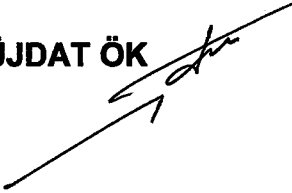


**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ  
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**TAVŞANLARDA OLUŞTURULAN AŞİL TENDON KESİLERİNDE  
SENTETİK MATERYAL KULLANARAK TAMİR, PRİMER TAMİR VEYA  
KONSERVATİF TEDAVİ İLE ELDE EDİLEN SONUÇLARIN  
MEKANİK VE HİSTOLOJİK KARŞILAŞTIRMASI  
(DENEYSEL ÇALIŞMA)**

**UZMANLIK TEZİ**

**DR. MÜJDAT ÖK**



91243

**İSTANBUL-2000**

## **ÖNSÖZ**

**İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda, uzmanlık eğitimim süresince yetişmemde büyük emeği geçen başta Anabilim Dalı Başkanı'mız Sn. Prof. Dr. Nail KIR olmak üzere tüm öğretim üyelerine;**

**Yetişmemde her yönde katkıları olan ve tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen Sn. Doç. Dr. Önder AYDINGÖZ'e;**

**Tez çalışmam sırasında büyük yardımlarını gördüğüm Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Araştırma ve Üretim Laboratuvarı Müdürü Sn. Prof. Dr. Tuncay ALTUĞ'a, İ.T.Ü Makina Fakültesi Araştırma Gör. Sn. Yük. Müh. Ergün BOZDAĞ'a, İ.T.Ü İşletme Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Araştırma Gör. Sn. Dr. Cafer Erhan BOZDAĞ'a, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sn. Prof. Dr. Sergülen DERVİŞOĞLU'na ve Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Araştırma ve Üretim Laboratuvarı görevlisi Sn. Vet. Hek. Nurten KILIÇ'a;**

**Uzmanlık eğitim sürem içinde birlikte uyum içinde çalıştığım başasistanıma, asistan arkadaşlarıma ve tüm klinik çalışanlarına;**

**En içten, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.**

**Dr. Müjdat ÖK  
İstanbul 2000**

## İÇİNDEKİLER

<b>GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>1</b>
<b>Giriş ve tarihçe.....</b>	<b>1</b>
<b>Anatomi.....</b>	<b>1</b>
<b>Tendonların yapısal özellikleri.....</b>	<b>4</b>
<b>Tendonlarda iyileşme mekanizması.....</b>	<b>5</b>
<b>Aşil tendon rüptürlerinde mekanizma ve patogenez.....</b>	<b>7</b>
<b>Akut aşil tendon rüptürlerinde tedavi.....</b>	<b>10</b>
<b>Tedavisi gecikmiş (neglected) aşil tendon rüptürleri.....</b>	<b>15</b>
<b>GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>19</b>
<b>BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>30</b>
<b>TARTIŞMA.....</b>	<b>42</b>
<b>SONUÇLAR.....</b>	<b>50</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>51</b>
<b>İNGİLİZCE ÖZET.....</b>	<b>53</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>54</b>

## GENEL BİLGİLER

### GİRİŞ ve TARİHÇE

Subkütan aşil tendon rüptürü, ilk olarak Ambroise Pare tarafından 1575 yılında tanımlanmıştır. 1724 yılında Petit, biri bilateral olmak üzere 3 olguyu yayınlamıştır. Abrahamsen, 1923 yılında 7 olguluk serisini bildirmiştir. İlk büyük seri, Quenu ve Stainovitch 1929 yılında 2'si kendilerine ait olmak üzere literatürden derledikleri toplam 66 olguyu tartıştıkları çalışmalarını ortaya çıkarmıştır. Platt 11 olgu (1931), Kager 38 olgu (1939), Schanabert 13 olgu (1940), Silverskiöld 7 olgu (1941) bildirmiştir. 1900'lü yıllara dek konservatif tedavi ön planda gitmiş, 1923 yılında Abrahamsen'in, 1929 yılında Quenu ve Stainovitch'in cerrahi tedavi sonuçlarını bildirmeleriyle cerrahi tedaviye eğilim başlamıştır. 1959 yılında Amer ve Lindholm'ün modern cerrahi teknikleri ile sağlanan sonuçlar cerrahiyi daha popüler hale getirerek, özellikle gençlerde ve kronik olgularda ön plana geçmesine neden olmuştur. Zaman içinde cerrahi tedavinin komplikasyonlarının ortaya çıkması konservatif tedaviyi tekrar gündeme getirmiştir ve tedavi seçimi konusunda tartışmalar günümüze dek süregelmiştir.<sup>4,14,21,27,42,49,57</sup>

### AŞIL TENDON KOMPLEKSİNİN ANATOMİSİ ve BİYOMEKANİĞİ

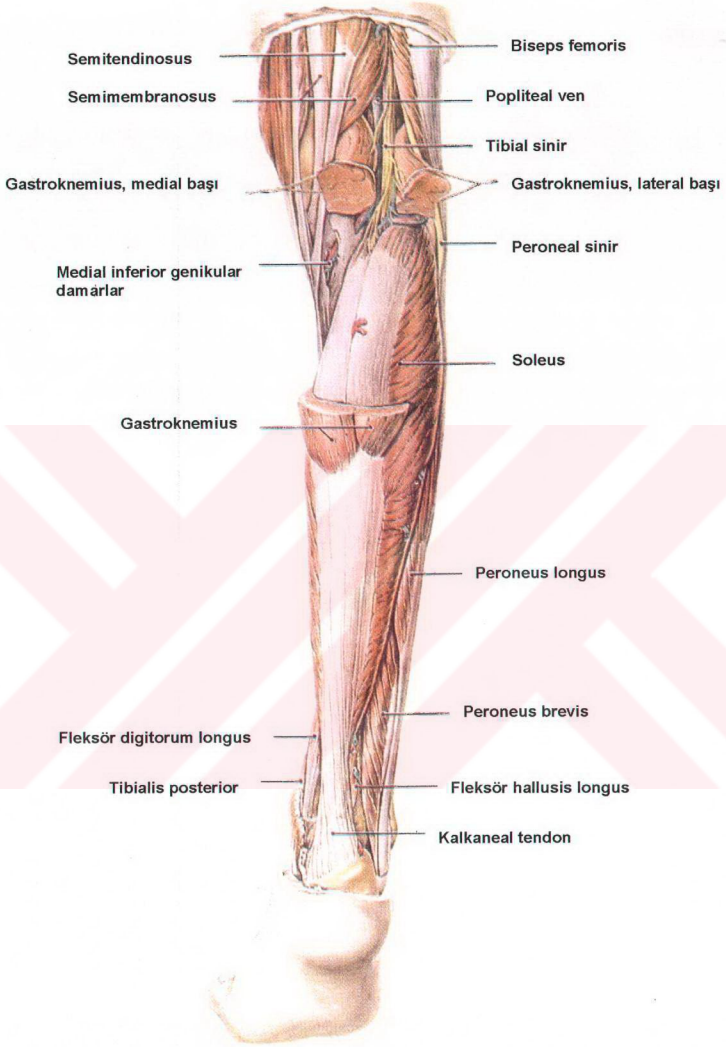
Aşil tendon rüptürünün mekaniğini ve tamir yöntemlerini yorumlayabilmek için öncelikle aşil kompleksinin anatomisi ve mekanik özellikleri anlaşılmalıdır.

#### ANATOMİ

Kruris bölgesinde posterior kas grupları yüzeysel ve derin olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Yüzeysel grup **gastroknemius, soleus ve plantaris** kaslarından oluşur. Gastroknemius ve soleus kasları **triseps surae** adı ile anılan kas grubunu meydana getirirler.<sup>46</sup> Triseps surae kas grubunun uzantısı aşil tendonunu oluşturur. (Şekil-1)

**M. gastroknemius:** Kruris posteriorunda en yüzeysel, fuziform şekilli, medial ve lateral olarak iki başlı, diz ve ayakbileği eklemleri ile anatomik ve fonksiyonel ilişkileri olan bir adeledir. Medial başı femur medial kondilinin üst kısmında popliteal yüzeysel; lateral başı femur lateral kondil lateral yüzünden başlar.



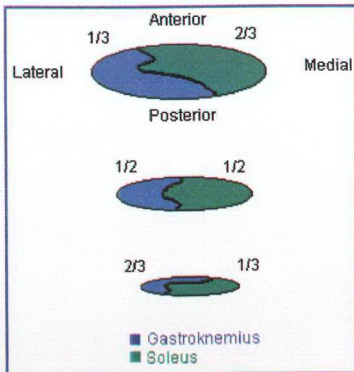


Şekil-1: Kruris posterior anatomisi.<sup>46</sup>

Kas distalde soleus kası ile birleşerek aşıl tendonunu oluşturur ve kalkaneus posterioruna yapışır. Başlıca fonksiyonu ayağın plantar fleksiyonu, yürüme sırasında topuğun yerden kalkması olmakla birlikte diz ekleminin fleksörü olarak da görev yapar. Gastroknemiusun inervasyonunu tibial sinir ( $S_1$  ve  $S_2$ ) sağlar.<sup>46</sup>

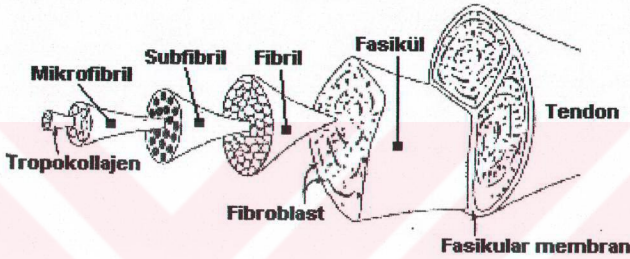
**M. soleus:** Gastroknemiusun altında uzanır. Fibula başı posteriorundan ve tibia 1/3 proksimal posterior yüzünden başlar ve aşıl tendonu yapısına katılarak sonlanır. Ayağın plantar fleksiyonu yanısıra bacağın ayak üzerinde sabit kalmasını sağlayarak ayakta duran kişinin öne doğru düşmesini engeller. Gastroknemiustan farklı olarak, diz eklemini çaprazlamadığı için, diz ekleminin hareketleri üzerine fonksiyonel herhangi bir etkisi yoktur. Soleusun inervasyonu da tibial sinir tarafından sağlanır.<sup>46</sup>

**Aşıl tendonu:** Vücudun en kuvvetli ve en kalın tendonudur.<sup>23,25</sup> Gastroknemius ve soleus kaslarının, kalkaneusun yaklaşık 15 cm üzerinde birleşmesiyle oluşur. Cummins ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalar, yukarı seviyelerde soleusa göre posteriora yerleşim gösteren gastroknemius kasına ait liflerin aşağıya inildikçe anterolaterale doğru spiral bir hareket gösterdiklerini ortaya koymuştur.<sup>13</sup> Bu çalışmaya göre başlangıçta posteriora yer alan lifler posterolaterale, lateral lifler anterolaterale, orta kısımdaki lifler laterale yer değiştirirler. Bu durumda, başlangıçta anteriorda konumlanmış olan soleusa ait lifler de posteriora ve mediale doğru yer değiştirir. (Şekil-2) Bu rotasyonun derecesi bireysel farklılıklar gösterebilir. Tendonun kalkaneusa yapışma yerindeki genişliği 1.2-2.5 cm, kalınlığı 5-6 mm'dir. Kalkaneus posterior yüzü üst kısmı ile tendon arasında derin retrokalkaneal bursa, tendon ile üzerindeki derin fasya arasında yüzeysel retrokalkaneal bursa yer alır.



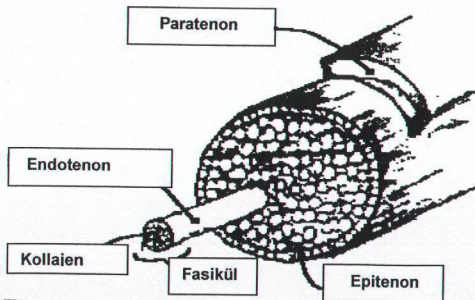
Şekil-2: Aşıl tendonunda, gastroknemiusa ait liflerin soleus lifleri etrafında rotasyonu.<sup>13</sup>

**Tendonların yapısal özellikleri:** Tendonlar, primer olarak kollajen doku orijinli, kemikler ile kaslar arasında bağlantıyı dolayısıyla kuvvet transferini sağlayan yapılardır. Temel yapıları sıkıca düzenlenmiş olan kollajen liflerinden, fibroblastlardan ve diğerlerine göre daha az oranda bulunan bağ dokusundan oluşur. Bu üç ünite birleşerek tendon fibrillerini, bu fibrillerin birleşmesi de tendon fasiküllerini oluşturur.(Şekil-3) Tendonu oluşturan fasiküllerin sayısı tendonun büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlik gösterir.



Şekil-3: Tendonların genel yapısının şematize görünümü.<sup>50</sup>

Aşıl tendonu gerçek bir tendon kılıfına sahip değildir. Bununla birlikte paratenon ve mesotenon tarafından tamamen çevrilidir. (Şekil:4). Paratenon, sarı elastik fiberlerden oluşur, tendonun derin fasya üzerindeki kayma hareketini kolaylaştırır. Mesotenon ince, mesenter benzeri bir tabakadır ve bazı araştırmacılar paratenonun bir komponenti olarak kabul ederler.



Şekil-4: Tendon kesitinin şematize görünümü.<sup>25</sup>



Tendonların kollajen içeriği, ligamanlarla karşılaştırıldıklarında -kuru ağırlıklarına göre- daha fazladır. Total kollajen içeriklerinin %95' i tip1, %5' i tip3 kollajendir. Proteoglikanlar oldukça düşük konsantrasyonlarda bulunur ve kollajenöz dokunun fonksiyon ve yapısını destekleyici görev yaparlar. Tendonların kompresif kuvvetler etkisinde kalan kısımları oldukça fibrokartilajinöz özelliktedir ve bu kısımlarda glikozaminoglikan, biglikan içerikleri oldukça yüksek oranlardadır. Primer olarak tensil kuvvetlerin etkisinde kalan kısımlarda ise glikozaminoglikan içerikleri düşüktür. Tendonların kemiğe tutunması kompleks bir olaydır; kollajen lifler fibrokartilaj içine karışır, mineralize olur ve sonra kemikle birleşir. "**Sharpey'in delici lifleri**", periost boyunca giden tendon fibrillerinin kemiğin dış lamel yapısı ile devam edişi, yani entesis denen tendon girişi için, önemlidir.

Tendonların beslenmesi üç farklı kaynak tarafından sağlanır:<sup>55</sup>

- 1- Proksimal kas gövdesi (özellikle tendonun proksimal kısmı),
- 2- Tendon-kemik birleşme yeri,
- 3- Paratenon ve mesotenon kompleksi.

Edwards 1946 yılında kollajen demetleri çevresinde longitudinal olarak uzanan intratendinöz damar kanalcıklarını ortaya koymuştur. Herbir kanalcıkta bir arter ve iki ven yer alır. Lagergren ve Lindholm 1959 yılında yaptıkları çalışmada, kantitatif bir değerlendirme olmamakla birlikte, aşıl tendonunun kalkaneusa yapışma yerinden 2 ve 6 cm proksimal bölgeleri arasında kalan segmentin kanlanması çok zayıf olduğunu ortaya koymuşlardır.<sup>35</sup> Carr ve Norris, 1989 yılında yaşları 56 ile 79 arasında değişen 16 taze kadavra üzerinde yaptıkları çalışmada kalkaneal tendonun orta kısımlarında, proksimale ve yapışma yerlerine göre, intratendinöz damarcıkların transvers kesit yüzey alanlarında ve sayılarında anlamlı derecede azalma olduğunu göstermişlerdir.<sup>9</sup>

**Tendonlarda iyileşme mekanizması:** Tendonların rejenerasyon kapasiteleri literatürde halen tartışmalıdır. Birçok araştırmacı, paratendinöz yapıların bütünlüğünü korumasının iyileşme için şart olduğunu ortaya sürmektedir.<sup>33,47,55</sup> Deneysel gözlemler tendon kılıfının yırtıldığı durumlarda, matür tendon hücrelerinin fibröz protein sentezi yapamamalarından dolayı, proliferasyonun yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Peacock, tendon ve

tendon kılıf hücrelerinin yeni kollajen sentezleme yeteneklerinin olmadığı; rejenerasyon için gerekli hücrelerin çevre dokulardan sağlandığını savunmaktadır.<sup>23</sup>

Akut bir yaralanma sonrasında tendonun iyileşme safhaları genel anlamda diğer yumuşak dokulardaki iyileşme ile aynı fazları gösterir. İlk dönemde ortaya çıkan inflamatuvar yanıt ekstrensek hücre invazyonuna neden olarak iyileşme sürecinin başlamasını sağlar.<sup>50,55</sup>

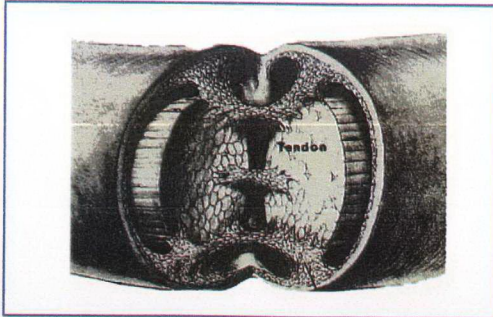
Aşil tendonu rüptüre olduğunda uçlar genellikle saçaklanır ve proksimal kısım retrakte olur. Proliferatif materyal; epitenon, endotenon ve paratenon tarafından ortama sağlanır. Hücreler yeni bağ doku sentez yeteneğini kazanınca yara içini önce jelatinöz, daha sonra koyu kıvamda (dense) fibröz skar dokusu doldurur. Yeni rejenere doku ve tendon uçları bu aşamada incelenirse tendon uçlarının tam olarak birleşmediği ve yeni dokunun tendon çevresinde örüldüğü görülür.(Şekil-5) İyileşmenin ilk 4 haftasında histolojik özellikler şunlardır.<sup>50,55</sup>

**1.hafta:** Kopuk tendon uçları arasında, jel kıvamında seröz granülasyon dokusunun oluşturduğu fibroblastik bir destek ile, köprü kurulur.

**2.hafta:** Paratenon vaskülaritesi artar ve kollajen proliferasyonu başlar. Uçlar arasındaki boşluk 10-14 günde tendon elemanlarınınca doldurulur. Klinik olarak izometrik kasılmaların başlatılabildiği görülür.

**3.hafta:** Kollajen lifleri birleşmeye ve kendi aralarında longitudinal olarak dizilmeye başlar. Orta derecede kuvvetli bir bağlantı sağlanır ve tendon ile çevre doku arasında bir ayırım ortaya çıkmaya başlar.

**4.hafta:** Ödem azalır, artmış olan damarlanma normale dönmeye başlar. Bu aşamada maksimal kontraksiyon gücü büyük oranda geri dönmüştür ve mobilizasyona başlanabilir.



Şekil-5: Tendon iyileşmesinin şematize görünümü.<sup>50</sup>



## AŞIL TENDON RÜPTÜRLERİNDE MEKANİZMA ve PATOGENEZ

Aşil tendon rüptürleri sıklıkla orta yaşlı, sedanter ve kopma sırasında antreman eksikliği içindeki kişilerde ortaya çıkar.<sup>23,25,27</sup> Inglis ve Sculco, yaptıkları çalışmada 159 hastanın 163 aşil tendon rüptürünü (4'ü bilateral) irdelemişler ve olguların çoğunun sağlıklı ve kuvvetli bireyler olduğunu ortaya koymuşlardır.<sup>27</sup> Sürel ve arkadaşları 3'ü kadın toplam 16 hastada cerrahi tedavi sonuçlarını sundukları çalışmalarında kadınlarda yaş ortalamasını 44, erkeklerde 33,8 olarak bildirmişlerdir.<sup>57</sup> Leppilahti, yaptığı çalışmada 101 hastayı değerlendirmiş ve yaş ortalamasını 40 olarak ortaya koymuştur.<sup>39</sup>

Aşil tendon rüptürü direkt yada indirekt mekanizma ile oluşabilen bir problemdir. Direkt yaralanma, tendon kontrakte durumdayken üzerine sert bir cisim ile vurulması, otomobil kazaları sırasında oluşabilen künt travmalar veya ateşli silah yaralanmaları ile ortaya çıkabilir. İndirekt travma 3 farklı mekanizma ile olabilir:

① Yürüyüşün ön ayak itme (push off) periodunda dizin ekstansiyona gelmesi ve baldır kaslarının ani kontraksiyonu ile; ② baldır kasları hafif kasılı durumdayken ayak bileğinin beklenmedik bir anda dorsifleksiyonu ve aynı anda gastroknemius-soleus kompleksinin refleks olarak kontraksiyonu ile ③ yüksekten düşme sırasında ayağın ani ve şiddetli dorsifleksiyona gelmesiyle olabilir.<sup>7,23,25,50</sup>

Aşil tendon rüptürünün patogenezinde tendondaki dejeneratif değişiklikler, sistemik hastalıklar, tekrarlayan mikrotravmalar, vaskülaritede azalma ve antremansız bireylerde ani yüklenmeler rol oynar. Aşil tendon rüptürleri genellikle tendonun kalkaneusa yapışma yerinden önceki 2 ile 6 cm'lik segmentinde ortaya çıkar. Gençlerde miyotendinöz kısımda, orta yaş grubunda ise kalkaneusa yapışma yerinde kopma daha sık görülür.<sup>23</sup> Hastad ve arkadaşları çeşitli yaş gruplarından hastalara <sup>24</sup>Na radioizotop enjekte ederek aşil tendonu tarafından tutulumunu incelemişler ve yaşın ilerlemesiyle tendonun beslenmesinin zayıfladığını ortaya koymuşlardır.<sup>24</sup> Arner 12 taze rüptürü incelemiş olduğu çalışmasında tendonlarda dejeneratif değişiklikler olduğunu öne sürmüştür.<sup>3</sup> Lagergren ve Lindholm dejeneratif değişiklikleri

tendonun beslenmesindeki zayıflığa bağlamaktadırlar.<sup>35</sup> Kannus ve Jozsa, 397 tanesi aşıl tendonu olmak üzere toplam 891 tendon rüptürünü inceledikleri çalışmalarında histolojik tetkikler sonucunda değişik oranlarda hipoksik dejenerasyon, tendolipomatozis, mukoid dejenerasyon ve kalsifiye tendinit saptamışlardır.<sup>31</sup> Tendonlarda inflamatuvar hücre infiltrasyonuna rastlamadıklarını, yaşla orantılı olarak kollajen içeriğinin arttığını ancak elastin ve proteoglikan matriksin nisbi olarak azaldığını buna bağlı olarak da elastisitenin azaldığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca yenidoğan tendonunun su içeriği %80 iken yaşlı populasyonda bu oranın %30'lara düştüğünü belirtmişlerdir. Tüm bu bulgulara dayanarak 45 yaş üzerinde rüptür riskinin arttığını, tenosit ve kollajendeki dejenerasyonun, kesin olmamakla birlikte, azalmış kan akımına bağlı olarak lokal hipoksi, metabolik aktivitenin ve tendonun beslenmesinin bozulmasına bağlı olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.<sup>30,31</sup> Inglis ve Sculco<sup>27</sup> yaptıkları çalışmada tendonun beslenmesinin azalması sonucu sekonder dejenerasyon geliştiğini, 30 yaş üzerindeki bireylerde rüptür riskinin arttığını ortaya koymaktadırlar ve birçok yazar bu düşünceye katılmaktadır.<sup>3,7,9,19,23,25,30,31</sup> Ippolito ve arkadaşları, değişik yaş gruplarından tavşanların aşıl tendonlarını morfolojik, immunokimyasal ve biyokimyasal özellikleri açısından değerlendirmişler; yaşın ilerlemesiyle ekstrasellüler matriksin arttığını, hücre sayısının ve protein sentezinden sorumlu intrasitoplazmik organellerin belirgin olarak azaldığını, kollajen fiberlerin çaplarının arttığını ancak mukopolisakkarid ve su içeriklerinin azaldığını ortaya koymuşlardır.<sup>29</sup> Spontan tendon rüptürlerinin romatoid artrit (RA), sistemik lupus eritematozus (SLE), gut gibi romatik ve bağ doku hastalıkları ile belirgin ilişkileri sözkonusudur. RA'da genellikle elde ekstansör ve fleksör tendonlarda rüptür görülmekle birlikte aşıl tendon rüptürlerinde görülebilmektedir.<sup>22</sup> RA'da tendon rüptürleri, romatoid nodüllerin tendona invazyonu ve buna bağlı olarak kollajenin zayıflaması; tenosinovit ve vaskülitte bağlı olarak tendonda infarksiyon ortaya çıkması ve sinovyal dokudan salınan çeşitli enzimlerin tendonda harabiyete yol açmasına bağlanmaktadır.

SLE'de tendon rüptürleri oldukça nadirdir ve sıklıkla infrapatellar tendonda daha az olarak da aşıl tendonunda meydana gelir.<sup>25</sup> Furie ve Chartash, SLE'li 5 olguda tendon rüptürü saptamışlar ve literatürdeki 21 eski olguyu tekrar incelemişlerdir. 26 olgunun 9 tanesinde neovaskülarizasyon, lif dejenerasyonu,



fibrin benzeri madde birikimi ve kronik inflamatuvar değişiklikler olduğunu ortaya koymuşlardır.<sup>20</sup> Cruickshank, rüptürü olmayan 10 SLE'li hastada eklem ve tendonları incelemiş ve 7 tendon kılıfından 6 tanesinde fibrin benzeri madde birikimi ve sinovyal hücrelerde kayıp olduğunu saptamıştır.<sup>12</sup>

Rask, romatoid hastalık ile takip edilen bir olguda gelişen aşil tendon rüptürünü sunduğu çalışmasında tendon rüptür sahasından alınan seri kesitlerde inflamatuvar hücre bulunmadığını ancak subkutanöz ve subtendinöz bursalarda büyük ölçüde inflamasyon, peritendinöz yapılar da perivasküler lenfositoz olduğunu bildirmektedir.<sup>53</sup> Rüptürü, inflame bursadan salgılanan lizozim, katepsin B, nötral proteaz gibi proteolitik enzimler nedeniyle ortaya çıkan kollejenolize bağlamıştır.

Kortikosteroidlerin tendon rüptürlerinde predispozan olduğu çeşitli yayınlarda bildirilmektedir.<sup>25,32,45,50,58,62</sup> Melmed, astma nedeniyle 3 mg/gün betametazon kullanan bir hastada bilateral aşil tendon rüptürünü yayınlamıştır.<sup>45</sup> Hastanın sağ aşil tendonuna biopsi yapmış ve burada histolojik inceleme sonucunda iskemiye sekonder dejeneratif değişiklikler olduğunu belirtmiştir. Küçük damarların çevrelerinde polimorf ve plazma hücre infiltrasyonu olduğunu, iskeminin de tunika media hipertrofisine bağlı olarak orta kalınlıktaki kan damarlarının daralmasına bağlı olabileceği yorumunu getirmiştir. Tenekecioğlu, allerjik astım sebebiyle 11 yıldır prednisolon kullanan bir hastada bilateral aşil tendon rüptürünü ve literatürü irdelemiş, rüptür oluşmasında kullanılan steroid dozunun ve süresinin fazla önem taşımadığını öne sürmüştür.<sup>58</sup> Kleinman, aşil tendiniti sebebiyle intratendinöz steroid enjeksiyonu uygulanmış ve bir süre sonra rüptür gelişmiş olan 3 hastada rüptürün tendon içine yapılan steroidlere bağlı olduğuna inandığını belirtmektedir.<sup>32</sup>

Wren ve arkadaşları, köpeklerde yaptıkları bir çalışmada, kortizonun tendon iyileşmesi sırasında ortaya çıkan peritendinöz fibrozis üzerindeki etkilerini ve tendon iyileşmesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.<sup>62</sup> Sonuç olarak kortizon uygulamasının peritendinöz fibröz doku oluşumunu azalttığını ancak tendon kılıf rejenerasyonunun geciktiğini ve tendon iyileştikten sonra kontrol grubuyla karşılaştırıldığında %40 oranında daha zayıf olduğunu ortaya koymuşlardır.



## AKUT AŞIL TENDON RÜPTÜRLERİNDE TEDAVİ

Akut aşıl tendon rüptürlerinin tedavisi günümüzde halen tartışmalıdır. Hem cerrahi hemde konservatif tedavi ile mükemmel sonuç bildiren birçok yayın mevcuttur.<sup>17</sup>

Akut rüptürde tedavi temel olarak 2'ye ayrılır:<sup>14</sup>

1- Konservatif tedavi

2- Cerrahi tedavi:

A- Açık cerrahi teknikler

- ▶ Uç-uca tamir (Bunnel, modifiye Kessler, pull out tel suture)
- ▶ Üçlü doku demetiyle (three-tissue bundle) tamir
- ▶ Tendon greftleriyle tamir
- ▶ Fasyal flep ve greftlerle tamir
- ▶ Sentetik materyaller ile tamir (Dacron, Gore-Tex)

B- Kapalı cerrahi teknikler

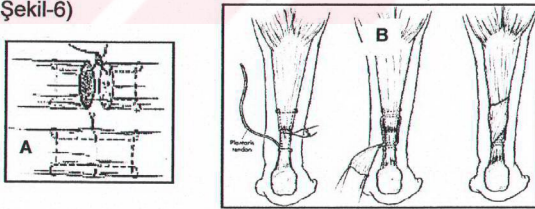
- ▶ Perkutanöz suture
- ▶ Eksternal fiksasyon

**Konservatif tedavi:** Literatüre bakıldığında konservatif tedavi sonuçlarını bildiren en geniş serilerden ikisi Nistor ve Lea'ya aittir.<sup>37,49</sup> Lea ve Smith 66 olgu sundukları yayınlarında ayağın yerçekimi etkisindeki ekinus pozisyonunda diz altı alçı uygulamışlar ve alçı kuruyunca tam yük vermişlerdir. Alçı ile immobilizasyon 8. hafta sonunda 2.5 cm topuk yükseltici kullanmak koşuluyla sonlandırılmış ve hemen gastrocnemius germe egzersizlerine başlamışlardır. Bu serideki 66 hastanın 7'sinde (%11) alçı çıkartıldıktan sonraki 1-4 hafta içinde rerüptür ortaya çıkmış ve tekrar 8 haftalık alçı ile immobilizasyon uygulanmıştır.<sup>37</sup>

Nistor, 60 hastalık serisinde 4 hafta süreyle yerçekimi etkisinde ekinus pozisyonunda dizaltı alçı, takiben ekinusu azaltarak 4 hafta daha alçı olmak üzere toplam 8 hafta süreyle immobilizasyon ve alçı çıkartıldıktan sonra topuğa 2,5 cm yükseklik verecek şekilde bir protokol izlemiştir. İnisiyal rüptürden sonra 9-16 haftalar arasında 5 olguda (%8) rerüptür bildirmiş ve bu olgularda 7-9 hafta süreyle tekrar alçı ile immobilizasyon yapmıştır.<sup>49</sup>

Konservatif tedavide bir diğer alternatif fonksiyonel cihaz tedavisidir. McComis, 1992 yılında Fowler tarafından ortaya atılmış olan fonksiyonel cihaz ile tedavi yöntemini 15 olguda uygulamış ve 1997 yılında sonuçlarını yayınlamıştır.<sup>44</sup> Bu yöntemde, tanı konulduktan sonra hastaya yerçekimi etkisinde ortaya çıkan ekinus pozisyonunda dizaltı alçı yapılır ve yük vermeksizin 2 hafta immobilizasyon devam ettirilir. 2. hafta sonunda alçı çıkartılır ve 45° plantar fleksiyonda hastanın ekstremitesine göre şekillendirilmiş polipropilen ortez hazırlanır ve velkro tutucular ile stabilizasyon sağlanır. Topuk 4.5 cm'lik yükseklik ile desteklenir ve travmalı ekstremiteye vücut ağırlığının %20'si kadar yük verilir. Plantar fleksiyon her hafta 10° azaltılır ve topuk destek yüksekliği azaltılır. Bu aşamada hastaya aktif plantar fleksiyon egzersizleri başlanır. 6 hafta sonra koltuk değnekleri bırakılarak tam yük verilir; plantar fleksiyon, dorsifleksiyon, inversiyon ve eversiyon egzersizlerine başlanır. 20 haftada ortez tamamen bırakılır.

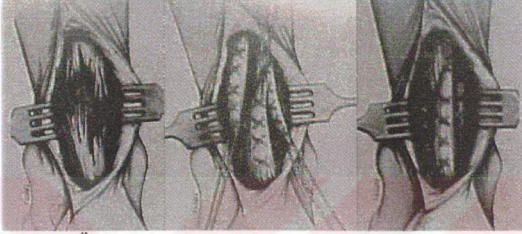
**Cerrahi tedavi:** Aşil tendon rüptürlerinin cerrahi tedavisinde çok sayıda farklı operasyon teknikleri kullanılmaktadır. Değişik suture materyalleri ile uç uca yaklaştırma ve daha sonra alçı ile immobilizasyon en sık kullanılan tekniktir.<sup>17</sup> Suture hattının, gastrocnemius-soleus fasyal flepleri, plantaris tendonu yada peroneus brevis tendon transferi ile kuvvetlendirilmesi temeline dayanan değişik tamir yöntemleri de kullanılmaktadır.<sup>14,17</sup> Uç uca tamirde Bunnel suture ve modifiye Kessler suture teknikleri en sık kullanılan tekniklerdir.(Şekil-6)



Şekil-6: A- Modifiye Kessler tekniği, B-Modifiye Kessler dikişi ile tamir edilmiş tendonun plantaris tendonuyla desteklendirilmesi.<sup>7</sup>

Üçlü doku demetiyle (three tissue bundle) tamir akut rüptürlerde oldukça seçkin bir tedavi modalitesidir. Bu yöntemde, organizasyonu bozulmuş tendon lifleri 3 demet olacak şekilde toparlanır ve nonabsorbabl dikişler ile birleştirilir.(Şekil-7). Cerrahi sonrası ayak gevşek şekilde ekinusa bırakılır, 5-7

gün süreyle dizaltı atel uygulanır ve hastaya diz 45° fleksiyon durumunda elevasyonda istirahat verilir, ancak gerekli durumlarda yük vermeksizin koltuk değneği ile mobilizasyona izin verilir. 1 hafta sonra atel çıkartılarak aktif dorsifleksiyon egzersizlerine başlanır. Ayakbileği nötral pozisyona getirilebilir hale gelince dizaltı yürüme alçısı yapılır ve 6-8 hafta alçıda tutulur. Daha sonra alçı çıkartılır ve kısmi yük verilir. 6-8 hafta sonra tam yük verilmeye başlanır.<sup>14</sup>

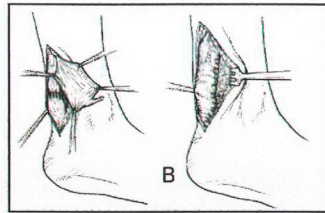
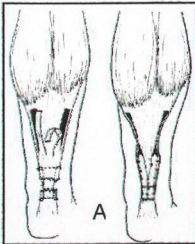


Şekil-7: Üçlü doku demetiyle tamir yönteminin uygulanışı.<sup>14</sup>

Uç-uca tamirin kuvvetini desteklerle arttırmak amacıyla değişik teknikler kullanılmıştır.

**Lindholm tekniği:** Lindholm, 1959 yılında 20 olguda rüptüre tendonun proksimal segmentinde gastroknemius aponevrozundan 1 cm genişliğinde ve 7-8 cm uzunluğunda 2 pediküllü flebi distal segmente çevirerek tamiri gerçekleştirmiş ve kısa dönemde 20 vaka'nın 16'sında mükemmel, 4'ünde iyi sonuç bildirmiştir.<sup>41</sup> (Şekil-8A)

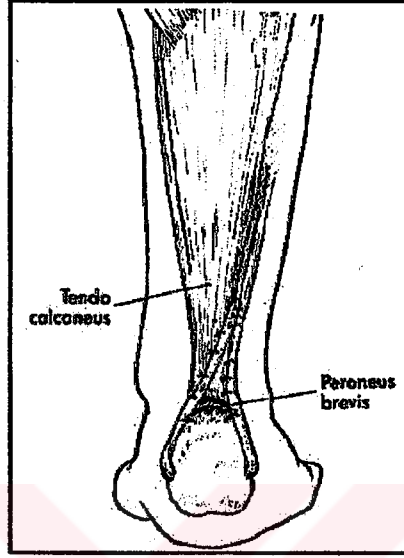
**Lynn tekniği:** Lynn, rüptüre kalkaneal tendonu primer olarak sütüre ettikten sonra plantaris tendonunu distalden serbestleştirerek yelpaze şeklinde açmış ve tendon çevresine membran tarzında sarmıştır.<sup>42</sup> (Şekil-8B)



Şekil-8: A- Lindholm tekniği ile tamir.<sup>41</sup> B-Lynn tekniği ile tamir.<sup>42</sup>

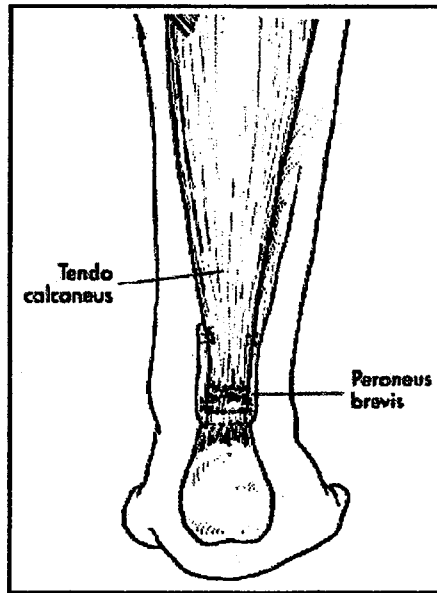


**Teuffer yöntemi:** Teuffer uç-uca tamir sonrası peroneus brevis tendonunu kalkaneusa açtığı transvers bir tünelden karşıya geçirerek dinamik transfer yapmış ve tamiri bu şekilde güçlendirmiştir.<sup>59</sup>(Şekil-9)



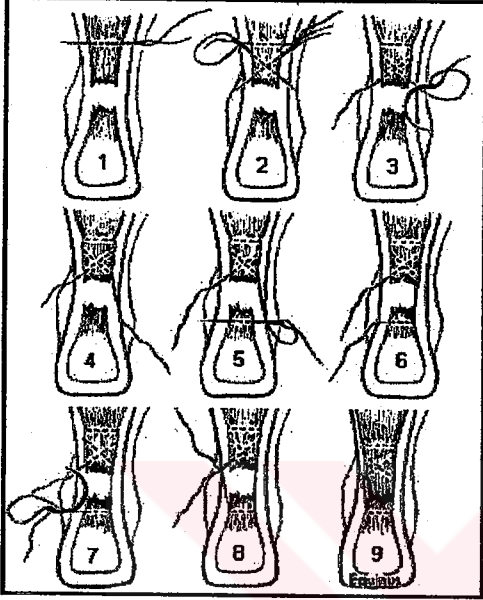
Şekil-9: Teuffer tekniği ile tamir.<sup>7</sup>

Turco ve Spinella, Teuffer tekniğini modifiye ederek peroneus brevis tendonunu rüptüre tendonu distaldeki güdüğü içinden trasvers olarak geçirerek hem distal hem de proksimal kısımlara sutüre etmişlerdir. (Şekil-10)



Şekil-10: Turco ve Spinelli'nin tanımladığı tamir yöntemi.<sup>7</sup>

Akut rüptürlerde kapalı teknikle tamir Ma ve Grffith ile Nada tarafından tanımlanmıştır.<sup>43,48</sup> Ma ve Griffith rüptüre 18 tendonda kendilerinin geliştirdikleri perkutan dikiş yöntemiyle tamir uygulamışlar ve ortalama 40 aylık takipte rerüptür olmadığını bildirmişlerdir.(Şekil-11)



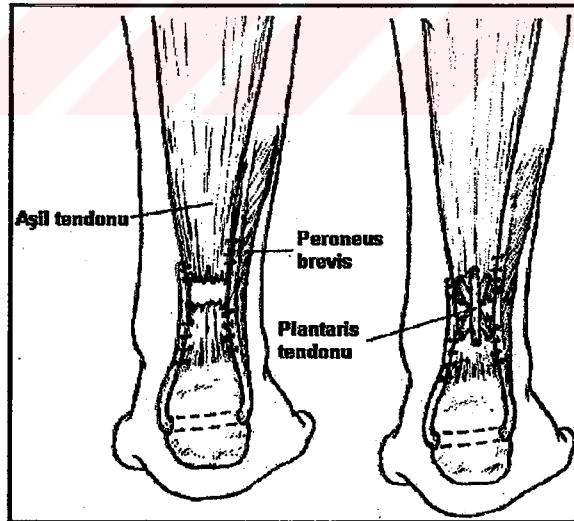
Şekil-11: Ma&Griffith'in akut aşil tendonlarında perkutan tamir yöntemleri.<sup>43</sup>

Kuwada, aşil tendon rüptürlerini, rüptürün özelliklerine göre sınıflamıştır.<sup>33</sup> Bu sınıflamaya göre tendonun %50'sinden az kısmını kapsayan kısmi rüptürler tip I, %50'sinden fazlasını kapsayan parsiyel rüptürler ile rüptüre kısımlar arasındaki mesafenin 3 cm'e kadar olan yaralanmalar tip II, arada 3-6 cm aralık varsa tip III, 6 cm'den fazla mesafe varsa tip IV olarak değerlendirilmektedir. Kuwada, bu sınıflamaya paralel olarak boşluk 3 cm'den az ise Kessler, Bunnell veya Ma ve Griffith yöntemlerinden biriyle uç-uca anastomozu, 3-6 cm defektlerde gastroknemius otojen tendon fleplerini ya da sentetik greftleri; 6 cm'den büyük defektlerde rotasyonel tendon greftlerini, sentetik greftleri ya da gastroknemiusu distale serbestleştirilerek uç-uca anastomozu önermektedir.<sup>34</sup> Kuwada, cerrahi tedavi sırasında paratenon ve mezotenonun tamir edilmesi gerektiğini, şayet bu yapılamıyorsa çevre adipoz dokunun aşil tendonu çevresine sarılmasının yapışıklıkları azaltacağını bildirmektedir. Herhangi bir sentetik materyal kullanılıyorsa bunun tendonun içine interpoze edilmesi ya da tendonun anterior yüzünden yerleştirilmesini önermektedir.<sup>33,34</sup>

## TEDAVİDE GECİKİLMİŞ (NEGLECTED) AŞİL TENDON RÜPTÜRLERİ

Aşil tendonunda rüptüre sebep olan travma üzerinden 2-3 hafta geçmişse, tendonun distal ve proksimal segmentlerinde kontraksiyon ve retraksiyon meydana gelir ve uçlar arası skar dokusu ile dolmaya başlar. Tendon uzayarak iyileşme gösterebilir ve bunun sonucunda yürümenin ön ayak itme safhası ileri derecede etkilenerek koşma, atlama, merdiven inme-çıkma zorlaşır; fonksiyonel bir yetersizlik söz konusu olur.<sup>7,17,14,36</sup> İhmal edilmiş rüptürlerde hasta, başparmak fleksörlerini ve peroneal kaslarını kullanarak plantar fleksiyon yapabilir. Tedavisi gecikmiş bu tür yaralanmalarda uç-uca tamir yapılamaz. Üzerinden 3 ay veya daha fazla süre geçmiş rüptürlerde hastanın yaşı, aktiviteleri, ve fonksiyonel yetersizlik gözönünde bulundurulmalı ve tedavi buna göre planlanmalıdır.

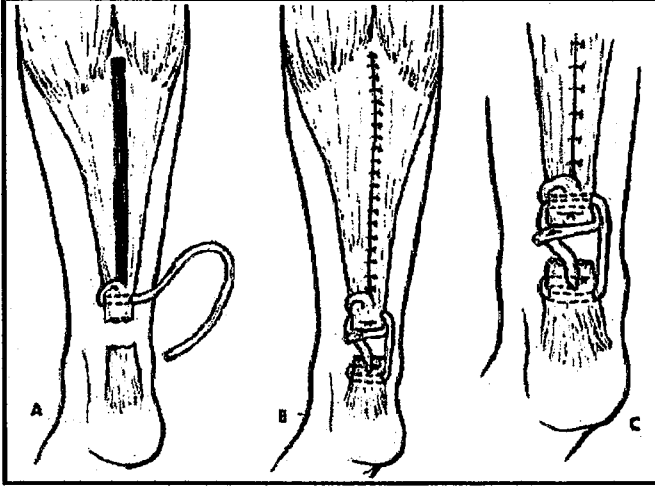
White ve Kraynick, peroneus brevis tendonunu kalkaneusa açtıkları transvers tünelden geçirerek aşil tendonuna dikmişler Daha sonra plantaris tendonunu kullanarak tamiri kuvvetlendirmişlerdir.<sup>7,60</sup> (Şekil-12) Postoperatif dönemde, 6 hafta süreyle, diz 30° fleksiyonda ayak 20° plantar fleksiyonda diz üstü alçı uygulamışlar daha sonra 4-6 hafta kalmak üzere dizaltı yürüme alçısına geçmişlerdir.



Şekil-12: White ve Kraynick tarafından tanımlanmış olan, peroneus brevis ve plantaris tendonları ile tamir tekniği.<sup>7</sup>

Bugg ve Boyd, fasya latadan hazırladıkları şeriti (strip) rüptüre tendon uçları arasında köprü olarak kullanmışlar ve defekt çevresini fasya ile sarmışlardır. Daha sonra proksimal parçadan transvers olarak geçirdikleri tel dikişi topuktan çıkararak (pull out suture) kendi tekniklerini tanımlamışlardır.<sup>6</sup>

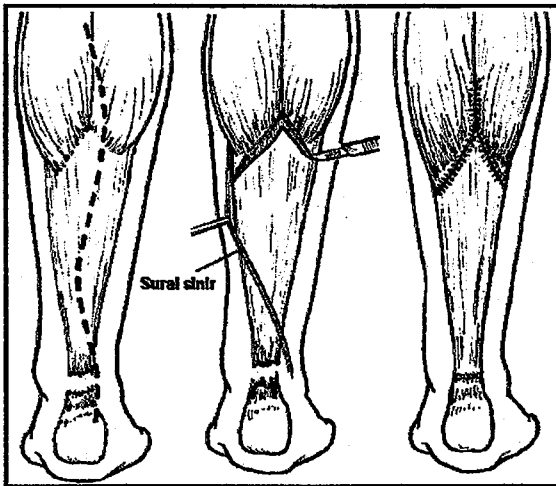
Bosworth, gastroknemiustan 1.5 cm genişliğinde ve 17,5-22,5 cm uzunluğunda şerit hazırlayarak aşağıya doğru çevirmiş, proksimal parçadan transvers olarak geçirmiş, distal segmentle bağlantıyı sağlamıştır.<sup>7</sup> (Şekil-13)



Şekil-13: Bosworth tekniği ile tamir.<sup>7</sup>

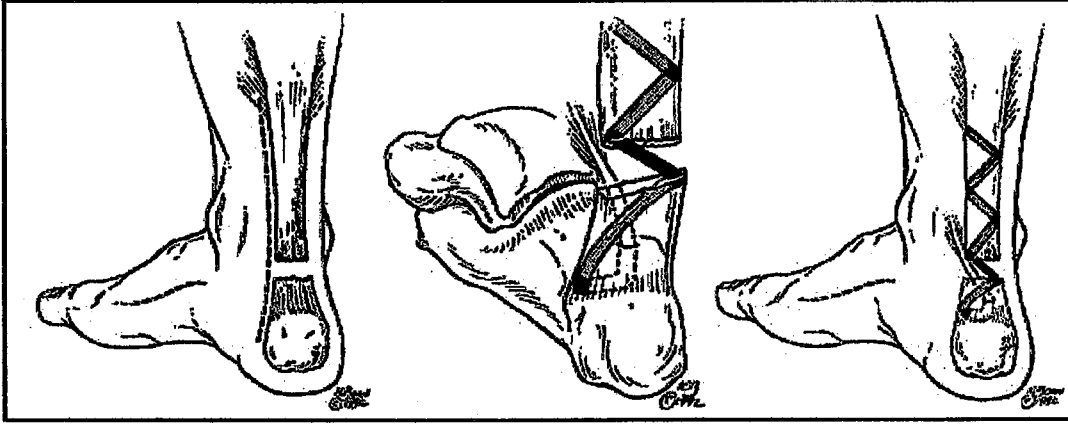
Esemenli ve arkadaşları, Bosworth tekniğini modifiye ederek gastrosoleus flebini perkutan distal segmente doğru ilerletmişler ve bu şekilde yapılacak tamir ile cilt insizyonunun distal 1/3'lük kısmından kazanç sağladıklarını, böylece yara komplikasyonlarını azalttıklarını, 2 yıllık takiplerinde yara komplikasyonu ve rerüptür ile karşılaşmadıklarını bildirmişlerdir.<sup>16</sup>

Abraham ve Pankovich, proksimal muskulotendinöz bileşkede aponevroz ve altındaki kası ters V şeklinde serbestleştirdikten sonra distale ilerleterek V-Y flep şeklinde rekonstrüksiyonu sağlamışlardır.(Şekil-14) Postoperatif 6-8 hafta diz üstü alçı ile immobilizasyon ve daha sonra 4-6 hafta dizaltı alçı uygulamışlardır.<sup>1</sup>



Şekil-14: Gecikmiş rüptürlerde V-Y ilerletme tekniği ile tamir.<sup>7</sup>

Wapner ve arkadaşları fleksör hallucis longus ile tamir tekniğini geliştirmişlerdir.(Şekil-15). Cerrahi sonrası 4 hafta süreyle dizaltı yürüme alçısı ile immobilizasyon uygulamışlar, germe ve hareket açıklığını artırıcı egzersizlere 8. haftadan sonra başlamışlardır.<sup>7</sup>



Şekil-15: Fleksör hallucis longus transferi ile tamir tekniği.<sup>7</sup>

Tedavisi ihmal edilmiş (neglected) yaralanmalarda çevre yumuşak dokudan destek sağlayarak yapılan rekonstrüksiyonların yanısıra sentetik materyallerle tamir yöntemleri de mevcuttur. Choksey; plantaris, peroneus brevis veya fascia lata şeritlerinin destek amaçlı kullanıldığı cerrahi tekniklerin yaşlı veya romatoid artritli kişilerde kullanımının her zaman mümkün olmayacağını belirterek yaşları 55 ile 78 (ortalama 65,6) olan ve yaralanma üzerinden 3-15 ay (ortalama 10 ay) geçmiş olan 5 olguda Marlex mesh ile tamir yapmıştır.<sup>11</sup> Ortalama 23,4 aylık takip sonucunu çok iyi olarak bildirmiştir.

Ozaki, yaşları 34 ile 57 arasında değişen 6 hastada Marlex mesh ile tamir yapmıştır. Tamir yapılan taraf sağlam tarafla karşılaştırıldığında plantar fleksiyon gücü %94,8, baldır çevresi %96,9, ayak ucunda dururken topuğun yerden yüksekliği %87,9, tendon uzunluğu %119 olarak bulunmuştur.<sup>51</sup>

Fairen, yaşları 29 ile 54 arasında olan ve haftada en az 4 saat spor ile uğraşan 29 hastada, travma sonrası 2. ile 10. günler arasında polietilen terephthalate mesh ile tamir yapmıştır.<sup>18</sup> Daha önceki olgularında peroneus brevis tendon transferini kullandığını ancak adı geçen kası sakrifiye etmek istemediğini dolayısıyla evertör ve invertör kaslar arasındaki dengeyi korumak istediği için mesh ile rekonstrüksiyonu tercih ettiğini bildirmiştir. Fairen, postoperatif dönemde immobilizasyon uygulamamış, 2. günden sonra aktif-



---

asiste harekete izin vermiş ve 3. haftada parsiyel yük vermeye başlamıştır. 6 ay-5 yıl arasındaki takip sonuçlarında rerüptür bildirmemektedir.

Howard, travma ile operasyon arasındaki sürelerin 6 hafta ile 9 ay arasında (ortalama 6 ay) olan 5 olguda karbon fiber ile tamir uygulamış ve ortalama 13 aylık takipte rerüptür bildirmemiştir.<sup>26</sup>



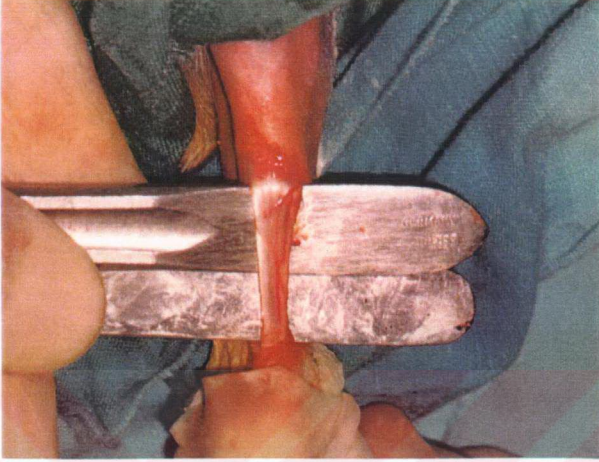
## GEREÇ ve YÖNTEM

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Deney Hayvanları Araştırma ve Üretim Laboratuvarında aşil tendon rüptürlerinin tedavisinde 3 farklı yöntemin, tendonun mekanik ve histolojik özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla ağırlıkları 2500-3100 gr (ortalama: 2862,5 gr) olan 36 adet, erişkin, dişi Yeni Zelanda tavşanı üzerinde çalışıldı.

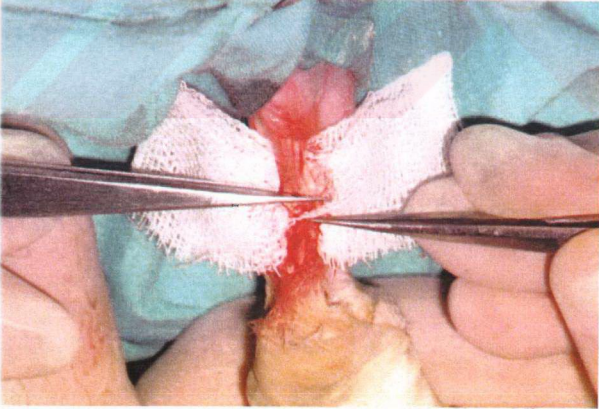
Deneyler, herbiri 12 tavşandan oluşan 3 grupta yapıldı ve cerrahi girişimler tüm hayvanlarda sol bacak üzerinde gerçekleştirilirken sağ bacaklar, grupların kendi içlerinde kontrol grubu olarak kullanıldı. Tüm gruplarda, anestezi için Ketamin HCl (Ketalar®, Parke-Davis) 40 mg/kg ve Xylazine HCl (Ronpun®, Bayer) 5 mg/kg intramuskuler olarak kullanıldı. Lokal olarak 0.5 ml %1'lik lidokain ile anestezik destek sağlandıktan sonra calcium thioglycolate (Lapiden, C&B Kozmetik laboratuvarı) içeren tüy dökücü krem ile sol kruris posteriorunda epilasyon sağlandı ve povidon iodin ile cerrahi saha temizliği yapıldı. (Resim-1) Ayak steril gazlı bez ile sarıldıktan sonra aşil tendonu palpe edilerek tendonun hemen lateralinde yaklaşık 3 cm'lik longitudinal insizyon ile girildi. Yüzeysel ve derin fasya geçilerek aşil tendonu ortaya kondu. Paratenon, aşilin kalkaneusa yapışma yerinin yaklaşık 0.5 cm üzerinden başlayarak proksimale doğru uzanacak şekilde 2 cm kadar açıldı. (Resim-2) Tendon, distal yapışma yerinin 1,5 cm üzerinden transvers olarak kesildi. (Resim-3) Cerrahi girişim, standardizasyonu sağlamak için, grupların tümünde aynı cerrah tarafından yapıldı.



Resim-1: Deney hayvanının cerrahi girişime hazırlanmış hali.



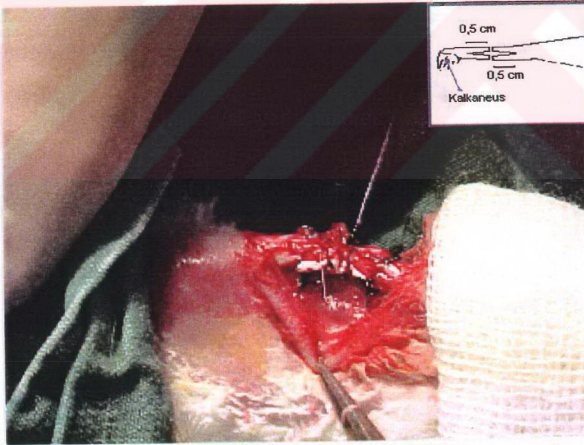
Resim-2: Deney hayvanının aşil tendonu.



Resim-3 : Deney hayvanının aşil tendonuna yapılan transvers kesii.

İlk grupta, aşil tendonu yukarıda tarif edildiği şekilde ortaya koyulduktan sonra distal ve proksimal tendon uçlarında koronal planda 0,5 cm yarık açıldı.(Resim-4) 1 mm kalınlığındaki ve 0,5x1 cm boyutlarındaki poliflorotetraetilen cerrahi membran (GORE-TEX® ,W.L. Gore&Associates,Inc., Arizona), yarık içine tek kat olacak şekilde yerleştirildi ve 3/0 prolene dikiş materyali ile kontinü dikilerek tendon uçları arasında bütünlük sağlandı (Resim-4). Cilt yine aynı dikiş materyali kullanılarak kapatıldıktan sonra diz 45° fleksiyonda, ayak 60° ekin pozisyonunda diz üstüne dek uzanan fiberglas materyal (Bolite, Orthopaedic Fiberglass Casting Tape, 2inx4 yds) ile immobilizasyon sağlandı.(Resim-5)

İkinci grupta tendonlar 3/0 monofilament polipropilen (Prolene, ETHİCON. LTD. U.K.) dikiş materyali kullanılarak modifiye Kessler tendon dikiş yöntemi ile primer tamir edildi.(Resim-6) Daha sonra 1. grupta ki gibi alçı ile immobilizasyon yapıldı.

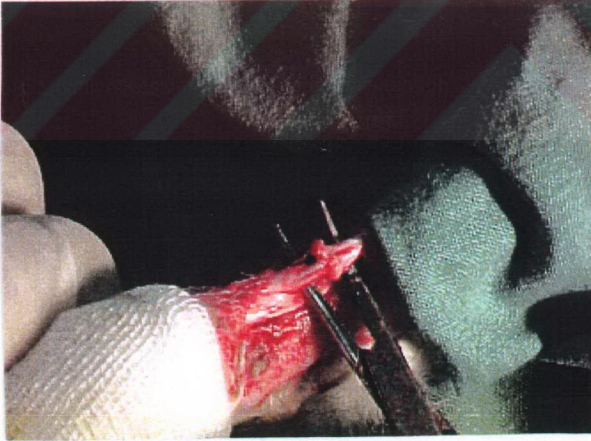


Resim-4: Sentetik materyal yerleştirilerek yapılmış tendon tamirinin görünümü. Sağ üst köşede sentetik materyalin yerleştirilebilmesi için tendonun proksimal ve distal segmentlerinde oluşturulan yarığın şematik görünümü izlenmektedir.





Resim-5: Tüm deney gruplarında uygulanan alçı ile immobilizasyon.



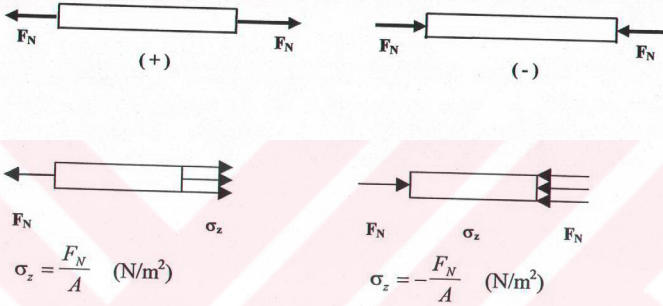
Resim-6: Modifiye Kessler yöntemi ile dikilmiş tendon

## 2. Ölçme düzeneği:

Çekme anındaki birim uzamalar ( $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$ ) bir strain-gage köprüsü (yarım köprü) yardımıyla  $10^{-6}$  mertebesinde ölçülmüş ve bu değerler bilgisayar yardımıyla kaydedilmiştir.

### MEKANİK YAKLAŞIM:

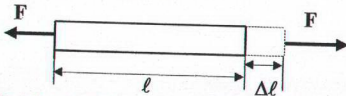
**Eksenel Kuvvet :** Eksenel F kuvvetinin (çekme veya basınç) etkisinde dik kesitte kuvvet yönünde normal gerilme oluşacaktır. (Şekil-16)



Şekil-16: Eksenel kuvvet etkisinde oluşan değişimler. ( $\sigma_z$ : Normal gerilme)

**Gerilme Hali :** Bir elastik cisme etki eden kuvvet sistemine bağlı olarak; tek eksenli gerilme hali, iki eksenli gerilme, üç eksenli gerilme hallerinden biri ile tanımlanır.

**Tek eksenli hal :** Tek eksenli halde (çekme veya basınç) herhangi bir kesitte normal gerilmeler oluştuğunu biliyoruz. Bu gerilmelerin etkisinde cisim kuvvet doğrultusunda boy değiştirir. Çekme kuvveti ile boy uzar, basınç kuvveti ile kısalır. (Şekil-17)



Şekil-17: Çekme kuvveti etkisi ile cisimde olan uzama. (Birim uzama:  $\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$ , Gerilme :  $\sigma = E \cdot \varepsilon$ )

Üçüncü grupta aynı cerrahi açışı takiben, tendonların beslenmesinde farklılık olmaması için paratenon yine aynı uzunlukta açıldıktan sonra tendon aynı seviyeden transvers olarak kesildi ve bırakıldı, cilt kapatıldıktan sonra diğer gruplardaki pozisyonda alçı ile immobilizasyon yapıldı.(Resim-5)

Tüm deney gruplarına, ilk doz cerrahi girişimden 30 dk önce olmak üzere 100 mg/kg dozunda seftriakson disodyum (Rocephin®, Roche) intramuskuler olarak uygulandı ve aynı antibiyotiğe aynı dozda (1X1) postoperatif 3 gün süreyle devam edildi.

Sentetik materyal kullanılarak tamir uygulanan grupta biri postoperatif 18. günde diğeri 26. günde olmak üzere 2 tavşan; primer tamir uygulanan grupta postoperatif 22. ve 30. günlerde olmak üzere 2 tavşan; konservatif tedavi grubundan 2 tavşan postoperatif 38. ve 41. günde öldü. Yaşayan hayvanların hepsinde postoperatif 4. hafta sonunda alçı ile immobilizasyona son verildi ve tavşanlar kafesleri içinde serbest bırakıldı.

Tüm gruplarda 12. hafta sonunda yine Ketamin HCl ve Xylazine HCl ile anestezi sağlandıktan sonra %7.5'lük KCl 3 cc, intrakardiyak olarak enjekte edilerek sakrifikasyon yapıldı. Cerrahi tarafta ve karşı ekstremitede daha önce tanımlanan insizyon ile girilerek aşil tendonu, proksimalde gastroknemius ve soleus kasları femur distaline yapışma yerinden femur kondilleri ile birlikte; distalde kalkaneus ile birlikte olmak üzere çıkartıldı. Her gruptan birer adet tendon, formol solüsyonu içine alınarak histopatolojik tetkik için İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı laboratuvarına ulaştırıldı. Tendonların mekanik olarak değerlendirilmesi İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Mukavemet Biriminde yapıldı.

### **DENEY DÜZENEGİ:**

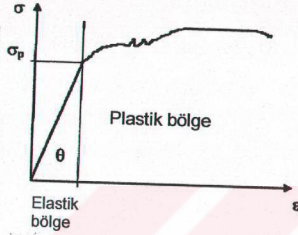
Deney düzeneği iki farklı kısımda oluşturulmuştur.

#### **1. Yükleme düzeneği:**

Tendonların çekme kuvveti uygulanarak kopartılması için bir üniversal test cihazı (UNIVERSAL TEST MACHINE SM 100. Tecquipment Ltd. Model / serial No: SM 100 / J1007 / 4) kullanılmıştır.(Resim-7) Kopma kuvvetleri Load cell yardımıyla dijital olarak okunmuştur.



Çekme deneyinin uygulandığı cisimde gerilme ile şekil değiştirme arasında şekilde gözüktüğü gibi başlangıçta kuvvetin belirli bir değerine kadar doğrusal olan değişim (elastik bölge), kuvvetin artması ile eğrisel bir form alır, nihayet kuvvetin belirli bir değerinde çubuk kopar. Doğrusallığın bozulduğu noktanın sağında kalan bölgeye plastik bölge adı verilir. (Grafik-1)



Grafik-1: Gerilme – Şekil değiştirme grafiği (Çelik için)

Elastik bölgede gerilme ile birim uzama (şekil değiştirme bileşeni) arasında  $\sigma = E \cdot \epsilon$  formülü ile tanımlanan bağıntı vardır. Bu bağıntıdaki orantı katsayısına (E) **Young modülü** veya **Elastisite modülü** adı verilir.

$$E = \tan \theta \quad \text{Elastisite modülü} \quad (N/m^2)$$

### **Birim uzamaların ölçülmesi:**

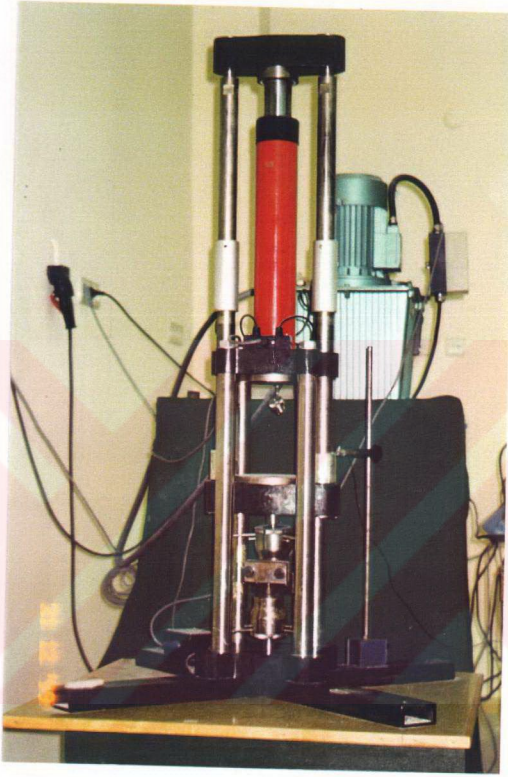
Pratikte şekil değiştirme elemanı olarak birim uzamalar ( $\epsilon$ -strain) değişik prensiplerle tasarlanan elemanlarla ölçülür.

Bunlar,

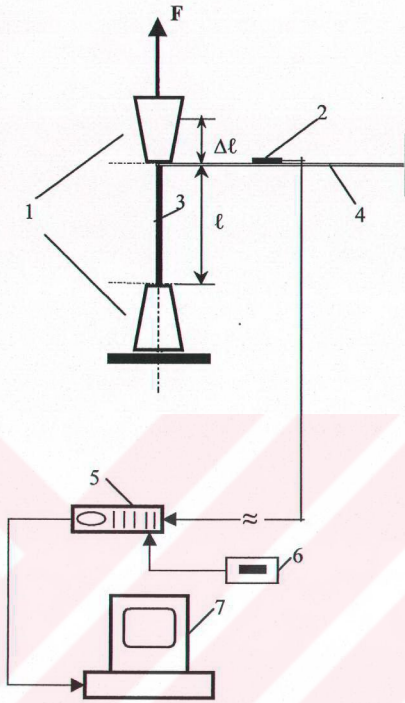
- 1-) Mekanik Strain-Gaugeler
- 2-) Optik Strain-Gaugeler
- 3-) Elektriksel Strain-Gaugeler
- 4-) Akustik Strain-Gaugeler
- 5-) Pnömatik Strain-Gaugeler

şeklinde gruplandırılabilirler. Bunlar içinde pratikte en çok kullanılan grup elektriksel strain gauge'lerdir.





Resim-7: Tendonların mekanik değerdendirmelerinin yapıldığı  
UNIVERSAL TEST MACHINE SM 100. Tecquipment Ltd.  
Model / serial No: SM 100 / J1007 / 4



Şekil-18: Test parçası bağlantı ve ölçüm düzeneği

1. Test makinası bağlantı çeneleri (SM 100 / J1007 /4)
2. Aktif strain- gage
3. Deney parçası
4. Ankastre mesnetlenmiş kiriş
5. Data Logger (E31/J3080/3)
6. Pasif strain- gage (Dummy strain gage)
7. PC

### Elektriksel Strain-Gaugeler:

Elektriksel strain gauge'ler kullanma prensiplerine göre kendi içinde üç guruba ayrılırlar.

- 1-) İndüktif Strain-Gaugeler
- 2-) Kapasitif Strain-Gaugeler
- 3-) Rezistif Strain-Gaugeler

Bunlar şekil değiştirme sonucu strain gauge elemanının bağlı olduğu devrede indüktans kapasitans ve rezistans değişimi verecek şekilde tasarlanmıştır.

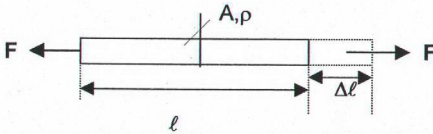
### Strain-Gauge'lerden beklenen özellikler:

- 1-) Kalibrasyon sabiti sıcaklık ve zamanla değişmemeli.
- 2-) Birim uzamalar  $1 \times 10^{-6}$  mertebesinde ölçülebilmeli.
- 3-) Noktasal ölçme yapılabilmesi.
- 4-) Dinamik ve statik ölçmeler yapılabilmesi.
- 5-) Ekonomik olmalı.
- 6-) Ölçümler kolay olmalı.
- 7-) Strain-Gauge cevabı lineer olmalı.

Bu özelliklere en iyi uyan tip elektrik rezistans strain gauge'leridir.

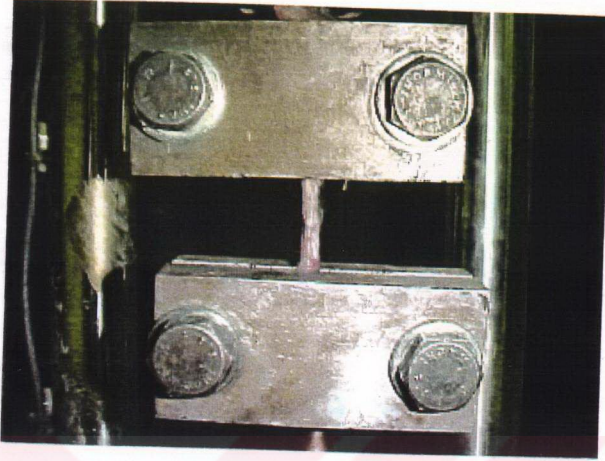
### Elektrik Rezistans Strain-Gaugeleri:

1856 yılında İngiliz bilim adamı Lord KELVIN direnci R olan bir metal tele aksel çekme kuvveti uygulayarak, şekil değişimi ile direnç değişimini izlemiştir. (Şekil-19) Değişik malzemelere aynı kuvveti uyguladığında şekil değişiminin farklı olduğu, dolayısıyla direnç değişiminin de farklı olduğunu izlemiştir. Buna dayanarak elektriksel strain-gaugeleri geliştirmiştir.

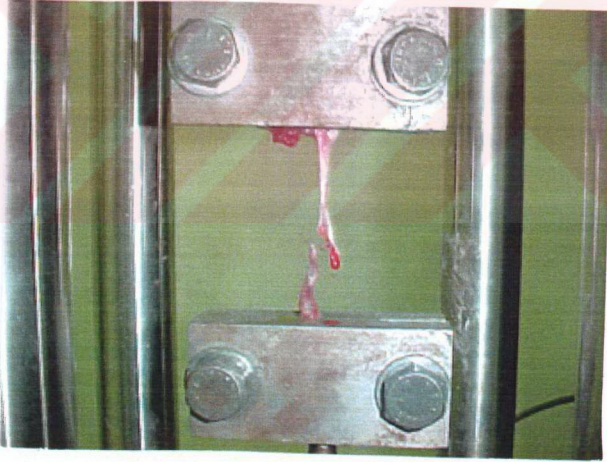


$$R = \rho \frac{L}{A} \quad ( R: \text{Direnç}, \rho: \text{Özdirenç}, L: \text{Uzunluk}, A: \text{Dik Kesit} )$$

Şekil-19: Direnci R olan metal telde aksel çekme kuvveti ile oluşan şekil ve direnç değişimi.



Resim-8: Tensil güç uygulamak üzere bağlanmış olan tendonunun görünümü.



Resim-9: Tensil kuvvet uygulandıktan sonra kopmuş tendon.



## BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

Her gruptan 9 tavşanın aşil tendonlarının kopma kuvvetleri ve birim uzamaları yukarıda anlatılan deney düzeneğiyle ölçüldü. Aşil tendonlarının kopma kuvvetleri sentetik materyal kullanılarak tamir edilen grupta solda 160-320 newton (N) (ortalama 228,8 N), sağda 200-460 N (ortalama 331,1 N); primer tamir uygulanan grupta solda 160-260 N (ortalama 208,8 N), sağda 150-400 N (ortalama 302,2 N); konservatif tedavi grubunda solda 140-300 N (ortalama 195,5 N), sağda 200-380 N (ortalama 303,3 N) olarak bulundu. Tablo-1'de görüldüğü gibi primer tamir uygulanan deney hayvanlarından birisinde ( deney no: 23) cerrahi girişim uygulanan tendonun kopma kuvveti, herhangi bir girişimde bulunulmamış olan sağ aşil tendonu kopma kuvvetinden daha büyük olarak bulundu. Diğer deney hayvanlarından hiçbirisinde bu tip değerle karşılaşılmamış olmasından dolayı bu değerlerin deney hayvanının kendisindeki bir problemden dolayı kaynaklanabileceği düşünüldü ve istatistiksel değerlendirme sırasında bu tavşana ait sonuçlar değerlendirme dışında tutularak primer tamir grubundaki diğer 8 deney hayvanının değerleri kullanıldı.

Deney sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesine, öncelikle tavşanların aynı populasyondan alınıp alınmadığını değerlendirmek amacıyla, her üç grupta sağ aşil tendonlarının kopma kuvvetleri varyans analizinin parametrik olmayan bir şekli olan Kruskal-Wallis tek yönlü Anova testi ile karşılaştırarak başlandı. Bu testte aşağıdaki hipotezler kurulmaktadır:

$H_0$ : Üç grup tavşanda aynı yığından alınmıştır. Sağ aşil tendonlarının kopma kuvvetleri ortalamaları eşittir.

$H_1$ : En az bir grubun ortalaması farklıdır.

Yapılan Kruskal-Wallis 1- Way Anova testi sonucunda sağ aşil tendonları için sıra ortalamaları sentetik materyal grubu için 14,72; primer tamir grubu için 14,13; konservatif tedavi grubu için 11,72 olarak bulunmuş ve anlamlılık derecesi 0,678 olarak hesaplanmıştır. Bu çıktıdan anlaşıldığı gibi anlamlılık derecesi oldukça yüksektir.  $\alpha = 0,05$  değeri için  $H_0$  hipotezini reddedecek yeterli bilginiz olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle üç gruba ilişkin tavşanların aynı yığından geldiğini söyleyebiliriz.

Deneş (Tavşan) no	Vücut Ağırlığı (gram)	YÖNTEM	SOL AŞİL		SAĞ AŞİL	
			Kopma kuvveti. (Newton)	Birim Uzama ( $\times 10^{-6}$ )	Kopma kuvveti. (Newton)	Birim uzama ( $\times 10^{-6}$ )
1	2850	Mesh	260	1230	360	1480
2	3100	Primer	180	1501	220	1307
3	2750	Konservatif	150	1832	300	1805
4	2650	Mesh	220	1280	260	1380
5	2850	Primer	240	1438	340	1194
6	2800	Konservatif	170	1432	250	1576
7	2900	Mesh	260	993	360	778
8	2950	Primer	Postoperatif 30. günde öldü			
9	2850	Konservatif	180	1737	200	1112
10	2950	Mesh	Postoperatif 26. günde öldü.			
11	2800	Primer	260	1088	360	1463
12	3050	Konservatif	Postoperatif 41. günde öldü			
13	3050	Mesh	160	528	200	1517
14	2900	Primer	160	1228	390	1482
15	2700	Konservatif	200	1873	380	1995
16	2800	Mesh	320	890	400	1060
17	2850	Primer	240	1247	320	1486
18	2900	Konservatif	140	1940	380	1355
19	2500	Mesh	200	1080	460	1580
20	3050	Primer	Postoperatif 22. günde öldü			
21	2900	Konservatif	300	1330	340	840
22	2900	Mesh	160	1067	320	1228
23	2850	Primer	180	1739	150	1569
24	2800	Konservatif	160	1307	340	1389
25	3000	Mesh	260	993	280	1775
26	2750	Primer	220	1604	400	1414
27	3050	Konservatif	Postoperatif 38. günde öldü			
28	2950	Mesh	220	880	340	1330
29	2950	Primer	180	1533	320	1486
30	2800	Konservatif	220	1846	240	1448
31	2800	Mesh	Postoperatif 18. günde öldü.			
32	2750	Primer	220	1151	220	1096
33	2950	Konservatif	240	1283	300	1590
34	2850	Mesh	Histolojik değerlendirmede kullanıldı.			
35	2750	Primer	Histolojik değerlendirmede kullanıldı.			
36	2850	Konservatif	Histolojik değerlendirmede kullanıldı.			

Tablo 1: Deneş hayvanlarının özellikleri ve deneş sonuçları.



Yöntemlerin uygulandığı sol taraf aşil tendonlarının kopma kuvvetleri ile sağ aşil tendonlarının kopma kuvvetleri karşılaştırmak amacıyla her grup kendi içinde değerlendirildi:

**a-Sentetik materyal (mesh) kullanılan grup değerlendirmesi:**

$H_0$ : Meshli sol aşil tendonu ile sağ aşil tendonu kopma kuvvetleri değerlendirildiğinde aynı yığından gelmektedir.

$H_1$ : Bu iki grup tendon kopma kuvvetleri açısından değerlendirildiklerinde aralarında fark vardır.

Mann-Whitney U- Wilcoxon Rank Sum W testi sonuçlarına göre mesh ile tamir edilmiş sol bacakta sıra ortalaması 6,17; cerrahi girişim uygulanmamış sağ bacakta sıra ortalaması 12,83 olarak bulunmuştur. Verilerden p değeri 0,0076 olarak bulunmuştur ve bu değer  $\alpha/2=0,025$  değerinden çok düşüktür. Bu nedenle  $H_0$  hipotezi reddedilir ve sağlam aşil tendonu ile yöntemin uygulandığı aşil tendonunun kopma kuvvetleri arasında anlamlı bir farklılık vardır.

**b- Primer tamir grubunun değerlendirmesi:**

$H_0$ : Primer tamir uygulanmış sol aşil tendonu ile sağ aşil tendonu kopma kuvvetleri değerlendirildiğinde aynı yığından gelmektedir.

$H_1$ : Bu iki grup tendon kopma kuvvetleri açısından değerlendirildiklerinde aralarında fark vardır.

Mann-Whitney U- Wilcoxon Rank Sum W testi sonuçlarında sıra ortalaması cerrahi taraf için 5,50; kontrol grubu olarak alınan sağ taraf için 11,50 olarak bulunmuştur ve p değeri 0,0109'dur. Hesaplanan p değeri  $\alpha/2=0,025$  değerinden düşüktür. Bu nedenle sağlam bacak ile primer tamir yönteminin uygulandığı tendonların kopma kuvvetleri arasında anlamlı bir farklılık vardır.

**c- Konservatif tedavi grubunun değerlendirilmesi:**

$H_0$ : Konservatif tedavi edilen sol aşil tendonları ile sağ aşil tendonları kopma kuvvetleri değerlendirildiğinde aynı yığından gelmektedir.

$H_1$ : Bu iki grup tendon kopma kuvvetleri açısından değerlendirildiklerinde aralarında fark vardır.

Mann-Whitney U- Wilcoxon Rank Sum W testi sonuçlarında sol taraf sıra ortalaması 5,78; sağ taraf sıra ortalaması 13,22; p değeri 0,003 olarak bulunmuştur. Bu sonuçta p değeri (0,003),  $\alpha/2=0,025$  değeri için oldukça

küçüktür ve bu tendonların kopma kuvvetleri arasında anlamlı farklılık mevcuttur.

Sonuç olarak her iki grup için sağlam taraf tendonları ile tedavi grup tendonları arasında kopma kuvvetleri açısından anlamlı farklılık olduğu tespit edildi.

Farklı yöntemlerle tedavi edilmiş tendonların kopma kuvvetleri arasında istatistiksel farklılık olup olmadığının anlaşılabilmesi için her üç grubun sol aşil tendonlarının kopma kuvvetleri arasında Kruskal-Wallis 1-Way Anova testi kullanılarak değerlendirme yapıldı. Sentetik materyal kullanılan grupta sıra ortalaması 15,78; primer tamir grubunda 14,25; konservatif tedavi grubunda 10,56 olarak bulundu ve anlamlılık derecesi 0,326 olarak ortaya çıktı. Anlamlılık derecesinin  $\alpha=0,05$  değerine göre oldukça yüksek çıkması, kullanılan yöntemler sonucu kopma kuvvetlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığını ortaya çıkardı. Daha sonra gruplar, birbirleriyle olan istatistiksel ilişkiyi değerlendirmek amacıyla ikişerli olarak karşılaştırıldı:

**a- Sentetik materyal uygulanan tendon grubu-primer tamir uygulanan tendon grubu:**

Sentetik materyal uygulanan aşil tendonlarının ve primer tamir uygulanan tendonların kopma kuvvetlerinin, Mann Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi sonucu sıra ortalamaları, sırasıyla, 9,61 ve 8,31; p değeri 0,591 olarak bulundu. Bu değere göre bu iki grubun kopma kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

**b- Sentetik materyal uygulanan tendon grubu-konservatif tedavi edilen tendon grubu:**

Değerlendirme sonucu sentetik materyal ile tamir edilen grupta Mann Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testine göre sıra ortalaması 11,17; konservatif tedavi uygulanan grupta sıra ortalaması 7,83 olarak bulundu ve p değeri 0,1824 idi. Bu değerlere göre bu iki yöntem arasında kopma kuvvetleri açısından istatistiksel anlamlı bir farklılık yoktur.

**c- Primer tamir uygulanan tendon grubu- konservatif tedavi edilen tendon grubu:**

Primer tamir ve konservatif tedavi gruplarının Mann Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi sonuçlarında sırasıyla, 10,44 ve 7,72 sıra ortalaması



değerleri elde edildi; p değeri 0,2646 olarak bulundu. Bu değerlere bağlı olarak bu iki grup tendonun kopma kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını gördük.

Deney hayvanlarının bireysel farklılıklarından doğabilecek hataları elimine etmek için tüm gruplarda tavşanların cerrahi girişim yapılan sol taraf tendonlarının kopma kuvvetlerinin karşı taraflara oranları alındı (Tablo 2) ve bu oranlar arasında istatistiksel değerlendirmeler yapıldı.

Sentetik materyal grubu			Primer tamir grubu			Konservatif tedavi grubu		
F <sub>Sol</sub> (N)	F <sub>Sağ</sub> (N)	F <sub>Sol</sub> /F <sub>Sağ</sub>	F <sub>Sol</sub> (N)	F <sub>Sağ</sub> (N)	F <sub>Sol</sub> /F <sub>Sağ</sub>	F <sub>Sol</sub> (N)	F <sub>Sağ</sub> (N)	F <sub>Sol</sub> /F <sub>Sağ</sub>
260	360	0,72	180	220	0,82	150	300	0,50
220	260	0,85	240	340	0,71	170	250	0,68
260	360	0,72	260	360	0,72	180	200	0,90
160	200	0,80	160	390	0,41	200	380	0,53
320	400	0,80	240	320	0,75	140	380	0,37
200	460	0,43	220	400	0,55	300	340	0,88
160	320	0,50	180	320	0,56	160	340	0,47
260	280	0,93	220	220	1	220	240	0,92
220	340	0,65				240	300	0,80

Tablo-2: Deney gruplarında, deney hayvanlarının tendonlarında kopma kuvvetlerinin oranları. (F: Kopma kuvveti, N: Newton)

Sol aşil tendonu kopma kuvveti ile aynı deney hayvanının sağ aşil tendonu kopma kuvvetinin oranından ( $F_{Sol}/F_{Sağ}$ ) elde edilen değerler için yapılan Kruskal-Wallis 1-Way Anova testinde sentetik materyal kullanılan grup, primer takip grubu ve konservatif tedavi grubu için sırasıyla 14,28; 13,38 ve 12,83 sıra ortalama değerleri bulunmuş ve anlamlılık 0,9212 olarak ortaya çıkmıştır.  $\alpha=0,05$  için bu değer çok yüksek olduğu için sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Kopma kuvvetleri arasındaki oranlar ikişerli olarak Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi ile değerlendirildiklerinde:

**a- Sentetik materyal uygulanan tendon grubu-primer tamir uygulanan tendon grubu ( $F_{Sol}/F_{Sağ}$  oranı için):**

Sentetik materyal uygulanan grup sıra ortalaması 9,44; primer tamir grubunda 8,50; p değeri 0,6994 olarak bulunmuştur. Bu durumda bu iki grup arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

**b- Sentetik materyal uygulanan tendon grubu-konservatif tedavi tendon grubu ( $F_{Sol}/F_{Sağ}$  oranı için):**

Sentetik materyal uygulanan gruptaki ve konservatif tedavi grubundaki deney hayvanlarının  $F_{Sol}/F_{Sağ}$  değerleri arasındaki değerlendirmede sıra ortalamaları, sırasıyla, 9,83 ve 9,17; p değeri 0,7904 olarak bulunmuştur ve bu değerlerden anlaşıldığı gibi bu iki grup arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

**c- Primer tamir uygulanan tendon grubu- konservatif tedavi tendon grubu ( $F_{Sol}/F_{Sağ}$  oranı için):**

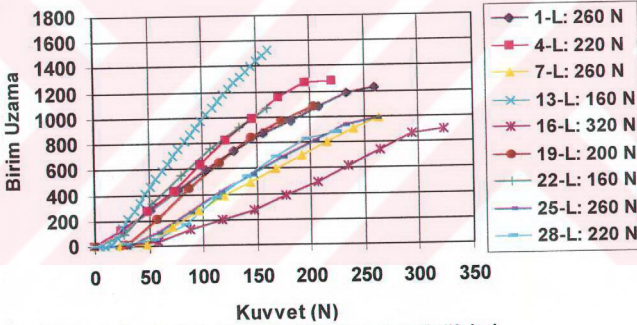
Primer tamir grubu için sıra ortalaması 9,38, konservatif tedavi uygulanan tendon grubu için sıra ortalaması 8,67; p değeri 0,7728 olarak ortaya çıkmıştır.  $\alpha=0,05$  değeri için p değeri bu iki grup değerlendirmesinde de çok yüksek olarak çıkmakta kopma kuvvetlerinin oranları arasında, bu iki grup için istatistiksel anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Kopma kuvvetlerinin değerlendirmelerinden sonra birim uzamaların istatistiksel değerlendirmeleri yapılmıştır. Tüm gruplarda, herhangi bir cerahi girişim uygulanmamış sağ aşil tendonlarının birim uzamaları Kruskal-Wallis 1-Way Anova testi ile değerlendirildiğinde sıra ortalamaları, sentetik mesh kullanılan grup için 12,22; primer tamir grubu için 13,25; konservatif tedavi grubu için 15,00 olarak bulunmuş ve anlamlılık 0,7386 olarak ortaya çıkmıştır. Anlamlılık değerinin  $\alpha=0,05$  değerinden yüksek çıkması deney hayvanlarının sağ aşil tendonu birim uzama eğrileri arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymaktadır. Sentetik materyal kullanılan aşil tendonları ile bu grubun sağ taraf aşil tendonlarının birim uzamaları Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi ile değerlendirildiğinde opere tendonların birim uzama sıra ortalaması 7,33; sağ taraf aşil tendonlarının birim uzama sıra ortalaması 11,67; p değeri 0,0849 olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç sentetik materyal kullanılarak yapılan tamir sonucu iyileşmiş tendonun normal tendona



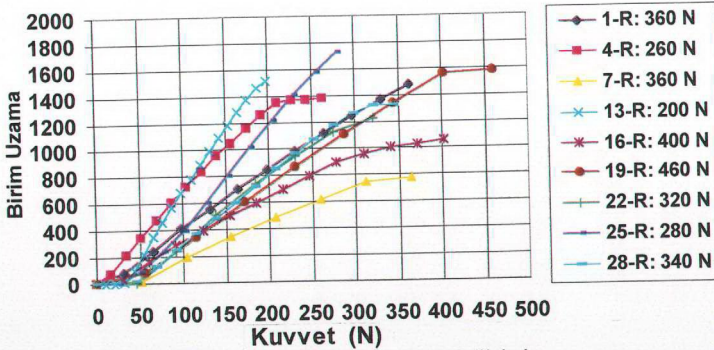
göre daha rijit olduğunu göstermektedir. Primer tamir grubunda aynı test ile yapılan değerlendirmelerde opere sol taraf birim uzama sıra ortalaması 8,25; sağ taraf birim uzama sıra ortalaması 8,75 ve p değeri 0,8336 olarak bulunmuş ve bu grup içindeki sol ve sağ tendonların birim uzama değerlendirilmesinde istatistiksel anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Konservatif tedavi grubunda birim uzamalar açısından yine sol taraf için 10,44; sağ taraf için 8,56 sıra ortalama değerleri ve  $p=0,4529$  olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durumda primer tamir edilen tendonların ve konservatif tedaviye bırakılan tendonların rijidite açısından değerlendirildiğinde normal tendona yakın olduğunu söylemek mümkündür. Her üç grup deney hayvanının sol ve sağ bacaklarının kopma kuvvetleri ile birim uzamaları arasında çizilen grafikler aşağıda yer almaktadır. (Grafik-2,3,4,5,6,7)

#### Sentetik materyal grubu sol aşil tendonları



Grafik-2: Tensil kuvvet karşısında birim uzama değişimi.

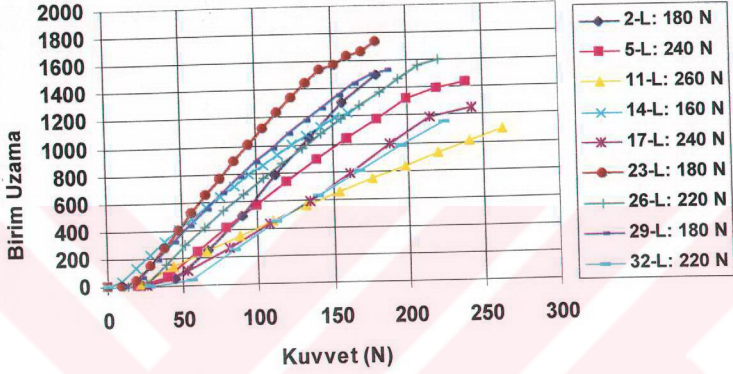
#### Sentetik materyal grubu sağ aşil tendonları



Grafik-3: Tensil kuvvet karşısında birim uzama değişimi

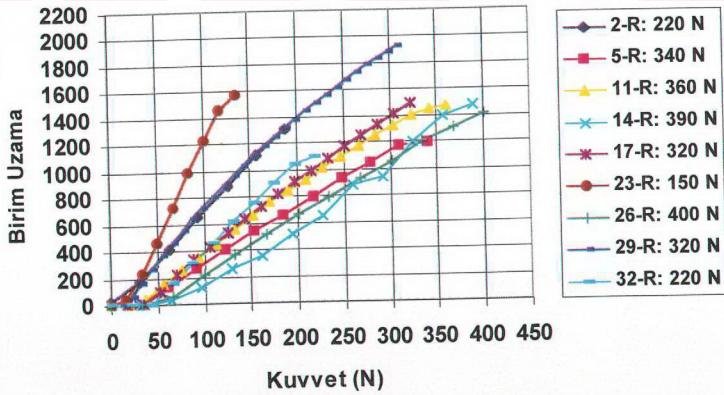


### Primer tamir grubu sol aşil tendonları



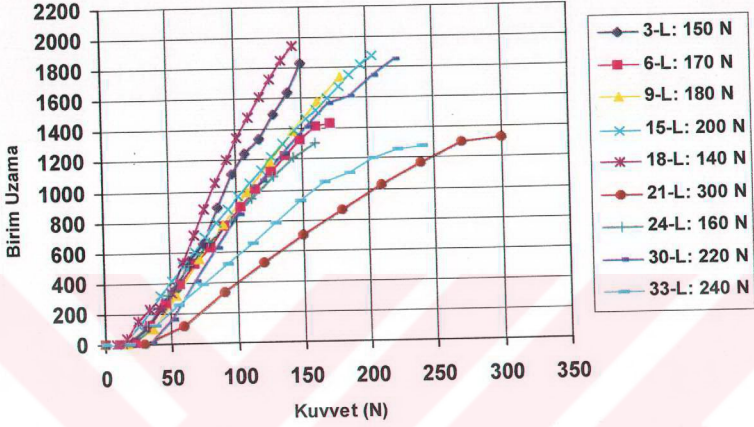
Grafik-4: Tensil kuvvet karşısında birim uzama değişimi.

### Primer tamir grubu sağ aşil tendonları



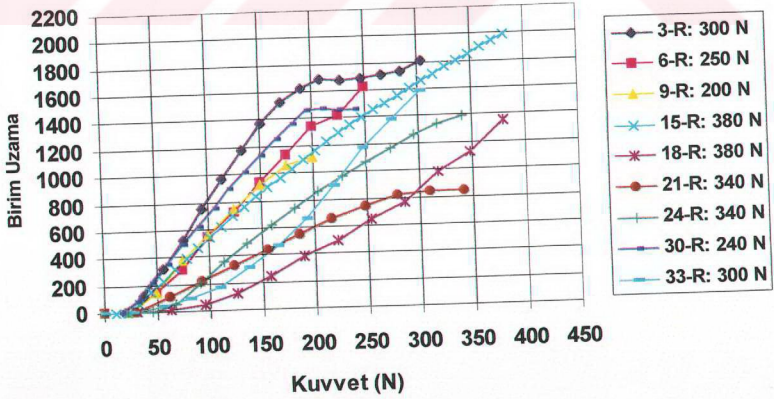
Grafik-5: Tensil kuvvet karşısında birim uzama değişimi.

### Konservatif tedavi grubu sol aşil tendonları



Grafik-6: Tensil kuvvet karşısında birim uzama değışimi

### Konservatif tedavi grubu sağ aşil tendonları



Grafik-7: Tensil kuvvet karşısında birim uzama değışimi.

Uygulanan farklı 3 yöntemin opere tendonların birim uzamaları üzerindeki etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, Kruskal-Wallis 1-Way Anova testi sonuçlarına göre, sıra ortalamaları sentetik materyal kullanılan grupta 6,89; primer tamir uygulanan grupta 13,88; konservatif tedavi grubunda 19,78 olarak bulundu ve anlamlılık değeri 0,0017 olarak hesaplandı. Bu değer sonucunda opere edilen sol aşil tendonlarının birim uzamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıktı ve gruplar arasında ikişerli olarak Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi ile karşılaştırma yapıldı:

**a- Sentetik materyal uygulanan tendon grubu-primer tamir uygulanan tendon grubu (birim uzama):**

Sentetik materyal ile tamir edilen aşil tendonlarının birim uzamaları ile primer tamir uygulanmış aşil tendonlarının birim uzama sıra ortalamaları, sırasıyla 6,44 ve 11,88;  $p=0,0268$  olarak bulundu. Bu sonuç iki grubun birim uzamaları arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir.

**b- Sentetik materyal uygulanan tendon grubu-konservatif tedavi tendon grubu (birim uzama):**

Sentetik materyal uygulanmış aşil tendonları ve konservatif tedavi uygulanan aşil tendonları birim uzamalarının sıra ortalamaları 5,44 ve 13,56;  $p= 0,0013$  olması bu iki yöntemin birim uzamalar üzerine olan etkilerinde istatistiksel anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymaktadır.

**c- Primer tamir uygulanan tendon grubu-konservatif tedavi edilen tendon grubu (birim uzama):**

Bu iki grubun birim uzama ortalamalarının değerlendirmesinde sıra ortalamaları primer tamir grubu için 6,50; konservatif tedavi grubu için 11,22 ve  $p= 0,0543$  olarak bulundu. Bu değerler tendon rijiditesi üzerine etkileri açısından iki yöntemin birbirlerine anlamlı bir üstünlükleri olmadığını göstermektedir.

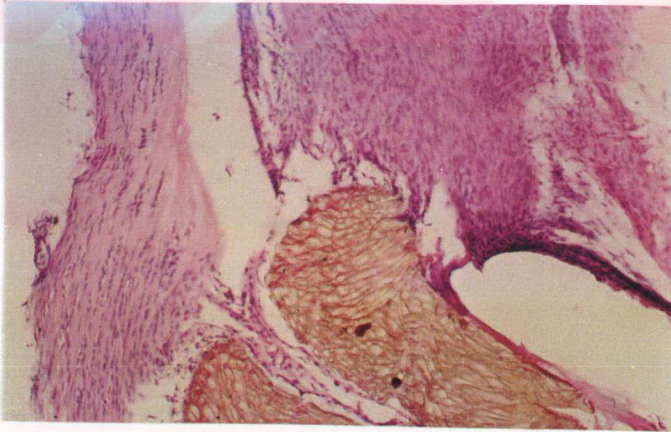
İstatistiksel değerlendirmenin son basamağında, cerrahi tedavinin tendon üzerine etkileri ile konservatif tedavinin tendon üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla sentetik materyal kullanılan grup ile primer tamir grubu tek bir grup olarak düşünülerek konservatif tedavi grubuyla karşılaştırıldı. Mann-Whitney U – Wilcoxon Rank Sum W testi ile değerlendirmede kopma kuvvetlerinin karşılaştırılmasında cerrahi tamir grubunun sıra ortalaması 15,06; konservatif tedavi edilen grubun sıra



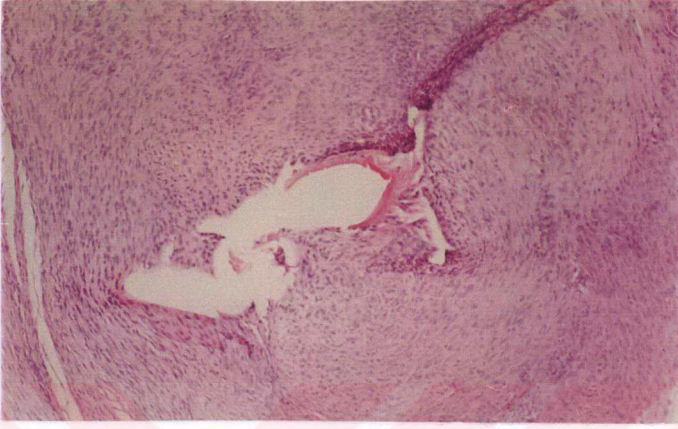
ortalaması 10,56 ve  $p=0,1503$  olarak bulundu ve kopma kuvvetleri açısından istatistiksel anlamlı bir farklılığın olmadığı görüldü. Kuvvet oranlarının ( $F_{Sol}/F_{Sağ}$ ), karşılaştırılmasında  $p$  değeri 0,7460 idi ve bu açıdanda iki grup arasında fark olmadığı tespit edildi. Birim uzamaların değerlendirilmesinde, cerrahi grupta sıra ortalaması 10,18; konservatif tedavi grubunda sıra ortalaması 19,78;  $p$  değeri 0,0023 olarak bulundu ve istatistiksel olarak belirgin bir farklılık olduğu görüldü.

### **HİSTOLOJİK DEĞERLENDİRME**

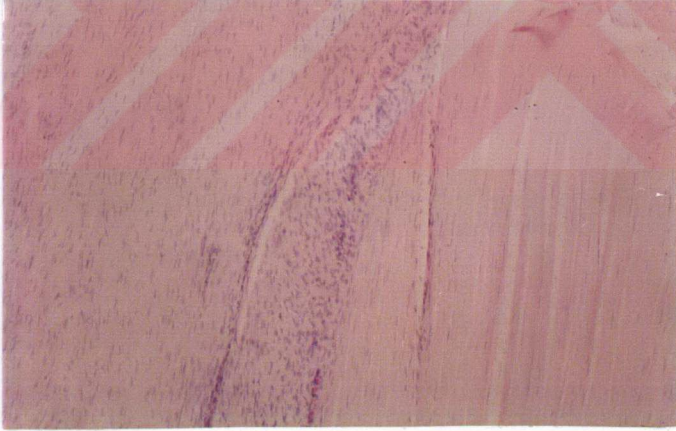
Her gruptan birer tavşanın opere sol aşıllarının tamir alanlarından alınan örnekler %10 tamponlu formalin solüsyonunda tespit edilip rutin doku takip işlemlerinden geçirilerek parafin bloklara gömüldü. Bloklardan 4 mikronluk kesitler alınıp hemotoksilen eozin ile boyandı. Işık mikroskobu ile yapılan değerlendirmede sentetik materyal kullanılarak tamir uygulanan tendonda belirgin miyofibroblastik aktivite ile tamir dokusu ve kullanılmış olan mesh görüldü.(Resim-10) Primer sütür ile tamir edilen tendonda, dikiş materyali ve çevresinde eskiyen granülasyon dokusu ile birlikte yoğun miyofibroblastik aktivite tespit edildi.(Resim-11) Konservatif tedavi edilen tendonda disorganize liflerle onarım ve defekt alanında ince yapılı tendon bağ dokusu görüldü. (Resim-12)



Resim-10: Sentetik materyal destekli tamirde miyoblastik aktivite ile onarım ve mesh. (H&E X 100)



Resim-11: Primer sûtür ile tamir edilen tendonda, dikiş materyali ve çevresinde eskiyen granülasyon dokusu ile birlikte yoğun myofibroblastik aktivite artışı. (H&E X 100)



Resim-12: Konservatif tedavi edilen tendonda disorganize liflerle onarım ve defekt alanında ince yapılı tendon bağ dokusu. (H&E X 100)



## TARTIŞMA

Aşil tendon rüptürlerinin tedavisinde tercih edilecek yöntem günümüzde halen tartışmalı bir konudur. Konservatif tedaviyi tercih eden grup, infeksiyon, tromboflebit, emboli, sural sinir sıkışması, adezyon, kronik aşil tendiniti, tendonun uzaması, güçsüz olarak iyileşmesi, keloid oluşumu, rerüptür gibi komplikasyonları ve pahalı olmasını cerrahi tedavinin dezavantajları olarak belirtmektedir.<sup>27,37,49</sup> McComics ve arkadaşları, fonksiyonel breys tedavisi programlarının, hastalar tarafından iyi tolere edildiğini, erken hareketle, uzamış immobilizasyonun istenmeyen etkilerinden oldukça uzaklaştıklarını ve fonksiyonel sonuçlarının oldukça iyi olduğunu bildirmektedirler.<sup>44</sup> Diğer yandan cerrahi yöntemleri tercih eden grup; opere edilen olgularda tendonun gücünün daha iyi olduğunu fonksiyonların konservatif tedavi görmüş olgulara göre daha çabuk geri geldiğini ve rerüptür oranlarının daha az olduğunu ileri sürmektedir.<sup>2,15,21,61</sup> Wills ve arkadaşlarının yaptıkları literatür incelemesinde rerüptür oranlarını cerrahi tedavide %1.54, konsevatif tedavide %17.7 olarak vermişlerdir. Diğer komplikasyonlar değerlendirildiğinde cerrahi tedavi komplikasyon oranlarını %20, konservatif tedavi komplikasyon oranları %10 olarak belirtmişlerdir.<sup>61</sup> Bazı cerrahi tedavi serilerinde komplikasyonlar değerlendirildiğinde; Arner ve Lindholm, 86 olguluk seride 4 rerüptür; Nistor ve arkadaşları, 44 olguda 2 rerüptür; Cetti ve arkadaşları 60 olguda 3 rerüptür bildirirken, Gillies ve arkadaşları 6 olguluk serilerinde, Inglis 159 olguluk serisinde, Ma ve Griffith 18 olguluk serisinde, Sürel ve arkadaşları 16 olguluk serisinde, Lennox 41, Soldatis 23 olguluk serilerinde hiç rerüptür ile karşılaşmadıklarını bildirmektedirler(Tablo-3).<sup>10,21,27,38,43,49,56,57</sup> Konservatif tedavi serilerini değerlendirdiğimizde, Gillies ve Chalmers 7 olguluk seride 1, Lea ve Smith 66 olguda 7, Inglis 23 olguda 9, Edna 10 olguda 3, Nistor 60 olguda 5 rerüptür bildirmektedir(Tablo-4).<sup>15,21,27,37,49</sup> Cerrahi tedavide, rerüptür dışındaki komplikasyonlara bakıldığında Arner 86 olguluk serisinde enfeksiyondan pulmoner emboliye dek uzanan 26 komplikasyon (%30.9); Gillies ve Chalmers 6 olgunun 1 tanesinde yara enfeksiyonu (%16,6); Inglis ve Sculco, 159 olgunun 4 tanesinde yara enfeksiyonu (%2,51) ve 16 olguda gecikmiş yara iyileşmesi (%10,06) bildirmişlerdir.<sup>21,27,42</sup> Nistor, 44 olguluk



serisinde 2 major enfeksiyon (%4,54), 9 olguda sural sinir duysal problemleri (%20,4), 20 olguda skara bağlı yapışıklık (%45,4) ile karşılaştığını bildirmektedir.<sup>49</sup>

Carden ve arkadaşları, 106 hastayı değerlendirdikleri çalışmalarında cerrahi tedaviye bağlı komplikasyon oranlarını %17, konservatif tedaviye bağlı komplikasyon oranlarını %4 olarak bildirmektedirler.<sup>8</sup> Aşıl tendon rüptürünün tedavisinde ilk 48 saat içinde konservatif tedavi, daha geç olgularda ise cerrahi tedavi uygulanması gerektiğini, çünkü travma üzerinden 1 hafta geçmiş olgularda konservatif tedavi uyguladıklarında plantar fleksiyon gücünün azaldığını öne sürmektedirler.

Cerrahi tedavi	Rerüptür/olgu sayısı
Arner ve Lindholm <sup>42</sup>	4/86 ( %4,65)
Gillies ve Chalmers <sup>21</sup>	0/6
Nistor <sup>49</sup>	2/44 (%4,54)
Inglis ve Sculco <sup>27</sup>	0/159
Ma ve Griffith <sup>43</sup>	0/18
Sürel ve ark. <sup>57</sup>	0/16
Cetii ve ark. <sup>10</sup>	3/60 (%5)
Lennox ve ark. <sup>38</sup>	0/41
Soldatis ve ark. <sup>56</sup>	0/23
<b>TOPLAM</b>	<b>9/453 (%1,98)</b>

Tablo 3 : Bazı cerrahi tedavi serilerinde rerüptür oranları.

Konservatif tedavi	Rerüptür/olgu sayısı
Gillies ve Chalmers <sup>21</sup>	1/7 (%14,28)
Nistor <sup>49</sup>	5/60 (%8.33)
Edna <sup>15</sup>	3/10 (%30)
Lea ve Smith <sup>37</sup>	7/66 (%10,60)
Inglis <sup>28</sup>	9/23 (%39,13)
<b>TOPLAM</b>	<b>25/166 (%15,06)</b>

Tablo 4 : Bazı konservatif tedavi serilerinde rerüptür oranları.

Gillies ve Calmers, germe yayı kullanarak yaptıkları çalışmada plantar fleksiyon güçlerini karşılaştırmışlardır.<sup>21</sup> Cerrahi tedavi uygulanmış tarafların ortalama gücünü sağlam tarafların %84'ü, konservatif tedavi uygulanmış hastalarda bu oranı %80'i olarak bulduklarını bildirmişlerdir.

İnglis ve arkadaşları Cybex II kinetik dinamometre ile erken tedavi uygulanmış 30 olgu, geç tedavi edilmiş 17 olgu ve konservatif olarak tedavi ettikleri 14 olguyu plantar fleksiyon gücü (strength), kuvvet (power) ve dayanıklılık (endurance) açısından karşılaştırmışlardır.<sup>28</sup> Erken cerrahi tedavide plantar fleksiyon gücü %101, kuvveti %88 ve dayanıklılığı %91; geç tedavi edilen grupta aynı parametreler sırasıyla %101, %85, %71 ve konservatif tedavi grubunda %73, %62 ve %63 olarak tespit edilmiştir.

Biz de çalışmamızda, cerrahi tamir uygulanmış tendonlar (sentetik materyal kullanılarak tamir edilmiş tendonlar ve primer tamir edilmiş tendonlar) ile konservatif olarak tedavi edilmiş tendonlar arasında kopma kuvvetleri açısından istatistiksel bir farklılık bulamadık. Deneysel olarak elde ettiğimiz bu sonuç belirtilen klinik çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir.

Boydin ve arkadaşları, travma ile tedavi arasında geçen sürenin önemini ortaya koymak amacıyla travmayı izleyen 1 hafta içinde cerrahi tedavi edilen 10 hasta ile travmadan en az 4 hafta sonra cerrahi tedavi uygulanmış 11 hastanın değerlendirmesini yapmışlardır.<sup>5</sup> Cybex II izokinetik dinamometre ile izometrik plantar fleksiyonu, erken tedavi edilmiş grupta normal taraflarına göre %85, geç tedavi edilmişlerde %87 olarak bulmuşlardır. Saniyede 30° olacak şekilde izokinetik plantar fleksiyon değerlendirmelerinde erken tedavi grubunda normal taraflarına göre %83, geç tedavi uygulanmışlarda %77 değerlerini ortaya çıkarmışlardır. Biyomekanik ve klinik değerlendirmeler sonucunda geç tedavi edilen hastalarda da iyi sonuç alındığını öne sürmüşlerdir.

Aşil tendon rüptürlerinin cerrahi tedavisinde sentetik materyal kullanımı özellikle tedavisi ihmal edilmiş yaralanmalarda, tendonun proksimal segmentinin retrakte olmasından kaynaklanan defektten dolayı, tercih edilen bir yöntemdir.<sup>11,26,51</sup>

Ortopedik cerrahide ilk kez Ozaki, Marleks sentetik membranı massif rotator manşet yırtıklarında daha sonra da gecikmiş aşil tendon rüptürlerinde

kullanmıştır.<sup>51,52</sup> Ozaki, yaşları 34 ile 57 arasında değişen 6 hastada Marlex mesh ile tamir yapmış daha sonra sağlam tarafla karşılaştırarak plantar fleksiyon gücünü %94.8, baldır çevresini %96.9, ayak ucunda dururken topuk yerden yüksekliğini %87.9, tendon uzunluğunu %119 olarak bildirmiştir.<sup>51</sup>

Lieberman ve arkadaşları, bir tanesi romatoid artit zemininde olmak üzere aşil tendon rüptürlü 9 hastada 8 mm kalınlığında Dacron vasküler greft ile Bunnel tipi sutur ile tamir uygulamıştır.<sup>40</sup> 2 hafta diz altı alçı ile immobilizasyonu takiben hastalarda posteriordan fiberglas atel vermiş ve periodik egzersizlere başlamış olduğunu bildirmektedir. Çalışmasında rerüptür ile karşılaşmadığını bildiren yazar Dacron destekli tamirin, iyileşme dokusunun gücünü arttırdığını ve erken mobilizasyon sağladığını bildirmektedir.

Choksey, plantaris, peroneus brevis, veya fascia lata şeritlerinin destek amaçlı kullanıldığı cerrahi tekniklerin yaşlı veya romatoid artritli kişilerde kullanımının her zaman mümkün olmayacağını belirterek yaşları 55 ile 78 (ortalama 65,6) olan ve yaralanma üzerinden 3-15 ay (ortalama 10 ay) geçmiş olan 5 olguda Marlex mesh ile rekonstrüksiyon yapmıştır. Bu olguların değerlendirmesinde plantar fleksiyon güçlerini normal taraflarının %85'i olarak bulmuş ve baldır çevresi ölçümlerinde karşı tarafa göre ortalama 0,5 cm incelleme olduğunu ve hiç rerüptür olmadığını bildirmiştir.<sup>11</sup>

Aşil tendon rüptürü zemininde sistemik bir hastalık rol oynamışsa, çevre yumuşak doku destekli tamir yöntemleri kullanarak sağlıklı dokuları sakrifiye etmek yerine sentetik materyaller ile destek sağlamak daha yararlı görünmektedir. Çalışmamızda mesh ile destekli tamir grubunda elde edilen kopma kuvvetlerinin, diğer gruplar için bulunan kopma kuvvetlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmamış olması da bu hasta grubunda sentetik materyal desteğinin kullanılabilceğini bize düşündürmüştür.

Hosey ve arkadaşları, tavşanların sol aşil tendonlarında oluşturdukları 7 mm'lik defekti Marlex mesh kullanarak rekonstrükte ettikten sonra 1,3 ve 6 aylarda biyomekanik ve histolojik olarak sağ taraf aşil tendonları ile karşılaştırmışlardır.<sup>25</sup> Biyomekanik değerlendirmelerini Instron cihazı ile yapmışlar ve parametre olarak kopma kuvvetlerini, gerilme iflaslarını (failure stress) ve elastisite modülüslerini kullanmışlardır. Çalışma sonunda sentetik materyal uyguladıkları tendonlarda kopma kuvvetlerinin 1 aylık grupta



ortalama 218 N (96-312 N), 3 aylık takip grubunda 334 N (214-418 N), 6 aylık grupta 407 N (368-506 N) olduğunu; kontrol gruplarında sağ aşil tendonlarının kopma kuvvetlerinin ortalamasının 389 N (308-500 N) olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda poliflourotetraetilen materyal ile tamir edilen grupta 12 hafta sonunda kopma kuvvetlerinin ortalaması 228,8 N (160-320 N), sağlam taraf aşil tendonları kopma kuvvetlerinin ortalaması 331 N (200-460 N) olarak bulunmuştur. Bildirilen çalışmadaki 3 aylık grubun sol aşil tendonlarının kopma kuvvetlerinin ortalamasının bizim çalışmamızda sentetik materyal uygulanmış aşil tendonlarının kopma kuvvet ortalamalarından %32 daha güçlü, sağ taraf aşil tendonlarının kopma kuvvetlerinin %15 daha güçlü olduğu görülmektedir. Sağlam tendonlar arasındaki bu farklılık deney hayvanları arasında bireysel farklılıklardan, cerrahi girişimde bulunulmuş tendonlar arasındaki kopma kuvveti farklılığı heriki çalışmada kullanılan materyallerin farklı olmasından ve tendon iyileşmesi üzerine etkilerinin farklılıklarından kaynaklanabilir. Hosey ve arkadaşları çalışmalarında elastisite modüllerini ve gerilme iflaslarını hesapladıklarını ve gruplar arasında karşılaştırdıklarını ifade etmişlerdir. Daha öncede bahsedildiği gibi elastik bölgede gerilme ile birim uzama (şekil değiştirme bileşeni) arasında  $\sigma = E \cdot \epsilon$  ( $\sigma$ : gerilme,  $\epsilon$ : birim uzama) formülü ile tanımlanan bağıntı vardır. Bu bağıntıdaki orantı katsayısına (E) **Young modülü** veya **Elastisite modülü** adı verilir. Gerilme iflasının hesaplanabilmesi için elastisite modülüne dolayısıyla tensil kuvvet uygulanan materyalin kopma anındaki yüzey alanına ihtiyaç vardır. Yazar ve arkadaşları bu alanı yaklaşık olarak hesapladıklarını bildirmekle birlikte nasıl ölçtükleri konusunda teknik bir açıklama yapmamakta ayrıca ne zaman ölçtüklerini (kopmadan önce?, koptuktan sonra?, kopma anında?) belirtmemektedir. Viskoelektrik bir materyelle ne kadar zor olduğu aşıkardır. Histolojik değerlendirmelerinde tüm gruplarda (1,3 ve 6 ay), aynı bulgular olmak üzere sentetik materyal fiberlerinin iyi organize ve vaskülarize fibröz bağ doku ile sarıldığını, oldukça iyi fibrohistiositik reaksiyon ile karşılaştıklarını bildirmektedir. Yazar sentetik materyal kullanılarak yapılan tamirin, tedavisi gecikmiş aşil tendon rüptürlerinde alternatif bir metot olduğunu belirtmektedir.

Roberts ve arkadaşları, 31 tavşan ile yaptıkları çalışmalarında cerrahi rüptür oluşturdukları aşil tendonlarını, alçı ile immobilizasyon, primer tamir ve

polyglactin mesh ile kuvvetlendirilmiş tamir yöntemlerini uygulamışlar, biyomekanik ve histolojik olarak değerlendirmişlerdir.<sup>54</sup> Sentetik materyal ile güçlendirilmiş tendonlarda kopma kuvvetlerinin ortalamasını 263,1 N; primer tamir ettikleri tendonların kopma kuvvetlerinin ortalamasını 258 N; alçı ile immobilizasyon uyguladıkları grupta kopma kuvvetleri ortalamasını 281,3 N olarak bulmuşlardır. Kontrol grubu sağlam tendonların kopma kuvvetlerinin ortalamasını 394,7 N olarak bulmuşlar ve bu değere göre diğer grupları karşılaştırdıklarında, sentetik materyalin bu değere oranla %63, primer tamirin %73, alçı ile immobilizasyonun %68'i kadar kopma kuvveti sağladığını bildirmişlerdir. İstatiksel değerlendirmeleri sonucunda yöntemler arasında kopma kuvvetleri açısından anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuşlardır. Yazar ve arkadaşları, Hosey'in çalışmasında olduğu gibi yine yaklaşık olarak alan hesaplamalarıyla (alanları, sirküler şablonlar ile ölçtüğünü ve 3,74-24,25 mm<sup>2</sup> arasında bulunduğunu ifade etmektedir) gruplar arasında tendonların kesit alanlarını ve gerilme iflaslarını değerlendirmiş ancak yayınında yukarıdaki sorulara yanıt getirememiştir. Bizde çalışmamızda kopma kuvvetleri açısından istatiksel olarak farklılık bulamadık. Histolojik değerlendirmelerinde alçı ile tedavi ettikleri tendonlarda fiberlerde organizasyon kaybı, disorganize granülasyon dokusu ve damarlarda proliferasyon; primer tamir ve sentetik materyal ile güçlendirilmiş grupta yine disorganize granülasyon dokusu, sutur ve mesh sahasında hafif lenfositik birikim olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızın histolojik değerlendirme aşamasında konservatif tedavi edilen grupta disorganize liflerle onarım ve defekt alanında ince yapılı tendon bağ dokusu gördük.

Biz çalışmamızda, kopma anındaki tendon kesit alanlarının pratikte hesaplanamayacağını düşündüğümüz için değerlendirmelerimizde parametre olarak kopma kuvvetlerini ve birim uzama ölçümlerini kullandık. Her üç grupta deney hayvanlarının rüptüre edilmiş sol aşil tendonlarının kopma kuvvet ortalamaları ile sağlıklı sağ aşil tendonlarının kopma kuvvetlerinin ortalamalarını istatiksel olarak karşılaştırdık. İki tendonun kuvvetleri ortalamalarının istatiksel değerlendirmesi Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi ile yapıldı ve sentetik materyal kullanılan grupta p=0,0076, uç- uca primer tamir grubu için p=0,0109; konservatif tedavi uygulanan grup için

$p= 0,003$  olarak bulundu. Bu değerler doğrultusunda sentetik materyal kullanılan ve konservatif tedavi edilen gruplarda daha belirgin olmak üzere tüm gruplarda deneysel rüptür oluşturulan tendonların kopma kuvvetleri karşı sağlam tendonların kopma kuvvetine göre istatiksel olarak anlamlı düşüklük göstermektedir.

Farklı yöntemlerle tedavi edilmiş sol aşil tendonlarının kopma kuvvetlerinin yöneme bağlı olarak ne derecede etkilendiğini ortaya koymak amacıyla üç grubu aynı anda değerlendirebilmek için Kruskal-Wallis 1-Way Anova testi kullanarak yaptığımız değerlendirmede anlamlılık derecesini 0,326 olarak bulduk.  $\alpha=0,05$  için anlamlılık derecesinin bu oranda yüksek çıkması grupların sol aşil tendonlarının kopma kuvvetleri ortalamaları arasında istatiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını, 3 tamir yönteminden herhangi birisinde kopma kuvvetleri açısından üstünlük olmadığını sonucuna vardık. Grupların Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W testi ile ikişerli olarak değerlendirilmelerinde bulunan p değerlerinin (sentetik materyal- uç-uca primer tamir için 0,591; sentetik materyal grubu- konservatif tedavi grubu için 0,1824 ve uç-uca primer tamir grubu-konservatif tedavi grubu için 0,2646) yüksek olması Kruskal-Wallis testinin sonucunu kuvvetlendirdi. Bu bulgular, Roberts ve arkadaşlarının çalışması ile uyum göstermektedir.

Uygulanan farklı üç yöntemin birim uzamalar üzerine etkisini araştırmak amacıyla sol aşil tendonlarının birim uzamaları karşılaştırıldı. Sentetik materyal-uç-uca primer tamir grubu karşılaştırmasında iki grup arasında istatiksel olarak anlamlı farklılık vardı. ( $p=0,0268$ ) Sentetik materyal kullanılan grupta iyileşen tendonların uygulanan tensil kuvvetler karşısında daha rijit davrandığı düşünöldü. Sentetik materyal-konservatif tedavi grupları arasında da birim uzamalar açısından istatiksel olarak daha belirgin bir farklılık olduğu göröldü. ( $p=0,0013$ ) Uç-uca primer tamir –konservatif tedavi gruplarının birim uzama karşılaştırmasında  $p=0,0543$  olarak bulundu, bu değer iki grup arasında çok az da olsa bir farklılık olduğunu ancak bu farkın birbirlerine üstünlük sağlamadığını düşöndürtmektedir.

Cerrahi tamir uygulanan sentetik materyal uygulanan grup ile primer tamir grubu sonuçları tek bir grup olarak kabul edildi ve konservatif tedavi grubu sonuçları ile karşılaştırıldı. Kopma kuvvetleri arasında istatiksel olarak anlamlı



farklılık bulunamadı. Birim uzamalar açısından değerlendirmede ise iki grup arasında yüksek istatistiksel anlamlılık bulundu. ( $p=0,0023$ ) Cerrahi tedavi uygulanan tendonların daha rijit iyileşme gösterdiğine karar verildi.

Daha önce farklı materyallerle yapılan çalışmalarda<sup>25,54</sup> ve bizim deneysel çalışmamızın sonucunda görülmektedir ki rüptüre olmuş aşil tendonları hangi biçimde tedavi edilirse edilsin eski sağlamlığına kavuşmamaktadır. Elde edilen sağlamlığın derecesi açısından tedavi yöntemleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Ancak bu durum, tedavi üzerinden en fazla 6 ay geçmiş çalışmaların sonucudur. Geç dönemde sonuçların nasıl değiştiğini görmek için daha uzun süre takipli deneysel çalışmaların yapılması gerekmektedir.



## **SONUÇLAR**

**Aşil tendon rüptürleri cerrahi veya konservatif olarak tedavi edilebilir.**

**Cerrahi yöntemlerde komplikasyon oranı daha yüksek olmakla birlikte rerüptür oranları daha düşük olarak görülmektedir.**

**Sentetik materyal destekli, uç-uca primer tamir ve konservatif tedavi arasında, tendonların kopma kuvvetleri açısından herhangi bir farklılık bulunamamıştır.**

**Sentetik materyal kullanarak tamir uygulanan tendonlar ile uç-uca primer tamir yapılan tendonlar birarada cerrahi tedavi grubu olarak ele alındığında konservatif ve cerrahi gruplar arasında kopma kuvvetleri açısından anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür.**

**Birim uzama değerleri göz önüne alındığında sentetik materyal uygulanan tendonlar diğer yöntemlere göre daha rijit olarak iyileşme göstermişlerdir.**

## ÖZET

Bu çalışmada, tavşanlarda deneysel olarak oluşturulan tendon kesileri poliflorotetraetilen sentetik materyal kullanarak tamir, uç-uca primer tamir veya alçı ile konservatif tedavi olmak üzere 3 farklı yöntem ile tedavi edilmiş ve bu yöntemlerin tendonun mekanik ve histolojik özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirildi. Bu amaçla ağırlıkları 2500-3100 gr (ortalama: 2862,5 gr) 36 adet, adult, dişi Yeni Zelanda tavşanı üzerinde çalışıldı.

Deney hayvanlarının sol aşıllarında, herbirinde aynı seviyeden olmak üzere, transvers kesi yapıldı. 1. grupta sentetik materyal destekli tamir+alçılama; 2. grupta modifiye Kessler yöntemiyle uç-uca primer tamir+alçılama; 3. grupta sadece alçı ile immobilizasyon uygulandı. Alçı ile immobilizasyon, tüm gruplarda ayakbileği 60° ekinus, diz 45° fleksiyonda pozisyonunda olacak şekilde uygulanarak 4 hafta sürdürüldü. 3 ay sonunda hayvanlar sakrifiye edilerek sol ve sağ aşil tendonlarının kopma kuvvetleri ve birim uzamaları ölçüldü, her gruptan birer tendon histolojik olarak değerlendirildi.

Histolojik olarak, hemotoksilen eozin boyası kullanarak yapılan değerlendirmede sentetik materyal kullanılarak tamir uygulanan tendonda belirgin miyofibroblastik aktivite ile tamir dokusu ve kullanılmış olan mesh görüldü. Primer sutur ile tamir edilen tendonda, dikiş materyali ve çevresinde eskiyen granülasyon dokusu ile birlikte yoğun myofibroblastik aktivite tespit edildi. Sekonder iyileşmeye bırakılan tendonda disorganize liflerle onarım ve defekt alanında ince yapılı tendon bağ dokusu görüldü.

Mekanik değerlendirmede, aşil tendonları kopma kuvvetleri ortalamaları sentetik materyalli tamir grubunda solda 228,8 N (160-320), sağda 331,1 N (200-460 N); primer tamir grubunda solda 208,8 N (160-260 N), sağda 302,2 N (150-400 N); sadece alçı ile tedavi grubunda solda 195,5 N (140-300 N), sağda 303,3 N (200-380 N) olarak bulundu. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonunda gruplar arasında kopma kuvvetleri açısından anlamlı bir farklılık olmadığı görüldü.



Birim uzama değerleri ortalamaları sentetik materyalli grupta solda 993,44 (528-1280), sağda 1347,55 (778-1775); primer tamir grubunda solda 1392,11 (1088-1739), sağda 1437,33 (1096-1925); konservatif tedavi grubunda solda 1620 (1283-1940), sağda 1456,66 (840-1995) olarak bulundu. Birim uzamaları arasında yapılan istatistiksel değerlendirmede sentetik materyal kullanılan grup ile diğer iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu görüldü. Primer tamir grubu ile konservatif tedavi uygulanan grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı. Cerrahi tedavi grubu (sentetik materyali tamir grubu ve uç-uca primer tamir grubu) ile konservatif tedavi grubu arasında da birim uzama değerleri açısından istatistiksel anlamlı farklılık vardı. ( $p=0,0023$ ) Sentetik materyal kullanılarak yapılan tamir sonucunda tendonun daha rijit iyileşme gösterdiği sonucuna varıldı.

## SUMMARY

We have cut achilles tendons of 36 adult New Zealand female rabbits (mean weight 2862,5 gr) and evaluated the effects of primary repair, augmented repair with polyflourotetraethylene mesh, and conservative treatment with plaster cast, on mechanical and histological properties of the tendons.

In every case, we have created a transverse cut on the left achilles tendon. All at the same level. In group I, these lesions were repaired with synthetic material augmentation. In group II we performed end to end repair with modified Kessler method. In group III the animals were treated with plaster cast immobilization only. In all 3 groups, immobilization by plaster cast -ankle at 60° equines and knee at 45° flexion- was used for four weeks. All rabbits were sacrificed at end of three months. Left and right achilles tendon's rupture forces and strain values were found on both achilles tendons of each rabbit. A tendon from each group studied histologically.

Histologically, in group I, there were distinct myofibroblastic activity and repair tissue with the so used mesh material. In group II there were suture material with granulation tissue at its periphery and intense myofibroblastic activity. In group III, there were repair with disorganised fibers and connective tissue at the defect site were seen.

In group I, II and III achilles tendon mean rupture forces (peak load) were 228,8 N, 208,8 N and 195,5 N respectively at left and 331,1 N, 302,2 N and 303,3 N at right.

Statistical analyzes did not reveal any significant difference between these three treatment methods regarding the rupture force.

Mean strains of left achilles tendons were 993,44, 1392,11, 1620 in group I, II and III respectively. Strains of left tendons in group I were significantly lower then strains of the tendons of other two groups.

These results showed us the augmented repair provides a more rigid healing although there is no significant difference among three groups regarding the tendon rupture forces.

## **KAYNAKLAR**

1. Abraham E, Pankovich AM: Neglected rupture of the achilles tendon. Treatment by V-Y tendinous flap. *J Bone Joint Surg*; 57-A (2): 253-255; 1975.
2. Aldam CH: Repair of calcaneal tendon ruptures. A safe technique. *J Bone Joint Surg*, 71-B: 486-488; 1989.
3. Arner O, Lindholm A, Orell SR: Histologic changes in subcutaneous rupture of the achilles tendon. *Acta Chir Scand* 116: 484-490; 1959.
4. Arner O, Lindholm A: Subcutaneous rupture of the achilles tendon. A study of 92 cases. *Acta Chir Scand (Suppl.)*; 239: 11-51; 1959.
5. Boyden EM, Kitaoka HB, Cahalan TD, An KN.: Late versus early repair of Achilles tendon rupture. *Clin Orthop*; 317: 150-158; 1995.
6. Bugg ElJr. Boyd BM: Repair of neglected rupture or laceration of the achilles tendon. *Clin Orthop*; 56: 73-75; 1968.
7. Canale ST, Azar FM, Pickering RM: *Campbell's Operative Orthopaedics*; Vol.II: 1413-1423; ninght ed., Mosby-Year Book Inc. Missouri,1998.
8. Carden DG, Noble J, Chalmers J, Lunn P, Ellis E: Rupture of the calcaneal tendon. The early and late management. *J Bone Joint Surg*; 69-B (3): 416-420, 1987.
9. Carr N, Norris SH: The blood supply of the calcaneal tendon. *J Bone Joint Surg*; 71-B: 100-101; 1989.
10. Cetti R, Henriksen LO, Jacobsen KS: A new treatment of ruptured achilles tendon. *Clin Orthop*; 308: 155-165; 1994.
11. Choksey A, Soonawalla D, Murray J: Repair of neglected achilles tendon ruptures with Marlex mesh. *Injury*; 27 (3): 215-217; 1996.
12. Cruickshank B: Lesions of joints and tendon sheaths in systemic lupus erythematosus. *Ann Rheum Dis*; 78: 111-119, 1959.
13. Cummins E, Anson B, Carr BW, Wright RR, Hauser DW: The structure of the calcaneal tendon in relation to orthopedic surgery. *Surg Gynecol Obstet*; 83: 107-116; 1946.



14. DeLee JC, Drez DJr, Keene JS: Orhopaedic Sports Medicine, Vol.2, Chapter 24, Section D: 1794-1802, W.B. Saunders Company, Pennsylvania, 1996.
15. Edna TH: Non-operative treatment of achilles tendon ruptures. Acta Orthop Scand; 51: 991-993; 1980
16. Esemeli T, Gündeş H, Mecikoğlu M: A method for combined percutaneous and open surgical repair of achilles tendon ruptures: a report of three cases. Foot Ank Surg Int; 17 (4): 217-220; 1996.
17. Evarts MC, Elstrom JA, Pankovich AM: Surgery of Musculoskeletal System, Vol. 4, Chapter 130: 3916-3931, Churchill Livingstone Inc., New York, 1990.
18. Fairen MF, Gimeno C: Augmented repair of achilles ruptures. Am J Sports Med; 25: 177-181; 1997.
19. Fox JM, Blazina ME, Jobe FW, Kerlan RK, Carter VS, Shields CL, Carkson GJ: Degeneration and rupture of the achilles tendon. Clin Orthop; 107: 221-224; 1975.
20. Furie RA, Chartash EK: Tendon rupture in systemic lupus erythematosus. Sem Arthr Rheum; 18 (2): 127-133; 1988.
21. Gillies H, Chalmers J: The management of fresh ruptures of the tendo achilles. J Bone Joint Surg; 52-A (2): 337-343, 1970.
22. Gümüşdiş G, Doğanavşargil E, Çallı İ: Klinik Romatoloji, sayfa:253-257, Deniz matbaası, İstanbul, 1999.
23. Hart TJ, Napoli RC, Wolf JA, Cangiano S: Diagnosis and treatment of ruptured achilles tendon. J Foot Surg 27(1): 30-39; 1988.
24. Hastad K, Larson G, Lindholm A: Clearance of radiosodium after local deposit in achilles tendon. Acta Chir Scand; 116: 251-255; 1958/1959.
25. Hosey G, Kowalchick E, Tesero D, Balazsy J, Klocek J, Pederson B, Wertheimer SJ: Comparison of the mechanical and histologic properties of achilles tendon in New Zealand White Rabbits sekundarily repaired with Marlex® mesh. J Foot Surg; 30 (2): 214-233; 1991.
26. Howard CB, Winston I, Bell W, Mackie I, Jenkins HR: Late repair of the calcaneal tendon with carbon fibre. J Bone Joint Surg; 66-B (2): 206-208, 1989.

27. Inglis AE, Sculco TP: Surgical repair of ruptures of the tendo achillis. Clin Orthop; 156: 160-169; 1981.
28. Inglis AE, Scott NV, Sculco TP, Patterson AH: Ruptures of the tendo achilles- an objective assesment of surgical and nonsurgical treatment. J Bone Joint Surg; 58-A: 990-993; 1976.
29. Ippolito E, Natali PG, Postacchini F, Accinni L, Martino CD: Morphologic, immunochemical and biomechanical study of achilles tendon at various ages. J Bone Joint Surg; 62-A:583-598; 1980.
30. Jozsa L, Kvist M, Balint BJ, Reffy A, Jarvinen M, Lehto M, Barzo M: The role of recreational spor activity in achilles tendon rupture. Am J Sport Med; 17(3): 338-343; 1989.
31. Kannus P, Jozsa L: Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. J Bone Joint Surg;73-A:1507-1525; 1991.,
32. Kleinman M, Gross AE: Achikkes tendon rupture following steroid injection. J Bone Joint Surg; 65-A:1345-1347; 1983.
33. Kuwada G: Classification of tendo achilles rupture with consideration of surgical repair techniques. J Foot Surg; 29 (4): 361-365; 1990.
34. Kuwada G: Critical analysis of tendo achilles repair using achilles tendon rupture classification system and repair. J Foot Ank Surg; 32 (6): 611-616; 1993.
35. Lagergren C, Lindholm A: Vascular distribution in the achilles tendon: An angiographic and microangiographic study. Acta Chir Scand; 116: 491-495; 1958/59.
36. Lea RB, Smith L: Rupture of the achilles tendon nonsurgical treatment. Clin Orthop; 60: 115-118; 1968.
37. Lea RB, Smith L: Non-surgical treatment of tendo achilles rupture. J Bone Joint Surg, 54-A (7): 1398-1407, 1972.
38. Lennox DW, Wang GJ, McCue FC, Stamp WG: The operative treatment of achilles tendon injuries. Clin Orthop; 148: 152-155; 1980.
39. Leppilahti J, Forsman K, Puranen J, Orava S: Outcome and prognostic factors of Achilles rupture repair using a new scoring method. Clin Orthop; 346: 152-161; 1998.
40. Lieberman JR, Lozman J, Czajka J, Dougherty J: Repair of achilles tendon ruptures with Dacron vascular graft. Clin Orthop; 234: 204-208;1988.

41. Lindholm A: A new method of operation in subcutaneous rupture of the achilles tendon. *Acta Chir Scand*; 117, 261-270, 1959
42. Lynn AT: Repair of the torn achilles tendon, using the plantaris tendon as a reinforcing membrane. *J Bone Joint Surg*; 48-A (2): 268-272, 1966.
43. Ma GWC, Griffith TG: Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon. *Clin Orthop*; 128: 247-255; 1977.
44. McComis GP, Nawoczinski DA, DeHaven KE: Functional bracing for rupture of the achilles tendon. *J Bone Joint Surg*, 79-A, No.12, 1799-1808, Dec 1997
45. Melmed EP: Spontaneous bilateral rupture of the calcaneal tendon during steroid therapy. *J Bone Joint Surg*; 47-B: 104-105; 1965.
46. Moore KL: *Clinically Oriented Anatomy*: 449-460, third ed, Williams and Wilkins, Baltimore, 1992.
47. Motta P, Errichiello C, Pontini I: Achilles tendon rupture. A new technique for easy surgical repair and immediate movement of the ankle and foot. *Am J Sports Med*; 25: 172-176, 1997.
48. Nada A: Rupture of the calcaneal tendon treatment by external fixation. *J Bone Joint Surg*; 67-B (3), 1985.
49. Nistor L: Surgical and non-surgical treatment of achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg*; 63-A: 394-399; 1981.
50. Johnson DL, Ticker JB: Soft tissue physiology and repair. *Orthopaedic Knowledge Update-6*: 13-15, Illinois, 1998.
51. Ozaki J, Fujiki J, Sugimoto K, Tamai S, Masuhara K: Reconstruction of neglected achilles tendon rupture with Marlex mesh. *Clin Orthop*; 238: 204-208; 1989.
52. Ozaki J, Fujimoto S, Masuhara K, Susumu T, Yoshimoto S: Reconstruction of chronic massive rotator cuff tears with synthetic materials. *Clin Orthop*; 202: 173-183; 1986.
53. Rask MR: Achilles tendon rupture owing to rheumatoid disease. *JAMA*; 239: 435-436; 1978.
54. Roberts JR, Goldstrohm GL, Brown TD, Mears BM: Comparison of unrepaired, primarily repaired and polyglactin mesh-reinforced achilles tendon lacerations in rabbits. *Clin Orthop*; 181: 244-249; 1983.
55. Seeburger RH: Surgery of tendon. *J Foot Surg*; 19 (4): 193-197; 1980.



56. Soldatis JJ, Goodfellow DB, Wilber JH.: End-to-end operative repair of achilles tendon rupture. *Am J Sports Med*; 25: 90-95, 1997.
57. Sürel YB, Zorer G, Çalışkan R, Balioğlu MB, Karlu M: Aşil tendonlarında cerrahi tedavi. *Acta Orthop Traum Turc*; 29: 32-36; 1995.
58. Tenekecioğlu Y, Ağcaoğlu M: Bilateral simultan aşil tendon rüptürleri. *Medica*; 4: 33; 1987.
59. Teuffer AP: Traumatic rupture of the achilles tendon. Reconstruction by transplant and graft using lateral peroneus brevis. *Orthop Clin North Am*; 5 (1): 89-93; 1974.
60. White RK, Kraynick BM: Surgical uses of the peroneus brevis tendon. *Surg Gynecol Obstet*; 108: 117-121; 1959.
61. Wills CA, Washburn S, Caizzo V, Prietto CA: Achilles tendon rupture. A review of the literature comparing surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop*; 207: 156-163; 1986.
62. Wrenn RN, Goldner JL, Markee J, Durham D: An experimental study of the effect of cortisone on the healing process and tensile strength of tendons. *J Bone Joint Surg*; 36-A: 588-601; 1954.