişlerdir (34). Hockenbury ve John, taze donmuş kadavra aşil tendonu üzerinde yaptıkları çalışmada, açık cerrahi tekniğin, perkütan tamir uygulamasına göre 2 kat fazla tamir gücü sağladığı ve sural sinir sıkışma oranlarının yüksek olduğunu vurgulamışlardır (35). 2015 yılında yayınlanan, Andrew ve ark.'ı tarafından yapılan çalışmada 101 perkütan tamir, 169 açık cerrahi tamir karşılaştırılmıştır ve postoperatif komplikasyon açısından fark bulunamamıştır. Yine bu çalışmada perkütan aşil tendon tamirleri uygulanan hiçbir hastanın Sural nörit olmadığı vurgulanmaktadır (36). Cretnik ve ark.'ının yaptığı çalışmada 132 hastaya perkütan tamir, 105 hastaya da açık cerrahi tamir uygulamıştır. Perkütan tamir uygulanan grupta anlamlı olarak daha az komplikasyon tespit edilmiştir (37).

Bhattacharyya ve Gerber, minimal invaziv tamir ile açık cerrahi tamir karşılaştırmıştır. Açık cerrahi tamirde yara yeri komplikasyonu ve postoperatif analjezi ihtiyacının daha fazla olduğunu vurgulamışlardır (38). Aktaş ve Kocaoğlu'nun yaptığı çalışmada da yine açık cerrahi tamir ile minimal invaziv tamir karşılaştırılmıştır. Fonksiyonel sonuçların aynı olduğunu bildirmişlerdir; ancak yara yeri yapışıklıkları, tendon kalınlığı ve skar dokusu gibi komplikasyonların minimal invaziv teknikte daha az olduğunu bildirmişlerdir (39). Del Buono, Volpin ve Mafulli'nin 2013 yılında yaptığı Meta-Analizlerinde 6 yayın derlemişlerdir. Perkütan tamirin açık cerrahi tamire göre eklem hareket açıklığının daha iyi olduğunu, açık cerrahinin komplikasyon oranlarının minimal invaziv cerrahiye göre daha yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Bunun yanında minimal invaziv cerrahinin daha ucuz ve daha az zaman aldığını vurgulamışlardır (40).

Genel olarak minimal invaziv cerrahi ile perkütan tamir uygulaması arasında fonksiyonel olarak benzer sonuçlar olduğu çoğu cerrah tarafından vurgulanmıştır. Açık cerrahiye kıyasla rerüptür oranları ve sural sinir komplikasyon oranları kısmi olarak daha yüksektir. Ancak hastanede yatış süresi, yara yeri komplikasyonları ve işe dönüş süresi açısından çok daha iyi sonuçlarının olduğu vurgulanmaktadır.

Bu tedavilerin yanısıra farklı tedavi seçenekleri de tanımlanmıştır. Bunlardan biri olan Solakoğlu ve ark.'ının yaptığı 42 vakalık çalışmada, akut aşil tendon rüptürü olan hastalara fibrin yapıştırıcı uygulamışlardır ve takiplerinde 1 hastada rerüptür saptanmıştır. Düşük komplikasyon ve eşdeğer sonuçlar vermesi nedeniyle bu yöntemin ilk planda kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir (41) (Resim 3).



*Resim 3: Fibrin yapıştırıcı kullanılarak yapılan aşil tendon rüptürü ameliyatının fotoğrafları, solda ki preop fotoğraf, sağdaki postop fotoğraf (Solakoğlu ve ark.'ının ‘Akut Aşil tendon yırtıklarının tedavisinde fibrin yapıştırıcı uygulaması: Uzun dönem sonuçları’ adlı çalışmasından*

## 2.5. SHEAR WAVE ELASTOGRAFİ

Shear wave elastografi son yıllarda dokuların sertlik dereceleri hakkında bilgi vermede yeni bir boyut getirmiştir. Dokularda transdüser tarafından üretilen konvansiyonel ultrason dalgalarının oluşturduğu yer değiştirmeye dik olarak makaslama dalgası oluşturulur ve bu oluşan makaslama dalgasının hızı ile dokunun elastikiyet özelliği ölçülebilir. Bu ölçümler Shear modulus veya Young modülüs şeklinde raporlandırılabilir. E, young modülünü kPa cinsinden, V ise makaslama hızını (shear wave hızı) metre/saniye cinsinden gösterir. Young modülüs dokularda oluşan deformasyon ve elastisiyet özelliğinin göstergesidir (8). SWE, diğer elastografi çeşitlerinden en önemli farkı ise dokuda kompresyon oluşturmadan dokuların elastikiyet özelliğini ölçebilmesi ve sonuçların kantitatif olmasıdır. Buda yapılan ölçümlerin radyoloji hekimleri arasında ki ölçüm farklılığını en aza indirmiş ve sonuçların daha objektif olmasını sağlamıştır.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya aşil tendon rüptürü nedeniyle İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda cerrahi tedavi uygulanmış 18 yaş üstü hastalar dahil edilmiştir. Hastalara uygulama öncesi, uygulama hakkında bilgi verilmiş ve hastalardan onam alınmıştır. Çalışmaya başlamadan önce İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır. (Karar No: A-07, Tarih: 07.03.2017)

Bu çalışmada; aşil tendon tamiri sonrası oluşan yapısal özelliklerin SWE yöntemi kullanılarak tamir olmayan sağlam taraftaki aşil tendonu ile karşılaştırılması amaçlandı. Aynı zamanda farklı dikiş teknikleri ile tamir uygulanmış aşil tendonları arasında biyomekanik ve fonksiyonel olarak anlamlı sayılabilecek farklılıklar olup olmadığı araştırıldı. Biyomekanik farklılıklar SWE ile kantitatif olarak değerlendirilerek ortaya konması planlandı.

Çalışmaya 2006-2014 yılları arasında Krackow ve Modifiye Kessler dikiş teknikleri ile cerrahi tedavi uygulanmış, 18 yaş üstü hastalar dahil edilmiştir. Rastgele seçilmiş, 18 hasta tek taraflı, 1 hasta çift taraflı olmak üzere, aşil tendon tamiri uygulanmış 19 hasta çalışmaya dahil edildi. Çift taraflı olarak tamir uygulanmış olan hasta, dikiş teknikleri açısından karşılaştırmaya dahil edilirken, sağlam taraf ile tamir yapılan taraf arasında yapılan karşılaştırmaya dahil edilmemiştir. Hastaların tamamı erkektir. Çalışmaya dahil edilmesi planlanan 2 kadın hasta hamilelik süreçleri nedeniyle, hamileliğin tendon elastikiyet özelliğini etkileyeceği düşünülerek çalışma dışı bırakılmıştır. Daha önce oral, İM veya İV steroid kullanımı, romatolojik hastalıklar, malignite öyküsü, DM, Hiperkolesterolemi, Spondiliartropatiler, Florokinolan kullanım öyküsü olan ve ameliyat sonrası rerüptür veya derin cerrahi alan enfeksiyonu gelişmiş olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma öncesi hastaların fizik muayenesi yapılmış olup, ayak bileği eklem hareket açıklığına, eklemden artroza bağlı ağrıya, anterior ve posterior impingment testlerine bakılmıştır. Normal fizik muayene bulguları olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Açık cerrahi uygulanmış ve sağlam taraftaki aşil tendonlarının elastikiyet özellikleri ve yapıları kantitatif olarak SWE ile ölçüm yapılarak karşılaştırıldı. Hastaların ayak bilekleri 4 ayrı pozisyonda olacak şekilde SWE ile ölçüm yapıldı. Hastalar yüz üstü pozisyonda, diz tam ekstansiyonda yatarken hastaların ayak bilekleri; 30° plantar fleksiyon, nötröl pozisyon, 15° ve 30° dorsifleksiyon olmak üzere 4 ayrı pozisyonda değerlendirildi. Pozisyonları standardize etmek için; aşil bölgesi açık olan, menteşesi tam eklem rotasyon merkezinde konumlandırılabilen, açı ayarlı kısa bacak breys kullanılmıştır (Resim 4). Pozisyonlar arasında ki geçişlerde tendonlar üzerinde pozisyondan kaynaklı oluşabilecek gerimin önlenmesi amacı ile 1'er dakika beklenilmiştir. Sağlam olan karşı taraf kontrol grubu olarak değerlendirilmiş ve aynı şekilde SWE ile ölçüm yapılmıştır. Ölçümler 5 yıllık radyoloji tecrübesi olan aynı radyoloji uzmanı tarafından yapılmıştır. Elastografik değerlendirme Siemens Acuson S2000 ultrasound sistemi (Siemens Medical solutions, Mountain view, CA, USA.) ve 4-9 MHz transdüser ( 9L4 )kullanıldı.



Ölçüme başlamadan önce hasta yüzüstü pozisyonda yatırılarak ayak bileği sedyenin dışına alındı. Hastaların ayak bileklerine pasif hareketler yapılarak tam relaksasyon sağlanmaya çalışıldı ve sonrasında kısa bacak menteşeli breysler takıldı. Ölçümler ilk olarak tamir uygulanmış tarafta 30° plantar fleksiyonda başlandı, ardından nötröl, 15° dorsifleksiyon ve en son olarakta 30° dorsifleksiyonda ölçüm yapıldı. Sonrasında aynı şekilde

sağlam olan karşı tarafta ölçümler yapıldı. Her pozisyonda 3'er ölçüm olmak üzere toplamda 1 hasta için 24 ölçüm yapılmıştır.

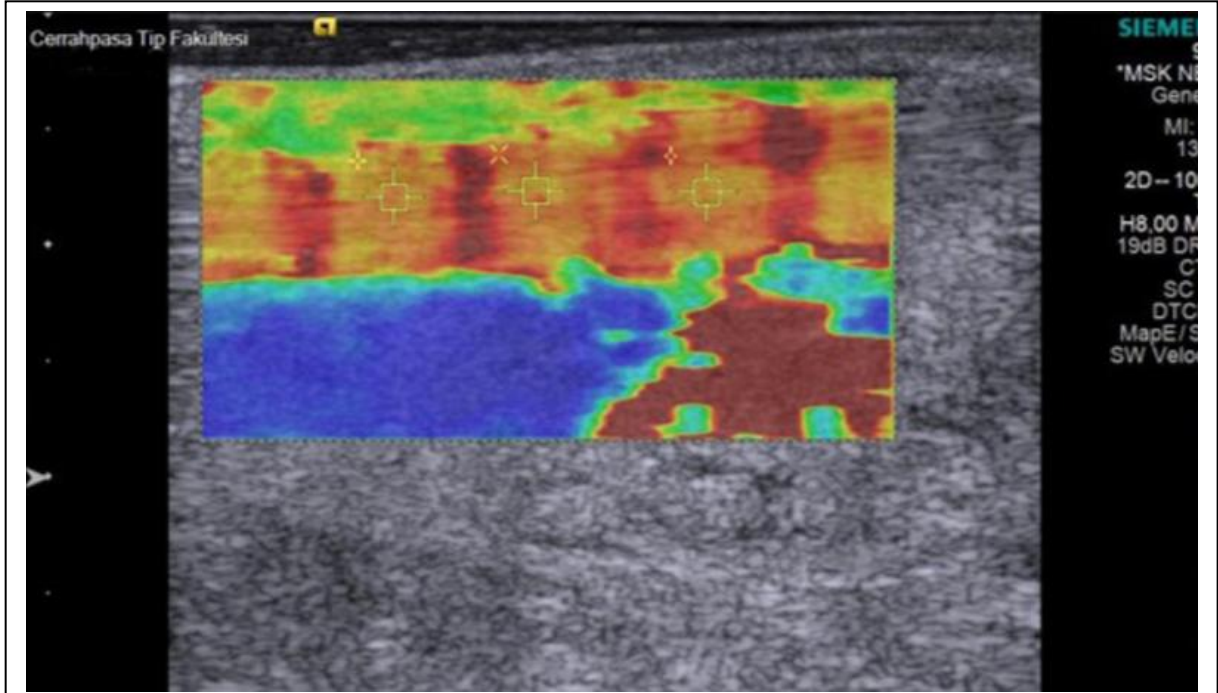
Kayıt işlemi sırasında sağlam tarafa "S", tamir uygulanmış taraf "T" olarak isimlendirilirken, plantar fleksiyon "P", Nötral "N", Dorsifleksiyon ise "D" olarak isimlendirildi.

	<b>Tamir (T)</b>	<b>Sağlam (S)</b>
<b>Plantar fleksiyon 30° (P)</b>	<b>TP</b>	<b>SP</b>
<b>Nötral (N)</b>	<b>TN</b>	<b>SN</b>
<b>Dorsifleksiyon 15° (D 15°)</b>	<b>TD 15°</b>	<b>SD 15°</b>
<b>Dorsifleksiyon 30° (D 30°)</b>	<b>TD 30°</b>	<b>TD 30°</b>

*Tablo 1: Ayak bileği pozisyonlarının isimlendirilmesi*

Ölçüme başlarken ultrason cihazı muskuloskeletal moduna ayarlandıktan sonra ölçümler yapılmıştır. Ultrason probu kas liflerine paralel olarak longitudinal aksa alınmış ve aşıl tendon tamir alanının 3 cm altı ve 3 cm üstü olacak şekilde, bu alan içerisinde en net ve homojen görüntü elde edildiği bölgeden ölçüm yapılmıştır. Aynı zamanda tendonun çapları ölçülerek orta bölümü saptanmış ve ölçümler bu seviyede yapılmıştır. Ölçüm sırasında, erimeyen dikişler tarafından gölge oluşturan bölgelerden ölçüm yapılmamıştır. SWE cihazı, dikdörtgen şeklindeki alan içerisindeki bölgeyi dokunun sertlik derecesine göre renklendirerek haritalama yapar. Yazılımın oluşturduğu skalada mavi en yumuşak bölgeyi gösterirken, kırmızı en sert bölgeyi göstermektedir. Sonrasında radyoloji hekim bu dikdörtgen içerisinde en homojen olduğunu düşündüğü 3 bölgeden kare şeklinde kesitler almış ve programın vermiş olduğu rakamsal değerler kayıt edilmiştir (Resim 5). Alınan kesitlerdeki değerlerin ortalaması alınarak analiz yapıldı ve değerler m/s cinsinden kayıt edildi.

Bu çalışma herhangi özel veya resmi kurum tarafından maddi açıdan desteklenmemiştir.



*Resim 5: SWE görüntüleme kesiti. Programın dikdörtgen içerisinde oluşturduğu renklendirme skalası ve bu skala içerisinde kare şeklinde alınan kesitler. Ok ile kare kesitlerin aşil tendonunun orta bölümünden alındığı vurgulamaktadır.*

Vizüel Analog Skala (Visual Analogue Scale -VAS), Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak bileği Cemiyeti'nin skorlaması (The American Orthopedic Foot and Ankle Score-AOFAS), FAOS ayak ve ayak bileği araştırması (Foot and Ankle Outcome Score-FAOS), VISA-A skorlaması (Victorian Institute of Sports Assessment – Achilles) ve bu çalışma için hazırlanan değerlendirme formu ile hastalar değerlendirilmiştir.

### 3.1. KULLANILAN FORMLAR

#### 3.1.1. DEĞERLENDİRME FORMU

#### Aşıl Tendon Ruptürü Sonrası Cerrahi Tedavi Uygulanan Hastaların Değerlendirme Formu

**Hasta Adı- Soyadı:**

**Yaş / Travma Yaşı:**

**Kilo / Boy:**

**Alışkanlıklar:** Sigara: Alkol: Diğer:

**Dominant Taraf / Tamir Edilen Taraf:**

**Ek Hastlıklar:** (DM, Malignite, AC hastalığı, Kalp hastalığı, Romatolojik hastalıklar, Spondiloartropati, Hiperkolesterolemi)

**İlaç Kullanımı:** (Kok kullanımı, Östrojen veya anabolik steroid kullanımı, Diğer ilaçlar)

**Enjeksiyon öyküsü:**

**Travma öyküsü:**

**Travma öncesi- sonrası spor :** (haftada kaç saat)

**Travma – Cerrahi arası süre:**

**Hasta Rehabilitasyonu:**

Alçı - Atel - Bot Süresi:

Ayak Bileği Pozisyonu Değişim Zamanı:

Yük Verdirilme Süresi:

**Postop Enfeksiyon :**

**FM:** Ağrı:

İnstabilite testleri:

Plantar Fleksiyon:

Anterior İmpingment testi:

Dorsifleksiyon:

Posterior İmpingment testi:

**SKORLAR:**

<b>VAS</b>	
<b>AOFAS</b>	
<b>FAOS</b>	
<b>VISA-A</b>	

Ek Notlar:

## RADYOLOJİK ÖLÇÜMLER

### Sağlam Taraf:

Tendon Yapısı (Homojen- Heterojen)	
Tendon Çapı	
Tendon uzunluğu	

### Tamir Uygulanan taraf:

Tendon Yapısı (Homojen- Heterojen)	
Tendon Çapı	
Tendon uzunluğu	

### SAĞLAM TARAF:

Plantar Fleksiyon:	1.	2.	3.
Nötral Pozisyon:	1.	2.	3.
15° Dorsifleksiyon:	1.	2.	3.
30° Dorsifleksiyon:	1.	2.	3.

### TAMİR UYGULANAN TARAF:

Plantar Fleksiyon:	1.	2.	3.
Nötral Pozisyon:	1.	2.	3.
15° Dorsifleksiyon:	1.	2.	3.
30° Dorsifleksiyon:	1.	2.	3.

## CERRAHİ

Ameliyat Tarihi:

Rüptür Tipi:

Stürasyon Tekniği:

Rüptür Bölgesi:



### 3.1.2. AMERİKAN ORTOPEDİK AYAK VE AYAK BİLEĞİ CEMİYETİ SKORLAMASI (AOFAS)

	Puan
<b>AĞRI (Toplam 40 puan)</b>	
Hiç yok	40
Az ve nadiren	30
Orta ve hergün	20
Ciddi, her zaman	0
<b>FONKSİYON (Toplam 50 puan)</b>	
<b>Aktivite kısıtlamaları, destek ihtiyacı</b>	
Kısıtlama yok, destek kullanmıyor	10
Günlük aktivitelerde kısıtlılık yok, sportif fonksiyon kısıtlı, destek yok	7
Günlük aktivite ve sportif faaliyetlerde kısıtlama, destek ihtiyacı	4
Ciddi kısıtlanma, destek, koltuk değneği kullanma	0
<b>Maximum yürüme mesafesi</b>	
Kısıtlama yok	5
1 km'den az	4
500 m'den az	2
100 m'den az	0
<b>Yürüme yüzeyi</b>	
Her zeminde yürüme	5
Merdiven ve Engebeli arazide minimal zorluk	3
Merdiven ve Engebeli arazide ciddi zorluk	0
<b>Yürüme bozukluğu</b>	
Hiç yok veya çok az	8
Belirgin	4
İleri	0
<b>Sagittal plan hareketi (fleksiyon – ekstansiyon toplamı)</b>	
Normal veya çok az kısıtlanma (30° veya fazla)	8
Orta derecede kısıtlılık (15°-29°)	4
Ciddi kısıtlanma (15°den az)	0
<b>Arka ayak bölge hareketleri (inversiyon – eversiyon toplamı)</b>	
Normal veya minimal kısıtlılık (%100-75)	6
Orta derecede kısıtlılık (%74-25)	3
Ciddi kısıtlanma (%25'den az)	0
<b>Ayak bileği ve ayak stabilitesi</b>	
Stabil	8
Kesinlikle instabil	0
<b>AYAĞIN UYUMU (toplam 10 puan)</b>	
İyi, plantigrad ayak:	10
Orta:	5
Kötü:	0

### 3.1.3. FAOS AYAK VE AYAK BİLEĞİ ARAŞTIRMASI

## FAOS Ayak-Ayak Bileği Araştırması (Foot & Ankle Outcome Score)

Tarih: \_\_\_\_\_ Doğum tarihi: \_\_\_\_\_

İsim: \_\_\_\_\_

**Açıklamalar:** Bu araştırma, ayak ve ayak bileklerin hakkındaki fikrinizi sormaktadır. Bu bilgiler, ayak veya ayak bileklerin hakkında ne hissettiğinizi ve günlük işlerinizi ne kadar iyi yapabildiğinizi takip etmemize yardımcı olacaktır.

Her soruyu uygun kutuyu işaretleyerek cevaplayınız. Eğer bir soruyu nasıl cevaplayacağınız konusunda emin değilseniz, lütfen verebileceğiniz en iyi cevabı veriniz.

#### Belirtiler:

Bu sorular; **geçen hafta** boyunca ayak veya ayak bileklerinindeki belirtiler düşünülerek cevaplanmalıdır.

B1. Ayak veya ayak bileğinizde şişlik oldu mu?

Asla	Nadiren	Bazen	Sık sık	Sürekli
( )	( )	( )	( )	( )

B2. Ayak veya ayak bileğinizi hareket ettirdiğinizde gıcırdama hissettiniz mi, tıkrıtı veya benzer bir ses duydunuz mu?

Asla	Nadiren	Bazen	Sık sık	Sürekli
( )	( )	( )	( )	( )

B3. Hareket sırasında ayak veya ayak bileklerinizde takılma veya zorlanma oldu mu?

Asla	Nadiren	Bazen	Sık sık	Sürekli
( )	( )	( )	( )	( )

B4. Ayak ve ayak bileklerinizi düz olarak tam uzatabiliyor musunuz?

Sürekli	Sık sık	Bazen	Nadiren	Asla
( )	( )	( )	( )	( )

B5. Ayak veya ayak bileğinizi tamamen bükabiliyor musunuz?

Sürekli	Sık sık	Bazen	Nadiren	Asla
( )	( )	( )	( )	( )

#### Tutukluk:

Aşağıdaki sorular geçen hafta boyunca ayak veya ayak bileklerinindeki eklem tutukluğunun miktarı ile ilgilidir. Tutukluk, eklemlerinizi hareket ettirmedeki rahatlığın kısıtlanması ya da yavaşlama duygusudur.

T6. Sabah uyandıktan hemen sonra ayak veya ayak bileğinizdeki tutukluk ne kadar şiddetlidir?

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**T7. Günün ilerleyen saatlerinde** oturma, yatma ya da istirahat sonrası ayak veya ayak bileğinizdeki tutukluk ne kadar şiddetlidir?

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**Ağrı:**

**A1. Hangi sıklıkta ayak veya ayak bileği ağrınız olur?**

Hiç olmaz	Ayda bir	Haftada bir	Her gün	Sürekli
( )	( )	( )	( )	( )

Geçen hafta aşağıdaki faaliyetler sırasında ne kadar ayak veya ayak bileği ağrınız oldu?

**A2. Ayak veya ayak bileğiniz üzerinde dönme**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A3. Ayak veya ayak bileğini tamamen düz uzatma**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A4. Ayak veya ayak bileğini tamamen bükme**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A5. Düz zeminde yürüme**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A6. Merdiven inme veya çıkma**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A7. Gece yataktayken**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A8. Oturma veya uzanma**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**A9. Ayakta dik durma**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**İş, günlük yaşam**

Aşağıdaki sorular bedensel işlerinizle ilgilidir. Bununla kendinize bakma ve hareket edebilme yeteneğinizi kastediyoruz. Lütfen işlerden her biri için ayak veya ayak bileğinizden dolayı geçen hafta yaşadığınız zorluğun derecesini işaretleyin.

**İ1. Merdiven inme**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**İ2. Merdiven çıkma**

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

İ3. Oturulan yerden doğrulma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ4. Ayakta durma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ5. Bir şey almak için yere eğilme	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ6. Düz zeminde yürüme	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ7. Arabaya binme/ arabadan inme	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ8. Alışverişe gitme	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ9. Çorap ve külotlu çorap giyme	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ10. Yataktan kalkma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ11. Çorap ve külotlu çorabı çıkarma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ12. Yatakta yatma (dönme, dizin pozisyonunu sürdürme)	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ13. Kuvete girip çıkma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ14. Oturma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ15. Tuvalete oturup kalkma	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )
İ16. Ağır ev işleri (ağır kutuları taşıma, yerleri fırçalama, vb.)	Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
	( )	( )	( )	( )	( )

İ17. Hafif ev işleri (yemek pişirme, toz alma, vb.)

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**İş, spor ve eğlence faaliyetleri:**

Aşağıdaki sorular sizi daha fazla zorlayacak bedensel işlerinizle ilgilidir. Sorular, geçen hafta boyunca ayak veya ayak bileğinize bağlı olarak yaşadığınız güçlüğü derecesi düşünülerek cevaplanmalıdır.

SP1. Çömelme

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

SP2. Koşma

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

SP3. Atlama

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

SP4. İncinmiş ayak veya ayak bileğiniz üzerinde dönme

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

SP5. Diz çökme

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**Yaşam kalitesi:**

Y1. Ayak veya ayak bileği probleminizin ne sıklıkta farkındasınız?

Hiç	Ayda bir	Haftada bir	Her gün	Sürekli
( )	( )	( )	( )	( )

Y2. Ayak veya ayak bileğinize zarar verebilecek hareketlerden kaçınmak için yaşam tarzınızı değiştirdiniz mi?

Pek değil	Biraz	Kısmen	Şiddetle	Tamamen
( )	( )	( )	( )	( )

Y3. Ayak veya ayak bileğinizdeki güvensizlikten dolayı ne kadar rahatsızsınız?

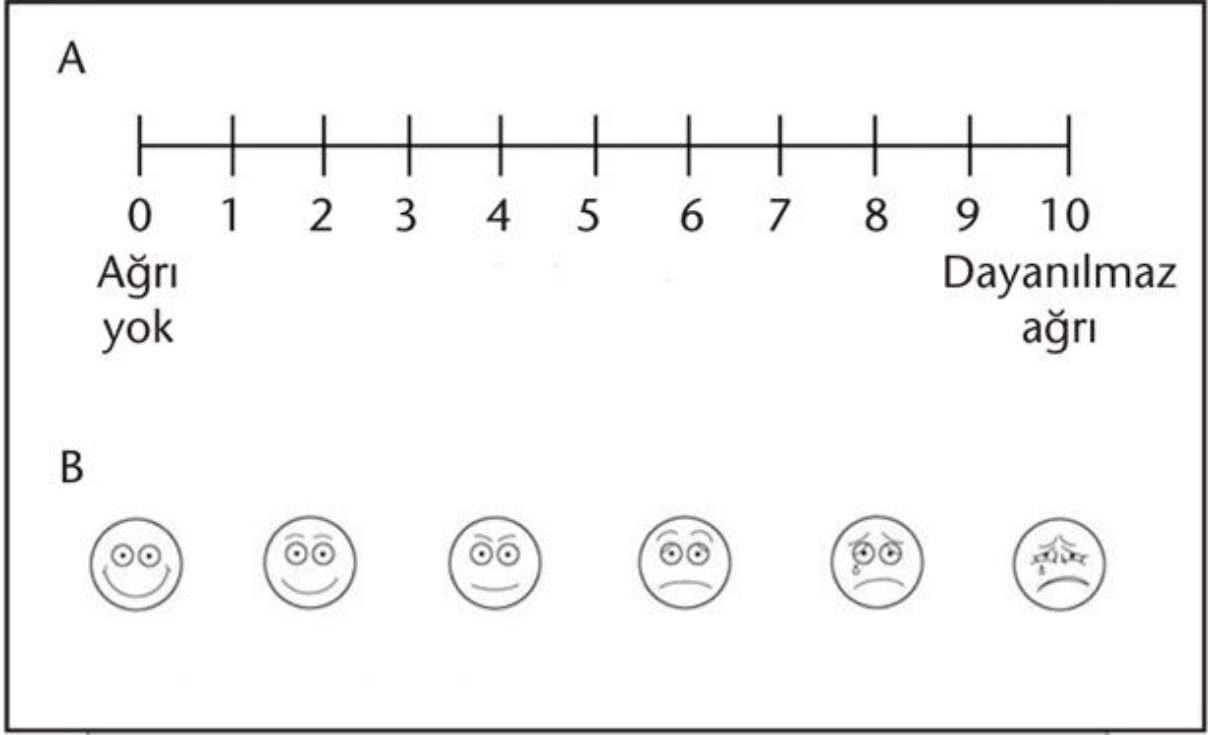
Pek değil	Biraz	Kısmen	Şiddetle	Aşırı derecede
( )	( )	( )	( )	( )

Y4. Genel olarak, ayak veya ayak bileğiniz nedeniyle ne kadar güçlük çekiyorsunuz?

Hiç	Hafif	Orta	Şiddetli	Aşırı
( )	( )	( )	( )	( )

**Bu anketteki bütün soruları tamamladığınız için çok teşekkür ederiz.**

### 3.1.4. VİZÜEL ANALOG SKALASI (VAS SKALASI)



#### 4. BULGULAR

Çalışmaya 2006- 2014 yılları arasında 18 hasta tek taraflı, 1 hasta çift taraflı olmak üzere, cerrahi olarak aşıl tendon tamiri uygulanmış 19 erkek hasta dahil edildi. Hastalardan toplanılan verilerin analizi konusunda; Tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzde, ortalama, standart sapma değerleri ile sunulmuştur. Krackow ve Modifiye Kessler grubundaki ölçümlerin farklı olup olmadığının test edilmesi için tek örneklem Mann U testi uygulanmıştır. Sağlam ve tamir edilen tendonun ölçümleri arasındaki farklılıkların incelenmesi amacı ile Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Sağlam ve tamir olan kısımlar arasındaki farkların ilişki düzeyinin belirlenmesinde korelasyon analizi uygulanmıştır. Çalışmada 0,05'den küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen hastaların %60'ı sağ, %25'i sol ve %5'i her iki aşıl tendonundan operasyon geçirmiştir (Tablo 2).

Operasyon Yönü	N	%
Sağ	12	60,0
Sol	7	35,0
Bilateral	1	5,0

*Tablo 2: Operasyon Yönü*

Çalışmaya katılan hastaların %50'si Krackow, %50'si Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilmiştir (Tablo 3).

Operasyon Yöntemi	N	%
Krackow	10	50,0
Modifiye Kessler	10	50,0

*Tablo 3: Operasyon Yöntemi*

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalamalarının  $42,10 \pm 8,96$  olduğu tespit edilmiştir. Krackow yöntemi ile ameliyat edilen hastaların yaş ortalamalarının  $37,20 \pm 7,57$ , Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların yaş ortalamalarının  $47,00 \pm 7,67$  olduğu ve Modifiye Kessler grubundaki hastaların yaş ortalamalarının Krackow grubundaki hastalara göre anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p=0,01$ ) (Tablo 4).

Ölçüm	Operasyon Yöntemi	N	ortalama	ss	p
YAŞ	Krackow	10	37,20	7,57	0,01
	Modifiye Kessler	10	47,00	7,67	
	Total	20	42,10	8,96	

**Tablo 4: Yaş ve operasyon Yöntemi**

#### 4.1. Krackow ve Modifiye Kessler Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemleri ile ameliyat edilen hastaların tamir uygulanan taraftaki aşil tendonları, ayak bileği 4 farklı pozisyonda olacak şekilde SWE ile ölçümler yapılarak karşılaştırılmıştır ve 4 pozisyonda da yapılan ölçümlerde anlamlı fark tespit edilmemiştir (Tablo 5, Şekil 8).

Ölçüm	Operasyon Yöntemi	N	Ortalama		p
			±	ss	
TAMİR P	Krackow	10	6,48	± 0,78	0,55
	Modifiye Kessler	10	6,26	± 0,62	
TAMİR N	Krackow	10	7,35	± 0,70	0,42
	Modifiye Kessler	10	7,28	± 0,64	
TAMİR D 15°	Krackow	10	8,23	± 0,58	0,39
	Modifiye Kessler	10	8,42	± 0,37	
TAMİR D 30°	Krackow	10	9,24	± 0,46	0,43
	Modifiye Kessler	10	9,32	± 0,20	

**Tablo 5: TP, TN ve TD 15° ve TD 30° ölçümlerinin operasyon yöntemine göre karşılaştırılması**

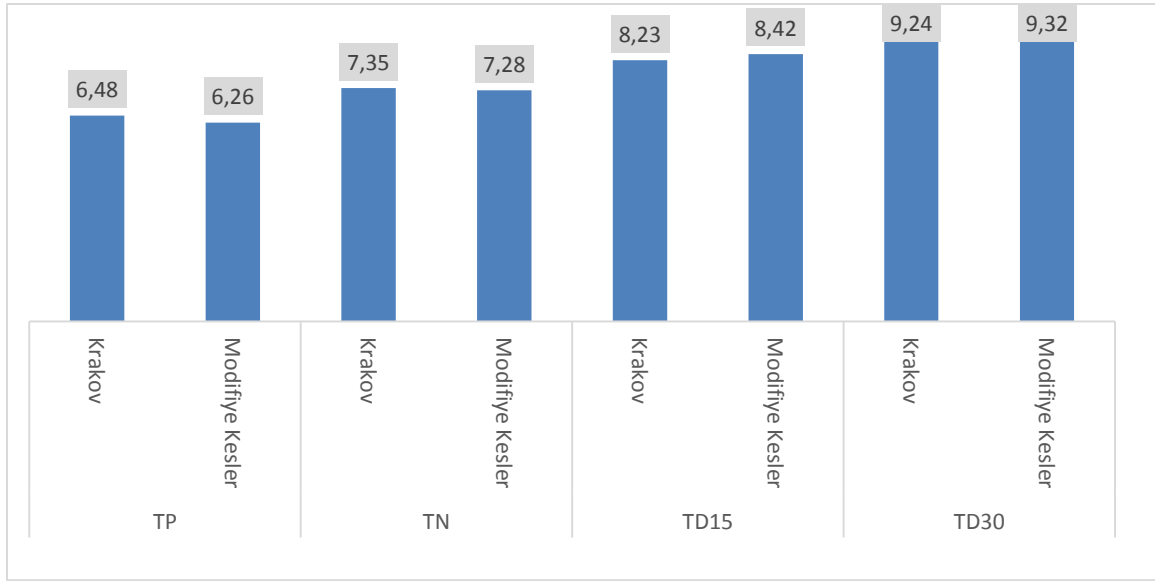
Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların TP ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,55).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların TN ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,42).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların TD 15° ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,39).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların TD 30° ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,43).





**Şekil 8: TP, TN ve TD 15° ve TD 30° ölçümlerinin operasyon yöntemine göre karşılaştırılması**

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemleri ile ameliyat edilen hastaların sağlam taraftaki aşil tendonları, ayak bileği 4 farklı pozisyonda olacak şekilde ölçümler yapılarak karşılaştırılmıştır ve 4 farklı pozisyonda da anlamlı fark tespit edilmemiştir (Tablo 6, Şekil 9).

Ölçüm	Operasyon Yöntemi	N	Ortalama	ss	P
SAĞLAM P	Krackow	10	3,94	0,96	0,97
	Modifiye Kessler	10	3,92	0,67	
SAĞLAM N	Krackow	10	5,62	0,89	0,89
	Modifiye Kessler	10	5,66	0,93	
SAĞLAM D 15°	Krackow	10	7,31	0,74	0,76
	Modifiye Kessler	10	7,40	0,70	
SAĞLAM D 30°	Krackow	10	8,40	0,71	0,33
	Modifiye Kessler	10	8,56	0,32	

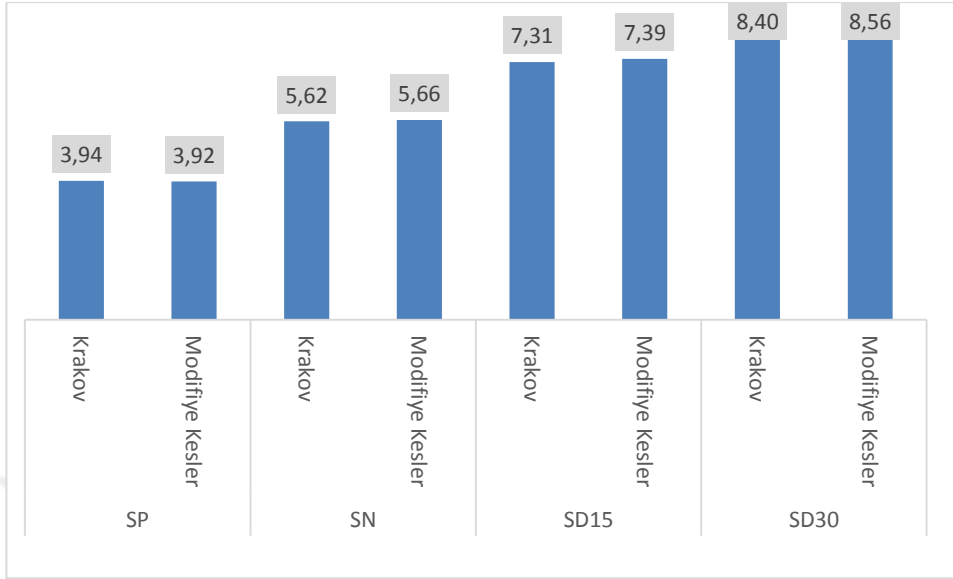
**Tablo 6: SP, SN ve SD 15° ve SD 30° derece ölçümleri ve Operasyon Yöntemi**

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların SP ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,97).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların SN ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,89).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların SD 15° ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,76).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların SD 30° ölçümlerinin birbirlerinden benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,33).



**Şekil 9: SP, SN ve SD 15° ve SD 30° derece ölçümleri ve Operasyon Yöntemi**

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemleri uygulanan hastalar arasında fonksiyonel sonuçları ve ağrıyı değerlendirmek amacı ile yapılan değerlendirmeler arasında anlamlı fark bulunamamıştır (Tablo 7, Şekil 10).

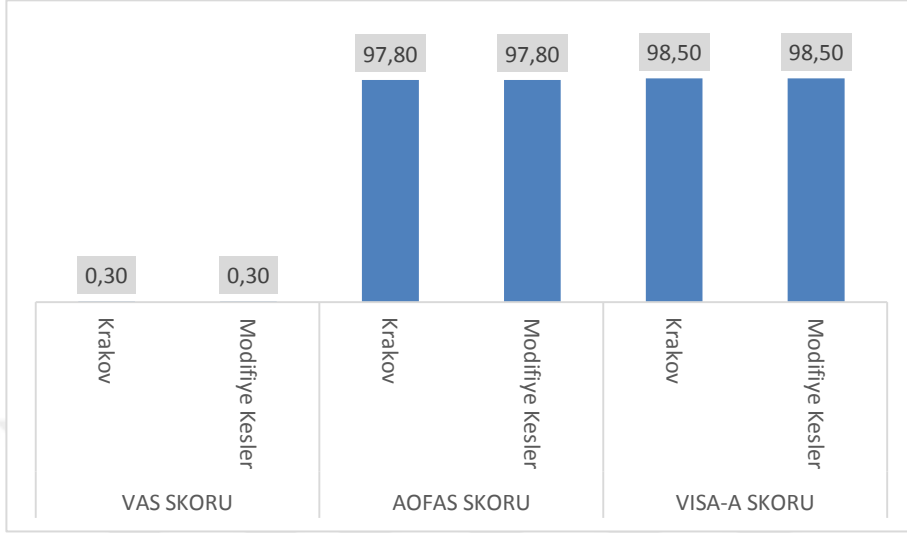
Ölçüm	Operasyon Yöntemi	N	Ortalama	S.S	P
<b>VAS Skoru</b>	Krackow	10	0,30	0,67	0,99
	Modifiye Kessler	10	0,30	0,67	
<b>AOFAS Skoru</b>	Krackow	10	97,80	4,16	0,99
	Modifiye Kessler	10	97,80	4,16	
<b>Vısa-A Skoru</b>	Krackow	10	98,50	1,51	0,99
	Modifiye Kessler	10	98,50	2,51	

**Tablo 7: Değerlendirme Skorları ve Operasyon Yöntemi**

Krackow ve Modifiye Kessler grubundaki VAS Skorları arasında farklılığın olmadığı, iki gruptaki hastaları VAS puanlarının benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,99).

Krackow ve Modifiye Kessler grubundaki AOFAS Skorlarının arasında farklılığın olmadığı, Krackow ve Modifiye Kessler grubundaki hastaları AOFAS puanlarının benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,99).

Krackow ve Modifiye Kessler grubundaki VISA-A Skorlarının arasında farklığın olmadığı, Krackow ve Modifiye Kessler grubundaki hastaları VISA-A puanlarının benzer olduğu tespit edilmiştir (p=0,99).



**Şekil 10: Değerlendirme Skorları ve Operasyon Yöntemi**

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemleri uygulanan hastalar arasında FAOS Ayak ve Ayak Bileği Araştırması'nda ki değerler açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 8, Şekil 11).

Ölçüm	Operasyon Yöntemi	N	Ortalama (%)	s.s	p
Ağrı (%)	Krackow	10	97,78	3,66	0,27
	Modifiye Kessler	10	99,17	1,34	
Belirtiler (%)	Krackow	10	97,50	2,41	0,57
	Modifiye Kessler	10	98,22	3,03	
Günlük Aktiviteler (%)	Krackow	10	99,85	0,46	0,29
	Modifiye Kessler	10	99,56	0,71	
Spor Ve Eğlence Faaliyetleri (%)	Krackow	10	95,50	8,32	0,15
	Modifiye Kessler	10	99,50	1,58	
Yaşam Kalitesi (%)	Krackow	10	86,88	11,20	0,90
	Modifiye Kessler	10	87,50	11,41	

**Tablo 8: Operasyon Yöntemine Göre FAOS Ayak ve Ayak Bileği Araştırması**

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların Ağrı (%) ölçümlerinin farksız olduğu tespit edilmiştir (p=0,27).

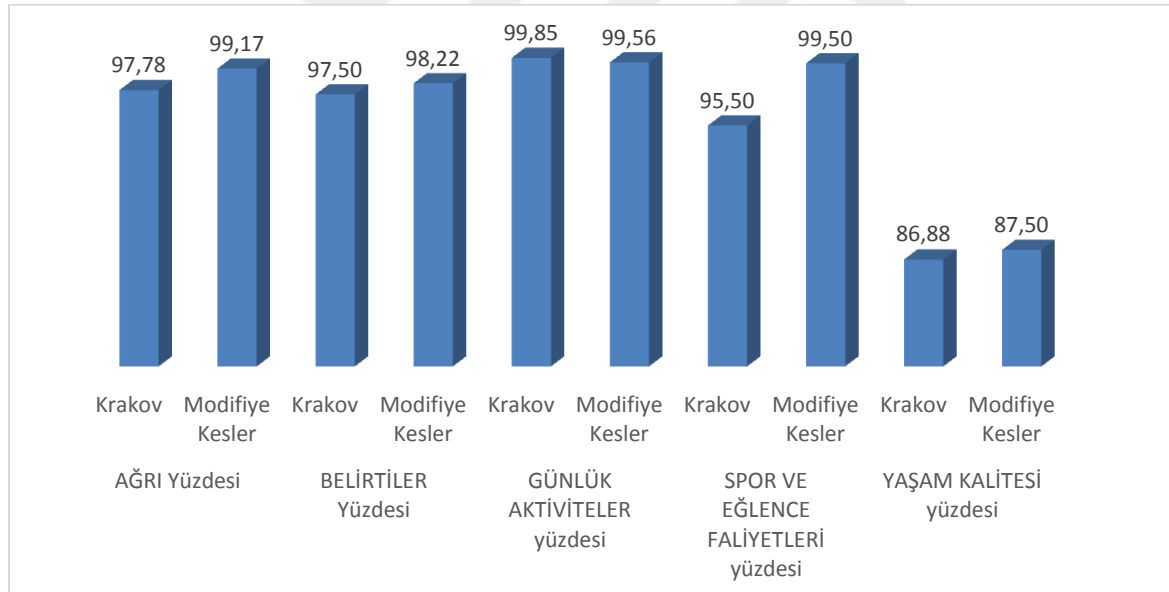
Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların Belirtiler (%) ölçümlerinin farksız olduğu tespit edilmiştir (p=0,57).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların Günlük Aktiviteler (%) ölçümlerinin farksız olduğu tespit edilmiştir (p=0,29).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların Spor Ve Eğlence Faaliyetleri (%) ölçümlerinin farksız olduğu tespit edilmiştir (p=0,15).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların Yaşam Kalitesi (%) ölçümlerinin farksız olduğu tespit edilmiştir (p=0,90).

Krackow ve Modifiye Kessler yöntemi ile ameliyat edilen hastaların Ağrı, Belirtiler, Günlük Aktiviteler, Spor Ve Eğlence Faaliyetleri ve Yaşam Kalitesi skorlarının (%) birbirinden farksız olduğu görülmüştür (p>0,05) (Şekil 11).



**Şekil 11: Operasyon Yöntemine Göre FAOS Ayak ve Ayak Bileği Araştırması**

#### 4.2. Tamir Uygulanan ve Sağlam Taraftaki Aşil Tendonlarının Karşılaştırılması

Hastaların cerrahi olarak tamir uygulanan ve sağlam taraftaki aşil tendonları SWE ile ölçümler yapılarak karşılaştırılmıştır ve ayak bileği 4 farklı pozisyonda da tamir uygulanan tarafta ki ölçümler anlamlı olarak yüksek olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 9, Şekil 12)

Ölçüm	N	Ortalama ± s.s.	p
Tamir P	18	6,37 ± 0,70	<b>0,01</b>
Sağlam P	18	3,93 ± 0,81	
Tamir N	18	7,31 ± 0,65	<b>0,01</b>
Sağlam N	18	5,64 ± 0,89	
Tamir D 15°	18	8,32 ± 0,49	<b>0,01</b>
Sağlam D 15°	18	7,35 ± 0,70	
Tamir D 30°	18	9,28 ± 0,35	<b>0,01</b>
Sağlam D 30°	18	8,48 ± 0,54	

*Tablo 9: Sağlam ve Tamir Uygulanan Aşil Tendonları Farkının incelenmesi*

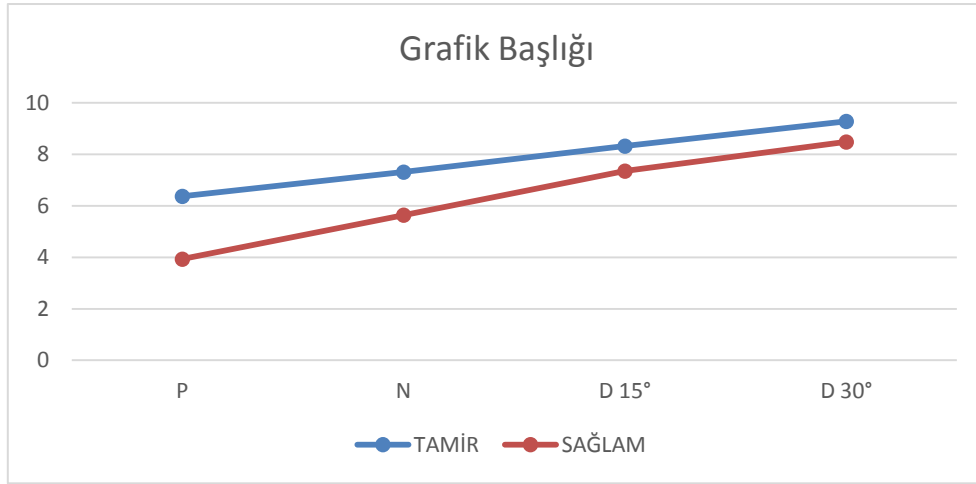
\*çalışmadaki bilateral hasta(n=1) değerlendirme dışı tutulmuştur.

Tamir ve sağlam ayağın P ölçümleri arasında farklılığın olduğu ve farkın Tamir olan tendonun ( $\bar{x} = 6,37$ ) sağlam tendona ( $\bar{x} = 3,93$ ) göre P ölçümünün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir(p=0,01).

Tamir ve sağlam ayağın N ölçümleri arasında farklılığın olduğu ve farkın Tamir olan tendonun ( $\bar{x} = 7,31$ ) sağlam tendona ( $\bar{x} = 5,64$ ) göre N ölçümünün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir(p=0,01).

Tamir ve sağlam ayağın D 15° ölçümleri arasında farklılığın olduğu ve farkın Tamir olan tendonun ( $\bar{x} = 8,32$ ) sağlam tendona ( $\bar{x} = 7,35$ ) göre D 15° ölçümünün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p=0,01).

Tamir ve sağlam ayağın D 30° ölçümleri arasında farklılığın olduğu ve farkın Tamir olan tendonun ( $\bar{x} = 9,28$ ) sağlam tendona ( $\bar{x} = 8,48$ ) göre D 30° ölçümünün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir(p=0,01).



**Şekil 12: Sağlam ve Tamir Uygulanan Aşil Tendonları Farkının incelenmesi**

Ölçüm		SP- SN
TP- TN	R	0,133
	P	0,577

**Tablo 10: Tamir ve Sağlam taraflara göre P ve N° arasındaki ilişkilerin incelenmesi**

Hastaların TP-TN arasındaki ölçüm farkları ile SP-SN arasındaki ölçüm farklarının arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ( $r=0,133$ ,  $p=0,577$ ,  $p>0,05$ ).

Ölçüm		SN- SD15°
TN- TD15°	R	0,23
	P	0,21

**Tablo 11: Tamir ve Sağlam taraflara göre N ve 15° arasındaki ilişkilerin incelenmesi**

Tamir ve sağlam taraf N-SD15° arasındaki ölçüm arasındaki ölçüm farklarının arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ( $r=0,23$ ,  $p=0,21$ ,  $p>0,05$ ).

Ölçüm		SD15°-SD30°
TD15°- TD30°	R	0,168
	P	0,480

**Tablo 12: Tamir ve Sağlam taraflara göre D15° ve D30° arasındaki ilişkilerin incelenmesi**

Hastaların SD30 °-SD15° arasındaki ölçüm farkları ile TD30 °-TD15° arasındaki ölçüm farklarının arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ( $r=0,168$ ,  $p=0,480$ ,  $p>0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Aşil tendonu, yürüme koşma gibi günlük aktivitelerde, biyomekanik özellikleri sayesinde enerji absorpsiyonu sağlar. Tendon elastik ve yapısal özellikleri sayesinde uzayabilir, buda enerji korunması açısından kritik öneme sahiptir (42). Aşil tendonunu ana yapısını tip 1 kollajen liflerinin paralel uzanmış demetsel yapısı oluşturur. Aşil tendonunun tam kat rüptürü sonrası iyileşme süreci sonunda yapılan incelemelerde tip 3 kollajenin, sağlam tendon yapısından daha fazla oranda bulunduğu gözlemlenmiştir (43). Rüptür sonrası iyileşen tendonda kollajen liflerin paralel demetsel yapısı bozularak heterojen hale geldiği ve tip 3 kollajen içeriğinin artması nedeniyle tendonun daha frajil ve zayıf hale geldiği bilinmektedir (44). Bunun yanında iyileşme sonrasında tendon ve çevresinde oluşan fibrozis sonucunda tendonda sertlik oluştuğu da bildirilmiştir (45). Tamir sahasının SWE inceleme sonuçlarımız da bu alanda daha sert bir doku oluşumunu desteklemektedir.

Tendon iyileşme sürecin de erken dönemde tip 3 kollojen miktarının arttığı bilinmektedir. Maffuli ve ark'ının 2000 yılında yaptığı çalışmada aşil tendinopatisi ve rüptürü sonrası dokuları in vitro olarak değerlendirmişlerdir. Alınan aşil tendon örneklerinde kollajenaz enzimi yardımı ile ayrışan tenositler toplanmış ve bu şekilde tenosit kültürleri elde edilmiştir. Kültür ortamında ilk 24 saate yapılan değerlendirmelerde zamanla doğru orantılı olarak tip 3 kollajen miktarında artış olduğu tespit edilmiştir (44). Bunun yanında tendon iyileşme süreci sonrasında tendonun yapısında tip 3 kollajen miktarında artış olabileceğini bildiren yazılar da mevcuttur (46,47). Oluşan fibrotik dokunun ve tip 3 kollajen dokusunun tendon sertliğini etkileyeceği düşünülerek yapılacak çalışmalarla tamir uygulanmış aşil tendonunun elastikiyet özelliğinin azalmasının histolojik açıdan da desteklenmesi gerektiği görülmektedir.

Literatürde aşil tendon tamiri sonrası tendonun yapısal özelliklerinin hem histolojik hem de görüntüleme yardımı ile değerlendiren birçok araştırma olmasına rağmen, tendonun elastik özelliklerini değerlendirmek amacı ile yapılmış oldukça az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bunların çoğunluğu ise renk kodlamaları ile kalitatif yöntemler içeren elastografik değerlendirmelerden oluşmaktadır. Shear Wave Elastografi yöntemi kullanılarak yapılan Zhang LN ve ark.'ının 2016 yılında yayınlamış makalesinde, aşil tendon rüptürü sonrası cerrahi uygulanana 26 hastanın iyileşme sürecindeki tendonları değerlendirilmiştir. Bu çalışma; SWE kullanılarak aşil tendonunun tamir sahasının mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinin yapılabileceğini göstermiştir (48). Bizde çalışmamızda;bu nedenle

kantitatif bir yöntem olarak aşil tendonunun değerlendirilmesi için SWE yöntemini tercih ettik. Ayrıca bu çalışmada aşil tendon rüptürü sonrası tamir uygulanan hastaların hem sağlam hem de tamir uygulanmış aşil tendonları SWE ile değerlendirilerek karşılaştırıldı.

Sonuçlarımıza bakıldığında; tamir uygulanmış aşil tendonlarında, sağlam taraftaki aşil tendonuna göre elastikiyet özelliklerinde anlamlı azalma olduğu gösterildi. Literatürde de belirtildiği gibi iyileşme dokusunda bulunan fibrotik dokunun içeriğinin artması ve buna bağlı tendon sertliğinin artarak elastikiyet özelliğinin azalmasını desteklemektedir. Bunun örneklerinden biride Traves WC JR ve ark.'ının 2014 yılında tavşan tendonları üzerinde yaptıkları çalışmadır. Aşil tendonunun iyileşmesini histolojik olarak değerlendirilmiş ve yaygın fibröz doku içersinde disorganize kollajen dokusu olduğu gösterilmiştir (45). Sonuçlarımıza bakıldığında tamir sahasında oluşan elastisite azalması, tamir dokusunda bulunan fibrotik doku miktarında ki artışın indirek göstergesi olarak ta kabul edilebilir. Hastaların tamir uygulanmış taraf ve sağlam taraftaki aşil tendonları, ayak bileğinin değişen pozisyonları arasında yapılan karşılaştırmalarda, tendon elastisitesinde değişim açısından korelasyon olmaması tamir uygulanmış tendonun sertliğinin fazla olduğunu da gösterebilir.

Aşil tendon rüptürlerinin tedavi yönteminde tam bir uzlaşma olmamasına rağmen özellikle genç hastalarda yaygın olarak tercih edilen tedavi seçeneği cerrahidir. Cerrahi tekniklerin ilerlemesi ve postoperatif rehabilitasyon programlarının gelişmesi cerrahi tedavi seçimini arttırmaktadır. Cerrahi tedavi sonrası aşil tendonunda gerginliğin uygun olması, kas atrofilerinin, spora dönüş sürelerinin kısalması ve rerüptür oranlarının daha düşük olması cerrahi tedavi tercihini arttırmaktadır (28).

Tendon tamiri cerrahi tedavisi için çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Bunlardan en sık kullanılanları ise uç uca dikiş tekniklerinden Modifiye Kessler ve Krackow yöntemleridir. Uç uca dikiş teknikleri aralarında yapılan çeşitli karşılaştırmalarda belirgin fark bulunamamış olsa da (32,49,50), Krackow sütür tekniğinin Kessler tekniğinden daha güçlü olduğunu ifade eden yayınlar mevcuttur (51,52). Ancak bulgularımıza baktığımız zaman tamir sahasında ki sertlik değişimi açısından iki teknik arasında fark olmadığı görülmektedir. Bu sonuç bu yönüyle iki teknik arasında fark olmadığını indirek göstergesi olabilir.

Çalışmamızda tendon tamiri uyguladığımız tüm hastaların AOFAS skorlarının çok iyi olduğunu tespit ettik. FAOS Ayak ve Ayak Bileği Araştırması'nda ağrı, belirtiler, spor ve eğlence faaliyetleri ve günlük aktiviteler kısmında çok iyi sonuçlar alınırken yaşam kalitesinde ise göreceli olarak daha düşük sonuç alındı. Bu sonuçlar ve hastadan alınan



anamnezler sonucunda hastaların klinik olarak şikayetleri olmamasına rağmen tamir uygulanan taraftaki aşil tendonlarına karşı güvensizlik hissi olduğu görüldü. Ancak buna rağmen yaptığımız değerlendirmelerde her iki cerrahi tekniğin sonuçlarının fonksiyonel olarak da çok iyi olduğu görüldü ve iki teknik arasındaki farkın olmaması ise dikkat çekici bulundu.

Modifiye Kessler cerrahi tekniği uygulanmış hastaların yaş ortalaması 47 olup, Krackow cerrahi tekniği uygulanmış hastaların yaş ortalaması 37,2'dir. Modifiye Kessler grubunda ki hastaların yaş ortalamaları, Krackow grubunda ki hastaların yaş ortalamasından istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek bulundu. Bu çalışmamızın zayıf yönlerinden birisidir. Aynı zamanda olgularımızın hepsinin erkek hasta olması da çalışmamızın diğer bir zayıf yönüdür. Ancak aşil tendonunun SWE kullanılarak yapılan değerlendirmelerinde, kadın ve erkeklerde aşil tendonunun elastikiyet özelliğinin farklı olmadığı gösterilmiştir. (53,54)

Çalışmamızda bazı limitasyonlar mevcuttur. Bunlardan birisi; çalışmamızda ki hasta sayısının kısıtlı olması ve hasta gruplarının yaş dağılımlarının heterojen olmasıdır. Literatürde, SWE ile yapılan değerlendirmelerin büyük çoğunluğu kPa cinsinden yapılmıştır (48,55). Bu elastografik değerlendirmelerde shear wave dalga boyu hızları cihaz tarafından m/s cinsinden ölçülerek yapılan formülasyon veya yazılım ile kPa cinsinden hesaplanır. Bu iki birim üzerinden yapılan değerlendirmelerde tam bir görüş birliği olmasa da her iki değerlendirme arasında korelasyon olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur (56). Bunun yanında Youk J.H. ve ark.'ının 2014 yılında iskelet sistemi üzerinde olmasa da meme kitleleri üzerinde yaptıkları çalışmada kPa cinsinden yapılan ölçümlerin m/s cinsinden yapılan ölçümlere göre daha anlamlı olduğu bildirilmiştir (57). Bu açıdan bizim çalışmamızın m/s cinsinden yapılması da bir kısıtlama olarak kabul edilebilir; ancak daha çok sayıda ve iskelet sistemi üzerinde yapılan çalışmaya da ihtiyaç duyulmaktadır.

Tamir uygulanmış aşil tendonunun elastikiyet özelliğinin azalmasının histolojik açıdan da doğrulanmaması çalışmamız için bir kısıtlılık olarak kabul edilebilir. Ancak hastalara invaziv girişim gerekmesi nedeniyle histolojik değerlendirme bu çalışmada yapılamamıştır.

Çalışmamızın önemli limitasyonlarından biri de konservatif tedavi edilen hastalar ile tamir uygulanmış hastaların SWE ölçümlerinin karşılaştırılamamış olmasıdır. İleride yapılacak olan konservatif ve cerrahi tedavinin SWE ile karşılaştırması ile ilgili çalışmalar tedavi seçimi açısından yapılan tartışmalarada yön verebilecektir.

## 6. SONUÇ

Çalışmamızda; aşil tendon rüptürü cerrahi tedavisi sonrası retrospektif olarak tamir sahasının SWE ile değerlendirilmesi amaçlandı. Değerlendirme sonucunda; ayak bileğinin değişen pozisyonlarında tamir uygulanan taraftaki elastisite ölçümleri yüksek bulundu. Bu bulgular sonrası; değişen ayak bileği pozisyonlarında sağlam ve tamir yapılan aşil tendonları elastisite değerleri arasında korelasyon olmadığı gösterildi. Tendon tamir sahasında ki tendon elastisite değerlerinde ki bu değişim, tamir dokusunda ki bulunan fibrotik doku miktarında ki artışın indirek göstergesi olarak kabul edilebilir. Tamir sahasında ki bu değişim, tedavi sonrası görülen rerüptürleri açıklayabilir.

Aynı zamanda aşil tendon yaralanması sonrası en sık kullanılan Krackow ve Modifiye Kessler yöntemleri SWE ile değerlendirildi ve klinik açıdan karşılaştırıldı. Bu değerlendirmelerde, bu iki teknik arasında ayak bileğinin 4 farklı pozisyonunda yapılan ölçümlerde anlamlı fark tespit edilmedi. Yine bu iki yöntem arasında yapılan AOFAS, VISA-A, VAS ve FAOS ayak ve ayak bileği değerlendirme skorlarında anlamlı fark saptanmadı. Bu iki teknik arasında klinik ve yapısal elastisite özellikleri açısından anlamlı fark olmaması , tercih edilecek tekniğin cerrahın deneyimine bırakılabileceğinin bir göstergesi olabilir.

SWE tekniği ucuz, indirekt ve kantitatif bir yöntem olup invaziv olmayan bir uygulamadır ve bu çalışmada elde edilen m/s cinsinden tendon tamir sahası ve normal taraf tendon değerleri ileride SWE ile yapılacak çalışmalar için bir veri olarak kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Józsa L, Kvist M, Bálint BJ: The role of recreational sport activity in Achilles tendon rupture. A clinical, pathoanatomical, and sociological study of 292 cases. *Am J Sport Med* 1989, 17: 338-43
2. Leppilahti J, Puranen J, Orava S: Incidence of Achilles tendon rupture. *Acta Orthop Scand* 1996, 67:277-9.
3. Kannus P, Jozsa L: Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg* 1991, 73-A(10): 1507-25
4. Stein V, Laprell H, Tinnemeyer S, Petersen W: Quantitative assessment of intravascular volume of the human Achilles tendon. *Acta Orthop Scand* 2000, 71(1): 60-3
5. Kołodziej L, Bohatyrewicz A, Kromuszczyńska J, Jezierski J, Biedroń M.: Efficacy and complications of open and minimally invasive surgery in acute Achilles tendon rupture: a prospective randomised clinical study--preliminary report. *Int Orthop* 2013, 37(4):625-9.
6. Holm C, Kjaer M, Eliasson P: Achilles tendon rupture – Treatment and complication: A systematic review. *Scand J Med Sports* 2015, 25: e1- e10
7. Shinohara M, Sabra K, Gennisson JL, Fink M, Tanter ML: Real-time visualization of muscle stiffness distribution with ultrasound shear wave imaging during muscle contraction. *Muscle and Nerve* 2010, 42:438–41.
8. Yakut Zİ, Turan A, Teber M: Kas İskelet Sistem Uygulamalarında Ultrason Elastografi. *Selçuk Tıp Derg* 2014, 30 (2) :88-92
9. Can Ş:Akhilleus'un Öfkesi. Klasik yunan Mitolojisi. Erzurum, İnkılap Kitapevi 1970, 261-66
10. Maffulli N: Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg* 1999, 81-A(7): 1019-36.
11. Manizade MD: Ortopedi ve Travmatoloji, Tıp dallarındaki ilerlemelerin tarihi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Vakfı, Yayınlar: 4, İstanbul-1988: 338-43
12. Mut M, Dinç G, Naderi S: On the report of the first successful surgical treatment,of brain abscess in The Ottoman Empire by Dr. Cemil Topuzlu in 1891, *Neurosurgery* 2007, 61;869–72
13. Apaydın N, Ünlü S, Bozkurt M, Doral MN: Aşil tendonu'nun fonksiyonel anatomisi ve biyomekanik özellikleri. *TOTBİD Dergisi* 2011, 10(1):61-68
14. Karahan M, Erol B: Aşil tendon yırtıklarına yaklaşım. *TOTBİD Dergisi* 2004, (3);27-37.
15. Tandoğan NR, Doral MN; Tendinopatilerde epidemiyoloji ve risk etmenleri, Sporcularda Tendon Sorunları. *TOTBİD Spor Travmatolojisi Şubesi* 2011, 19-23
16. Barfred T: Kinesiological comments on subcutaneous ruptures of achilles tendon. *Acta Ortop Scandinavica* 1971, 42(5):397-405.
17. Barfred T: Experimental rupture of the Achilles tendon. Comparison of various types of experimental rupture in rats. *Acta Orthop Scandinavica* 1971, 42(6): 528-43.
18. Kennedy JC, Willis RB: The effects of local steroid injections on tendons: a biomechanical and microscopic correlative study. *Am J Sport Med* 1976, 4(1): 11-21.
19. Scott BWAA: How the Simmonds-Thompson test works. *J Bone Joint Surg* 1992, 74-B(2):314–315.
20. O'Brien T: The needle test for complete rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg* 1984, (Am) 66(7):1099–1101.
21. Copeland SA: Rupture of the Achilles tendon: anew clinical test. *Ann Royal Coll Surg Engl* 1990, 72(4):270–271.
22. Karger G: Zur klinik und Diagnostik des Achillessehnenrisses. *Chirurg* 1930, 11:691–695.

23. Miller DM, Thompson SR, Hart JA; Sport medicine, Review of Orthopaedics, 6th ed. Philadelphia, USA, Elsevier 2012,(3);314-315.
24. Bhandari M, Guyatt GH, Siddiqui F, Morrow F, Busse J, Leighton RK, Sprague S, Schemitsch EH: Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic overview and metaanalysis. *Clin Orthop Relat Res* 2002, (400):190-200
25. Strauss JE, Ishak C, Jazrawi I, Sherman o, Rosen j: Operative treatment of acute Achilles tendon ruptures. An institutional review of clinical outcomes *Injury* 2006, 38(7):832-8.
26. M. Möller, T. Movin, H. Granhed, K. Lind, E. Faxén, J. Karlsson; Acute rupture of tendo Achillis, *J Bone Joint Surg* 2001, 83-B 843-8
27. Khan RJ1, Fick D, Keogh A, Crawford J, Brammar T, Parker M: Treatment of acute achilles tendon ruptures. A meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 2005, 87(10):2202-10.
28. Kader D, Mosconi M, Benazzo f, Maffulli N: Achilles Tendon Rupture, Tendon Injuries, London, Springer 2005, (20 ) 187-200
29. Nistor L: Surgical and non-surgical treatment of Achilles tendon rupture: a prospective randomized study. *J Bone Joint Surg* 1981,(Am) 63(3):394–399
30. Saleh M, Marshall PD, Senior R, MacFarlane A: The Sheffield splint for controlled early mobilisation after rupture of the calcaneal tendon. A prospective, randomised comparison with plaster treatment. *J Bone Joint Surg* 1992, 74- B(2):206-9.
31. McComis GP, Nawoczenski DA, DeHaven KE: Functional bracing for rupture of the Achilles tendon. Clinical results and analysis of ground-reaction forces and temporal data. *J Bone Joint Surg* 1997, 79-A(12): 1799-808
32. Jessing P, Hansen E: Surgical treatment of 102 tendo achillis ruptures—suture or tenoplasty? *Acta Chir Scand* 1975, 141(5):370–377.
33. Ma GW, Griffith TG: Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon: a new technique. *Clin Orthop Rel Res* 1977, (128):247–255.
34. Klein W, Lang DM, Saleh M: The use of the Ma-Griffith technique for percutaneous repair of fresh ruptured tendo Achillis. *Chirurgia Degli Organi di Movimento* 1991, 76(3):223–228.
35. Hockenbury RT, Johns JC: A biomechanical in vitro comparison of open versus percutaneous repair of tendon Achilles. *Foot Ankle* 1990, 11(2):67–72.
36. Hsu AR, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Ellington JK, Anderson RB: Clinical Outcomes and Complications of Percutaneous Achilles Repair System Versus Open Technique for Acute Achilles Tendon Ruptures. *Foot Ankle Int.* 2015, 36(11):1279-86
37. Cretnik A, Kosanovic M, Smrkoli V: Percutaneous versus open repair of the ruptured Achilles tendon: a comparative study. *Am J Sports Med* 2005;33:1369–1379.
38. Bhattacharyya M, Gerber B: Mini-invasive surgical repair of the Achilles tendon- does it reduce post-operative morbidity? *Int Orthop* 2009, 33:151–156.
39. Aktas S, Kocaaoglu B: Open versus minimal invasive repair with Achillon device. *Foot Ankle Int* 2009, 30:391–397.
40. Del Buono A, Volpin A, Maffulli N: Minimally invasive versus open surgery for acute Achilles tendon rupture: a systematic review. *British Medical Bulletin* 2014, 45–54
41. Solakoğlu C, Mahiroğulları M, Çakmak S, Tamam C, Kuşkuçcu M: Fibrin sealant in the treatment of acute ruptures of the Achilles tendon: long-term results. *Joint Diseases and Related Surgery* 2010, 21(3):124-129
42. Alexander RM: Elastic mechanism in animal movement. Cambridge England, New york: Cambridge University Press 1988
43. Doral MN, Alam M, Bozkurt M, Turhan E, Atay OA, Dönmez G, Maffulli N: Functional anatomy of the Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010, 18 4.(5):638–43.

44. Maffulli N, Ewen SW, Waterston SW, Reaper J, Barrass V: Tenocytes from ruptured and tendinopathic Achilles tendons produce greater quantities of type III collagen than tenocytes from normal Achilles tendons. An in vitro model of human tendon healing. *Am J Sports Med* 2000,28(4):499–505.
45. Tavares WC Jr, Castro UB, Paulino E Jr, Vasconcellos LS, Madureira AP, Magalhães MAP, Mendes DVM, Kakehasi AM, Resende V: Healing of the Achilles tendon in rabbits—evaluation by magnetic resonance imaging and histopathology. *J Orthop Surg Res* 2014, 9: 132 doi: 10.1186/s13018-014-0132-1
46. Postacchini F, Accinni L, Natali PG, Ippolito E, DeMartino C: Regeneration of rabbit calcaneal tendon: a morphological and immunochemical study. *Cell Tissue Res* 1978, Dec 14;195(1):81-97.
47. Kumagai J, Uthoff HK, Sarkar K: Collagen type III in rotator cuff tears: An immunohistochemical study. *J Shoulder Elbow Surg* 1992, 1: 187–192
48. Zhang LN, Wan WB, Wang YX, Jiao ZY, Zhang LH, Luo YK, Tang PF: Evaluation of Elastic Stiffness in Healing Achilles Tendon After Surgical Repair of a Tendon Rupture Using In Vivo Ultrasound Shear Wave Elastography. *Med Sci Monit* 2016, 9;22:1186-91. doi: 10.12659/MSM.895674
49. Cash MP, Sherrill JM, Waitayawinyu T, Hunt TR, Shack RB, Thayer W: Evaluation of FiberLoop sutures in locking and nonlocking tendon repair, *Ann Plast Surg* 2012, 68(6):583-7. doi: 10.1097/SAP.0b013e31821b6a0b.
50. McCoy BW, Haddad SL.: The strength of achilles tendon repair: a comparison of three suture techniques in human cadaver tendons. *Foot Ankle Int* 2010, 31(8):701-5. doi: 10.3113/FAI.2010.0701.
51. Yammine K, Assi C: Efficacy of repair techniques of the Achilles tendon: A meta-analysis of human cadaveric biomechanical studies. *Foot (Edinb)* 2017, 30:13-20. doi: 10.1016/j.foot.2016.09.006. Epub 2017 Jan 28.
52. Harvey L, Rockett MS: Mechanical comparison of two extensor tendon repairs of ankle tendons. *J Foot Ankle Surg* 2000, 39(4):232-8.
53. Ruan Z, Zhao B, Qi H, Zhang Y, Zhang F, Wu M, Shao G: Elasticity of healthy Achilles tendon decreases with the increase of age as determined by acoustic radiation force impulse imaging. *Int J Clin Exp Med* 2015, 15;8(1):1043-50. eCollection 2015.
54. Fu Shuai MD, Cui Ligang MD, He Xiaoxi MD, Sun Yang MD: Elastic Characteristics of the Normal Achilles Tendon Assessed by Virtual Touch Imaging Quantification Shear Wave Elastography. *J Ultrasound Med* 2016, 35(9):1881-7. doi: 10.7863/ultra.16.01052. Epub 2016 Jul 1.
55. Tan S1, Kudaş S, Özcan AS, İpek A, Karaoğlanoğlu M, Arslan H, Bozkurt M: Real-time sonoelastography of the Achilles tendon: pattern description in healthy subjects and patients with surgically repaired complete ruptures. *Skeletal Radiol* 2012, 41(9):1067-72. doi: 10.1007/s00256-011-1339-4. Epub 2011 Dec 14
56. Eby SF, Song P, Chen S, Chen Q, Greenleaf JF, An KN: Validation of shear wave elastography in skeletal muscle. *J Biomech.* 2013, 27;46(14):2381-7
57. Youk J.H, Son E.J, Park A.Y, Kim A.J: Shear-wave elastography for breast masses: local shear wave speed (m/sec) versus Young modulus (kPa) *Ultrasonography* 2014, 33(1): 34–39. doi: 10.14366/usg.13005