



T. C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**AŞIL TENDON TAMİRİNDE KULLANILAN SÜTÜR
TEKNİKLERİNİN TENDON YUMUŞAMASI ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İN - VİVO OLARAK ARAŞTIRILMASI
(DENEYSEL ÇALIŞMA)**

Dr. Anar ALAKBAROV
UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL – 2015



T. C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**AŞİL TENDON TAMİRİNDE KULLANILAN SÜTÜR
TEKNİKLERİNİN TENDON YUMUŞAMASI ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İN - VIVO OLARAK ARAŞTIRILMASI**
(DENEYSEL ÇALIŞMA)

Dr. Anar ALAKBAROV
UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Yakup YILDIRIM
İSTANBUL – 2015

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan hocalarımdan, tez danışmanım ve tezimin fikir sahibi olan Prof. Dr. Yakup YILDIRIM' a, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Murat BEZER' e, Klinik Sorumlumuz Doç. Dr. Bülent EROL' a, değerli hocalarım ve büyüklerim Doç. Dr. Kamil Çağrı KÖSE' ye, Doç. Dr. Nuri AYDIN' a, Yrd. Doç. Dr. Cengiz Eren CANSÜ' ye, Op. Dr. Ahmet Nadir AYDEMİR' e, Op. Dr. Ahmet Hamdi AKGÜLLE' ye, Op. Dr. Osman Mert TOPKAR' a, Op. Dr. Abbas TOKYAY' a, Op. Dr. Tolga ONAY' a teşekkür ederim.

Emekliliğine kadar birlikte çalışma fırsatı bulduğum, bu süreçte değerli bilgilerinden ve tecrübelerinden yararlandığım kıymetli hocalarım Prof. Dr. Mustafa KARAHAN' a, Prof. Dr. Cihangir TETİK' e ve Prof. Dr. M. Selim YALÇIN' a teşekkür ederim.

Eğitimim sürecinde beraber çalıştığım kıdemlilerime, her zorluğa beraber göğüs gerdiğimiz eşkıdemim ve yakın dostum Dr. Ömer SOFULU' ya, değerli kardeşlerim ve meslektaşlarım Dr. Emrah ÇALIŞKAN' a, Dr. Selim ERGÜN' e, Dr. Ali Erkan YENİGÜL' e, Dr. Erhan OKAY' a, Dr. Ceyhun FARZULLAYEV' e, Dr. Samir ZEYNALOV' a, Dr. Onur PAŞA' ya, Dr. Tural KHALİLOV' a, Dr. Servet İĞREK' e, Dr. Seçkin BİLGİÇ' e ve Dr. Said BAYKAN' a teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim içerisinde birlikte çalışma fırsatı bulduğum, hemşirelerimiz Gülay ÇETİNTAŞ' a, Fatma MUTLU' ya, Sebile ŞEN' e, Çağla ÖZDEMİR' e, Merve YILMAZ' a, Yasemin ÖZKAN' a ve ismini saymadığım tüm ameliyathane çalışanlarına, poliklinik çalışanlarına ve servis çalışanlarına teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, sekreterlerimiz Ali EROĞLU' na ve Gülşah KOÇHAN' a, değerli hocalarım Doç. Dr. Hüseyin Kemal Türköz' e ve asistanı Dr. Erdem KOMBAK' a, Doç. Dr. Murat BAYDOĞAN' a ve asistanlarına, İstatistik uzmanı Sn. Ceyda AFACAN' a ve tüm DEHAMER çalışanlarına teşekkür ederim.

Son olarak, her zaman sevgisini ve desteğini arkamda hissettiğim, büyük fedakarlıklara ve zorluklara katlanan, benim bugünlere gelmemdeki emeklerini ve haklarını asla ödeyemeyeceğim babam Haydar ALAKBAROV' a ve annem Leyla SEYİDOVA' ya, eğitimim sürecinde ev arkadaşlığımı yaparak bana katlanmak zorunda kalan erkek kardeşim Elnur ALAKBAROV' a, espiri anlayışıyla eğitimim sürecinde manevi desteğim ve baştacım olan kız kardeşim Nermin ALAKBAROVA' ya ve ailemizin maskotu, sevimlisi ve uğuru yeğenim UĞUR' a teşekkür ederim.

Dr. Anar ALAKBAROV

Aralık - 2015

ÖZET

GİRİŞ VE AMAC : Aşil tendonunun, iyileşme döneminde yumuşadığı daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Bu yumuşamanın, iyileşme döneminde inflamasyonun etkisi ile geliştiği ve yapılan cerrahi işlemin de bu yumuşama üzerinde etkisi olduğu bulunmuştur. Biz bu çalışmada, Aşil tendon onarımında sıklıkla kullanılan Kessler, Bunnel ve Locking - Loop (Krackow) onarım tekniklerinin bu yumuşama üzerine etkisini ve bu etkiye neden olan histopatolojik değişiklikleri in - vivo olarak incelemeyi amaçladık.

GEREC VE YÖNTEM : Çalışmada, yaşları 8 ay ilâ 10 ay arasında değişen, vücut ağırlıkları 2900 g ilâ 3500 g arasında (ortalama 3057,5 g) olan, 24 adet erkek beyaz Yeni Zelanda tavşanı kullanılmıştır. Deney hayvanları kapalı zarf usulü kullanılarak randomize edilmiş ve gruplandırılmış olup her birinde 8 adet tavşan bulunan 3 grup oluşturulmuştur. Birinci gruptaki tendonlar Kessler dikiş tekniği ile, ikinci gruptaki tendonlar Bunnel dikiş tekniği ile, üçüncü gruptaki tendonlar ise Locking - Loop (Krackow) dikiş tekniği ile onarılmıştır. Tavşanların sağ Aşil tendonları deney (12 günlük iyileşme periyodu geçirmiş) alt grubunu, sol Aşil tendonları ise kontrol (‘time - zero’) alt grubunu oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Tendon onarımı için MaxBraid™ (2, ●, Polyethylene), antibiyotik profilaksisinde Sefazolin Sodyum, analjezide Parasetamol, anestezide Ketamin HCL ve Ksilazin, ötenazide ise Tiyopental Sodyum kullanılmıştır. Önce sağ taraf Aşil tendonları, 12 gün sonra ise sol taraf Aşil tendonları calcaneus’ ta sonlandığı bölgenin 1,5 cm proksimaline denk gelecek şekilde bistüri ile kesilmiş ve ilgili gruba uygun sütür tekniği ile onarılmıştır. Ötenaziye takiben sağ ve sol Aşil tendonları eksize edilerek biyomekanik ve histopatolojik inceleme yapılmıştır.

BULGULAR : İstatistiksel olarak üç grubun da ağırlık ortalamaları (Kessler: 3210 g, Bunnel: 3175 g, Locking - Loop (Krackow): 3162 g) eşit olup, gruplar arasında fark bulunmamıştır. Biyomekanik testler ile, dikiş materyalinin Aşil tendonlarından sıyrıldığı an, ulaşılan maksimum kuvvetler elde edilmiştir. Dikişte kopma veya açılma olmaması neticesinde dikiş konfigürasyonunun tendonu tutma gücünü ölçmek mümkün olmuştur. Kessler grubunda, dikişin tendonu tutma gücünün, deney grubu ortalaması 28 N, kontrol grubu ortalaması 37 N, Bunnel grubunda, dikişin tendonu tutma gücünün, deney grubu ortalaması 40 N, kontrol grubu ortalaması 55 N, Locking - Loop (Krackow) grubunda,

dikişin tendonu tutma gücünün, deney grubu ortalaması 54 N, kontrol grubu ortalaması 107 N olarak bulunmuştur. Her 3 grupta da deney ve kontrol grubunda dikişin tendonu tutma gücü ortalamaları açısından istatistiksel olarak fark saptanmış olup, kontrol grubu sonuçları yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Deney grubu sonuçları gruplar arasında karşılaştırıldığında, Locking - Loop (Krackow) ile Bunnel, Bunnel ile de Kessler arasında istatistiksel fark bulunamazken Locking - Loop (Krackow) ile Kessler arasında anlamlı fark olup Locking - Loop (Krackow) grubu sonuçları yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Kontrol grubu sonuçları gruplar arasında karşılaştırıldığında ise, Locking - Loop (Krackow) grubu sonuçları, Bunnel ve Kessler grubu sonuçlarından yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Aynı zamanda, Bunnel grubu sonuçları da Kessler grubu sonuçlarından yüksek bulunmuştur ($p < 0,05$). Gruplara, tendonu tutma gücü ortalamalarındaki yüzde değişimleri açısından bakıldığında, 12 günlük periyodun ardından tendonu tutma gücü ortalaması, Locking - Loop (Krackow) tekniğinde % 49,3, Bunnel tekniğinde % 26,9, Kessler tekniğinde ise % 25,8 düşmüştür. Histopatolojik incelemede, deney grubu ile kontrol grupları karşılaştırıldığında, her 3 dikiş tekniğinde de fibrozis, vaskülarizasyon ve inflamatuvar hücre artışı istatistiksel yüksek bulundu. Kartilajinöz metaplazi her 3 grupta hiçbir tendonda saptanmadı. Nekroz açısından grup içi değerlendirilmede deney ve kontrol olguları arasında Bunnel ve Kessler tekniğinde istatistiksel fark bulunamazken, Locking - Loop (Krackow) tekniğinde fark bulundu ($p < 0,05$). Gruplar arasında ise nekroz, Locking - Loop (Krackow) tekniği kullanılan deney grubunda Bunnel ve Kessler tekniği kullanılan deney gruplarından istatistiksel olarak yüksek bulundu ($p < 0,05$). Kontrol grupları arasında, her üç dikiş tekniğinde de nekroz açısından istatistiksel fark bulunamadı.

TARTIŞMA VE SONUÇ: Tüm gruplarda, dikişin tendonu tutma gücünün kontrol olgularında (‘time - zero’ da), deney olgularından yüksek olması, tendonun 12 günlük iyileşme sürecinde yumuşadığını göstermiştir. Bu, daha önceki çalışmalarda gösterilen, tendonun iyileşme döneminde yumuşadığı görüşünü desteklemektedir. Locking - Loop (Krackow) tekniğinin tendonu tutma gücü ‘time - zero’ da diğer gruplardan yüksek olsa da, 12 günlük iyileşme sürecinde bu gücünü kaybederek Bunnel tekniği ile aynı güce düşmektedir. Dikişin tendonu tutma gücü ortalamaları arasında yüzde farkının Locking - Loop (Krackow) tekniğinde daha yüksek olması bu tekniğin tendondaki yumuşamayı diğer tekniklerden daha fazla artırdığını göstermektedir. Histopatolojik incelemelerde ise, tüm gruplarda, deney ve kontrol olgularında fibrozis, vaskülarizasyon, inflamatuvar hücre

ve kartilajenöz metaplazi açısından fark olmaması takip süresinin (12 gün) kısa olmasına bağlı olabilir. Nekroz oluşumu açısından bakıldığında ise Locking - Loop (Krackow) tekniğinin deney grubunda nekroz oluşumunun yüksek oluşu muhtemelen dikiş konfigürasyonunun beslenmeyi bozduğundan kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, tendonlar iyileşme sürecinde yumuşadığı ve Locking – Loop (Krackow) gibi kompleks dikiş tekniklerinin bu yumuşamayı artırdığı görülmüştür. Buna göre, eğer Aşil tendon onarımı sonrasında 12 günden önce hareket başlanması isteniyorsa, Locking - Loop (Krackow) tekniğinin ‘time - zero’ da tendonu tutma gücü fazla olduğundan Locking - Loop (Krackow) tekniği tercih edilebilir. Yaklaşık 2 haftalık süreçte, Locking - Loop (Krackow) tekniğinin tendonu tutma gücü nerdeyse yarı yarıya düşmektedir. Bu düşüşün sebebi olarak, Locking - Loop (Krackow) tekniğinin tendon fizyolojisini daha fazla bozduğunu düşünebiliriz. Bu yüzden 2 haftadan sonra hareket başlanacak Aşil tendon onarımlarında, tendon fizyolojisine daha çok saygı gösteren Bunnel tekniği kullanılabilir. Tendonu tutma gücü olarak Kessler tekniğinin sonuçları, Locking - Loop (Krackow) tekniğinden hem 0. gün hem de 12. günde düşük olduğundan, tercih edilmesi önerilmemektedir. Bununla beraber, Bunnel tekniğinin iyileşmekte olan tendonu tutma gücü, istatistiksel olarak Locking - Loop (Krackow) tekniğinden farklı olmaması, Kessler tekniği karşısında Bunnel tekniğini tercih sebebi yapabilir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER:Aşil Tendon, Yumuşama, Deneysel, Sütür tekniği, Biyomekanik

ABSTRACT

INTRODUCTION AND PURPOSE: The Achilles tendon has been shown to soften during recovery period in previous studies. It has found that this softening is developed under the influence of inflammation during the recovery period and surgical procedures have an impact on this softening. In this study, we aimed to review the impact of repair techniques (such as Kessler, Bunnel and Locking - Loop (Krackow) which are often used in the Achilles tendon repair) on the softening and histopathological changes - in vivo that cause this effect.

MATERIAL AND METHODS: In this study, 24 male New Zealand white rabbits were used with ages ranging from 8 months to 10 months, body weights between 2900 g to 3500 g (average 3057.5 g). Experimental animals were randomized and grouped using closed envelopes and 3 groups were formed with 8 rabbits in each group. Tendons in the first group were repaired with Kessler suture technique, the second group tendons with Bunnel suture technique, while the third group tendons with Locking - Loop (Krackow) suture technique. Right Achilles tendons of rabbits (who had a 12-day recovery period) were designed to constitute test subgroup and left Achilles tendons, the control subgroup ('time - zero'). For tendon repair MaxBraid™ (2, ●, Polyethylene), in the antibiotic prophylactic Cefazolin Sodium, in analgesia Paracetamol, in anesthesia Ketamine HCL and Xylazine, in the euthanasia Thiopental Sodium have been used. First, right Achilles tendons, after 12 days left Achilles tendons were cut with a scalpel from 1.5 cm proximal on the area where calcaneus ends and repaired with suture technique appropriate to the respective group. Right and left Achilles tendons were excised after euthanasia and biomechanical and histological examination was performed.

RESULTS: Statistically weighted average of the three groups (Kessler: 3210 g, Bunnel: 3175 g, Locking - Loop (Krackow): 3162 g) is equal and there was no difference found between the groups. With biomechanical tests, maximum achieved forces were found when suture material was scraped from Achilles tendons. As there was no break or opening in the suture, it was possible to measure the strength of the suture configurations holding tendon. In Kessler group the strength of suture to hold the tendon was found in the test group as average 28 N, in the control group as average 37 N, in Bunnel group strength of suture to hold the tendon, the test group average as 40 N, the control group average as 55 N, in Locking - Loop (Krackow) group strength of suture to hold the

tendon, in experimental group as average 54 N, the control group as average 107 N, respectively. In experimental and control groups, in all three groups in terms of averages of strengths of suture to hold tendons have statistically significant differences, the control group has significantly higher results ($p < 0.05$). When test group results are compared between groups, Bunnel with Locking - Loop (Krackow), there are no statistically significant differences between Kessler with Bunnel, there is a significant difference between Kessler and Locking - Loop (Krackow), Locking - Loop (Krackow) group has significantly higher results. When control group results are compared between groups, Locking - Loop (Krackow) results were found to be higher than Kessler and Bunnel group results ($p < 0.05$). At the same time, Bunnel group results were higher than the Kessler group results ($p < 0.05$). Groups, when viewed in terms of the percentage change in the holding strength of tendons in the average, average tendon holding strength after 12 - days period, in Locking - Loop (Krackow) technique 49.3 %, in Bunnel technical 26.9 %, in Kessler it decreased to 25.8 %. In the histopathological examination, when the experimental group compared with the control group, in every 3 suture technique fibrosis, vascularization and inflammatory cell increase was found to be statistically significantly high. Cartilaginous metaplasia was not detected in any tendon in all 3 groups. Regarding necrosis in the group evaluation, there was no statistical difference found between Bunnel and Kessler technique in experimental and control groups, differences were found in the Locking - Loop (Krackow) technique ($p < 0.05$). Between the groups; necrosis was found significantly higher in in test group using Locking - Loop (Krackow) technique than the group using Bunnel and Kessler technique ($p < 0.05$). No significant difference was found between the control groups regarding all three sutures for necrosis.

DISCUSSION AND RESULTS: In all groups, the tendon suture holding strength in the control subjects (at 'time – zero'), being higher than test subjects showed that tendon was softened in 12 - days healing process. This supports the view that the tendon is softening during healing period as shown in earlier studies. Despite the fact that Locking - Loop (Krackow) technique' s tendon holding strength at 'time - zero' is higher than the other groups, it loses this strength in 12 - day recovery period and is reduced to the same strength with Bunnel technique. The percentage difference of averages of suture tendon holding strength in Locking - Loop (Krackow) technique is higher shows that this technique increases the softening in the tendon other than other techniques. In histopathological examination, in all groups, fibrosis in experimental and control

subjects, as there is no difference in terms of vascularization, inflammatory cells and cartilaginous metaplasia, this may depend on the short follow - up period (12 days). When viewed from necrosis development, the high necrosis development in test group of Locking - Loop (Krackow) technique may result from suture configurations that it may disrupt the feeding of tendon.

As a result, the tendons during the healing process have been softened and it was seen that complex suture techniques such as Locking - Loop (Krakow), have increased the softening. Accordingly, if after Achilles tendon repair, its movement is required before 12 days period, as Locking - Loop (Krackow) technique at 'time-zero' has a greater tendon holding strength, Locking - Loop (Krackow) technique may be preferred. Approximately in two-weeks period, the Locking-Loop (Krackow) tendon holding strength is almost halved. The reason for this decline is thought Locking – Loop (Krackow) technique to disrupt tendon physiology. So, in Achilles tendon repair when movement will start after 2 weeks, Bunnel technique can be used which has respect to tendon physiology. As a result of Kessler tendon holding technique, as it is lower than Locking - Loop (Krackow) technique both on day 0 and day 12 is low, preference is not recommended. However, as the holding strength of healing tendon of Bunnel technique is not statistically different from Locking - Loop (Krackow), Bunnel technique can be preferred against Kessler technique.

KEYWORDS: Achilles Tendon, Softening, Experimental, Suture Technique, Biomechanic

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFALAR</u>
TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT).....	v
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 TARİHÇE.....	2
2.2 HİSTO-ANATOMİ.....	4
2.3 BİYOMEKANİK.....	11
2.4 ETYOPATOGENEZ.....	15
2.5 MUAYENE BULGULARI.....	17
2.6 GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	20
2.7 İYİLEŞME SÜRECİ.....	22
2.8 TENDON ONARIMINDA KULLANILAN DİKİŞ TEKNİKLERİ.....	25
2.9 TEDAVİ YÖNTEMLERİ.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	52
4. BULGULAR	65
5. TARTIŞMA	77
6. SONUÇ.....	83
7. KAYNAKLAR	84
8. EKLER	93

SİMGELER VE KISALTMALAR

- ❖ A.B.D. : ANABİLİM DALI
- ❖ AT: AŞIL TENDON
- ❖ BAPKO : BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOMİSYONU
- ❖ C : CELSİUS
- ❖ cm: SANTİMETRE
- ❖ CT: COMPUTED TOMOGRAPHY (BT)
- ❖ DEHAMER : DENEY HAYVANLARI MERKEZİ
- ❖ dk : DAKİKA
- ❖ DOÇ: DOÇENT
- ❖ DR: DOKTOR
- ❖ EMG: ELEKTROMİYOGRAFİ
- ❖ FHL : FLEKSOR HALLUSİS LONGUS
- ❖ g: GRAM
- ❖ HCL : HİDROKLORİK ASİT (HİDROKLORÜR)
- ❖ İ. E. : İNTERNATİONAL EENHEİD (ULUSLARARASI ÜNİTE)
- ❖ İ.M. : İNTRAMUSKÜLER (KAS İÇİ)
- ❖ İ.V. : İNTRAVENÖZ (DAMAR İÇİ)
- ❖ K-TELİ : KIRSCHNER TELİ
- ❖ kg: KİLOGRAM
- ❖ kN : KİLONEWTON
- ❖ LL: LOCKİNG LOOP
- ❖ lbs : 'LİBRE'S' KELİMESİNİ KISALTILMASI (POUND) (1 LBS = 0,4535924 Gram)
- ❖ MHZ: MEGAHERTZ
- ❖ mm: MİLİMETRE
- ❖ ml : MİLİLİTRE
- ❖ M.Ö: MİLTATTAN ÖNCE
- ❖ MRG : MAGNETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME
- ❖ N: NEWTON
- ❖ N. : NERVUS (SİNİR)
- ❖ NaCl : SODYUM KLORÜR
- ❖ nm: NANOMETRE
- ❖ OP: OPERATÖR (UZMAN)
- ❖ ORT : ORTALAMA
- ❖ PROF: PROFESÖR
- ❖ SPSS: STATİSTİCAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES
- ❖ SS : STANDART SAPMA
- ❖ TB : TRANSVERS BİLEŞEN
- ❖ TC: TÜRKİYE CUMHURİYETİ
- ❖ T2: MAGNETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME SEKANSI
- ❖ UB : UZUNLAMASINA BİLEŞEN
- ❖ USG: ULTRASONOGRAFİ
- ❖ VEGF : VASCULAR ENDOTELİAL GROWTH FACTOR
- ❖ p : 'PERFECTUS' (latince) (İSTATİSTİKTE ANLAMLILIK SİMGESİ
- ❖ ® : 'REGISTERED' (TESCİLLENMİŞ)
- ❖ % : YÜZDE İŞARETİ
- ❖ ● : YUVARLAK UÇLU SÜTÜR MATERYALİ
- ❖ ▼ : KESKİN UÇLU SÜTÜR MATERYALİ
- ❖ ° : DERECE İŞARETİ
- ❖ ™ : TRADE MARK (TİCARİ MARKA)

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Aşil tendon yaralanmaları tüm tendon yaralanmaları arasında 3. sırada yer almış olup, tedavi yaklaşımı halen tartışmalı olsa da günümüzde daha çok kabul gören ve tercih edilen tedavi yöntemi cerrahi onarımdır (1, 2). Cerrahi tedavinin başarısını; yaralanmanın şekli ve seviyesi, cerrahinin zamanlaması, uygulanan cerrahi teknik, kullanılan dikiş tekniği, seçilen dikiş materyali, cerrahi esnasında dokulara duyulan saygı, cerrahi sonrası bakım, erken hareket ve rehabilitasyon gibi etkenler etkilemektedir (3). Bu etkenler içinde, hastaya uygun cerrahi tedavinin planlamasını ve ideal yöntemin belirlenmesini etkileyen en önemli unsur dikiştir. Güçlü bir tamir ile, plantar fleksiyon gücünün korunması, erken hareketle kas atrofisinin engellenmesi, rerüptür riskinin en aza indirilmesi ve hasta memnuniyetinin en üst düzeye çıkarılması mümkündür. Güçlü tamirin elde edilmesi ise dikiş konfigürasyonuna, dikişin tendonu yakalama gücüne ve tensil kuvvetlere karşı gösterdiği direnç ile tendonun fiziki özelliklerine bağlıdır. Zira, gerilme kuvvetine mukavemet gösteremeyip kopan dikiş başarısız olabileceği gibi kaygan dikiş materyali ile yapılan onarımda, tendondan sıyrılan dikiş de başarısız olacaktır. Ayrıca kötü bir dikiş konfigürasyonu, kalitesi iyi bir tendondan veya iyi dikiş konfigürasyonu, liflenmiş bir tendondan sıyrılmak suretiyle başarısız olabilir (4). Tamirin başarısı, onarım esnasında etkilenebildiği gibi onarımdan sonra da etkilenebilir. Yapılan çalışmalar, tendonun iyileşme döneminde yumuşadığını göstermiştir. Bu yumuşamanın fizyolojik mi yoksa tedaviye (dikişe) mi bağlı olduğu araştıran bir çalışmada tendonların iyileşme döneminde inflamasyonun etkisi ile yumuşadığı ve dikişin bu yumuşamayı artırdığı bulunmuştur (4, 5). Biz bu çalışma ile, tendon onarımında sıklıkla kullanılan Kessler, Bunnel ve Locking - Loop (Krackow) onarım tekniklerinin Aşil tendon tamirinden sonra iyileşme sürecindeki yumuşama üzerine olan etkisini ve bu etkiye neden olan histopatolojik değişiklikleri incelemeyi amaçladık.

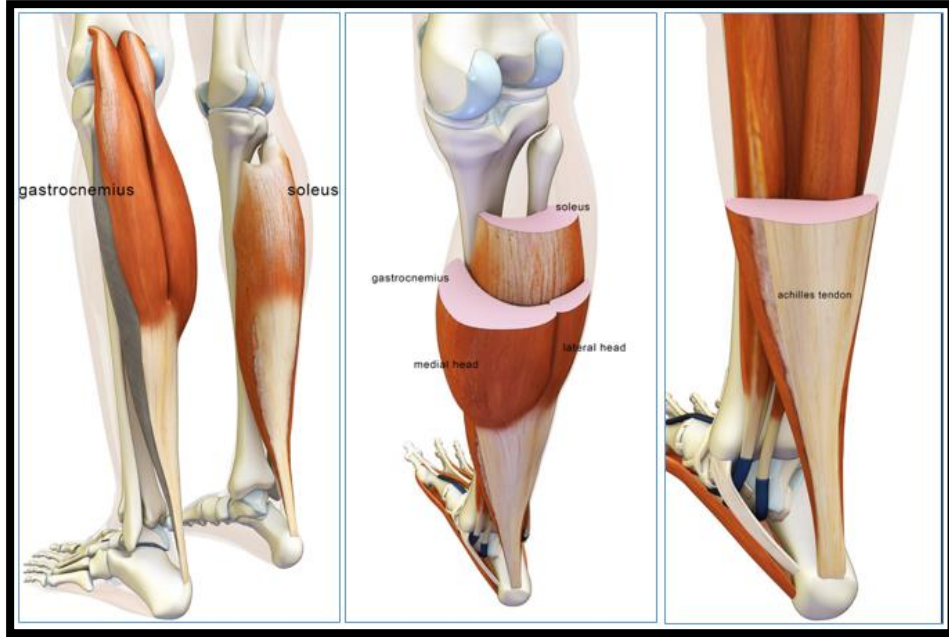
Hipotez;

- 1- Kompleks [Locking - Loop (Krackow) gibi] dikiş teknikleri iyileşme döneminde tendon yumuşamasını daha çok artırır (Biyomekanik olarak).
- 2- Tendon yumuşamasının biyomekanik sonuçlarıyla, elde edilen histopatolojik bulgular korelasyon göstermektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2. 1. TARİHÇE

Kalkaneal tendon (latin: tendo calcaneus) vücudumuzun en güçlü ve en büyük yüzeysel tendonudur (6). Bu yüzden tarihteki en güçlü ve en büyük savaşçı olarak kabul edilen Yunan mitoloji karakterlerinden Aşil' in ismi ile de anılır. Tendon ile Aşil isminin ilişkisini anlatan hikaye ise Homer'in M.Ö. 720' lerde yazmış olduğu 'İlyada' adlı mitolojik eserinde geçmektedir. Eserde yarı tanrı (Peleus adında ölümlü bir baba ile su tanrıçası Thetis' in oğlu) olarak geçen Aşil' e (Achilles) yenilmezlik kazandırmak için, ölümler ülkesindeki Styx (stiks) nehrinde annesi yıkamıştır. Thetis' in bir tanrıça olarak elini nehre değdirmesi yasak olduğundan Aşil' i kalkaneal tendonundan tutarak nehirde yıkadığı (daldırdığı) ve dolayısıyla oğlunun yara alabileceğı ve yenilebileceğı hatta ölebileceğı tek yerin bu tendon olduğu anlatılmaktadır. Nitekim Aşil, Truva savaşında Paris tarafından zehirli okla bu tendonundan vurularak öldürölmüştür.



Şekil 1: Aşil tendonunun ilustratif görünümü

Tendondan 'Aşil tendonu' olarak bahseden, bilinen en eski yazılı belge 1693 yılında anatomist Philip Verheyen tarafından yazılmış olmasına rağmen, tendonla ilgili

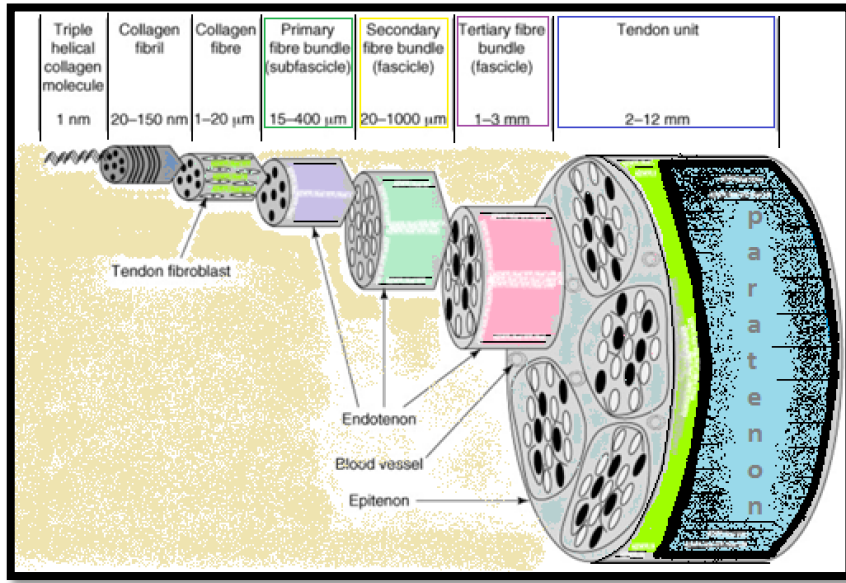
patoloji hakkında ilk bilgi: “Bu tendon eğer ezilir veya yırtılırsa; akut ateş yapar, zihni bulandırır ve zamanla ölümü getirir” diyen Hipokrat tarafından verilmiştir (7).

Hipokrattan 20. yüzyılın başlarına kadar Aşil tendon yırtıklarında (yaralanmalarında) konservatif tedavi yöntemleri tercih edilmiş olsa da, Abrahamsen (8), Quenu ve Stoianovitch (9), Arner ve Lindholm (10) cerrahi onarımı savunmuşlardır. Mason (11) ve Kessler (12), Bunnel’ in çapraz tendon sütünlerine karşı birbirine paralel atılan sütünleri tercih etmiştir. 20. yüzyılın son çeyreğinde ise Ma ve Griffith perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğini tariflemişlerdir (13). Eş zamanlı olarak Nistor ise cerrahi onarımın gereksiz olduğunu ve konservatif tedavi yöntemlerinin yeterli olduğunu bildirmiştir (14).

Literatüre bakıldığında Aşil tendon yırtıklarının etyolojisi net olmamakla beraber tedavisi hakkında da tartışmalar halen devam etmektedir. En iyi ve başarılı sonuçların sadece cerrahi tedavi ile mümkün olacağını belirten yazarlara rağmen konservatif tedavide ısrar eden ve savunan yazarlar da vardır. Tedavi seçiminde yol gösterici ana belirteçler ise hastanın yaşı, aktivite durumu ve yaralanmanın (rüptürün) ciddiyeti (derecesi)’ dir.

2. 2. HİSTO - ANATOMİ

İnsan vücudunda en fazla bulunan protein olan kollajen, su ve proteoglikandan zengin, hücre açısından ise fakir bir ekstrasellüler matriks içine gömülmüş şekilde bulunur. Tendonun kuru ağırlığının % 65 - 80 kadarını teşkil eden kollajenin % 95' i Tip 1 kollajen yapısındadır. % 200' lere varan gerilme kuvvetine karşı koyan ve kuvvet kalktıktan sonra orijinal haline geri dönebilen elastin ise tendonun kuru ağırlığının % 2' sini teşkil etmektedir (6, 16, 17).

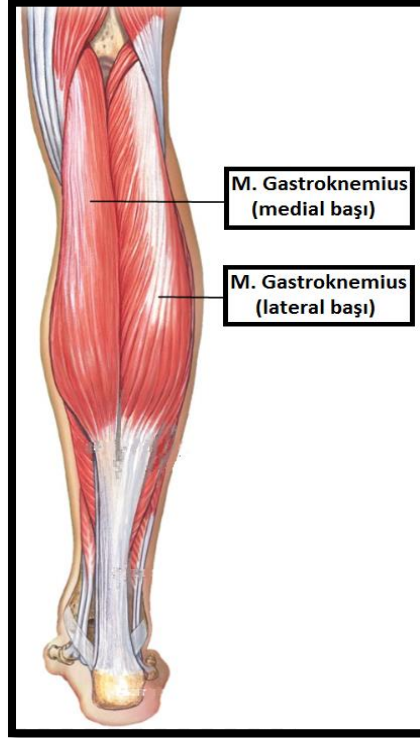


Şekil 2 : Tendonun histolojik yapısı

Aşil tendonunun yapısında yer alan kollajen fibrillerinin çapı 20 nm ilâ 150 nm arasında değişmekte olup bu fibriller üçlü helikal yapıdaki Tropokollajenin polimerizasyonu ile meydana gelir (15). Fibriller birleşerek tendonun temel birimi olan *fiberleri* oluştururlar (şekil 2). Her bir kollajen fiberinin etrafı endotenon adı verilen ince bir kılıf ile çevrelenir. Endotenon, hem fiber demetlerinin kaymasını hem de birbirlerine bağlanmasını sağlar. Ayrıca tendonun derin kısımları için, kan damarlarının, sinirlerin ve lenfatiklerin erişimine olanak sağlayan kanalları da temin eder (16). Fiberler de demetleri oluşturacak şekilde bir araya gelirler. Birincil fiber demetinin diğer adı subfasiküldür. Subfasiküller birleşerek ikincil fiber demetini yani fasikülleri oluşturur. İkincil fiber demetleri de bir araya gelerek üçüncül fiber demetlerini oluştururlar. Her üç

fiber demeti de endotenon ile çevrilidir. Üçüncü fiber demetleri bir araya gelerek tendonu oluştururlar.

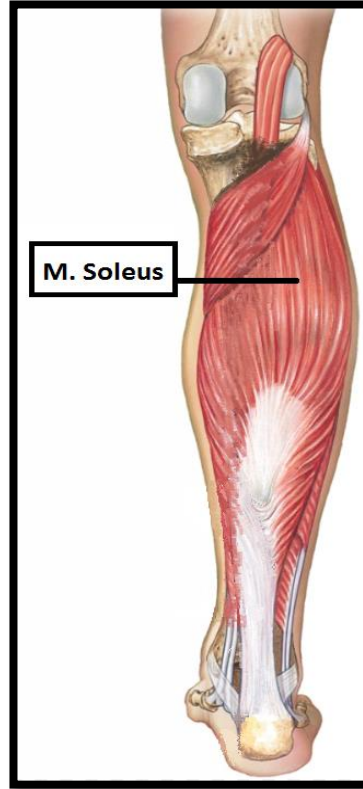
Tendon ise epitenon adı verilen ince bir kılıf ile çevrelenir. Böylece tendonun kaba yapısı ortaya çıkar. Bu yapı paratenon adı verilen en dışta bulunan bir kılıf ile çevrelenir (Şekil 2). Paratenon sürtünmeyi azaltarak tendon hareketlerine izin veren ince bir sıvı tabakası ile epitenondan ayrılır (16).



Şekil 3: Gastrocnemius kası

Histolojik olarak ele aldığımız Aşil tendonu anatomik olarak bacağın posterior yüzeysel kompartmanında yer alır. Aşil' i oluşturan kaslardan, yüzeysel olan gastrocnemiusun caput laterale ve caput mediale olmak üzere iki başı vardır (Şekil 3). Caput laterale epicondylus lateralis femoris' den ve caput mediale ise epicondylus medialis femoris' den başlar. Bir kısım lifleri de femur kondillerinin hemen üzerinde, diz eklemleri kapsülünden başlar. medial baş daha büyük olup, lateral baş ile dar bir açı oluşturacak şekilde birleşir ve fossa poplitea' yı her iki alt yandan sınırlar. Her iki baştan gelen kas lifleri orta hatta birleşerek distale doğru uzanır ve bacağın ortalarında geniş bir aponeurozda sonlanırlar. Bu aponeuroz, distalde daralarak tendo muscui gastrocnemii

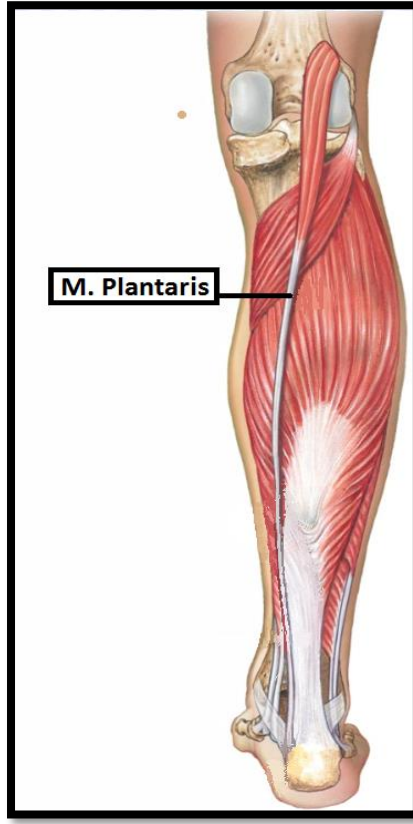
adını alır ve derininde bulunan musculus soleus' un tendinöz kısmıyla birleşerek Aşil tendonunu oluşturur. Aşil tendonu, kalkaneusta tuber calcanei denilen bölgeye yapışır (Şekil 6). Aşil tendonu ile kalkaneus arasında bursa tendinis calcanei (retrocalcaneal bursa), cilt arasında ise subkütan bursa bulunur. Dize fleksiyon, ayak bileğine plantarfleksiyon ve subtalar ekleme inversiyon yaptırın gastrocnemius kası, diz tam ekstansiyonda, ayak bilek dorsifleksiyonda ve topuk inversiyonda iken maksimum gerilir (18). Diz tam ekstansiyonda iken ayak bileğinin en etkili plantarfleksörüdür.



Şekil 4: Soleus kası (Gastrocnemius ve Plantaris kası kaldırılmıştır)

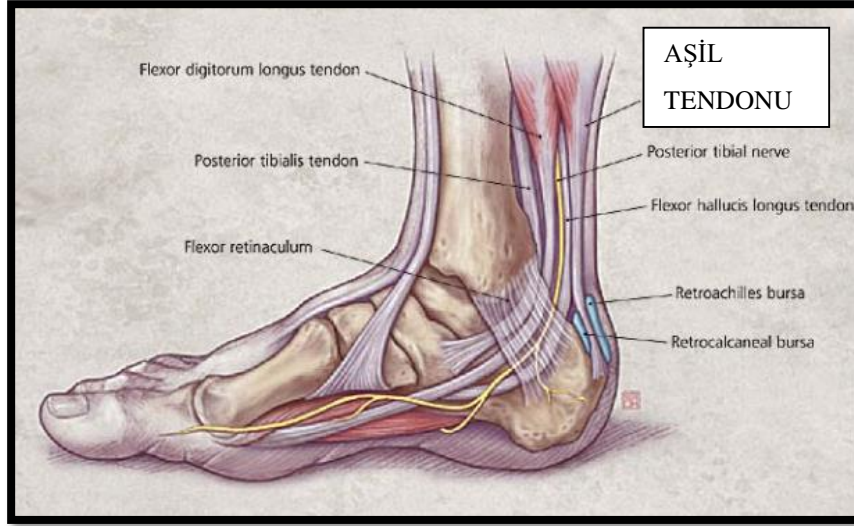
Musculus soleus, postural bir kasıdır (Şekil 4). Dururken vücudu dik tutmaya yardımcı olan bu kas, yürürken de ağırlık merkezini diz ekleminin önünden geçerek vücudun öne düşmesini engeller. Musculus gastrocnemius' un derininde bulunur ve daha geniş olduğu için musculus gastrocnemius' un her iki tarafından dışarı taşar . Tendinöz bir yapı ile fibula başının posterior yüzünden, fibula gövdesinin proksimal 1/3' ünden, tibia posterior yüzündeki linea musculi solei' den ve fibula ile tibia arasında gerilen arcus tendineus musculi solei' den başlar, distalde aponeuroza dönüştükten sonra

gastrocnemius' un tendinöz kısmıyla birleşerek Aşil tendonunu oluşturur. Musculus soleus, diz fleksiyonda iken etkili biçimde ayak bileği plantarfleksiyonu yaptırır (19).



Şekil 5: Plantaris kası (Gastroknemius kası kaldırılmıştır)

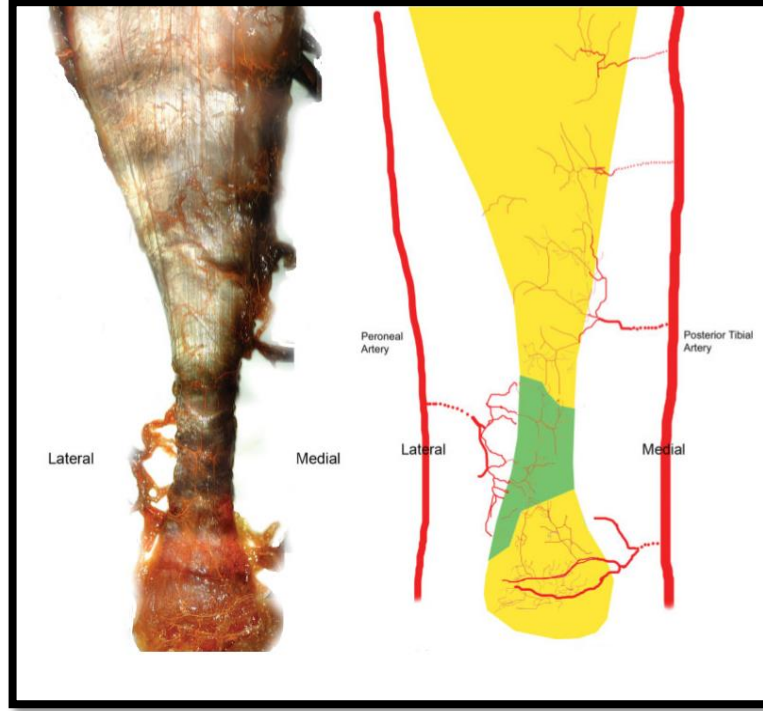
Musculus plantaris, labium laterale linea aspera' nın en distal kısmından ve ligamentum popliteum obliquum' dan başladıktan sonra gastroknemius ve soleus arasında seyreder (20) (Şekil 5). Aşil tendonu yapısına katılmamasına rağmen 7 cm ilâ 13 cm uzunluğunda iğ şeklinde bir tendona dönüşerek kalkaneusta Aşil ile ortak bir noktada sonlanır (21). Büyüklüğü çok değişken olup % 7-20 bulunamayabilir (22).



Şekil 6: Aşil tendonu anatomisi

Tendo calcaneus (Tendo achillis, Aşil tendonu), musculus gastrocnemius' un ve musculus soleus' un tendinöz kısımlarının birleşmesiyle oluşur. Yaklaşık 10 cm ilâ 15 cm uzunluğunda olan bu tendonun gastrocnemius bileşeninin uzunluğu 11 cm ilâ 26 cm arasında değişirken, soleus bileşeninin uzunluğu 3 cm ilâ 11 cm arasında değişir. Yapılan çalışmalarda Aşil tendonunun kalınlığı ultrasonografi (USG) ve MRG yardımı ile incelendiğinde, 10 yaşın altında $4,6 \pm 0,8$ mm, 10 ilâ 17 yaşları arasında $6,1 \pm 0,8$ mm, 18 ilâ 30 yaşları arasında $6,3 \pm 0,5$ mm ve 30 yaşın üzerinde $6,9 \pm 1,0$ mm olarak ölçülmüştür (23). Aşil tendonu, musculus gastrocnemius' un ve musculus soleus' un tendinöz kısımlarının birleştiği noktada geniş ve yassıdır. Distale doğru gittikçe incelerek uzanan aşil tendonu oval hale gelir. Aşil tendonunun en dar yeri, sonlanma yerinin 4 cm kadar proksimalindedir. Bu noktadan sonra tekrar yassılaşılarak, calcaneus' un tuber calcanei denilen posteroinferior kısmında sonlanır. Bununla birlikte Aşil tendonunun distale doğru seyri sırasında, tendon lifleri yaklaşık 90° içe doğru dönerler. Böylelikle proksimalde posteriora seyreden soleus bileşenine ait lifler mediale tutunurken, proksimalde anteriorda seyreden gastrocnemius bileşenine ait lifler laterale tutunurlar. Tendon liflerinin dönme derecesini, her iki kasın birleştiği seviye belirler. Birleşme ne kadar distalde ise liflerin dönme derecesi o kadar artar. Liflerdeki bu dönme, tendonun uzamasını ve orjinal haline geri dönebilmesini mümkün kılar (24). Aşil tendon liflerindeki dönme, sonlanma yerinin 2 cm ilâ 5 cm proksimalinde maksimuma ulaşır. Söz konusu nedenler, bu bölgede stres düzeyinin aşırı yükselmesine yol açar. Böyle bir

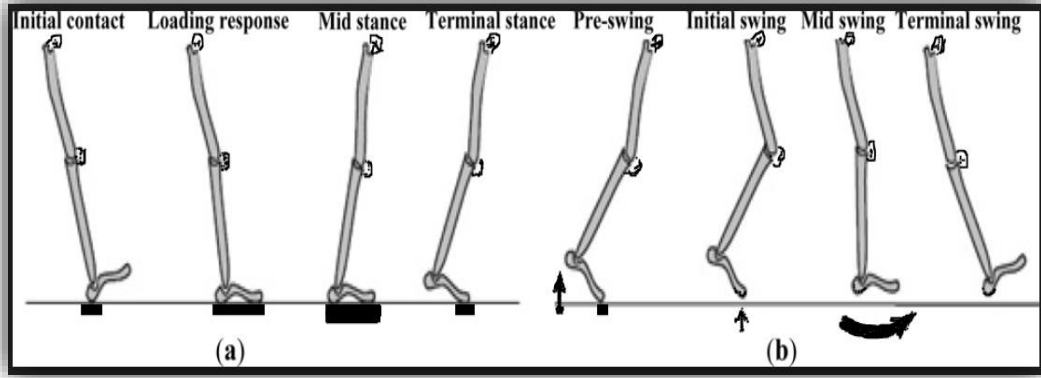
durum, Aşil tendon yırtıklarının en sık görüldüğü bu bölgedeki zayıf beslenmeyi, dejenerasyona ve yaralanmaya yatkınlığı açıklayabilir. Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı bölge, ortalama uzunluğu 19,8 mm, ortalama genişliği proksimalde 24 mm ve distalde 31 mm olarak ölçülen bir alana dağılmıştır (25). Aşil tendonunun insersiyosu, medial kenarda daha uzundur (25) ve fibröz kıkırdak yapısında olan entezisi tipik olarak sergiler (26). Entezis, osteotendinöz bileşkedeki kalsifiye olmamış ve kalsifiye olmuş fibröz kıkırdaklardan oluşur. Aşil tendonu ile calcaneus' un düz olan posterior kısmı arasında bursa tendinis calcanei (retrocalcaneal bursa) bulunur. Retrocalcaneal bursa, dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon hareketleri esnasında şeklinin değişmesine izin vererek, Aşil tendonu ve calcaneus arasında hareketin serbest olmasını destekleyen, sinovyal çıkıntılara sahiptir (27). Retrocalcaneal bursanın posterior duvarı, tendonun basınçlı yüklere karşı direnmesine olanak sağlayan, sesamoid fibröz kıkırdaktan oluşmuştur (28). Ön duvarı ise periosteal fibröz kıkırdaktan oluşmuştur (28). Aşil tendonu ile tibia' nın posterior sınırı arasındaki boşluk Kager üçgeni olarak bilinir. Bu boşlukta Kager yağ yastığı bulunur. Tendon ile kemik arasındaki sürtünmeyi azaltmak, yük altında iken tendona destek olup bükülmesini engellemek, boşluğu doldurduğu için hareket esnasında oluşacak olası negatif basıncın etkilerinden korumak, tendonu besleyen kan damarlarını korumak ve içerdiği birçok duysal sinir ucu nedeniyle propriyosepsiyonda görev almak gibi çok önemli fonksiyonlara sahiptir (29).



Şekil 7: Aşil tendonunun (AT) arteriyel kanlanması

Yapılan çalışmalar göstermiş ki, Aşil tendonunun beslenmesini sağlayan damarların asıl olarak paratenonu besler, dolayısı ile paratenon Aşil' in beslenmesi için önemli bir kaynaktır (30). Tendonun proksimal (muskülotendinoz bölge) ve distal (osteotendinoz bölge) 1/3' ünün kanlanmasına paratenon içinde yer alan arteria tibialis posterior' a ait dallar tarafından sağlanır (Şekil 7). Kanlanmanın rölatif olarak daha zayıf olduğu orta 1/3' lük kısım ise arteria peronealis tarafından beslenir (31). Kanlanmasının dağılımı tendonun uzunluğu boyunca homojen olmadığından orta kısımlar dejenerasyona daha yatkın olup tendonu güçsüz bıraktığına inanılır (32, 33). Tendonun bu bölümü, sonlanma yerinin 2 cm ilâ 6 cm proksimalinde yer alır ve aynı zamanda yırtıklarının da en sık görüldüğü bölgedir (34, 35).

2. 3. BİYOMEKANİK



Şekil 8: Yürüme siklusunu (yürümenin biyomekaniği)

Aşil tendonunun biyomekanik özelliklerini anlamak için yürümenin biyomekaniğini gözden geçirmekte yarar vardır. Çünkü yürüme, koşma ve spor faaliyetleri esnasında Aşil tendonu devamlı siklik yüklenmelere maruz kalmakta, bu da tendinopatiye ve dolayısıyla rüptüre zemin hazırlamaktadır (36, 37). Yürüme siklusunu % 60 basma ve % 40 salınım olarak iki safhadan oluşur. Basma (a – Stance) ve salınım (b – Swing) fazları da kendi içinde bölümlere ayrılır (Şekil 8).

İlk değme (Initial Contact – Heelstrike) yürüme siklusunun % 0-2 arasını teşkil eder. Basma fazının başlangıcı olup ayağın yere değmesi ile başlar. Amaç ayağı önce topuk yere değecek şekilde yere indirmektir. Ayak bileği dorsifleksörlerin yardımı ile nötral pozisyonda tutulur (38, 39).

Yüklenme (Taban Vuruşu) (Loading response – Footflat) yürüme siklusunun % 2-10 arasını teşkil eder. Aynı zamanda birinci çift destek fazıdır. Diğer ayak yerden kaldırılana dek gövde ağırlığı bu ayağa aktarılır. Ayakbileği 10 derece plantar fleksiyondadır ve ayakbileğinde dorsifleksörler kasılır. Amaç; şok absorpsiyonu, ayağın tümünün yere indirilmesi ve vücut ağırlığının üstlenilmesidir (38, 39).

Basma Ortası (Midstance) yürüme siklusunun % 10-30 arasını teşkil eder. Tek basma fazının başlangıcıdır. Kalça ve diz ekstansiyonda, ayakbileği dorsifleksiyondadır. Salınım fazındaki bacak basan bacağın yanından geçer. Amaç yerde sabit olan ayak üzerinde gövdeyi öne doğru ilerletmektir (38, 39).

Basma Sonu (Topuk Kalkışı) (Terminal stance - heel off) yürüme siklusu % 30-50 arasını teşkil eder. Tek basma fazı bitmektedir. Ayak bileği plantar fleksiyondadır. Amaç bacağın yerden kesilmesidir (38, 39).

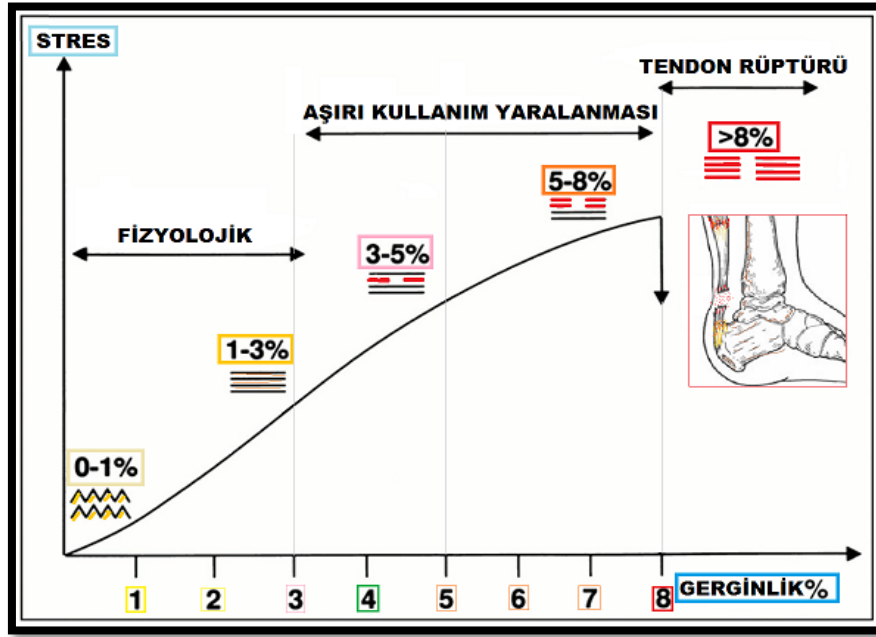
Salınım Öncesi (Parmak Kalkışı) (Preswing - toe off) yürüme siklusunun % 50-60 arasını teşkil eder. Basma fazının bitip salınım fazının başladığı dönemdir, ayrıca ikinci çift destek dönemini oluşturur. Karşı ekstremite yere değdiğinde başlar ve parmakların yerden kesilmesiyle sonlanır. Bu dönemde gövde ağırlığı ekstremite üzerinden kalkar. Amaç bacağı salınımına hazırlamaktır.

Erken Salınım (Akselerasyon) (Initial swing) yürüme siklusunun % 60-73 arasını teşkil eder. Ayağın yerden kaldırılması ile başlar, ayak diğer ekstremitenin hizasına geldiğinde biter. Amaç havadaki bacağı hızla öne ilerletmektir.

Salınım Ortası (Midswing) yürüme siklusunun % 73-87 arasını teşkil eder. Salınan bacak basma fazındaki bacağın yanına gelir ve önüne geçer. Amaç ayağın yere değmeden aktarılmasıdır.

Salınım Sonu (Deselerasyon) (Terminal swing) yürüme siklusunun % 87-100 arasını teşkil eder. Salınan bacak basan bacağın önüne geçtiğinde başlar, ayağın yere değdiği ana kadar sürer. Amaç ayağın yere basmaya hazırlanmasıdır. Dizin tam ekstansiyonu ile adım uzunluğu artar.

Gastroknemius ve soleus kasları basma fazı sonunda vücudun hızlanmasını sağlarlar (38, 39). Yürüme siklusu esnasında, aşıl tendonunun calcaneus' a aktaracağı kuvvet parmakların yerden ayrılması fazında (*push off*) oldukça hızlı bir şekilde yükselir ve topuğun yere teması fazında (*heel strike*) aniden düşer. Kaslardan gelen kuvveti kemiğe iletmenin yanı sıra, Aşıl tendonu şok emici etkisi ile gastrok-soleus kas kompleksinin hasarlanmasını önler. Vücut ağırlığının sekiz katına kadar olan yüklenmelere dayanabilir (38, 39). Yapılan çalışmalarda Aşıl tendonunun, hızlı koşma esnasında vücut ağırlığının 12,5 katına kadar, bisiklet sürme ve zıplama esnasında da vücut ağırlığının 6 ilâ 8 katına kadar gerilme kuvvetlerine maruz kaldığı gösterilmiştir (40). Bu denli büyük kuvvetlere maruz kalan Aşıl tendonunun oksijen tüketimi ise iskelet kasına göre 7.5 kat daha azdır. Metabolik hızın yavaş ve anaerobik metabolizmanın daha yoğun oluşu, tendon patolojilerinde iyileşmenin yavaş olmasına neden olur (36, 41).



Şekil 9: Tendondaki stres-gerginlik ilişkisini gösteren eğri (gerginlik arttıkça tendondaki stres artmakta ve gerginlik % 8- i geçince tendon rüptüre olmaktadır)

İstirahat halinde tendonlardaki kollajen fibrilleri kıvrımlı halde iken tensil kuvvetlere tendonun ilk cevabı bu fibrillerin düzleşmesidir. Bu durum kollajenin ve elastinin elastik özelliklerine bağlı olup ‘stres-gerginlik’ eğrisinin başlangıcını oluşturur. Eğer tendondaki gerilme % 4’ den fazla değilse tendon orijinal boyutuna geri döner. Şayet tendondaki gerilme seviyesi % 4 ilâ % 8 arasında olursa, lifler birbirleri üzerinde kayar ve kollajen fibriller arasındaki kovalent çapraz bağlar ayrılmaya başlayarak mikro düzeyde bozulmalar oluşur. Gerilme seviyesi % 8’ i geçtiğinde ise, lifler gerilme kuvvetlerine karşı koyamadığından yırtık oluşmaya başlar (6) (Şekil 9).

Gerilmiş olan aşil tendonuna doğrudan alınan bir darbe tendonda yırtık oluşturabileceği gibi rüptür en sık indirekt travma ile olmaktadır (10, 42). Arner ve Lindholm indirekt travmayı: a) ön ayağa yük binmiş durumda ve diz ekstansiyonda iken, ani olarak ayağa itme gücü uygulanması; b) merdiven çıkarken ayağın kayması veya ayağın çukura düşmesi gibi durumlarda, beklenmedik bir şekilde ayak bileğinin dorsifleksiyona gelmesi; c) plantar fleksiyon durumundaki ayağa güçlü dorsifleksiyon yaptırılması olarak tariflemiştir (5, 10).

McMaster, sağlıklı tendonun Şiddetli gerilme kuvvetlerine maruz kalsa dahi yırtılamayacağını öne sürmüŐtür (43). Barfred ise yaptığı çalışmalar sonucunda, aşırı yüklenmeler uygulandığı takdirde sağlıklı tendonda yırtık meydana gelebileceğini belirtmiŐtir (44, 45). Postacchini ve Puddu, sağlıklı tendonun da yırtılabileceğini belirterek Barfred' i desteklemiŐlerdir (46).

Inglis ve Sculco, aşırı yüklenmeler uygulandığında muskületendinöz bileŐkede gerilmeyi önleyen refleks inhibitör mekanizmanın yetersizliğinin, AŞil tendon yırtıklarına neden olduğunu bildirmiŐlerdir (47).

2. 4. ETYOPATOGENEZ

Her yıl yaklaşık 10^5 ' de 6 oranında, bilinçsizce spor yapan amatör sporcularda ve antrenman sayılarının, sürelerinin ve yoğunluklarının arttığı profesyonel sporcularda, tekrarlayan streslerin ve mikrotravmaların neden olduğu aşırı kullanıma bağlı Aşil tendon yırtığı meydana gelir (24, 48).



Şekil 10: Detroit Pistons'un oyuncusu, Brandon Jennings' in Ocak 2015' te Aşil tendonunun rüptüre olduğu an. (Ayağa uygulanan aşırı dorsifleksiyonu takiben ani plantarfleksiyona zorlanmasına bağlı)

Aşil tendon yırtığı etyopatogenezinde rol alan kronik dejenerasyon, aşırı yüklenmeler olmaksızın tendonun yırtılmasına yol açar ve 30 ilâ 45 yaşları arasında görülme sıklığı artar (49, 50). Erkeklerde kadınlara oranla 5:1 ilâ 10:1 arasında değişen sıklıkta görülür (51, 52). Genellikle sedanter bir yaşam tarzı olan, nadiren spor yapan, ofis çalışanlarında meydana gelirken profesyonel olarak spor yapanların da % 10' unda aşil tendon yırtığı oluşur (51, 52) (Şekil 10). Sonlanma yeri aşil tendiniti veya kronik sonlanma yerinde olmayan aşil tendinozisi gibi aşil tendonunu ilgilendiren tendinopatileri olan ve tam olarak tedavi edilmeden ağır antrenman yükünün altına giren genç sporcuların başına gelir (52). Sol Aşil tendon yırtığı, sağ Aşil tendon yırtığına oranla daha siktir (53).

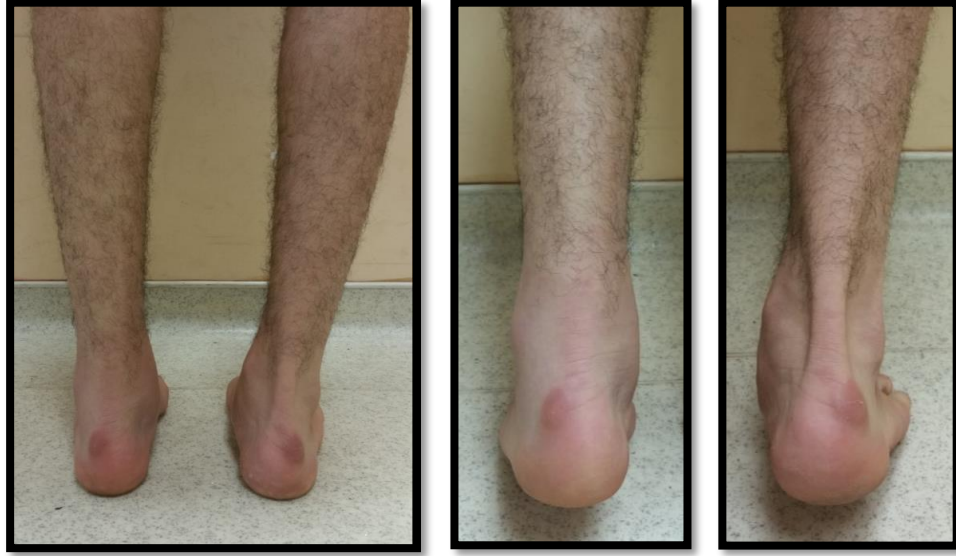
Aşil tendonunun en dar yeri, sonlanma yerinin yaklaşık 4 cm kadar proksimalindedir. Aşil tendon liflerindeki dönme, sonlanma yerinin 2 cm ilâ 5 cm proksimalinde maksimuma ulaşır. Söz konusu nedenler, bu bölgede stres düzeyinin aşırı yükselmesine yol açar. Böyle bir durum, aşil tendon yırtıklarının en sık görüldüğü bu

bölgedeki zayıf beslenmeyi, dejenerasyona ve yaralanmaya yatkınlığı açıklayabilir. Ayrıca kanlanmasının da dağılımı, tendonun uzunluğu boyunca homojen değildir (32, 33). Bu konu hakkında yapılan çalışmaların farklı sonuçları olmasına rağmen, yazarların ortak düşüncesi tendonun orta bölümünde kanlanmasının kötü olmasıdır. Tendonun bu bölümü, sonlanma yerinin 2 cm ilâ 6 cm proksimalinde yer alır ve kanlanması en zayıf olan kısımdır. Aşil tendonunun kanlanmasının en zayıf olduğu bu bölge, aynı zamanda yırtıklarının da en sık görüldüğü bölgedir. Kanlanmasının zayıf olmasının, doğrudan tendonun gerilme gücünü azalttığına ve dolaylı olarak dejenerasyona sebep olup tendonu güçsüz bıraktığına inanılır (49). Birbirinden önemli mevzubahis nedenlerin hepsi, sonlanma yerinin 2 cm ilâ 6 cm proksimaline dikkatlerimizi çeker. Literatür bilgileri de bu durumu destekler yöndedir. Yapılan çalışmalarda genellikle Aşil tendon yırtıkları sonlanma yerinin 2 cm ilâ 6 cm proksimalinde görülür (52).

Literatüre bakıldığında bazı durumların Aşil tendon yırtıklarına neden olduğu veya zemin hazırladığı görülmektedir. Romatoid artrit, Sistemik Lupus eritematozus, Gut gibi sistemik hastalıklar ve Ehlers Danlos sendromu ile Osteogenesis İmperfekta gibi kollajen sentezinde ve yapısında defektlerle karakterize kalıtsal hastalıklar örnek olarak verilebilir (54). Kinolon grubu antibiyotiklerin kullanımı, kortikosteroidlerin enteral ve parenteral uygulamaları, perkütan ve intratendinöz lokal steroid uygulamaları Aşil tendon yırtıklarına neden olabilmektedir (55).

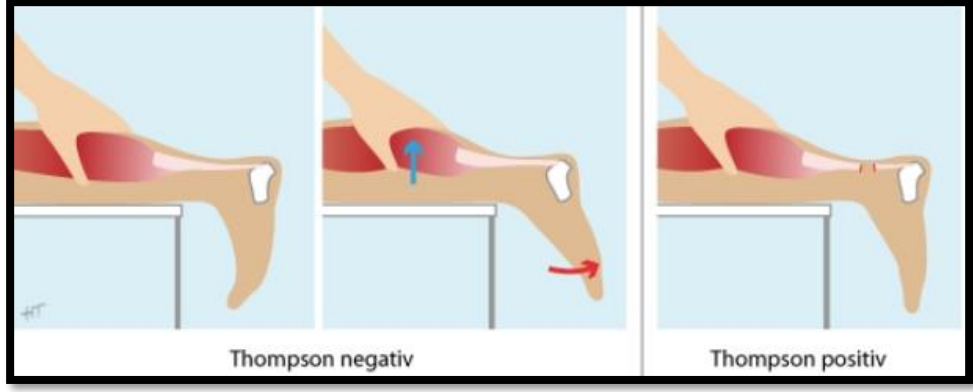
2. 5. MUAYENE BULGULARI

Akut aşil tendon yırtıklarında, hastalardan alınan öyküler tipiktir. Hastalar yaralanan taraflarında baldırlarına sopa ile vurulduğunu veya baldırlarına top, taş veya sert bir cismin çarptığını iddia ederler. Aynı zamanda hastalar patlama tarzında bir ses duyduklarını da ifade ederler. En önemli Şikayetleri baldırlarına aniden giren keskin ve yoğun ağrıdır.



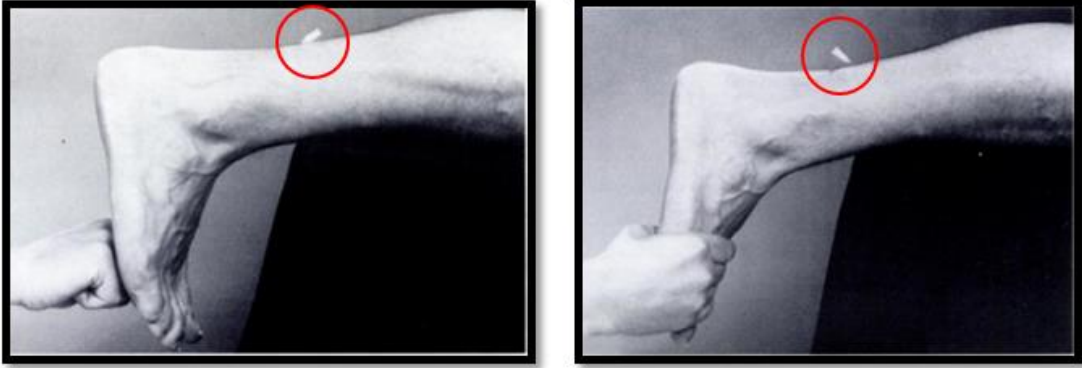
Şekil 11: Sol taraf Aşil tendon (AT) rüptürünü gösteren klinik fotoğraf. (Topuğun yerden kaldırılması ile sağ tarafta Aşil tendonu belirginleşirken sol tarafta bu bulgu saptanmamaktadır)

Hastaya prone pozisyonu verilir. Ayak bileği serbest iken yapılan fizik muayenede, Aşil tendonunun yırtık uçları arasındaki boşluk palpe edilir. Ayak bileğini plantarfleksiyona getirmek için baldır kasları proksimalden distale doğru sıvazlanır. Ancak Aşil tendon yırtıklarında, ayak bileği plantarfleksiyona gelemmez ve uygulanan Thompson testi pozitif sonuçlanır (56) (Şekil 12). Baldır kaslarının sıkıştırılması ile yapılan bu test, her ne kadar günümüzde Thompson adı ile anılıyor olsa da, ilk olarak Simmonds tarafından tanımlanmıştır (57).



Şekil 12: Thompson testinin yapılışı

Aşil tendon yırtıklarında faydalı olabilecek bir başka test ise O' Brien tarafından tanımlanan iğne testidir (58). 25 gauge iğne, perkütan olarak 90° açı ile calcaneus' un 10 cm proksimalinde orta hattın hemen medialine yerleştirilir. Bu nokta, yaklaşık 10 cm ilâ 15 cm uzunluğunda olan aşil tendonunun proksimaline denk gelir. Pasif ve aktif dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon hareketleriyle iğne incelenir (Şekil 13). İğnenin dışarıda kalan bölümünün, yaptırılan hareket yönünde yer değiştirmesi Aşil tendonunun sağlam olduğuna işaret eder.



Şekil 13: O' Brien testini yapılışı

Aşil tendon yırtıklarında faydalı olabilecek son test ise Matles tarafından tanımlanmıştır (59). Prone pozisyonunda olan hastadan, dizlerini 90° fleksiyona getirmesi istenir. Aşil tendonunun yırtık olduğunu gösteren, yaralanan taraftaki ayak nötrale doğru veya dorsifleksiyona doğru yer değiştirir (59) (Şekil 14).



Şekil 14: Matles testinin yapılışı

Aşil tendonunun uzunluğu boyunca ödem saptanabilir. Oluşan hematoma ise değişkendir ve Aşil tendonunun yırtık uçları arasındaki boşluğu gizleyebilir. Ekimoz da görülebilir ve yerçekimi nedeniyle birkaç gün içerisinde distale doğru uzanabilir. Akut Aşil tendon yırtıklarında, ayak bilek plantarflexiyon gücü azalır ve hastalar parmak ucunda yükselemezler. Ayak bilek plantarflexiyon gücü, musculus flexor hallucis longus' un, musculus flexor digitorum longus' un ve musculus tibialis posterior' un etkileriyle tamamen kaybolmayabilir. Bu durum bazen yanılmalara sebep olabilir. Ayrıca yaralanan tarafta sağlıklı tarafa kıyasla, ayak bilek dorsifleksiyonunda artış saptanabilir.

Aşil tendon yırtıklarının varlığı klinik olarak genellikle belirgin olmasına rağmen, tendonun yırtık uçları arasındaki boşluğu sadece fizik muayene ile tespit etmek zor olabilir. Cerrahi onarım için tercih edilecek tekniği belirlemeden önce, bu boşluğu iyi analiz etmek gerekir. USG ve MRG incelemeleri, Aşil tendon yırtıklarını değerlendirirken preoperatif planlamada, cerraha yardımcı olur.

2. 6. GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Aşil tendon rüptürlerinde öykü ve fizik muayene ile tanı koymak mümkün iken kesin tanıyı desteklemek için görüntüleme yöntemlerinden yararlanılabilir (60). Direkt grafide kemik patolojilerinin (avülsiyon, ossifikasyon, Haglund ves.) (Şekil 15- 1) yanı sıra Kager üçgeninde ve Toygar açısındaki değişiklikler saptanabilir. Kager üçgeni lateral grafide Aşil tendonu ön yüzü, kalkaneus üst sınır ve derin fleksör tonların sınırladığı, içerisinde yağ dokusu bulunan alandır (61). Görüntü kalitesi iyi olan bir lateral grafide bu sınırlar net görülürken, Aşil tendon rüptüründe arka yüzeyi oluşturan sınırlar düzensiz ve kesintiye uğramış olarak görülür. Lateral grafide Aşil tendon ile kalkaneus üzerindeki cilt dokusunun yumuşak açılanması Toygar açısıdır ve Aşil rüptürlerinde bu açı 150 derecenin üzerindedir (62).



Şekil 15: 1- Aşil tendon (AT) kalkaneal avülsiyonu, lateral grafi; 2- Akut Aşil rüptürü, MR görüntüsü

USG, yüzeysel bir tendon olan aşil tendon patolojilerini değerlendirirken, semptomların lokalizasyonunu belirlemede, eşlik eden patolojileri ortaya koymada, tedaviye yanıtı izlemede, preoperatif planlamada ve intraoperatif değerlendirmede yardımcı olur. Aşil tendonu en iyi, yüksek frekanslı lineer USG probu (5 ilâ 10 MHz) ile gösterilebilir. Hastaya prone pozisyonu verilir. İncelemeye ayak nötral pozisyondayken ağrının ve hassasiyetin en yoğun olduğu bölgede başlanır. Aynı bölge önce pasif sonra aktif dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon hareketleriyle tekrar incelenir.

İnceleme alanına proksimalde musculus gastrocnemius ve musculus soleus, distalde tendonun sonlanma yeri dahil edilir. Normal aşil tendonu fibriler yapıda ve ekojenik görülür. Tendonu saran paratenon adı verilen en dışta bulunan kılıf da ekojenik görülür ancak tendondan belirgin olarak ayırt edilebilir. Önce pasif sonra aktif dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon hareketleri yaptırılır. Tendondaki boşluğun genişleyip daraldığı görülür. Kronik yırtıklarda ise tendondaki incelme ve defektin içine fitiklaşmış hiperekojenik yağ dokusu görülür.

Ağrı, travma, enfeksiyon ve kitle Aşil tendonunu MRG ile değerlendirmek için en önemli nedenlerdir. MRG, aşil tendon patolojilerini değerlendirirken preoperatif planlamada, cerraha yardımcı olur. Tendonun yırtık uçları arasındaki boşluğu sadece fizik muayene ile tespit etmek zor olabileceği gibi, bu, cerrahi onarım için tercih edilecek tekniği belirlemede önemlidir. Akut yaralanmalarda boşluk küçük ise, konservatif tedavi yöntemleri tercih edilebilir. Kronik yaralanmalarda boşluğun uzunluğu 6 cm' den küçük ise, basit uç uca dikiş tekniklerinden takviye edilerek güçlendirme yöntemlerine kadar açık cerrahi tamir seçenekleri uygulanabilir. Boşluğun 6 cm' den büyük olduğu durumlarda ise, tamir için tendon transferleri gerekir. MRG' de, normal Aşil tendonunda düşük sinyal yoğunluğu alınırken, dejenerasyon varlığında Aşil tendonunda yüksek sinyal yoğunluğu alınır. T2 ağırlıklı sekanslarda Aşil tendonunda alınan yüksek sinyal yoğunluğu, sıvılar kadar parlak değilse dejenerasyonu, sıvılardan daha parlaksa kısmi yırtığı düşündürür. Tam kat yırtıkta, tendonun fibriler yapısında devamlılık kaybolur ve yüksek sinyal yoğunluğu alınır (Şekil 15- 2). Preoperatif planlamada, tendonun hem yırtık uçlarının kalitesi değerlendirilir hem de geri çekilme mesafesi ölçülür.

Tomografi (CT) ile Aşil tendon rüptürünü saptayabilmek mümkün olsa da radyasyona maruz kalma ve MR' ın yumuşak doku rezolüsyonunun daha iyi olması nedeniyle kullanılmamaktadır. USG ile tomografinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ise parsiyel Aşil yırtıklarında tomografi ile tanının atlanabildiği görülmüştür (63).

2. 7. İYİLEŞME SÜRECİ

Aşil tendonunun iyileşme sürecinde de kanlanması, hem endotenon hem de paratenon tarafından sağlanır. Yani aşil tendonunda iyileşme, hem endotenon destekli tenositik (ince uzun özelleşmiş fibroblastlar) iyileşme “*intrensek iyileşme*” hem de granülasyon dokusu destekli fibroblastik iyileşme “*ekstrensek iyileşme*” şeklinde oluşur.

Mümkün olan en erken zamanda rehabilitasyon ve erken hareket başlanılmasını takiben erken yük verilmesi iyileşme sürecini hızlandırır. Rehabilitasyon sürecinde uygulanan küçük ve yavaş yüklenmeler, hem biyolojik süreci olumlu yönde etkiler hem de eklem hareket açıklığını kısıtlayabilecek yapışıklıkları ortadan kaldırır (64, 65).

Rejenerasyon kapasitesinin düşük olduğu sistemik kortikosteroid tedavisi alan düşkün hastalarda, mortalitenin ve morbiditenin arttığı kronik hastalıklara sahip olan yaşlı hastalarda, tedavi sürecinde kurallara uyma ihtimali zayıf olan alkolik ve ilaç bağımlısı hastalarda, yara yeri enfeksiyonu olan hastalarda iyileşme süreci doğal olarak olumsuz yönde etkilenir.

Tendonun iyileşme süreci, birbirinden önemli 3 safhaya ayrılır.

İNFLAMASYON EVRESİ : İlk 24 saat ilâ 48 saat arasında, öncelikle vazodilatasyon ve kan akımında lokal artış olur. Takiben küçük damarlarda geçirgenlik ve ödem meydana gelir. Ardından staz oluşur. Bütün bunları lökositlerin diapedezi, kemotaksisi ve fagositozu izler. Nötrofiller 4 saat ilâ 6 saat arasında yara bölgesine gelir ve 24 saat ilâ 48 saat arasında da elimine olur. Makrofajlar ise 2 gün ilâ 3 gün sonra yara bölgesine gelir ve daha kalıcıdır. Yaralanmayı takiben başlayan inflamasyon 1 - 3 günde giderek artarak maksimum seviyeye ulaşır. Bu süreçte hipoksinin ve inflamasyonun etkisiyle yaralanan dokularda nekroz gelişimi başlar. Hipoksi ne kadar derinse yeni damar oluşumu (neovaskülarizasyon) ve nekroz oluşumu o denli şiddetli ve geniş olur. Nekroz oluşumu 3 - 7 günlerde daha da belirgin gözlenir ve bazen haftalarca süren rezolasyon başlar. Nekrozun temizlenmesi 5 -10 günlerde yoğunudur ve oluşan yeni damarlar granülasyon dokusunda belirginleşmeye başlar. Bazen dokudaki hücreler strese yanıt olarak başka bir hücreye, geri dönüşümlü olarak değişim gösterebilir. Metaplazi adı verilen bu durum tendonda kartilajinöz tarzda olabilir ve tendon kalitesini, dolayısıyla dikişin onarım

gücünü ve başarısını etkileyebilir. Yaşanan bu süreçler bir biri içine geçmiş olup net sınırlarla ayrılamamakla beraber bu dönemde (inflamasyon evresinde) dikiş materyali, fibroblastlar yeterli düzeyde kollajen sentezleyip tendon kallusunu oluşturana kadar, yırtık uçları bir arada mekanik olarak tutar. İnflamasyonun etkisine kollajen fibrillerindeki dezorganize durum da eklenince tendonda yumuşama saptanır. 3. haftanın sonuna kadar, tendonun yırtık uçlarında devam eden bu yumuşama, dikiş materyalinin Aşil tendonundan sıyrılmasına ve onarım gücünün azalmasına neden olabilir. İnflamasyon evresi yaklaşık 7 gün ilâ 10 gün sürer.

PROLİFERATİF EVRE : 2 gün ilâ 28 gün arasında meydana gelir. Yara bölgesine fibroblastlar 8 saat ilâ 10 saat arasında gelir. Eş zamanlı kollajen sentezi de başlar. Fibroblast proliferasyonu, 3. gün belirginleşir, 5 gün ilâ 7 gün arasında maksimum seviyelere ulaşır ve yaklaşık 10 gün sürer. Yara bölgesinde 3. gün anjiogenez de belirginleşir ve 5. gün maksimum seviyelere ulaşır. Granülasyon dokusu 3 gün ilâ 5 gün arasında maksimum seviyelere ulaşır. Granülasyon dokusu büyük ölçüde inaktif durumda, iğsi şekilli fibroblastlardan, yoğun kollajenden, elastik doku parçaları ve ekstrasellüler matriksten oluşmaktadır. Haftalar içinde (7. gün granülasyon dokusu organize olmaya başlar ve süreç devam eder) olgunlaşan granülasyon dokusunda damarlar yavaş yavaş kaybolur ve önceleri damar bakımından zengin olan doku, soluk renkli ve büyük ölçüde damarsız doku olan nedbe dokusuna dönüşür. Yara bölgesi, 14. gün fibroblast ve kollajen fibrilleri ile dolar. Ancak yaranın gerilme gücü hala sınırlıdır. Fibroblastik aktivite ise 3 hafta ilâ 6 hafta kadar sürer ve giderek azalır. Sağlıklı Aşil tendonu, yırtılmış tendonun aksine çok organize olmuş bir hücresel düzenlemeye sahiptir (66). Ekstrasellüler matriks proteinlerini üreten tenositlerin iğ biçimli hücre gövdeleri, kollajen fiber demetleri arasında sıralar halinde düzenlenirler. Bu düzenleme, kollajenin tenosit kolonları çevresinde muntazam sentrifugal sekresyonuna bağlıdır. Başka bir deyişle, yeni oluşan kollajen fibrillerinin dizilimleri sağlıklı tendondakinden farklılık gösterir, rastgeledir ve dağınıktır. Dikiş materyali, fibroblastlar yeterli düzeyde kollajen sentezleyip tendon kallusunu oluşturana kadar, yırtık uçları bir arada mekanik olarak tutar. Tamir edilen tendonun gerilme gücü sentez edilen kollajen fibrillerinin yoğunluğuna ve dizilimine bağlıdır.

YENİDEN YAPILANMA EVRESİ (REMODELASYON) : Skar dokusunun olgunlaşması ve yeniden yapılanması 3. haftanın ardından başlar. Fibroblastlar ve yeni oluşan kollajen fibrilleri daha düzenli dizilmeye başlar. Kollajen fibrillerinin yapısında yer alan kovalent çapraz bağların sayısı artar. Bu süreçte, gerilme gücü de giderek artar. 6 ay ilâ 12 ay kadar sürer.

2. 8. TENDON ONARIMINDA KULLANILAN DİKİŞ TEKNİKLERİ

Aşil tendon onarımında kullanılan ideal dikiş tekniği; dikişin kolaylıkla atılabilmesi, dikiş düğümünün güvenli ve sağlam olması, tendonun fizyolojisini minimal etkilemesi ve erken harekete olanak sağlayacak şekilde güçlü olması özelliklerini taşımalıdır. Bu açıdan bakıldığında ideal bir tekniğin olmadığı görülmektedir. Her tekniğin avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Tendon tamirinde kullanılan dikişler, kor dikişler ve periferik epitendinoz dikişler diye ikiye ayrılır. Literatür incelendiğinde, Aşil tendonunda Kessler, Bunnell ve Krackow tekniklerinin daha çok kullanılırken aşağıda verilen diğer dikiş teknikleri daha çok el cerrahisinde kullanıldığı görülmektedir.

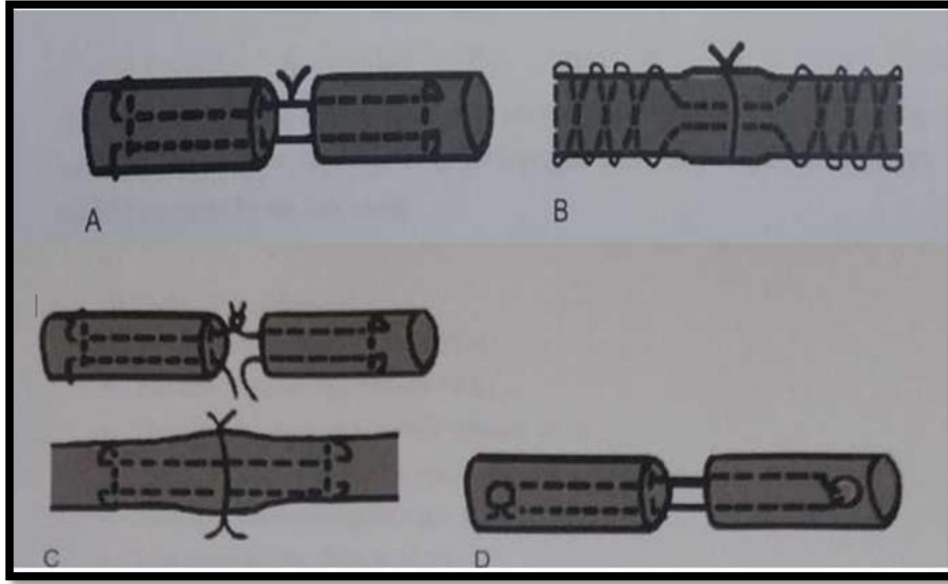
KOR DİKİŞLER: Onarım sahasından geçen sütür sayısı arttıkça dayanıklılık kuvveti de artmaktadır. 4 geçişli sütürün 2 geçişli sütürden en az 2 kat daha fazla etkili olduğu bulunmuştur. 6 geçişli sütür 4 geçişli ve 2 geçişli sütürden daha etkilidir (67).

2 UB'li Teknikler:

- Kessler tekniği'nin 2 UB içeren merkezi-tek düğümlü Pennington modifikasyonu (Şekil 16 A),
- Bunnell dikiş tekniği (Şekil 16 B); günümüzde daha çok ekstansor tendon onarımlarında kullanılır.
- Kessler- Tajima dikiş tekniği (Şekil 16 C)
- 2 iplik taşıyan iğnelerle atılan Tsuge dikişi (Şekil 16 D)

4 UB içeren teknikler:

- 4UB içeren 2 katmanlı modifiye Kessler tekniği
- 4'lü basit çapraz kilitsiz dikiş tekniği
- 4'lü basit çapraz kilitli dikiş tekniği
- 4'lü Savage dikiş tekniği
- Agumente Becker dikiş tekniği
- Çift loop dikiş tekniği



Şekil 16 : 2 UB'li dikiş teknikleri A) Keseler dikişinin tek merkezi düğümlü Pennington modifikasyonu B) Bunneli dikiş tekniği C)Kessler-Tajima dikiş tekniği D) Tsuge dikiş tekniği

6 UB içeren teknikler:

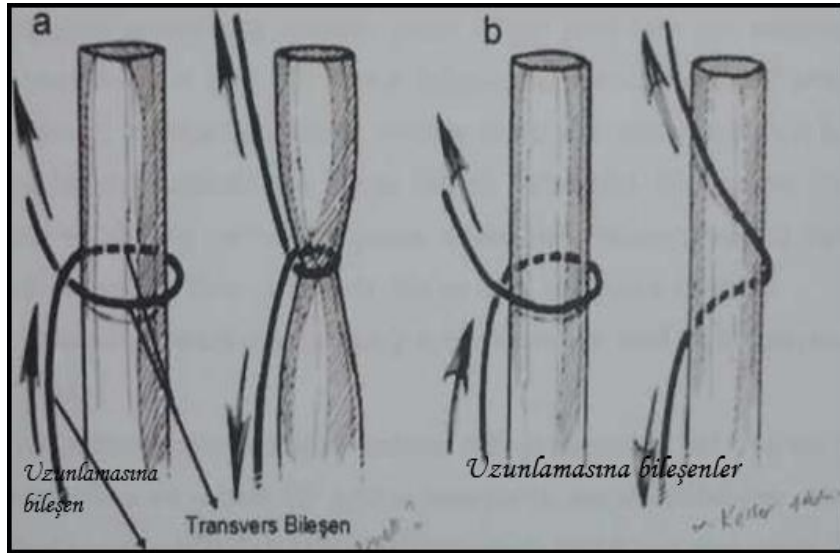
- Savage dikiş tekniği
- Modifiye Savage dikiş tekniği
- Tang dikiş tekniği
- Üçlü loop dikiş tekniği
- Lim dikiş tekniği
- Yoshizu dikiş tekniği

PERİFERİK EPİTENDİNÖZ DİKİŞ: Epitendinöz dikiş terimi, epitenondan gelmektedir ve epitenondaki hücre katmanlarından en az ikisini ihtiva etmektedir. Periferik dikiş ilavesi keşi sahasına tendon uçlarının invagine olmasını sağlar. Daha çok el cerrahisinde tercih edilmektedir.

Başlıca periferel dikiş teknikleri:

- Basit (running) seyirli dikiş
- Aralıklı bir tendon içi, bir dışı epitendinöz dikiş
- Horizontal seyirli intratendinöz dikiş
- Çapraz geçişli epitendinöz dikiş
- Kilitli dikişler

TENDON DİKİŞLERİNDE KAVRAMA MEKANİZMASI: Tendon dikişlerinin geliştirilmesi sürecinde üzerinde durulan diğer önemli nokta dikişin dönüşlerde tendondaki kavrama noktalarıdır. Bunlar dönüşlerde oluşan halkaların tendon kitlesini sıkıştırarak kilitlemesi (locking) (şekil 17) ve etrafından dönerek tendon kitlesini sadece yakalaması (grasping) (şekil 17) şeklinde iki tiptedir. Kilitleyici mekanizmada transvers bileşen uzunlamasına bileşenin yüzeyinde iken yakalayıcı mekanizmada da transvers bileşen uzunlamasına bileşenin derininde yer alır. Kilitleyici mekanizmanın tendon dikişlerinde yakalayıcı mekanizmaya göre daha sağlam olduğu ve dikişin maksimum yükte tendondan sıyrılma ihtimalini azalttığı biyomekanik çalışmalarda gösterilmiştir (68).



Şekil 17: a) Kilitleyici (locking) dikişler (transvers bileşenli) ve b) Yakalayıcı (grasping) dikişler (uzunlamasına bileşenli)

2. 9. TEDAVİ YÖNTEMLERİ

2. 9. 1. AKUT AŞİL TENDON YIRTIKLARI VE TEDAVİSİ

Akut Aşil tendon yırtıklarının tedavisinde ilk amacımız ağrıyı ve şişliği azaltmak olmalıdır. Erken dönemde istirahat önerilir. Yaralanan taraf yükseğe kaldırılır ve soğuk uygulanır. Analjezik ve antiinflamatuvar ilaçlar verilir. Halihazırda fonksiyonel rehabilitasyon ortezi varsa, 20° plantarfleksiyonda hemen uygulanabilir. Aksi halde ortez tedarik edilene kadar ekstremiteyi korumak amacı ile ayak ekin pozisyonunda (ayak bilek 20° plantarfleksiyonda) atel tedavisi uygulanır.



Şekil 18: Akut Aşil tendon yırtığının perop fotoğrafı

Günümüzde tedavideki en önemli hedef, Aşil tendonunun devamlılığını yeniden elde etmek kadar, hastanın yaralanma öncesi sahip olduğu aktivite düzeyine mümkün olan en erken sürede ulaşabilmesini de sağlamak olmalıdır. Başarılı sonuçlar elde edebilmek, hastanın en uygun onarım tekniği ile tedavi edilmesine ve sonrasında hastaya en uygun rehabilitasyon programlarının tatbik edilmesine bağlıdır.

2. 9. 1. 1. Konservatif tedavi yöntemleri

USG ve MRG incelemeleri, aşil tendon yırtıklarını değerlendirirken preoperatif planlamada, cerraha yardımcı olur. Akut yaralanmalarda boşluk küçük ise, konservatif tedavi yöntemleri tercih edilebilir.

USG ve MRG incelemeleri, ayak bileği 20° plantarfleksiyonda iken Aşil tendonunun yırtık uçlarının karşılıklı gelerek uç uca birleşebileceğini göstermelidir. Nasıl ki cerrahi onarımda amaç Aşil tendonunun yırtık uçlarını karşılıklı getirerek uç uca tamir edebilmek ise, konservatif tedavi yöntemlerinde de başarılı sonuçlar elde edebilmek için aynı amaç doğrultusunda hareket edilir. Eğer USG ve MRG incelemeleri, Aşil tendonunun yırtık uçlarının uç uca birleşemeyeceğini ve uçlar arasındaki boşluğun tam olarak kapanamayacağını gösteriyor ise konservatif tedavi yöntemlerinden kesinlikle yarar sağlanamaz. Aksine konservatif tedavi yöntemlerinde ısrarcı olunursa, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşabileceği, tendonun uzayarak iyileşebileceği ve tedavi sonrası ayak bilek plantarfleksiyon gücünde azalma olabileceği unutulmamalıdır.

Konservatif tedavi yöntemleri sonrası, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşabileceği, tendonun uzayarak iyileşebileceği, tedavi sonrası ayak bilek plantarfleksiyon gücünde azalma olabileceği ve baldır kaslarında atrofi gelişebileceği unutulmamalıdır. Bütün bu komplikasyonlara rağmen, konservatif tedavi yöntemlerinin de birtakım üstünlükleri vardır. Bunlar: yüzeysel ve derin yara yeri enfeksiyonları meydana gelmemesi, ciltte nekroz ve yapışıklıklar oluşmaması ve N.Suralisin yaranmamasıdır.

Sedanter bir yaşam tarzı olan, nadiren spor yapan, yaşam kalitesi açısından büyük beklentilere sahip olmayan, rejenerasyon kapasitesinin düşük olduğu sistemik kortikosteroid tedavisi alan, mortalitenin ve morbiditenin arttığı kronik hastalıklara sahip olan, ameliyatın riskli olduğu düşkün ve yaşlı hastalar, her ne kadar günümüzde konservatif yöntemler ile tedavi ediliyor olsalar da lokal anestezi altında ve lateral dekübit pozisyonunda perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği ile ameliyat da edilebilirler. Tedavi sürecinde kurallara uyma ihtimali zayıf olan alkolik ve ilaç bağımlısı hastalarda cerrahi onarım tercih edilir. Aşil tendonundaki yırtığı osteotendinöz bileşkeye < 2 cm mesafede olan hastalarda ve profesyonel olarak spor yapanlarda cerrahi onarım tercih edilir.

Tendonun yırtık uçlarının geri çekilip kısaldığı, tedavisi gecikmiş eski Aşil yırtığı olan hastalarda da cerrahi onarım tercih edilir.

Bakımı ayrı bir dikkat ve özen gerektiren, temeli immobilizasyona dayanan *alçı tedavisi* ile ortez kullanılan ve bu sayede erken hareket başlanan fonksiyonel rehabilitasyon tedavisi bilinen ve günümüzde halen uygulanan konservatif tedavi yöntemleridir. Alçı içinde geçen süre 6 ilâ 8 hafta arasında değişir. Hastaya, ayak bileği 20° plantarfleksiyonda olacak şekilde 3 ilâ 4 hafta süren uzun bacak alçı tedavisi uygulanır. Tedavinin 4. haftası sona erdiğinde, uzun bacak alçısı çıkarılır. Ardından ayak bileği 10° plantarfleksiyonda olacak şekilde 3 ilâ 4 hafta süren kısa bacak alçı tedavisi uygulanır. Tedavinin 8. haftası sona erdiğinde, kısa bacak alçısı da çıkarılır. Takip eden 8 hafta boyunca, topuk için 1 cm' lik yükseklik kullanılması önerilir. Aynı zamanda rehabilitasyon programları da başlanır. Günümüzde cerrahi onarım teknikleriyle elde edilen başarılı sonuçlara yakın sonuçlar alınabileceğini savunan ve halen alçı tedavisini uygulayanlar olsa da; kas atrofisi, eklem sertliği, proprioepsiyon ve koordinasyon kayıpları gibi dezavantajlarının bulunması nedeniyle savunulacak bir yanı kalmamıştır.

Ayak bilekte dorsifleksiyonu kısıtlayan ve 20° plantarfleksiyondan nötrale kadar değişebilen derecelerde immobilizasyona izin veren *fonksiyonel rehabilitasyon ortezi*, Aşil tendonunun yırtık olduğu bölgede stres düzeyinin aşırı yükselmesini önler, güvenilir bir biçimde yüklenmeye izin verir ve güçlü bir şekilde iyileşmeye olanak sağlar. Fonksiyonel rehabilitasyon ortezi kullanılan hastalar, konservatif tedavinin 3. ayı sona erdiğinde, elektromiyografi (EMG) ile değerlendirilmiştir. Yaralanan tendonlar ile sağlıklı tendonlar kıyaslanmış ve EMG sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür (99). Fonksiyonel rehabilitasyon ortezi kullanılan hastaların normal günlük aktivitelerine dönüş süreleri de kısalmıştır. Fonksiyonel rehabilitasyon ortezi kullanılan hastaların, ne zaman ağrı şikayetleri tamamen geriler ve rehabilitasyon programlarına engel oluşturmazsa, o kadar erken tam yük vererek yürümelerine izin verilir. 6 hafta boyunca ortez, 24 saatlik süre ile gece ve gündüz ara verilmeden kullanılır. Takip eden 2 hafta boyunca ise sadece gündüzleri kullanılır. Konservatif tedavinin 3. haftası sona erdiğinde, hasta topuğuyla nazikçe pedala basıp zayıf bir güç uygulayarak kondisyon bisikleti sürebilir. Hasta, ortezi içinde sadece yaralanan tarafı üzerine basarak yaptığı denge egzersizlerine, kaybettiği proprioepsiyonu tekrar kazanmak için her gün devam

etmelidir. Konservatif tedavinin 4. haftası sona erdiğinde, güçlendirme egzersizlerine başlanır. Konservatif tedavinin 6. haftasından itibaren de ilerleyici direnç egzersizlerine geçilir. Konservatif tedavinin 8. haftası sona erdiğinde ise USG ve MRG ile Aşil tendonunda devamlılığının sağlandığı ve rejenerasyonun güçlü olduğu gösterilir. Dolayısıyla artık korunmaya ihtiyacı kalmadığı da doğrulanmış olur. Bu noktada fonksiyonel rehabilitasyon ortezinin kullanımına son verilir. Takip eden 8 hafta boyunca, topuk için 1 cm' lik yükseklik kullanılması önerilir.

Aşil tendonunun yırtık uçlarını dikiş materyalleri ile mekanik olarak tutan ve daha kararlı hale getirip sağlamlaştıran cerrahi onarımın aksine konservatif tedavi yöntemlerinde böyle bir durum söz konusu değildir. Aşil tendonunun yırtık uçlarının karşılıklı gelmesi amacıyla her ne kadar ayak bileği plantarfleksiyona getirilerek alçıya alınsa da haftalar içerisinde uçlar arasında boşluk oluşabilir. Bu nedenle konservatif tedavinin 4. haftası sona erdiğinde USG ve MRG ile aşil tendonunun yırtık uçlarının birbirine yaklaşarak yan yana gelip gelmediğini doğrulamak gerekir. Yapılan USG ve MRG ile, Aşil tendonunun yırtık uçlarının karşılıklı geldiği halde uçlar arasında boşluk oluştuğunun görülmesi, tendonun uzayarak iyileşeceğini gösterir. Böyle bir durum, tedavi sonrası ayak bilek plantarfleksiyon gücünde azalmaya neden olur. Bu noktada cerrahi müdahale için kontrendikasyon yoksa, perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği tercih edilmelidir.

Akut Aşil tendon yırtıklarında, onarım için tercih edilen teknikleri karşılaştıran birçok çalışma yapılmıştır. Farklı tedavi seçenekleri sonrası gelişebilen komplikasyonlar ve bunların görülme oranları, karşılaştırma yapan bu çalışmalarda üzerinde durulan en önemli kriterdir. Derin ven trombozu, pulmoner emboli, cilt nekrozu, derin yara yeri enfeksiyonu ve tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşması majör komplikasyonlar olarak tanımlanmış iken yüzeysel yara yeri enfeksiyonu, cilt yapışıklıkları ve Nervus Suralis yaralanmasına bağlı gelişen duyu kusuru ise minör komplikasyonlar olarak tanımlanmıştır. Ayak bilek plantarfleksiyon güçleri, baldır kaslarında saptanan atrofinin derecesi, yaralanma öncesi sahip oldukları aktivite düzeyine ulaşabilmeleri, memnuniyetleri, işe ve spora dönüş süreleri, farklı tedavi seçenekleri sonrası hastalarda karşılaştırma yapılan diğer önemli kriterlerdir.

Cerrahi onarımdan ziyade konservatif tedavi yöntemlerinde, tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşması gelişebilen en önemli komplikasyondur. Khan ve ark. tarafından yapılan meta analiz çalışmasında, tedavi sonrası gelişebilen bu komplikasyonun görülme oranları bildirilmiştir. Cerrahi onarım sonrası % 3,5 olarak saptanan bu oran, konservatif tedavi yöntemleri sonrası % 12,6 olarak saptanmıştır. Bu meta analiz çalışmasında, konservatif tedavi yöntemleri de kendi aralarında kıyaslanmıştır. Alçı tedavisi sonrası % 12,2 olarak saptanan bu oran, fonksiyonel rehabilitasyon ortezi sonrası % 2,4 olarak saptanmıştır (70).

Lea ve Smith tarafından yapılan başka bir çalışmada, akut Aşil tendon yırtığı olan 55 hastaya, 8 hafta süren alçı tedavisi uygulanmıştır (71). Tedavi sonrası, 7 hastanın Aşil tendonunda tekrar yırtık oluştuğu saptanmıştır. Bu çalışmada, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının görülme oranı % 12,7 olarak hesaplanmıştır (71). Bu oran kabul edilemez düzeyde yüksek bulunmuştur.

Cetti ve ark. tarafından yapılan, prospektif ve randomize olan bir çalışmaya, akut Aşil tendon yırtığı olan 111 hasta dahil edilmiştir (50). 56 hastaya cerrahi onarım uygulanmış ve sadece 3 hastada tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmuştur (50). 55 hastaya ise konservatif tedavi yöntemleri uygulanmış ve 7 hastada tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmuştur. Ayrıca konservatif tedavi yöntemleri uygulanan grupta, 1 hastada da tedavi sonrası aşil tendonunda ikinci kez tekrar yırtık oluşmuştur. Bu çalışmada, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının görülme oranı cerrahi onarım uygulanan grupta % 5,4 olarak, konservatif tedavi yöntemleri uygulanan grupta ise % 14,6 olarak hesaplanmıştır (50). Cetti ve ark. tedavinin 12. ayı sona erdiğinde, cerrahi onarım uygulanan hastalarda konservatif tedavi yöntemleri uygulanan hastalara kıyasla; daha fazla hastanın yaralanma öncesi sahip olduğu aktivite düzeyine ulaşabildiğini, hastaların baldır kaslarında daha az atrofi saptandığını ve hastaların ayak bilek eklemlerinde daha geniş eklem hareket açıklığı görüldüğünü tespit etmişlerdir. Cetti ve ark. akut Aşil tendon yırtıklarının tedavisinde cerrahi onarımın tercih edilmesi gerektiği ve konservatif tedavi yöntemlerinin ise sadece kabul edilebilir bir alternatif olabileceği sonuçlarına varmışlardır (50).

Lo ve ark. tarafından yapılan derleme çalışmasında, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının görülme oranları bildirilmiştir. Cerrahi onarım uygulanan hastalarda % 2,8 olarak saptanan bu oran, konservatif tedavi yöntemleri uygulanan hastalarda % 11,7 olarak saptanmıştır (72).

Tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının altında yatan en önemli neden tendonun sağlıklı ve rejenere olan kısımları arasındaki esneklik farkıdır. Tendonun rejenere olan kısmı, sağlıklı olan kısma göre daha sert yapıdadır. Bu esneklik farkından dolayı, tendondaki rejenerasyon güçlü bile olsa, tendonun en nihai gerilme gücü, ayak bileğinin kontrolsüz bir şekilde aniden ve istemeden dorsifleksiyona gelmesine karşı koyamaz ve tekrar yırtık oluşur. Genellikle ilk oluşan yırtıktan sonra, konservatif tedavinin 8. ilâ 14. haftaları arasında meydana gelir. Aşil tendonunda tekrar oluşan yırtık, neredeyse hiçbir zaman ilk oluşan yırtık ile aynı bölgede meydana gelmez. Tendonun sağlıklı ve rejenere olan kısımlarının bir bütün haline geldiği bileşelerde meydana gelir.

Yapılan USG ve MRG ile, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluştuğu doğrulanır. Ayrıca yırtık uçlardaki rejenerasyonun zayıf olduğu da görülür. Bu noktada perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği tercih edilir. Perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinin tercih edilmesi, tendonun iyileşme sürecinde kanlanmasına zarar vermeyerek ve geri kalan paratenonun bütünlüğünü koruyarak belirgin avantajlar sağlar (73).

2. 9. 1. 2. Perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği

Cerrahi onarımda, yara yeri enfeksiyonunun oluşması gelişebilen en önemli komplikasyondur. Khan ve ark. tarafından yapılan meta analiz çalışmasında, yara yeri enfeksiyonu oluşmasının görülme oranı cerrahi onarım sonrası % 4,0 olarak, konservatif tedavi yöntemleri sonrası % 0 olarak saptanmıştır. Bu meta analiz çalışmasında, cerrahi onarım teknikleri de kendi aralarında kıyaslanmıştır. Açık yapılan cerrahi onarım tekniği sonrası % 19,6 olarak saptanan bu oran, perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği sonrası % 0 olarak saptanmıştır (70).

Cetti ve ark. tarafından yapılan, bir prospektif ve randomize çalışmada, yara yeri enfeksiyonu oluşmasının görülme oranı cerrahi onarım uygulanan grupta % 3,6 olarak, konservatif tedavi yöntemleri uygulanan grupta ise % 0 olarak hesaplanmıştır (50).

Bhandari ve ark. tarafından yapılan meta analiz çalışmasında, yara yeri enfeksiyonu oluşmasının görülme oranı cerrahi onarım sonrası % 4,7 olarak, konservatif tedavi yöntemleri sonrası % 0 olarak bildirilmiştir (74).

Cerrahi onarım sonrası, derin ven trombozu ve pulmoner emboli görülebileceği, ciltte nekroz ve yapışıklıklar oluşabileceği, yüzeysel ve derin yara yeri enfeksiyonlarının meydana gelebileceği ve nervus suralis yaralanmasına bağlı duyu kusuru gelişebileceği unutulmamalıdır. Bütün bu komplikasyonlara rağmen, cerrahi onarımın da birtakım üstünlükleri vardır. Aşil tendonunda tekrar yırtık, daha az oluşur. Daha fazla hasta, yaralanma öncesi sahip olduğu aktivite düzeyine ulaşır. Hastaların baldır kaslarında daha az atrofi ve ayak bilek eklemlerinde daha geniş eklem hareket açıklığı görülür.

Farklı tedavi seçeneklerinin neden oldukları komplikasyonlar ve birbirlerine karşı sağladıkları üstünlükler düşünüldüğünde, hem tüm bu komplikasyonlardan uzak durmak hem de tüm bu üstünlüklerden yararlanmak amacıyla perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği geliştirilmiştir. Açık yapılan cerrahi onarıma kıyasla benzer fonksiyonel sonuçlar sağlamak, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasına benzer oranlarda neden olmak, daha az yara yeri enfeksiyonuna sebep olmak ve kozmetik açıdan daha kabul edilebilir olmak, perkütan yapılan cerrahi onarımın en önemli amaçlarındandır.

Lim ve ark. tarafından yapılan prospektif, randomize ve kontrollü olan bir çalışmaya, akut aşil tendon yırtığı olan 66 hasta dahil edilmiştir 33 hastaya açık yapılan cerrahi onarım tekniği uygulanmıştır 7 hastada yara yeri enfeksiyonu, 2 hastada tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık, 2 hastada da ciltte yapışıklıklar oluşmuştur. 33 hastaya ise perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği uygulanmıştır. 1 hastada tedavi sonrası Aşil tendonunda tekrar yırtık, 1 hastada da Nervus Suralis yaralanmasına bağlı gelişen duyu kusuru oluşmuştur. Bu çalışmada, aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 6 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 3 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yara yeri enfeksiyonunun görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 21 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 0 olarak saptanmıştır. Bununla birlikte nervus suralis yaralanmasına bağlı gelişen duyu kusuru görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 0 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 3 olarak bildirilmiştir. Lim ve ark. akut Aşil tendon yırtıklarının tedavisinde, perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinin açık yapılan cerrahi onarım tekniğine kıyasla benzer fonksiyonel sonuçlar sağladığını, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasına benzer oranlarda neden olduğunu, daha az yara yeri enfeksiyonuna sebep olduğunu ve kozmetik açıdan daha kabul edilebilir olduğunu göstermişlerdir (75).

Khan ve ark. tarafından yapılan meta analiz çalışmasında, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 4,3 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 2,1 olarak saptanmıştır (70).

Cretnik ve ark. tarafından yapılan bir çalışmaya, akut Aşil tendon yırtığı olan 237 hasta dahil edilmiştir. 105 hastada açık yapılan cerrahi onarım tekniği, 132 hastada da perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği uygulanmıştır. Her iki grupta, tedavi sonrasında gelişen tüm komplikasyonlar saptanmış ve bunların görülme oranları hesaplanmıştır. Bu çalışmada, komplikasyon görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 21,0 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 9,7 olarak bildirilmiştir. Ayrıca majör komplikasyonların görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 12,4 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 4,5 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte nervus suralis yaralanmasına bağlı gelişen duyu kusuru görülme oranı açık yapılan cerrahi onarım sonrası % 2,8 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 4,5 olarak saptanmıştır. Son olarak da Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasının görülme oranı açık

yapılan cerrahi onarım sonrası % 2,8 olarak, perkütan yapılan cerrahi onarım sonrası % 3,7 olarak bildirilmiştir. Cretnik ve ark. açık yapılan cerrahi onarım tekniğine kıyasla perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinde tedavi sonrası gelişen hem tüm komplikasyonların hem de majör komplikasyonların daha az görüldüğünü göstermişlerdir. Ayrıca açık yapılan cerrahi onarım tekniğine kıyasla perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinin benzer fonksiyonel sonuçlar sağladığını belirtmişlerdir. Sonuçta, açık yapılan cerrahi onarım tekniğine kıyasla perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinin, hem Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmasına hem de Nervus Suralis yaralanmasına bağlı gelişen duyu kusuru görülmesine daha fazla neden olduğunu da eklemişlerdir (76).

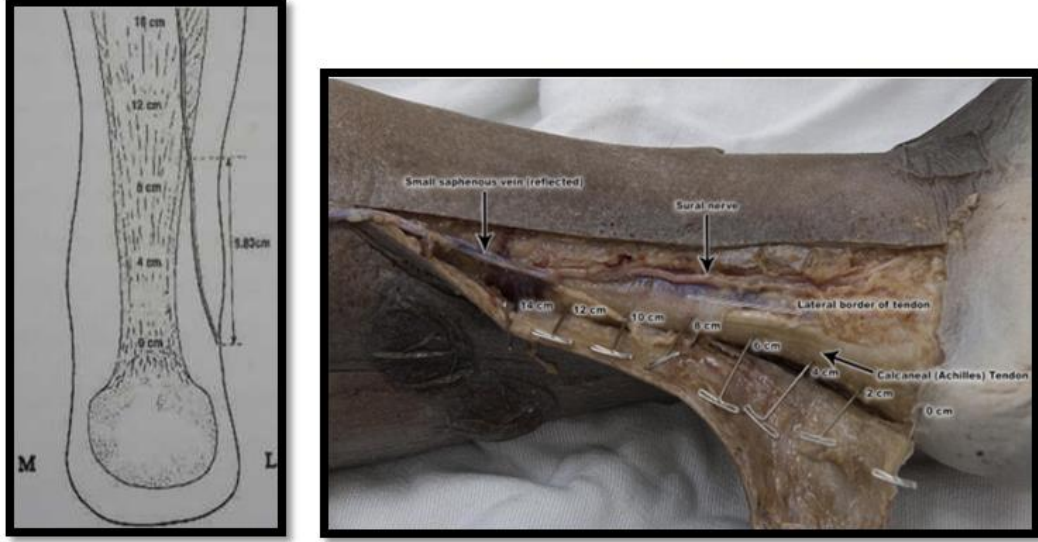
Perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği, Ma ve Griffith tarafından tanımlanmıştır (Şekil 19). Ma ve Griffith yaptıkları bir çalışmada, akut aşil tendon yırtığı olan 18 hastaya, kendi tanımladıkları perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğini uygulamışlardır. Hiçbir hastada Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmamış, sadece 1 hastada nervus suralis sıkışmasına bağlı duyu kusuru gelişmiştir. Ma ve Griffith akut Aşil tendon yırtıklarının tedavisinde, Aşil tendonunun devamlılığını yeniden sağlayabilmek, ayak bilek plantarfleksiyon gücünü yaralanma öncesi sahip olunan düzeye yeniden çıkarabilmek ve tedavi sonrası gelişen tüm komplikasyonları en aza indirebilmek için perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinin tercih edilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır (77).

Perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğinde, yırtık olan Aşil tendonunun lateral kenarı boyunca 3 adet ve medial kenarı boyunca 3 adet olmak üzere her biri 1 cm uzunluğunda toplam 6 adet dikey cilt kesisi yapılır. Aşil tendonunun yırtık uçlarını tutan dikiş materyali bu cilt kesileri yardımı ile tendondan geçirilir. Cilt kesilerinden ilk ikisi, yırtık olan Aşil tendonunun uçları arasındaki boşluk palpe edilerek, tendonun proksimal ucunun 2,5 cm daha proksimalinde lateral ve medial kenarlarına yapılır. Paratenon, subkütan dokudan bir hemostat klemp yardımı ile künt diseksiyon uygulanarak serbestleştirilir. Böylece Aşil tendonunun uzunluğu boyunca bacağın posterolateralinde seyreden Nervus Suralis, olası bir yaralanmadan korunmuş olur (78).

seviyede 1 cm uzunluğunda dikey cilt kesisi yapılır. Aşil tendonunun yırtık uçları arasındaki boşluğun hemen lateralinde açılan lateral cilt kesisinden dikiş materyali de çıkarılır. Tendonu iyi bir şekilde tutması için çekilir. Aşil tendonunun yırtık uçları arasındaki boşluğun hemen lateralinde açılan cilt kesisinden çıkarılan dikiş materyali, kavisli bir iğneden geçirilir. Aynı cilt kesisi yardımı ile kavisli iğne tekrar içeri sokulur. İğne, yırtık olan aşil tendonunun distal ucunun 2,5 cm daha distalinden ve lateralinden ciltten çıkarılır. İğnenin çıktığı seviyede 1 cm uzunluğunda dikey cilt kesisi yapılır. Yırtık olan Aşil tendonunun distal ucunun 2,5 cm daha distalinde açılan lateral cilt kesisinden dikiş materyali de çıkarılır. Paratenon, subkütan dokudan bir hemostat klemp yardımı ile künt diseksiyon uygulanarak serbestleştirilir. Yırtık olan Aşil tendonunun distal ucunun 2,5 cm daha distalinde açılan lateral cilt kesisinden çıkarılan dikiş materyali, tekrar düz bir iğneden geçirilir. Aynı cilt kesisi yardımı ile düz iğne tekrar içeri sokulur. Enine doğru ilerletilir ve Aşil tendonundan geçirilir. İğne, yırtık olan Aşil tendonunun distal ucunun 2,5 cm daha distalinden ve medialinden ciltten çıkarılır. İğnenin çıktığı seviyede 1 cm uzunluğunda dikey cilt kesisi yapılır. Sonrasında Aşil tendonunun distal ucunun 2,5 cm daha distalinde açılan medial cilt kesisinden dikiş materyali de çıkarılır. Aşil tendonunun distal ucunun 2,5 cm daha distalinde açılan medial cilt kesisinden çıkarılan dikiş materyali, kavisli bir iğneden geçirilir. Aynı cilt kesisi yardımı ile kavisli iğne tekrar içeri sokulur. İğne ve dikiş materyali, yırtık olan Aşil tendonunun proksimal ucunun hemen medialinde daha önce açılan cilt kesisinden çıkarılır. Aşil tendonunun yırtık uçlarını karşılıklı getirebilmek için ayak bileği maksimum plantarfleksiyona alınır ve bu pozisyon korunur. Dikiş materyalinin, Aşil tendonunun proksimal ucunun hemen medialindeki cilt kesisinden çıkarılan her iki ucu, çapraz bir şekilde gerilir ve düğüm atılır. Cilt kesileri kapatılır (Şekil 19). Sonrasında hastaya, ayak bileği 20° plantarfleksiyonda olacak şekilde 4 hafta süren kısa bacak alçı tedavisi uygulanır.

Ma ve Griffith tarafınan yapılan çalışmada, akut Aşil tendon yırtığı olan 18 hastaya, kendi tanımladıkları perkütan yapılan cerrahi onarım tekniğini uygulamışlardır (77). Hiçbir hastada Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmamış, sadece 1 hastada nervus suralis sıkışmasına bağlı duyu kusuru gelişmiştir (77). Perkütan yapılan cerrahi onarım esnasında, Aşil tendonunun lateral kenarına konulan dikiş materyalinin bacağın posterolateralinde seyreden Nervus Suralis' i yaralama ihtimali yapılan birçok çalışmanın ilgi odağı olmuştur.

Webb ve ark. tarafından 15 adet sağ ve 15 adet sol olmak üzere toplam 30 adet kadavra alt ekstremitesi üzerinde yapılan çalışmada, nervus suralis' in seyri ortaya konulmuştur (78).

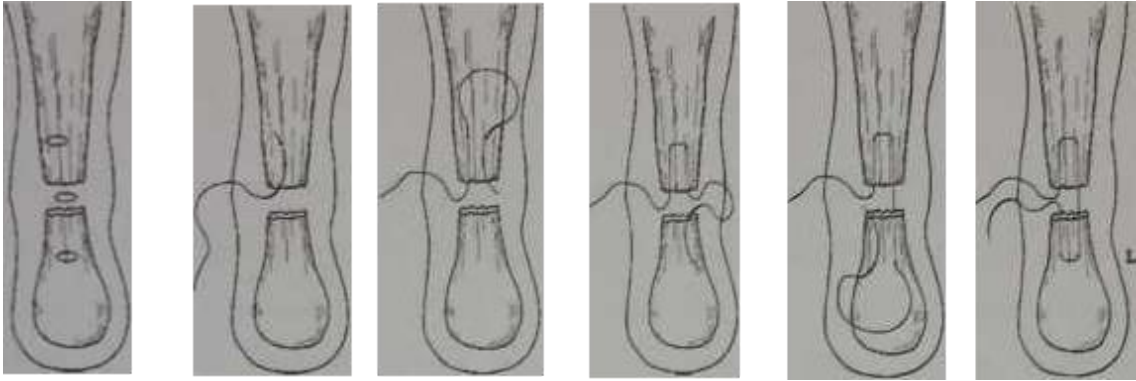


Şekil 20: N. Suralis' in seyri (şematik ve kadavrada)

Bacağın posterolateralinde seyreden Nervus Suralis ile Aşil tendonunun lateral kenarı arasındaki mesafe, Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktadan başlanarak uzunluğu boyunca ölçülmüştür (Şekil 20). Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktada, Nervus Suralis ile Aşil tendonunun lateral kenarı arasındaki mesafe ortalama 17,5 mm olarak ölçülmüştür (78). Bu noktada Nervus Suralis, genişliği 18,7 mm olarak ölçülen Aşil tendonunun lateralindedir. Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktanın 4 cm proksimalinde, Nervus Suralis ile Aşil tendonunun lateral kenarı arasındaki mesafe ortalama 7,0 mm olarak ölçülmüştür. Bu noktada Nervus Suralis, genişliği 12,7 mm olarak ölçülen Aşil tendonunun lateralindedir. Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktanın 8 cm proksimalinde, Nervus Suralis ile Aşil tendonunun lateral kenarı arasındaki mesafe ortalama 2,4 mm olarak ölçülmüştür. Bu noktada Nervus Suralis, genişliği 16,2 mm olarak ölçülen aşil tendonunun lateralindedir. Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktanın ortalama 9,8 cm proksimalinde, Nervus Suralis' in Aşil tendonunun lateral kenarını çaprazladığı gösterilmiştir. Bu noktadan sonra Nervus Suralis, Aşil tendonunun lateral kenarının medialinde seyreder. Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktanın 12 cm proksimalinde, Nervus Suralis ile Aşil

tendonunun lateral kenarı arasındaki mesafe ortalama 3,3 mm olarak ölçülmüştür. Bu noktada Nervus Suralis, genişliği 28,2 mm olarak ölçülen Aşil tendonunun lateral kenarının medialinde seyrederek. Aşil tendonunun calcaneus' ta sonlandığı noktanın 16 cm proksimalinde, Nervus Suralis ile Aşil tendonunun lateral kenarı arasındaki mesafe ortalama 10,4 mm olarak ölçülmüştür. Bu noktada Nervus Suralis, genişliği 38,2 mm olarak ölçülen Aşil tendonunun lateral kenarının medialinde seyrederek. Webb ve ark. yapmış oldukları bu kadavra çalışmasında, Nervus Suralis' in Aşil tendonunun proksimalinde orta hatta yaklaştığını göstermişler ve perkütan yapılan cerrahi onarım esnasında Aşil tendonunun lateral kenarına konulan dikiş materyalinin kolaylıkla Nervus Suralis yaralanmasına neden olabileceği sonucuna varmışlardır (78).

Webb ve Bannister tarafından yapılan bir çalışmaya, akut Aşil tendon yırtığı olan 27 hasta dahil edilmiştir (79). Hastalara olası Nervus Suralis yaralanmasına engel olabilmek için kendilerinin tarif ettiği bir başka perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği uygulanmıştır (Şekil 21).



Şekil 21: Webb ve Bannister tarafından tanımlanmış olan perkütan yapılan cerrahi onarım tekniği.

Yırtık olan Aşil tendonunun posterioruna toplam 3 adet enine cilt kesisi yapılmıştır. Cilt kesilerinden ilki, yırtık olan Aşil tendonunun uçları arasındaki boşluğa yapılmıştır. Geri kalan iki cilt kesisi de, ilk cilt kesisinin 5 cm proksimaline ve 5 cm distaline olacak şekilde yapılmıştır. Aşil tendonunun yırtık uçlarını tutan dikiş materyali bu cilt kesileri yardımı ile tendondan geçirilmiştir. Hiçbir hastada Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşmamış ve hiçbir hastada Nervus Suralis yaralanmasına bağlı duyu kusuru gelişmemiştir (79).

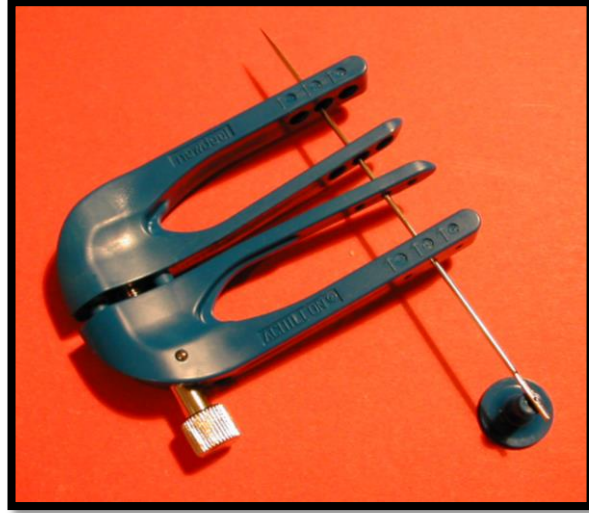
Postoperatif dönemde hastaya ayak bileği 20° plantarfleksiyonda olacak şekilde 4 hafta süren kısa bacak alçı tedavisi uygulanır. Erken dönemde istirahat önerilir. Yaralanan taraf yükseğe kaldırılır. Analjezik ve antiinflamatuvar ilaçlar verilir. Bu dönemde yaralanan taraf üzerine kesinlikle bastırılmaz. 4. hafta sona erdiğinde, kısa bacak alçısı çıkarılır. Ardından ayak bileği 10° plantarfleksiyonda olacak şekilde 4 hafta süren kısa bacak alçı tedavisi tekrar uygulanır. Bu dönemde hastaların kısmi yük vererek yürümelerine izin verilir. 8. hafta sona erdiğinde, kısa bacak alçısı çıkarılır. Takip eden 8 hafta boyunca, topuk için 1 cm' lik yükseklik kullanılması önerilir. Aynı zamanda rehabilitasyon programları da başlanır.

2. 9. 1. 3 Mini açık yapılan cerrahi onarım tekniği

Günümüzde Aşil tendon yırtıklarında tedavi yöntemi olarak cerrahi onarım (7, 57) tercih ediliyor olsa da, en iyi cerrahi onarım tekniği konusundaki tartışma hâlâ devam etmektedir.

Açık yapılan cerrahi onarım sonrası, ciltte nekroz ve yapışıklıklar oluşabileceği, yüzeysel ve derin yara yeri enfeksiyonlarının meydana gelebileceği unutulmamalıdır. Bütün bu komplikasyonlara rağmen, Aşil tendonunda tekrar yırtık az oluşur.

Hem açık hem de perkütan yapılan cerrahi onarım tekniklerinin, sağladıkları üstünlüklerden yararlanmak ve neden oldukları komplikasyonlardan uzak durmak amacıyla Assai ve ark. tarafından mini açık yapılan cerrahi onarım tekniği geliştirilmiştir (80) . Toplam 16 adet kadavra alt ekstremitesi üzerinde yaptıkları çalışmada, tasarladıkları Achillon® cihazını kullanarak Aşil tendon yırtığına yönelik kendi tanımladıkları mini açık yapılan cerrahi onarım tekniğini uygulamışlardır (80) . İçerde 2 adet, dışarda 2 adet olmak üzere toplam 4 adet koldan oluşan Achillon® cihazı, dikiş materyalinin Aşil tendonundan geçirilmesi için tasarlanmıştır (Şekil 22) . Cihazın kollan üzerinde delikler bulunur. Dikiş materyali düz bir iğne yardımı ile cihazın tüm kollannda aynı seviyede bulunan bu deliklerden geçirilir.



Şekil 22 : Achillon cihazı

Yırtık olan Aşil tendonunun uçları arasındaki boşluk palpe edilir. Bu boşluğun hemen medialinden yaklaşık 2 cm olan uzunlamasına cilt keşişi yapılır. Paratenon, subkütan dokudan künt diseksiyon uygulanarak serbestleştirilir. Paratenon dikkatlice açılır ve Aşil tendonunun proksimal ve distal yırtık uçlarına işaret dikişleri konulur. Paratenonun altından Achillon® cihazı proksimale doğru ilerletilir. Yırtık olan Aşil tendonunun klemp yardımı ile tutulan proksimal ucu, cihazın içeride bulunan 2 adet kolunun arasına yerleştirilir. İçerideki kollar arasında Aşil tendonu palpasyon ile hissedilerek cihazın pozisyonu doğrulanır. Cihazın kolları üzerinde bulunan deliklerden düz bir iğne yardımı ile 3 adet dikiş materyali lateralden mediale enine doğru ilerletilir ve Aşil tendonunun yırtık olan proksimal ucundan geçirilir. Ardından cihaz yavaş yavaş geri çekilir. Böylece Aşil tendonundan geçirilen dikiş materyallerinin dışardaki uçları içeri alınır ve tendonun çevresine getirilir. Sonrasında aynı cilt keşişinden dışarı çıkan dikiş materyalleri, tendonu iyi bir şekilde tutması için çekilir. Takiben paratenonun altından Achillon® cihazı distale doğru ilerletilir. Yırtık olan Aşil tendonunun klemp yardımı ile tutulan distal ucu, cihazın içeride bulunan 2 adet kolunun arasına yerleştirilir. İçerideki kollar arasında Aşil tendonu palpasyon ile hissedilerek cihazın pozisyonu doğrulanır. Cihazın kolları üzerinde bulunan deliklerden düz bir iğne yardımı ile 3 adet dikiş materyali lateralden mediale enine doğru ilerletilir ve Aşil tendonunun yırtık olan distal ucundan geçirilir. Ardından cihaz yavaş yavaş geri çekilir. Böylece Aşil tendonundan geçirilen dikiş materyallerinin dışardaki uçları içeri alınır ve tendonun çevresine getirilir. Sonrasında aynı cilt keşişinden dışarı çıkan dikiş materyalleri, tendonu iyi bir şekilde

tutması için çekilir (Şekil 23). Aşil tendonunun yırtık uçlarını karşılıklı getirerek uç uca birleştiğini görüp doğruladıktan sonra bu pozisyon korunur. Dikiş materyalleri, karşılıklı bir şekilde gerilir ve düğüm atılır. Paratenon tamir edilir. Cilt keşişi kapatılır (80).



Şekil 23 : Mini açık cerrahi onarım tekniği

Assai ve ark. yaptıkları prospektif bir çalışmada, akut Aşil tendon yırtığı dan 87 hastaya, kendi tanımladıkları mini açık yapılan cerrahi onarım tekniğini uygulamışlardır (80). Hiçbir hastada yara yeri enfeksiyonu oluşmamış ve N. Suralis sıkışmasına bağlı duyu kuşum da gelişmemiştir (80). Ancak, rehabilitasyon programlarına uymadıkları ve fonksiyonel rehabilitasyon ortezlerini 3 haftadan önce çıkardıkları için 3 hastanın Aşil tendonlarında tekrar yırtık oluşmuştur (80).

Postoperatif dönemde, halihazırda fonksiyonel rehabilitasyon ortezi varsa, hastaya 30° plantarfleksiyonda hemen uygulanabilir. Aksi halde ortez tedarik edilene kadar ekstremitayı korumak amacı ile ayak ekin pozisyonunda yani ayak bilek 30° plantarfleksiyonda atel tedavisi uygulanır. Ayak bilekte dorsifleksiyonu kısıtlayan ve 30° plantarfleksiyondan nötrale kadar değişebilen derecelerde immobilizasyona izin veren fonksiyonel rehabilitasyon ortezinin kullanımına, takip eden 8 hafta boyunca devam edilir, tik 3 hafta boyunca ortez, 24 saatlik süre ile gece ve gündüz ara verilmeden kullanılır. Bu dönemde hastaların kısmi yük vererek yürümelerine izin verilir. Aynı zamanda ayak bilek eklem hareket açıklığını artırmaya ve baldır kaslarını güçlendirmeye yönelik egzersizlere de başlanır. Hasta topuğuyla nazikçe pedala basıp zayıf bir güç uygulayarak kondisyon bisikleti sürebilir. Rehabilitasyonun 3. haftası sona erdiğinde, ayak bileği nötralde olacak şekilde fonksiyonel rehabilitasyon ortezine 24 saatlik süre ile

gece ve gündüz ara verilmeden devam edilir. Bu dönemde hastaların tam yük vererek yürümelerine de izin verilir. Rehabilitasyonun 8. haftası sona erdiğinde, fonksiyonel rehabilitasyon ortezi çıkarılır. Hasta, denge egzersizlerine kaybettiği propriosepsiyonu tekrar kazanmak için her gün devam etmelidir. İlerleyici direnç egzersizlerine geçilir. Rehabilitasyonun 3. ayı sona erdiğinde ise, tempolu yürümeye ve yavaş koşmaya izin verilir. Hastalar, rehabilitasyonun 6. ayı sona erdiğinde ise spora dönebilir.

2. 9. 1. 4. Açık Cerrahi Onarım Tekniği

Konservatif tedavi yöntemleri sonrası, Aşil tendonunda tekrar yırtık oluşabileceği, tendonun uzayarak iyileşebileceği, tedavi sonrası ayak bilek plantarfleksiyon gücünde azalma olabileceği ve baldır kaslarında atrofi gelişebileceği unutulmamalıdır.

Cerrahi onarım sonrası ise, derin ven trombozu ve pulmoner emboli görülebileceği, ciltte nekroz ve yapışıklıklar oluşabileceği, yüzeysel ve derin yara yeri enfeksiyonların meydana gelebileceği ve Nervus Suralis yaralanmasına bağlı duyu kusuru gelişebileceği unutulmamalıdır. Bütün bu komplikasyonlara rağmen, cerrahi onarımın da birtakım üstünlükleri vardır. Aşil tendonunda tekrar yırtık, daha az oluşur.

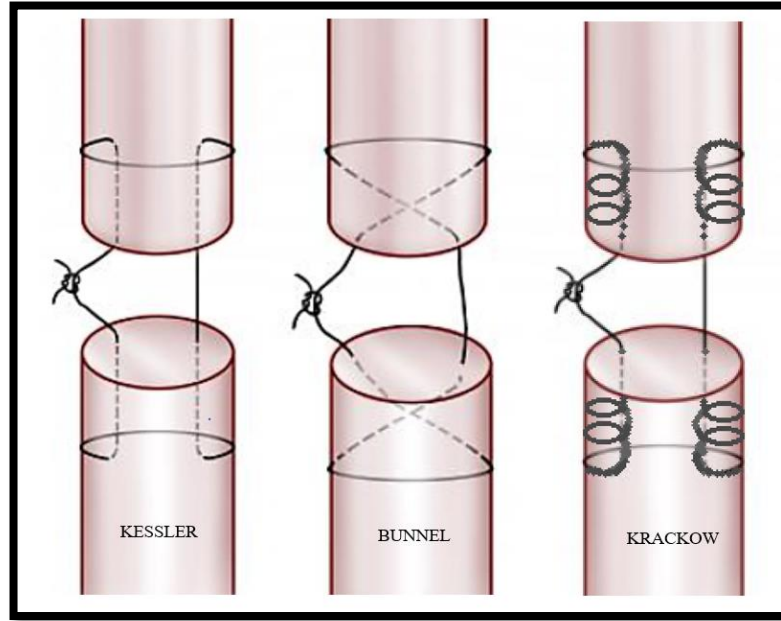
Daha fazla hasta, yaralanma öncesi sahip olduğu aktivite düzeyine ulaşır. Hastaların baldır kaslarında daha az atrofi ve ayak bilek eklemlerinde daha geniş eklem hareket açıklığı görülür.

Açık yapılan cerrahi onarım teknikleri, açık tamir ve güçlendirilmiş açık tamir olmak üzere iki farklı şekilde uygulanır.

Açık tamirde, farklı dikiş teknikleri kullanılarak primer cerrahi onarım yapılır. Yırtık olan Aşil tendonunun uçları arasındaki boşluk palpe edilir. Aşil tendonunun hemen medialinden yaklaşık 10 cm olan uzunlamasına cilt keşişi yapılır. Cilt keşişi, ayakkabının topuğa değdiği alanın proksimalinde sonlanır. Cilt ve cilt altı dokular geçilip paratenona ulaşılır. Paratenon, cilt altı dokulardan künt diseksiyon uygulanarak serbestleştirilir. Aşil tendonunun uzunluğu boyunca bacağın posterolateralinde seyreden Nervus Suralis ve Vena Saphena Parva korunur. Paratenon dikkatlice açılır, hematoma boşaltılır. Aşil

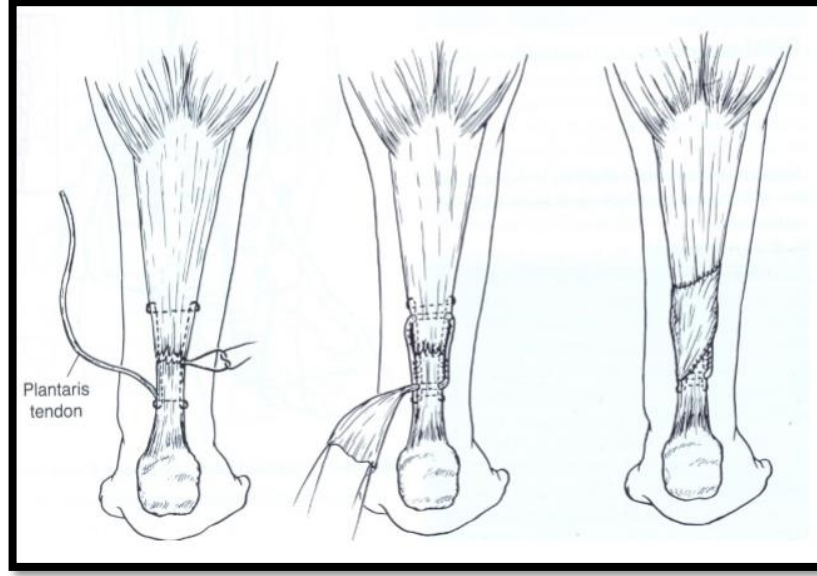
tendonunun proksimal ve dıştal yırtık uçlarına ulaşılır. Nekrotik dokular eksize edilir. Ardından ayak bileği nötrale alınır ve bu pozisyon korunur. Aşıl tendonunun yırtık olan proksimal ve distal uçlarından geçirilen dikiş materyalleri, karşılıklı bir şekilde gerilir ve dğüm atılır. Sonrasında paratenon tamir edilir ve cilt keşişi kapatılır.

Cerrahi onarımda, kullanılan dikiş tekniği ve seçilen dikiş materyali onarım gúcünü belirler. Kessler (44), Bunnell (39) ve Krackow (44) açık yapılan cerrahi onarımda en sık kullanılan dikiş teknikleridir (şekil 24).

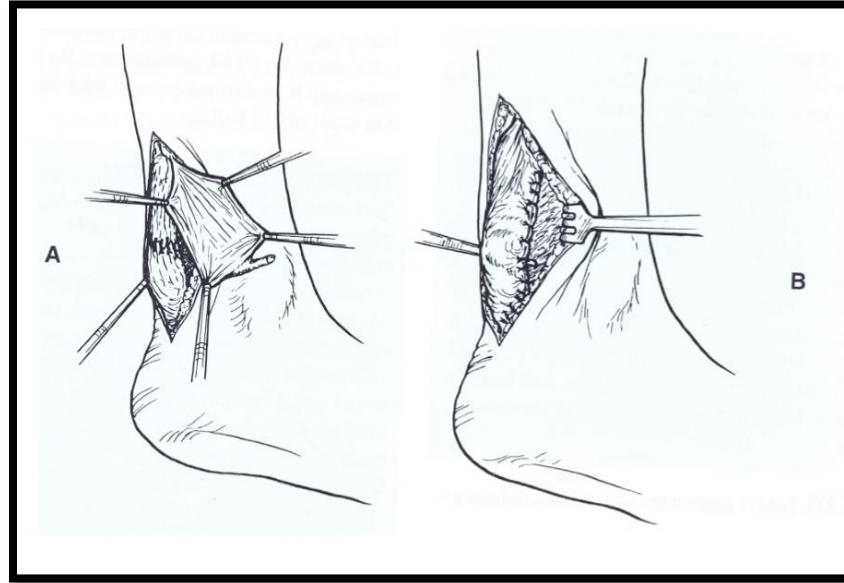


şekil 24: Aşıl tendon onarımında sıklıkla kullanılan dikiş teknikleri

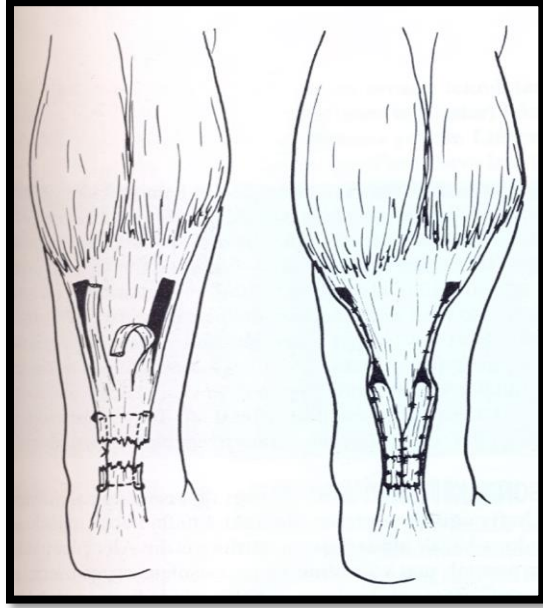
Güçlendirilmiş açık tamirde ise yapılan primer cerrahi onarım greft kullanılarak kuvvetlendirilir. Musculus Plantaris' in tendonu (şekil 25), Musculus Gastrocnemius' un aponevrozu ve Musculus Peneneus Brevis' in tendonu (şekil 26) primer cerrahi onarımı güçlendirmede en sık kullanılan greftlerdir.



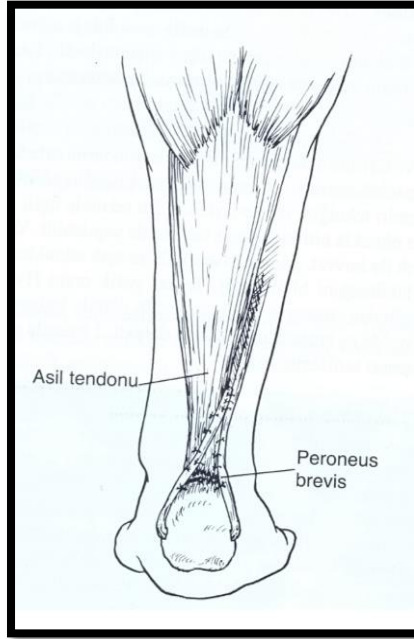
Şekil 25: Kessler dikiş tekniği ile primer onarım sonrasında Plantaris tendonu ile augmentasyon tekniği



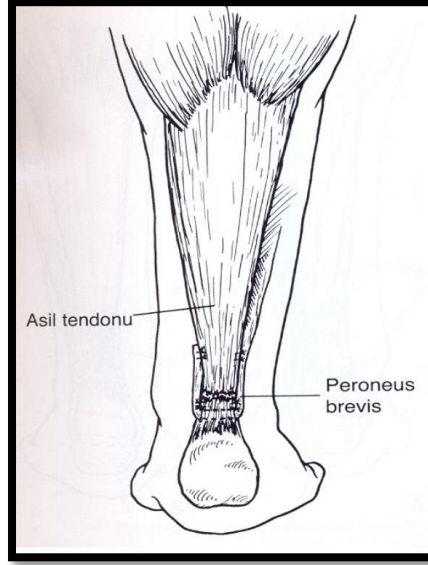
Şekil 26: Lynn tekniği; Plantaris tendonu kalkaneal insersiyosundan ayrılır ve membran gibi yayılarak tamir bölgesine suture edilir.



Şekil 27: Lindholm Tekniği; Gastrocnemius aponevrozundan 1 cm genişliğinde, 8 cm uzunluğunda iki flep hazırlanır. Yırtığa 3 cm proksimalde bırakılır ve 180° katlanır. Tamir bölgesine sütüre edilir.



Şekil 28: Teuffer tekniği; Peroneus Brevis tendonu 5. metatars insersiyosundan ayrılır. Kalkaneusta açılan tünelden geçirilir. Kendi üzerine sütüre edilir (81).



Şekil 29: Turco ve Spinella tekniği; peroneus brevis tendonu 5. metatars insersiyosundan ayrılır. Yırtık olan aşıl tendonunun distal ucundan geçirilir. Aşıl tendonu üzerine suture edilir (82).

Postoperatif dönemde hastaya ayak bileği 20 derece plantarfleksiyonda olacak şekilde 2 hafta süren ve anteriordan uygulanan kısa bacak atel tedavisi uygulanır. Erken dönemde istirahat önerilir. Yaralanan taraf yükseğe kaldırılır. Analjezik ve antiinflamatuvar ilaçlar verilir. Bu dönemde yaralanan taraf üzerine kesinlikle bastırılmaz. Rehabilitasyonun 2. haftası sona erdiğinde, kısa bacak aleti çıkarılır. Ayak bileği nötralde olacak şekilde fonksiyonel rehabilitasyon ortezine geçilir. Bu dönemde, ayak bilek eklem hareket açıklığını artırmaya ve baldır kaslarını güçlendirmeye yönelik egzersizlere başlanır. Hastaların kısmi yük vererek yürümelerine de izin verilir. Rehabilitasyonun 8. haftası sona erdiğinde, fonksiyonel rehabilitasyon ortezı çıkarılır. Hastaların tam yük vererek yürümelerine de izin verilir. Hasta, denge egzersizlerine kaybettiği propriosepsiyonu tekrar kazanmak için her gün devam etmelidir. İlerleyici direnç egzersizlerine geçilir. Rehabilitasyonun 3. ayı sona erdiğinde ise, tempolu yürümeye ve yavaş koşmaya izin verilir. Hastalar, rehabilitasyonun 6. ayı sona erdiğinde ise spora dönebilir.

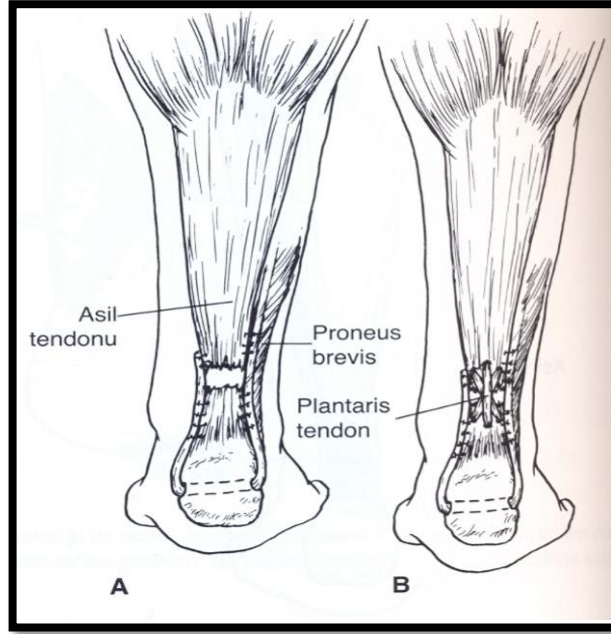
2. 9. 2. KRONİK AŞIL TENDON YIRTIKLARI VE TEDAVİSİ

Aşil tendon yırtıkları, yaralanma sonrası 4 hafta boyunca tedavi edilmeden bırakılırsa ve ihmal edilirse, kronik yırtık olarak kabul edilir. Tendonun yırtık uçlarının geri çekildiği ve boyunun uzadığı bu süreçte, aradaki boşluk rejenerasyon dokusu ile dolar ve ayak bilek plantarfleksiyon gücünde azalma olur.

Rejenerasyon kapasitesinin düşük olduğu sistemik kortikosteroid tedavisi alan hastalar, mortalitenin ve morbiditenin arttığı kronik hastalıklara sahip olanlar, ameliyatın riskli olduğu düşünün ve yaşlı hastalar konservatif yöntemler ile tedavi edilebilir.

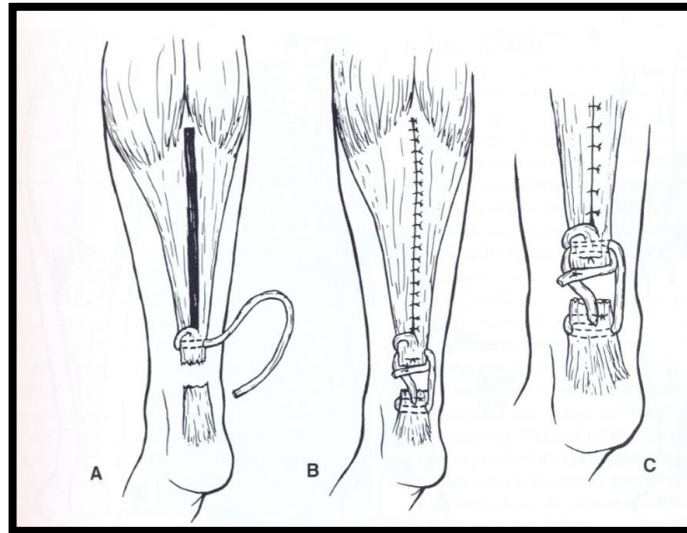
Tendonun yırtık uçlarının geri çekilip boyunun uzadığı tedavisi gecikmiş eski Aşil tendon yırtığı olan hastalarda cerrahi onarım tercih edilir. Cerrahi onarım için tercih edilecek tekniği belirlemeden önce, yırtık tendon uçları arasındaki boşluğu analiz etmek gerekir. Kronik yaralanmalarda boşluğun uzunluğu ölçülür. Boşluk 2 cm den küçük ise, uç uca primer cerrahi onarım yapılabilir. Boşluk 2 cm ilâ 5 cm arasında ise greft kullanılan güçlendirme yöntemleri ve tendon transferleri uygulanabilir. Boşluk eğer 5 cm' den büyük ise, tamir için allogreftler gerekebilir. MRG, kronik aşil tendon yırtıklarını değerlendirirken preoperatif planlamada cerraha yardımcı olur.

WHITE VE KRAYNICK TEKNİĞİ: Peroneus Brevis tendonu 5. metatars insersiyosundan ayrılır. Kalkaneusta açılan tünelden geçirilir. Aşil tendonu üzerine suture edilir. Plantaris tendonu dikiş materyali gibi kullanılır ve tamir bölgesine suture edilir (Şekil 30).



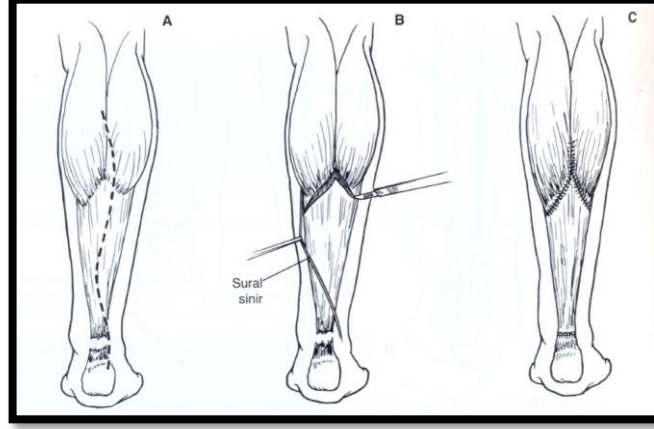
Şekil 30: White ve Kraynick tekniği

BOSWORTH TEKNİĞİ: Gastrocnemius aponevrozunun ortasından 1,5 cm genişliğinde, 22,5 cm uzunluğunda flep hazırlanır (Şekil 31). Yırtığın proksimalinde bırakılır. Aşil tendonunun yırtık olan proksimal ve distal uçlarından geçirilen flep, kendi üzerine dikilir (83).



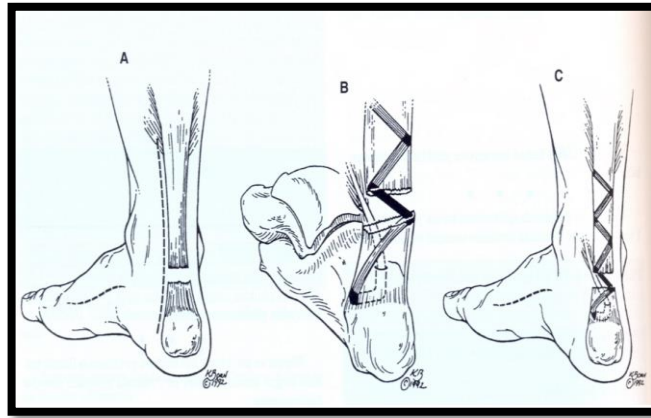
Şekil 31: Bosworth tekniği

AHRAHAM VE PANKOVICH TEKNIĞİ: Ayak bileği 20° plantarflexiyonda ve diz 30° fleksiyonda iken defektin uzunluğu ölçülür. “Y” şeklinde yaklaştırmak için defektin iki katı uzunluğunda, tepesi orta hatta olmak üzere gastrocnemius aponevrozuna ters “V” şeklinde flep hazırlanır (Şekil 32) ve kaydırılır (84).



Şekil 32: Abraham ve Pankovich tekniği.

WAPNER TEKNIĞİ: Ayak medialinde fleksor hallucis longus ve digitorum longus tendonları ortaya konur. Fleksor hallucis longus mümkün olan en distal noktadan serbestlenir. FHL'un distaldeki ucu fleksor digitorum longusa dikilir, Aşıl tendonunun medialinde de fleksor hallucis longus ortaya konur. Kalkaneusta tüneller açılır. FHL tünellerden geçirilir (Şekil 33) ve distalden proksimale doğru Aşıl tendonuna örülür (85, 86).



Şekil 33: Wapner tekniği

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Literatür incelendiğinde, Aşil tendonu üzerinde yapılan biyomekanik çalışmalar için deney hayvanı olarak daha ziyade tavşanların kullanılmış olduğu görülür. Tavşanlar arasında hayvan deneylerinde en çok kullanılan ırk, beyaz Yeni Zelanda tavşanlarıdır. Beyaz Yeni Zelanda tavşanlarının taksonomik sınıflandırılması; Animalia (Alem), Vertebrata (Şube), Mammalia (Sınıf), Lagomorpha (Takım), Leporidae (Familya), Pentalagus (Cins), Oryctolagus cuniculu (Tür) olacak şekilde yapılır.

Beyaz Yeni Zelanda tavşanları herbivor (otçul) hayvanlardır. Erişkin bir beyaz Yeni Zelanda tavşanının günlük besin ihtiyacı vücut ağırlığına göre 50 gr/ kg olacak şekilde hesaplanır. Pelet tavşan yemi ve mevsimlik yeşillikler ile beslenir. Günlük su ihtiyacı da, vücut ağırlığının en az % 8' i ilâ % 10' u veya vücut ağırlığına göre en az 50 ml/ kg ilâ 100 ml/ kg arasında olacak şekilde hesaplanır. Suyu “*ad libitum*”(*su tüketimi kısıtlanmadan*) içebilir. İçme suları günlük değiştirilir. Günlük idrar hacmi 50 ml/ kg ilâ 90 ml/ kg arasında değişir. Puberte dönemine 4 ay ilâ 6 ay arasında ulaşır. Erişkin bir beyaz Yeni Zelanda tavşanının vücut ağırlığı 2,5 kg ilâ 4,5 kg arasında değişir. Kalp hızı 200/ dk ilâ 240/ dk arasında, solunum hızı 30/ dk ilâ 65/ dk arasında, vücut ısısı da 38,5 °C ilâ 39,5 °C arasında değişir. Oldukça iyi gelişmiş işitme ve koku alma duyularına sahiptir (Şekil 34).



Şekil 34: Deneyde kullanılan beyaz Yeni Zelanda tavşanları ve kafesleri

Günlük bakımları ayrı bir dikkat ve özen gerektiren beyaz Yeni Zelanda tavşanlarının yaşayacakları çevre koşulları büyük bir titizlik ile düzenlenmelidir. Tavşan kafeslerinin bulunduğu odanın sıcaklığı 20,0 °C ilâ 25,0 °C arasında ve nem oranı % 50 ilâ % 60 arasında tutulmalıdır. Ayrıca odanın havalandırma sistemi de mutlaka olmalıdır. Diurnal (12 saat gündüz ve 12 saat gece periyodu) ritim sağlanmalıdır. Tavşan kafeslerinin altları ızgaralı olmalı ve bakımları günlük olarak yapılmalıdır. Olası bir yaralanmayı önlemek için her kafese sadece bir tavşan konulmalıdır. Beyaz Yeni Zelanda tavşanları yalnızlığa tahammül edemezler. İhtiyaç duydukları ilgi ve şefkat, günlük bakımları esnasında elleme ile iletişim kurularak gösterilmelidir. Tavşanlar kafeslerinden çıkartılırken ve kafeslerine konulurken dikkatli bir şekilde tutulmalıdır. Omuzları üzerinden kavranarak, kalçaları daima desteklenmelidir. Kulaklarından asla asılmamalıdır. Yaşayacakları korku, kalp ritimlerini artırabilir ve aritmilere neden olabilir. Aynı zamanda, uygun olmayan şekilde tutulduklarında, kurtulabilmek için arkaya doğru tekme atabilirler. Bu esnada vertebraları kırılabilir ve bu durum paraliziye neden olabilir. Bu yüzden çalışmanın her safhasında dikkati elden bırakmamak gerekir.

Literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda hareket edilip, “Aşil Tendon Tamirinde Kullanılan Sütür Tekniklerinin Tendon Yumuşaması Üzerine Etkilerinin İn-Vivo Olarak Araştırılması” adlı tez projesinde, üzerinde çalışmak için deney hayvanı olarak erkek beyaz Yeni Zelanda tavşanları tercih edilmiştir.

Çalışmaya başlamadan önce, güç analizi adı verilen ve yapılacak çalışmanın başarısının yüksek olması için gerekli optimum denek sayısını belirleyen istatistiksel analizler yapılmıştır. Çalışmada oluşturulan 3 farklı grubun her biri için 8’ er adet olmak üzere toplamda 24 adet tavşanın yeterli olacağı istatistiksel olarak öngörülmüştür. Denek sayısı arttıkça çalışmanın başarısının daha da artacağı istatistiksel olarak aşıkardır. Ancak optimum denek sayısından daha fazla denek kullanılmasının hem zaman hem de iş gücü kayıplarına neden olacağı da unutulmamalıdır.

Öncelikle, Marmara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından, Marmara Üniversitesi Deney Hayvanları Merkezi’ nde (DEHAMER) yapılan “Araştırmacılar için Deney Hayvanları Kullanımına ait Eğitim Sertifikası Programı” tamamlanarak sertifika alınmıştır (Ek 8. 1).

Ardından, “Aşıl Tendon Tamirinde Kullanılan Sütür Tekniklerinin Tendon Yumuşaması Üzerine Etkilerinin İn - Vivo Olarak Araştırılması” adlı tez projesi için, 14.2015.mar protokol kodu ile 06. 03. 2015 tarihinde Marmara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu’ ndan onay alınmıştır (Ek 8. 2).

Ayrıca, “Aşıl Tendon Tamirinde Kullanılan Sütür Tekniklerinin Tendon Yumuşaması Üzerine Etkilerinin İn- Vivo Olarak Araştırılması” adlı tez projesi, SAG – C – TUP - 080715 - 0321 proje numarası ile 08. 07. 2015 tarihinde Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu’ nun (BAPKO) maddi desteğini almaya hak kazanmıştır (Ek 8. 3).

Sonrasında tez projesi için üzerinde çalışılan deney hayvanları olan erkek beyaz Yeni Zelanda tavşanları, T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’ na bağlı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü’ nden deney hayvanı üreticisi ve tedarikçisi ünvanı ile çalışma izni olan Saki Yenilli Deney Hayvanları Üretim Laboratuvarı’ ndan alınmıştır (Ek 8. 4).

Cerrahi işlemlere (çalışmaya) başlanmadan önce aşağıda adı geçen malzemeler temin edilmiştir.

- ✓ Bisturi sapı ve Bisturi ucu (Numara 15)
- ✓ Diseksiyon makası (Stevens)
- ✓ Dişsiz penset (Adson)
- ✓ Dişli penset
- ✓ Portegü (Hegar)
- ✓ Mini ekartör (Langenbeck)
- ✓ Dikiş makası
- ✓ Prolene® (3/0, ▼, Polypropylene, Ethicon, ABD)
- ✓ MaxBraid™ (2, ●, Polyethylene, Biomet, ABD)
- ✓ Ketalar® (Ketamin HCL, 5 mg/ kg, Pfizer, ABD)
- ✓ Rompun® (Ksilazin, 2 mg/ kg, Bayer, Almanya)
- ✓ Pental Sodyum® (Tiyopental sodyum, 15 mg/ kg, İ. E. Ulagay, Türkiye)
- ✓ İespor® (Sefazolin sodyum, 20 mg/ kg, İ. E. Ulagay, Türkiye)
- ✓ Perfalgan® (Parasetamol, 15 mg/ kg, Bristol-Myers Squibb, Avustralya)
- ✓ Steril cerrahi örtü

- ✓ Steril cerrahi önlük
- ✓ Steril cerrahi eldiven ve nonsteril eldiven
- ✓ Steril spanç
- ✓ Steril enjektör
- ✓ Steril konik kapaklı tüp (Falcon)
- ✓ Cerrahi maske
- ✓ Flaster
- ✓ Lastik
- ✓ Beyaz ortopedik alçı bandajı “Plaster of Paris” 5 cm x 200 cm (Ilgaz, Türkiye)
- ✓ Tıbbi ortopedik alçı altı pamuğu 5 cm (Ilgaz, Türkiye)
- ✓ Batticon® antiseptik solüsyon 1000 ml (% 10 Polivinilprolidon - İyot kompleksi, Adeka, Türkiye)
- ✓ Batticon® sıvı sabun 1000 ml (% 7,5 Polivinilprolidon - İyot kompleksi, Adeka, Türkiye)
- ✓ Medifleks® solüsyonu 1000 ml (% 0,9 İzotonik NaCl solüsyonu, Eczacıbaşı - Baxter, Türkiye)
- ✓ Polifleks® solüsyonu 1000 ml (Laktatlı Ringer solüsyonu, Polifarma, Türkiye)
- ✓ % 70’ lik etil alkol solüsyonu
- ✓ % 10’ luk formol solüsyonu
- ✓ Patoloji numune kabı
- ✓ Traş bıçağı
- ✓ Rulo kağıt havlu
- ✓ Fotoğraf makinesi
- ✓ Elektronik tartı
- ✓ Kayıt defteri

Tüm hazırlıklar sona erdiğinde, öncelikle bütün tavşanların vücut ağırlıkları ölçülmüş ve tutulan kayıt defterine not edilmiştir. Yaşları 8 ay ilâ 10 ay arasında değişen, vücut ağırlıkları 2900 g ilâ 3500 g arasında değişen, ortalama vücut ağırlığı 3057,5 g olan 24 adet erkek beyaz Yeni Zelanda tavşanı çalışmaya dahil edilmiştir. Randomize ve kontrollü olan bu deneysel çalışmada, deney hayvanları kapalı zarf usulü kullanılarak randomize edilmiş ve gruplandırılmıştır. Randomize olarak seçilen her birinde 8 adet tavşan bulunan 3 grup oluşturulmuştur. Tavşanların sağ Aşil tendonları (0. gün kesilip -

onarılmıştır) deney alt grubunu, sol Aşil tendonları (12. gün kesilip – onarılmıştır) ise kontrol alt grubunu oluşturacak şekilde dizayn edilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce hayvanlar 10 gün süre ile dinlendirilmiş ve bu süreçte, tavşanların yaşayacakları yeni çevre koşullarına adapte olmaları özellikle sağlanmış, beslenmelerine özen gösterilmiş, bakımları günlük olarak yapılmıştır.

Cerrahi işlemler Marmara Üniversitesi Deney Hayvanları Merkezi' nde (DEHAMER' de), tek cerrah tarafından yapılmış olup, tüm hayvanlarda, tendon onarımı için aynı dikiş materyali (MaxBraid™ 2, ●, Polyethylene, Biomet, ABD) kullanılmıştır. Çalışma süresince (ister cerrahi işlem öncesi, ister cerrahi işlem sırasında, isterse de cerrahi işlem sonrasında) ölen, enfekte olan veya herhangi bir nedenle çalışmadan çıkarılan hayvanlar yeni ve sağlıklı hayvan ile değiştirilerek çalışma tekrarlanmış ve bu şekilde veri kaybı engellenmiştir.

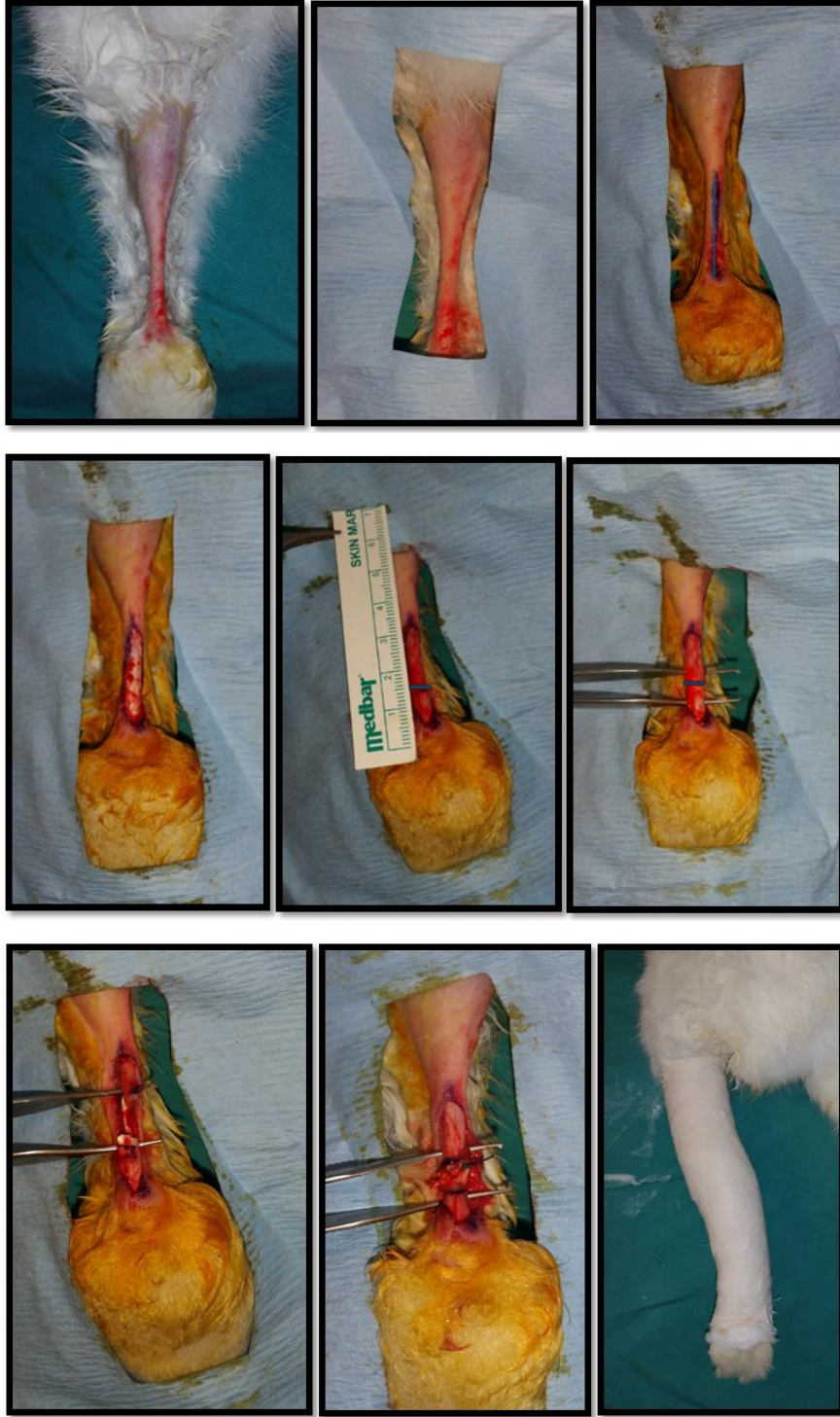
Sabah cerrahi işleme tabi tutulacak olan tavşanların, kafeslerinden yem kapları ve su şişeleri önceki gece saat 02:00' de toplanarak, preoperatif olması gereken açlık sağlanmıştır. Cerrahi işlem öncesi tavşanların vücut ağırlıkları ölçülmüş, tutulan kayıt defterine tek tek not edilmiş ve nakil oldukları gün ölçülen vücut ağırlıkları ile kıyaslanmıştır. Hiçbir tavşanın vücut ağırlığında azalma saptanmamıştır. Kalp hızları, solunum hızları ve vücut ısıları normal sınırlar içinde bulunmuştur. Tavşanların tamamının kafeslerinin içinde hareketli olduğu gözlenmiştir. Genel görünümünde, davranışlarında, kafes içi hareketlerinde, klinik bulgularında, besin ve su alımlarında ameliyata engel herhangi bir anormal durum saptanmayan tavşanlar, cerrahi işlemlerin yapılacağı sabah kafeslerinin bulunduğu ve takiplerinin yapıldığı odadan sırasıyla anestezi işlemlerinin yürütüldüğü odaya alınmışlardır.

20 mg/ kg Sefazolin Sodyum (İespor®) I.M. antibiyotik profilaksisinin ardından 5 mg/kg Ketamin HCL (Ketalar®) I.M. ve 2 mg/ kg Ksilazin (Rompun®) I.M. olacak şekilde uygulanmış ve genel anestezi sağlanmıştır. Kornea refleksinin kaybolması ile yeterli düzeyde anestezi derinliğine ulaşıldığı anlaşılmıştır. Cerrahi işlemler esnasında, tavşanların vital bulguları 5 dk aralıklar ile takip edilmiştir. Bu süreçte, ihtiyaç duyulduğunda genel anestezinin idamesi, I.M. uygulanan Ketamin HCL (Ketalar®) ile sağlanmıştır.

Takiben tavşanların dizleri ile calcaneus' ları arası (sağ alt ekstremitesinin posterior kısımları) dikkatli bir şekilde traş edilmiştir. Ardından tavşanların sağ alt ekstremitesi sıvı sabun solüsyonu olan % 7,5 Polivinilprolidon-İyot kompleksi (Batticon®) ve % 0,9 İzotonik NaCl solüsyonu (Medifleks®) ile yıkanmıştır. Sonrasında ise tavşanlar, anestezi işlemlerinin yürütüldüğü odadan cerrahi işlemlerin yapıldığı odaya alınmışlardır.

Öncelikle tavşanların sağ alt ekstremitesinde cerrahi saha, antiseptik solüsyonu olan % 10 Polivinilprolidon - İyot kompleksi (Batticon®) ile boyanmıştır. Ardından ameliyat masasına alınan tavşanlara, prone pozisyonu verilmiştir. Takiben steril cerrahi örtülerle örtüm sağlanmıştır.

Her grupta, 0. gün tavşanların öncelikle sağ alt ekstremiteleri opere edilmiştir. Aşil tendonu hissedilerek ayak bileğinin posteriorundan başlayan, Aşil tendonunun medial kenarından proksimale doğru uzanan yaklaşık 4 cm uzunluğunda olan cilt insizyonu ile girilmiştir. Cilt altı dokular keskin diseksiyon ile geçilmiş ve aşil tendonuna ulaşılmıştır. Aşil tendonu calcaneus' ta sonlandığı bölgenin 1,5 cm proksimaline denk gelecek şekilde bistüri ile kesilmiştir. Deney alt grubu olan sağ Aşil tendonları grubuna uygun (A grubundaki tavşanlar Kessler, B grubundaki tavşanlar Bunnel, C grubundaki tavşanlar Krackow - LL) dikiş tekniği ile MaxBraid™ (2, ●, Polyethylene) kullanılarak aynı gün onarılmıştır. Tendon stabilitesi kontrol edildikten sonra cilt, Prolene® (3/0, ▼, Polypropylene) kullanılarak kapatılmıştır. Peroperatif komplikasyon izlenmemiştir. Postoperatif sağ alt ekstremiteye ayak bilekler ekin pozisyonunda olacak şekilde uzun bacak alçı uygulanmıştır. Postoperatif her iki alt ekstremitede, yapılan nörovasküler muayene doğal bulunmuştur.



Şekil 35 : Cerrahi işlemin safhaları

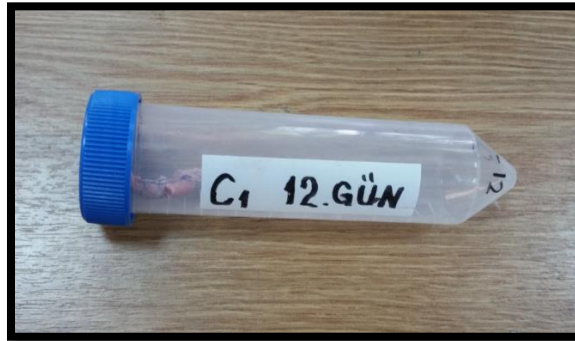
Cerrahi işlemi takiben tavşanların marjinal kulak venleri kullanılarak 15 mg/ kg Parasetamol (Perfalgan®) I.V. olacak şekilde analjezi amacı ile uygulanmış olup antibiyotik ve analjezik uygulamaya postop. 2. güne kadar devam edilmiştir. Sonrasında ise tavşanlar, cerrahi işlemlerin yapıldığı odadan kafeslerinin bulunduğu odaya

alınmışlardır. Tavşanların tamamının, postop. uyandıktan sonra kafeslerinin içinde hareketli olduğu gözlenmiştir. Opere edilen tüm tavşanlara, alçılara açılan kapaktan 3 gün aralıklar ile pansuman yapılmıştır.

12 gün takip edilen tavşanların, 12. gün sonunda sol alt ekstremiteleri opere edilmiştir. Tavşanların dizleri ile calcaneus' ları arası (sol alt ekstremitenin posterior kısımları) dikkatli bir şekilde traş edilmiştir. Ardından tavşanların sol alt ekstremitesi sıvı sabun solüsyonu olan % 7,5 Polivinilprolidon-İyot kompleksi (Batticon®) ve % 0,9 İzotonik NaCl solüsyonu (Medifleks®) ile yıkanmıştır. Sonrasında ise tavşanlar, anestezi işlemlerinin yürütüldüğü odadan cerrahi işlemlerin yapıldığı odaya alınmışlardır.

Anesteziyi takiben sol Aşil tendonu hissedilerek ayak bileğinin posteriorundan başlayan, aşil tendonunun medial kenarından proksimale doğru uzanan yaklaşık 4 cm uzunluğunda olan cilt insizyonu ile girilmiştir. Cilt altı dokular keskin diseksiyon ile geçilmiş ve aşil tendonuna ulaşılmıştır. Aşil tendonu calcaneus' ta sonlandığı bölgenin 1,5 cm proksimaline denk gelecek şekilde bistüri ile kesilmiştir. Kontrol alt grubu olan sol aşil tendonları grubuna uygun (A grubundaki tavşanlar Kessler, B grubundaki tavşanlar Bunnel, C grubundaki tavşanlar Krackow - LL) dikiş tekniği ile onarılmıştır.

Ardından tavşanların marjinal kulak venleri kullanılarak 100 mg/ kg Tiyopental sodyum (Pental Sodyum®) I.V. olacak şekilde ötenazi amacı ile uygulanmıştır. Sakrifiye edilen tavşanların her iki taraf aşil tendonları, proksimalde muskületendinöz bileşkelerinin 1,5 cm daha proksimalinden, distalde calcaneus' ları ile birlikte olacak şekilde eksize edilmiş ve steril % 0,9 NaCl solüsyonu içeren steril konik kapaklı Falcon tüplerine konulmuştur (110).



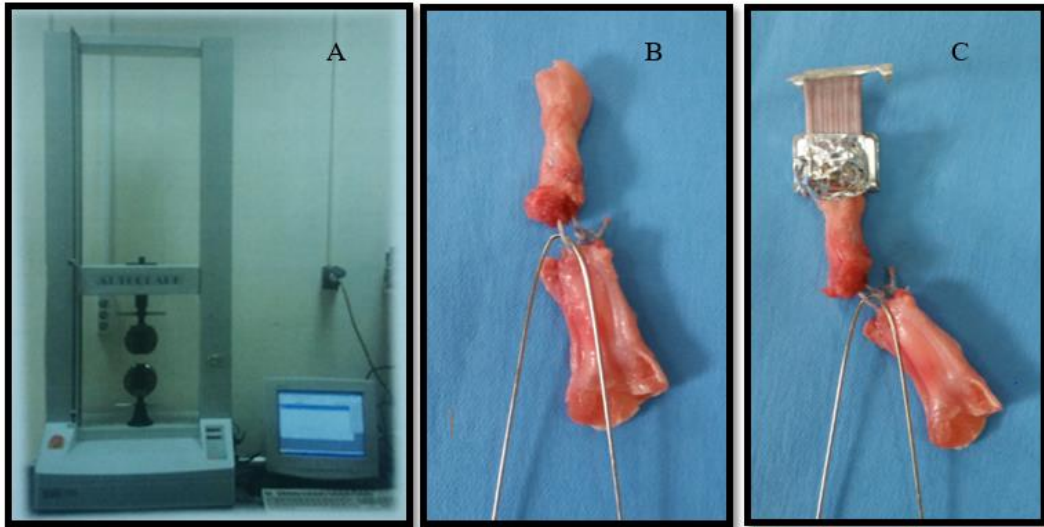
Şekil 36: Eksize edilen Aşil tendonunun Falcon tüpünde saklanması

Taze dondurulmuş tendonlar ile hiç bekletilmemiş tendonlar arasında biyomekanik açıdan fark oluşmadığı için, biyomekanik testlerin uygulanacağı güne kadar tüm aşil tendonları, Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı' nda $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ n soğuklukta saklanmıştır (110). Sakrifiye edilen tüm tavşanlar tıbbi atık poşetlerine konulmuş, atılacakları güne kadar derin dondurucuda saklanmış ve ilgili birimin toplayıcısına teslim edilmiştir.

Tüm tavşanlar sakrifiye edilip tendonları alındıktan sonra biyomekanik testlere geçilmiştir. Biyomekanik testler, İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Mekanik Metalurji Laboratuvarı' nda Doç. Dr. Murat Baydoğan kontrolünde yapılmıştır.

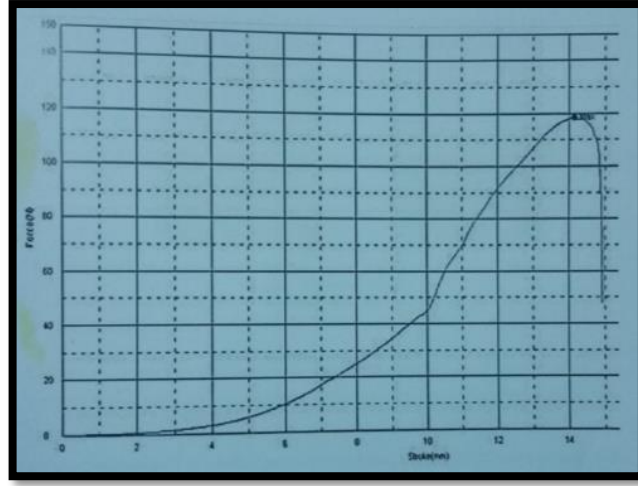
Biyomekanik testlere başlamadan önce, tüm aşil tendonlarının oda sıcaklığında çözümleri beklenmiştir. Ayrıca kurumalarını önlemek için aşil tendonları, aralıklı olarak laktatlı ringer solüsyonu ile ıslatılmıştır (109).

Çekme testinin uygulandığı cihaza (SHIMADZU, Autograph AGS - J 10 kN) Aşil tendonları sırası ile yerleştirilmiştir (Şekil 37). Cihazın proksimal ve distal klemplerinin, biyomekanik testlere tabi tutulacak olan Aşil tendonlarına zarar vermemesi için koruma amacı ile alüminyum levhalar ve K - teli kullanılmıştır. Proksimalde, alüminyum levhaların arasına yerleştirilen calcaneus' larından ve distalde, kesi hattından (dikişin iki bacağı arasından) geçirilen K - teli ile Aşil tendonları cihaza yerleştirilmiştir.



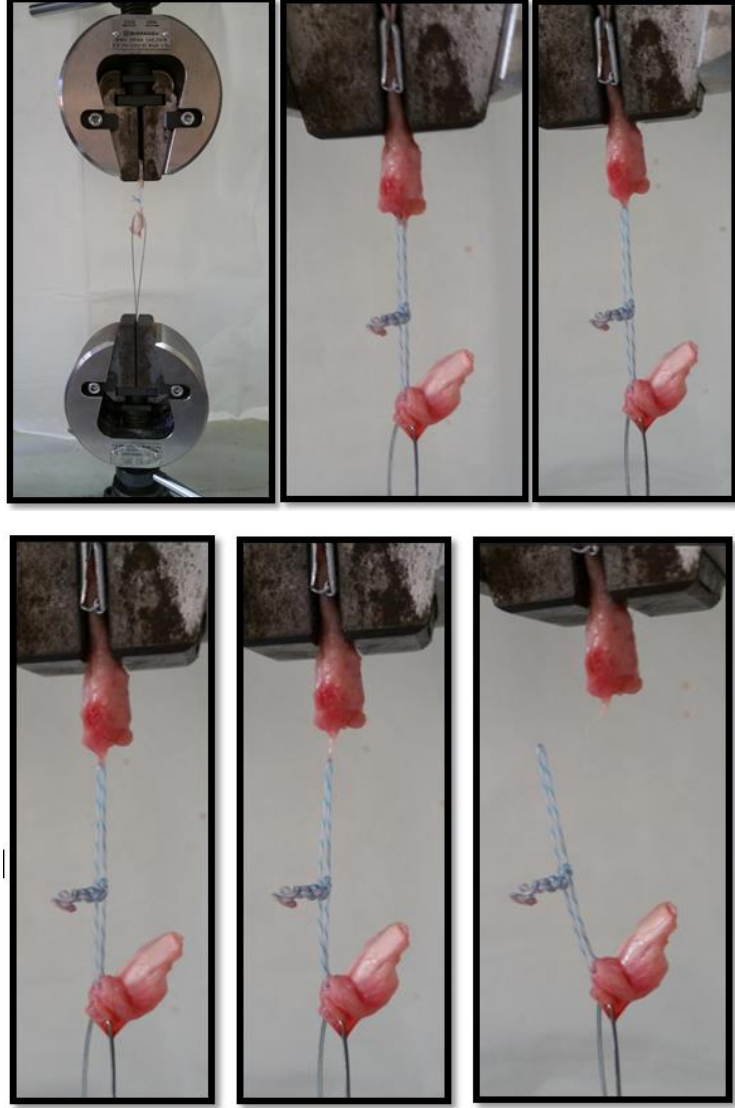
Şekil 37: A- SHIMADZU marka çekme cihazı ve tendonun hazırlanması (B ve C)

Cihaz 20 mm/ dk çekme hızına ayarlanmıştır. Çekme işlemine, dikiş materyalinin Aşil tendonundan tamamen sıyrıldığı ana kadar devam edilmiştir. Eş zamanlı olarak cihaza bağlı bilgisayarda da gerilim - gerinim eğrileri “*stress - strain curves*” elde edilmiştir (Şekil 38). Elde edilen bu eğrilerde, gücün yükselip tepeye ulaştıktan sonra aniden düşmeye başladığı nokta, dikiş materyalinin aşil tendonundan sıyrıldığı maksimum kuvvet olarak kaydedilmiştir.



Şekil 38: Gerilim - Gerinim eğrisi

Biyomekanik testler esnasında, çekme işlemine tabi tutulmuş olan Aşil tendonlarının hiçbirinde dikiş materyalleri kopmamış ve atılmış olan düğümler açılmamıştır. Tüm testler boyunca yetmezlik, dikiş materyalinin Aşil tendonundan sıyrılması şeklinde oluşmuştur (Şekil 39).



Şekil 39: Tendonun çekme cihazına yerleştirilmesi ve çekme testi esnasında dikişin tendondan sıyrılması

Biyomekanik testlerin tamamlanmasının ardından tendonlar formol içeren tüplere konarak histopatolojik inceleme için patoloji laboratuvarına götürülmüştür.

Tavşan tendon preparatlarının histopatolojik değerlendirilmesi Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Patoloji A.B.D. 'nda, Öğretim Görevlisi Doç. Dr. Hüseyin Kemal Türköz tarafından yapılmıştır.

Patoloji laboratuvarında, hayvanlardan alınan materyaller ayrı ayrı kodlanarak, 3 mm kalınlığı geçmeyecek şekilde dilimlenerek örneklendi. Dokular % 10' luk tamponlu formaldehitte fikse edildi. Daha sonra takip amacıyla önce % 70, % 96 ve absöü alkol serilerinden geçirilerek dehidrate edildi, ardından ksilene alınarak şeffaflandırma yapıldı. Parafine gömülen dokulardan 3µm kalınlığında kesitler alınarak 60° C' de 1 saat deparafinize edildi. Lamlar ksilende bekletilerek deparafinizasyon tamamlandı. Kesitler % 96, % 80, % 70 etanol serilerinden geçirilerek hidrate edildi. Hematoksilen ile nükleer boyama yapıldı. Akan suda morartılan kesitler, Eosine alınarak sitoplazmik boyama yapıldı. Kesitler tekrar su ile yıkandı ve % 70, % 80, % 96 etanol serilerinden geçirilerek dehidrate edildi. Lamlar ksilene alınarak uygun kapama maddesi ile kapatıldıktan sonra ışık mikroskopu (Nikon Eclipse 80i) altında iki patolog tarafından değerlendirildi.

Histolojik olarak şü parametreler değerlendirildi: (87, 88, 89, 90, 91, 100, 101, 103, 108)

- 1- Fibrozis miktarı,
- 2- İnflamatuar hücre miktarı,
- 3- Neoanjiogenez (yeni oluşan damar) miktarı,
- 4- Kartilajenöz metaplazi varlığı
- 5- Nekroz varlığı.

Fibrosis değerlendirirken, tendon dokusundaki kollajen lif artışı dikkate alındı.

İnflamatuar hücreler değerlendirilirken, nekroz dışı alanlardaki lenfosit, plazmasit ve nötrofiller dikkate alındı.

Angiogenez miktarı değerlendirilirken, tendondaki granülasyon dokusundaki kapillerlerin miktarı dikkate alındı.

Fibrozis, inflamatuvar hücre miktarı, neoanjiogenez miktarı 0' dan 3 'e kadar bir skalada değerlendirildi. Bu değerlendirmede;

- 0 - yok (veya olağan),
- 1 - hafif derecede artış,
- 2 - orta derecede artış,
- 3 - ise şiddetli derecede artış için kullanıldı.

Nekroz ise var / yok olarak değerlendirildi. 0 - yok, 1 - var anlamında kullanıldı. Derecelendirme kantitatif olarak değil kalitatif olarak değerlendirildi. Yani preparattaki artış miktarının bakılan alana oranı olarak değerlendirilerek derecelendirme yapılmıştır.

Çalışma sonuçları, İstatistik ve Yöneylem Araştırmaları Uzmanı (Mimar Sinan Üniversitesi- Doktora Öğrencisi) Ceyda Afacan tarafından yapılmış olup, istatistiksel analizler için SPSS 22.0 İstatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Frekans, Yüzde, Ortalama, Standart sapma) yanı sıra normal dağılımın incelenmesi için Kolmogorov - Smirnov dağılım testi kullanılmıştır. Niceliksel verilerin karşılaştırılmasında parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Tek yönlü (One way) Anova testi ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Bonferroni testi kullanılmıştır. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise Pearson Ki-Kare testi kullanılmıştır. Sonuçlar % 95 güven aralığında, $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmanın güç analizi yapılmış olup, her grupta 8' er adet olmak üzere toplamda 24 adet tavşan ile, deneysel çalışmanın gücü % 100 olarak hesaplanmıştır.

Çalışma başlangıcında hayvan ağırlıkları ölçülerek [ölçü birimi g (Gram) olarak] not edilmiştir. İstatistiksel olarak üç grubun da ağırlık ortalamaları (Kessler: 3210 g, Bunnel: 3175 g, Locking - Loop (Krackow): 3162 g) eşit olup, gruplar arasında fark bulunmamaktadır (Tablo 1 ve 2).

DENEK	KESSLER GRUBU	BUNNEL GRUBU	KRACKOW GRUBU
1. Tavşan	3100	2900	3200
2. Tavşan	3400	3200	3100
3. Tavşan	2980	3500	3000
4. Tavşan	3000	2950	3000
5. Tavşan	3450	3000	3000
6. Tavşan	3100	3100	3500
7. Tavşan	3150	3450	3300
8. Tavşan	3500	3300	3200

Tablo 1: Her gruptaki deney hayvanlarının ağırlıklarını gösteren tablo

Kessler		Bunnel		Krackow		P
Ort	Ss	Ort	Ss	Ort	Ss	
3210	208	3175	227	3162	177	0,891

Tablo 2: Grupların ağırlık ortalamaları, ortalamaların standart sapmaları ve anlamlılık düzeylerini gösteren istatistiksel test tablosu

Biyomekanik testler ile, dikiş materyalinin aşil tendonlarından sıyrıldığı an, ulaşılan maksimum kuvvetler elde edilmiştir. Bununla, dikişin tendonu tutma gücü belirlenmiştir. Deney grubu olan sağ Aşil tendonlarından ve kontrol grubu olan sol Aşil tendonlarından elde edilen biyomekanik test sonuçları [ölçü birimi N (Newton) olarak] not edilmiştir (Tablo 3)

DENEK	TARAF	KESSLER	BUNNEL	KRACKOW
1. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	17,69	30,59	51,06
	<i>Kontrol grubu</i>	23,56	44,56	85,17
2. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	23,66	59,36	69,29
	<i>Kontrol grubu</i>	39,89	78,34	139,95
3. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	30,33	31,77	36,75
	<i>Kontrol grubu</i>	38,16	58,35	71,08
4. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	31,03	30,72	40,54
	<i>Kontrol grubu</i>	43,19	40,37	92,74
5. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	25,42	26,01	24,81
	<i>Kontrol grubu</i>	38,38	52,74	57,97
6. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	38,04	38,78	93,65
	<i>Kontrol grubu</i>	47,95	43,38	142,08
7. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	32,36	42,91	57,68
	<i>Kontrol grubu</i>	36,22	47,29	102,19
8. Tavşan	<i>Deney grubu</i>	26,01	60,71	60,39
	<i>Kontrol grubu</i>	35,71	75,17	170,46

Tablo 3: Grupların deney ve kontrol olgularının biyomekanik sonuçlarını gösteren tablo

Kessler grubunda, dikişin tendonu tutma gücünün, deney grubu ortalaması 28 N, kontrol grubu ortalaması 37 N' dur. Buna göre, Kessler grubundaki olgularda, deney grubunda ve kontrol grubunda dikişin tendonu tutma gücü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı **fark bulundu** ($p<0,05$) (Tablo 4).

Bunnel grubunda, dikişin tendonu tutma gücünün, deney grubu ortalaması 40 N, kontrol grubu ortalaması 55 N' dur. Buna göre, Bunnel grubundaki olgularda, deney grubunda ve kontrol grubunda dikişin tendonu tutma gücü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı **fark bulundu** ($p<0,05$) (Tablo 4).

Locking - Loop (Krackow) grubunda, dikişin tendonu tutma gücünün, deney grubu ortalaması 54 N, kontrol grubu ortalaması 107 N' dur. Buna göre, Locking - Loop (Krackow) grubundaki olgularda, deney grubunda ve kontrol grubunda dikişin tendonu tutma gücü ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı **fark bulundu** ($p<0,05$) (Tablo 4).

Biyomekanik	KESSLER		BUNNEL		KRACKOW		p
	Ort	Ss	Ort	Ss	Ort	Ss	
DENEY	28,070	6,212	40,110	13,372	54,270	21,378	(p<0,05)
KONTROL	37,880	7,036	55,030	14,567	107,710	39,164	(p<0,05)
p	(p<0,05)		(p<0,05)		(p<0,05)		

Tablo 4: Grupların biyomekanik ortalamaları, ortalamaların standart sapmaları ve anlamlılık düzeylerini gösteren istatistik test tablosu.

Her üç grup'ta da, 12 günlük süre zarfında dikişin tendonu yakalama gücünde düşme saptanmıştır. Kullanılan bütün tekniklerde, 2 haftalık süreçte tendonda yumuşama gözlemlenmiştir. Bu yumuşamanın veya tendonun dikiş materyalinin sıyrılmasına karşı koyma gücünün gruplar arasında değerlendirilmesi için, gruplar arasında post-hoc ve yüzde olarak ortalamalardaki değişikliklerin analizi yapılmıştır (Tablo 5)

Test sonuçları değerlendirildiğinde, deney grubunda 12 günlük iyileşme periyodundan sonra, *dikişin tendonu tutma gücü açısından*;

- Locking - Loop (Krackow) tekniği ile Bunnel tekniği arasında istatistiksel olarak **fark saptanmamıştır.**

- Locking - Loop (Krackow) tekniği, Kessler tekniğine göre istatistiksel olarak **yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).**

- Bunnel tekniği ile Kessler tekniği arasında istatistiksel olarak **fark saptanamamıştır.**

Kontrol grubunda ise, 'time zero' sonuçları olarak bakıldığında, dikişin tendonu tutma gücü açısından;

- Locking - Loop (Krackow) tekniği, Bunnel tekniğine göre istatistiksel olarak **yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).**

- Locking - Loop (Krackow) tekniği, Kessler tekniğine göre istatistiksel olarak **yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).**

- Bunnel tekniği, Kessler tekniğine göre istatistiksel olarak **yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).**

	Grup	Grup	Ort. Farkı	p
DENEY GRUBU	Kessler	Bunnel	-12,039	(p>0,05)
		Krackow	-26,204*	(p<0,05)
	Bunnel	Kessler	12,039	(p>0,05)
		Krackow	-14,165	(p>0,05)
	Krackow	Kessler	26,204*	(p<0,05)
		Bunnel	14,165	(p>0,05)
KONTROL GRUBU	Kessler	Bunnel	-17,143	(p>0,05)
		Krackow	-69,823*	(p<0,05)
	Bunnel	Kessler	17,143	(p>0,05)
		Krackow	-52,680*	(p<0,05)
	Krackow	Kessler	69,823*	(p<0,05)
		Bunnel	52,680*	(p<0,05)

Tablo 5: Gruplar arasında, 12 günlük süreçte dikişin tendonu tutma güçlerinin karşılaştırılması için yapılan post - hoc testleri

Gruplara, tendonu tutma gücü ortalamalarındaki yüzde değişimleri açısından bakıldığında,

- Locking - Loop (Krackow) tekniğinde, 12 günlük periyodun ardından tendonu tutma gücü ortalaması % **49,3** oranında düşmüştür.

- Bunnel tekniğinde, 12 günlük periyodun ardından tendonu tutma gücü ortalaması % **26,9** oranında düşmüştür.

- Kessler tekniğinde, 12 günlük periyodun ardından tendonu tutma gücü ortalaması % **25,8** oranında düşmüştür.

Bu sonuçlara göre, gruplardaki (*grup içi*) ortalamaların yüzde değişimleri arasındaki fark istatistiksel olarak **anlamlydı ($p<0,05$)**.

Gruplar arası değerlendirmede ise, Locking - Loop (Krackow) tekniği kullanılan olgularda, tendonu tutma gücündeki yüzde olarak fark, Bunnel ve Kessler grubundaki olgulara göre anlamlı olarak **yüksekti ($p<0,05$)**. Bunnel tekniği ile Kessler tekniği arasında ise, istatistiksel olarak **fark bulunamamıştır (Tablo 6)**

Denek NO	KESSLER	BUNNEL	KRACKOW
1	-24,9%	-31,4%	-40,0%
2	-40,7%	-24,2%	-50,5%
3	-20,5%	-45,6%	-48,3%
4	-28,2%	-23,9%	-56,3%
5	-33,8%	-50,7%	-57,2%
6	-20,7%	-10,6%	-34,1%
7	-10,7%	-9,3%	-43,6%
8	-27,2%	-19,2%	-64,6%
Ortalama	-25,8%	-26,9%	-49,3%
Ss	9,1%	15,0%	10,0%

Tablo 6: Biyomekanik test sonuçlarının Deney ve Kontrol grupları arasındaki ‘yüzde değişimi’ ni gösteren istatistiksel test tablosu

Histopatolojik incelemede *deney* gruplarında, (Tablo 7, 8, 9)

-Fibrozis miktarının Kessler grubu ortalaması (2,62), Bunnel grubu ortalaması (2,62), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması ise (2,38) olarak bulundu.

-Vaskülarizasyon miktarına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (1,12), Bunnel grubu ortalaması (1,25), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması (1,26) olarak bulundu.

-İnflamatuar hücre miktarına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (1,88), Bunnel grubu ortalaması (1,38), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması (2) olarak bulundu.

- Kartilajinöz metaplazi her 3 grupta hiçbir tendonda saptanmadı.

- Nekroz varlığına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (**0,38**), Bunnel grubu ortalaması (**0,12**), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması (**0,88**) olarak bulunmuştur.

Kessler, Bunnel ve Locking - Loop (Krackow) grupları karşılaştırıldığında;

- Deney olguları arasında Fibrozis, vaskülarizasyon, inflammatuar hücre ve kartilajinöz metaplazi düzeyleri açısından istatistiksel olarak **fark bulunmadı**.

-*Nekroz varlığı* açısından bakıldığında, Locking - Loop (Krackow) Deney grubu tendonlarındaki nekroz, Kessler ve Bunnel grubuna göre anlamlı olarak **yüksekti** (**p>0,05**). Kontrol grubu tendonlarında ise, Locking - Loop (Krackow), Kessler ve Bunnel grupları arasında nekroz varlığı açısından istatistiksel olarak **fark bulunmadı**.

Histopatolojik incelemede *kontrol* gruplarında ise,

-Fibrozis miktarına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (0), Bunnel grubu ortalaması (0,12), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması ise (0) olarak bulundu.

-Vaskülarizasyon miktarına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (0), Bunnel grubu ortalaması (0), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması (0) olarak bulundu.

-İnflamatuar hücre miktarına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (0), Bunnel grubu ortalaması (0), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması (0,12) olarak bulunmuştur.

- Kartilajinöz metaplazi her 3 grupta hiçbir tendonda saptanmadı.

- Nekroz varlığına bakıldığında, Kessler grubu ortalaması (0), Bunnel grubu ortalaması (0), Locking - Loop (Krackow) grubu ortalaması (0) olarak bulunmuştur.

Kessler, Bunnel ve Locking - Loop (Krackow) grupları karşılaştırıldığında; Kontrol olguları arasında Fibrozis, vaskülarizasyon, inflamatuvar hücre ve kartilajinöz metaplazi düzeyleri açısından istatistiksel olarak **fark bulunmadı**.

Buna göre, gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde;

Kessler grubundaki deney ve kontrol olgularının;

- Fibrozis, vaskülarizasyon ve inflamatuvar hücre ortalamaları arasında anlamlı **fark bulundu ($p<0,05$)**.

- Nekroz ortalamaları arasında anlamlı **fark bulunmadı**.

Bunnel grubundaki deney ve kontrol olgularının;

- Fibrozis, vaskülarizasyon ve inflamatuvar hücre ortalamaları arasında anlamlı **fark bulundu ($p<0,05$)**.

- Nekroz ortalamaları arasında anlamlı **fark bulunmadı**.

Locking - Loop (Krackow) grubundaki deney ve kontrol olgularının;

- Fibrozis, vaskülarizasyon ve inflamatuvar hücre ortalamaları arasında anlamlı **fark bulundu ($p<0,05$)**.

-**Nekroz** ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı **fark bulundu ($p<0,05$)**.

	KESSLER		BUNNEL		KRACKOW		p
	Ort	Ss	Ort	Ss	Ort	Ss	
Fibrozis miktarı Deney grubu	2,620	0,518	2,620	0,518	2,380	0,744	(p>0,05)
Fibrozis miktarı Kontrol grubu	0,000	0,000	0,120	0,354	0,000	0,000	-
Vaskülarizasyon miktarı Deney grubu	1,120	0,354	1,250	1,035	1,880	1,126	(p>0,05)
Vaskülarizasyon miktarı Kontrol grubu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-
İnflamatuar hücre miktarı Deney grubu	1,880	0,835	1,380	0,518	2,000	0,535	(p>0,05)
İnflamatuar hücre miktarı Kontrol grubu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,120	0,354	-
Kartilajinöz metaplazi varlığı Deney grubu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Kartilajinöz metaplazi varlığı Kontrol grubu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Nekroz varlığı Deney grubu	0,380	0,518	0,120	0,354	0,880	0,354	(p<0,05)
Nekroz varlığı Kontrol grubu	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-

Tablo 7: Histopatolojik inceleme sonuçlarının gruplara göre ortalamalarını, standart sapmalarını ve anlamlılık düzeylerini gösteren istatistiksel test tablosu

		KESSLER		BUNNEL		KRACKOW		P
		n	%	n	%	n	%	
Fibrozis miktarı Deney grubu	1	0	%0,0	0	%0,0	1	%12,5	(p>0,05)
	2	3	%37,5	3	%37,5	3	%37,5	
	3	5	%62,5	5	%62,5	4	%50,0	
Fibrozis miktarı Kontrol grubu	0	8	%100	7	%87,5	8	%100	(p>0,05)
	1	0	%0,0	1	%12,5	0	%0,0	
Vaskülarizasyon miktarı Deney grubu	0	0	%0,0	2	%25,0	1	%12,5	(p>0,05)
	1	7	%87,5	3	%37,5	2	%25,0	
	2	1	%12,5	2	%25,0	2	%25,0	
	3	0	%0,0	1	%12,5	3	%37,5	
Vaskülarizasyon miktarı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-
İnflamatuar hücre miktarı Deney grubu	1	3	%37,5	5	%62,5	1	%12,5	(p>0,05)
	2	3	%37,5	3	%37,5	6	%75,0	
	3	2	%25,0	0	%0,0	1	%12,5	
İnflamatuar hücre miktarı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	7	%87,5	(p>0,05)
	1	0	%0,0	0	%0,0	1	%12,5	
Kartilajinöz metaplazi varlığı Deney grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-
Kartilajinöz metaplazi varlığı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-
Nekroz varlığı Deney grubu	0	5	%62,5	7	%87,5	1	%12,5	(p<0,05)
	1	3	%37,5	1	%12,5	7	%87,5	
Nekroz varlığı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-

Tablo 8: Gruplara göre histopatolojik sonuçların istatistiksel analiz tablosu

		KESSLER		BUNNEL		KRACKOW		p
		n	%	n	%	n	%	
Fibrozis miktarı Deney grubu	1	0	%0,0	0	%0,0	1	%12,5	(p>0,05)
	2-3	8	%100	8	%100	7	%87,5	
Fibrozis miktarı Kontrol grubu	0	8	%100	7	%87,5	8	%100	(p>0,05)
	1	0	%0,0	1	%12,5	0	%0,0	
Vaskülarizasyon miktarı Deney grubu	0	0	%0,0	2	%25,0	1	%12,5	(p>0,05)
	1	7	%87,5	3	%37,5	2	%25,0	
	2-3	1	%12,5	3	%37,5	5	%62,5	
Vaskülarizasyon miktarı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-
İnflamatuar hücre miktarı Deney grubu	1	3	%37,5	5	%62,5	1	%12,5	(p>0,05)
	2-3	5	%62,5	3	%37,5	7	%87,5	
İnflamatuar hücre miktarı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	7	%87,5	(p>0,05)
	1	0	%0,0	0	%0,0	1	%12,5	
Kartilajinöz metaplazi varlığı Deney grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-
Kartilajinöz metaplazi varlığı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-
Nekroz varlığı Deney grubu	0	5	%62,5	7	%87,5	1	%12,5	(p<0,05)
	1	3	%37,5	1	%12,5	7	%87,5	
Nekroz varlığı Kontrol grubu	0	8	%100	8	%100	8	%100	-

Tablo 9: Gruplara göre histopatolojik sonuçların istatistiksel analiz tablosu [2 (orta) ve 3 (şiddetli) skorlar birleştirildi.]

5. TARTIŞMA

Aşıl tendon rüptürlerine güncel yaklaşım, cerrahi onarım ve erken hareket şeklindedir (24, 50, 64, 65, 88). Cerrahi onarımda amaç, tendon fizyolojisini bozmayacak şekilde mümkün olduğunca güçlü bir onarım yapılarak, rerüptür riskini ve immobilizasyon süresini en aza indirmektir (64, 65, 88, 89, 90). Aşıl tendon tamirinde onarımın gücünü iki faktör belirler (91, 92). Bunlar, dikiş materyalinin tensil gücü ve dikiş materyalinin tendonu tutma gücüdür. Dikişin materyalinin tensil gücü onun fiziksel özellikleri ile ilgili iken, tendonu yakalama gücü dikiş konfigürasyonu ve tendonun fiziki özellikleri ile ilgilidir (93, 94). Cerrahi onarım zamanını, dikiş materyalini ve dikiş konfigürasyonunu seçmek mümkün iken, tendon yapısı ve kalitesini seçmek mümkün değildir. Seçilen dikiş konfigürasyonunun iyileşme sürecinde tendon üzerine etkisi merak edilerek yapılan bu çalışmada, standardizasyon açısından materyal seçimi sabit tutulmuş ve Polietilen (2, MaxBraid) kullanılmıştır. Dikiş konfigürasyonlarından Kessler (modifiye), Bunnel (modifiye) ve Locking - Loop (modifiye Krackow) kullanılarak tendonu tutma güçleri ve tendona etkileri incelenmiştir.

Çalışmamızda, dikişin tendonu tutma gücü test edilirken, dikişin kopmaması, düğümün açılmaması ve kesi hattından geçen strand sayısının eşitlenmesi diğer çalışmalardan farklılık arz etmektedir (4, 5). Mortensen ve ark. yaptığı benzer bir çalışmada 37 Aşıl tendonunda, dikiş materyali olarak 0 Ticron kullanılarak, Bunnel, Mason – Allen ve Savage teknikleri karşılaştırılmıştır. Sadece 6 tendondan dikiş sıyrılmış olup, diğer tendonlarda dikiş materyali kopmuştur (95). Yine Watson ve ark. tarafından 1 Ethibond kullanılarak, Kessler, Bunnel ve Locking - Loop (Krackow) karşılaştırılmış ve tüm denemelerde dikiş materyali kopmuştur. Bu nedenle kesi hattından iki strand geçen Kessler ve Bunnel konfigürasyonlarının güçleri birbirine eşit, kesi hattından dört strand geçen Locking - Loop (Krackow) ise bunların iki katı güçte bulunmuştur. Dolayısı ile tamirin gücünü, materyalin tendonu tutma gücü değil, materyalin gücü belirlemiştir (96). Literatüre bakıldığında, dikiş tekniklerinin tendonu tutma güçleri arasında farkı güvenilir şekilde gösteren ilk çalışmanın Yıldırım ve Esemeli tarafından yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, kullanılan tekniklerde dikiş hattından geçen strand sayıları

eşitlenmiş ve dikişin tendondan sıyrılması neticesinde tendonu tutma güçleri belirlenmiştir. Dikiş materyalinde kopma olmadığı için dikiş materyalinin gücünü değil, konfigürasyonun gücünü ölçmek mümkün olmuştur (5). Çalışmamızda, benzer şekilde, dikiş materyalinde kopma olmayıp, biyomekanik incelemede yetersizlik nedeni dikiş materyalinin *tendondan sıyrılması* şeklinde olmuştur.

Çalışmamızda dikişin tendonu tutma gücü ortalamaları olarak, deney grupları olarak 12 günlük iyileşme periyodunu takiben bakılan, Kessler grubunda 28 N, Bunnell grubunda 40 N, Locking - Loop (Krackow)' ta ise 54 N bulduk. Kontrol grupları olarak ('time - zero' da) bakılan, Kessler grubunda 37 N, Bunnell 55 N, Locking - Loop (Krackow)' ta ise 107 N bulduk. Deney grubu sonuçlarında Kessler ve Bunnell arasında, Bunnell ile de Locking - Loop (Krackow) arasında istatistiksel fark olmamasına karşılık, Kessler ve Locking - Loop (Krackow) arasında istatistiksel fark saptandı. Kontrol grubu ('time - zero') sonuçlarında ise, Kessler ile Bunnell arasında istatistiksel olarak fark olmamasına karşılık, Kessler ile Locking - Loop (Krackow) ve Bunnell ile Locking - Loop (Krackow) arasında istatistiksel olarak fark bulundu.

Yıldırım ve Eşemenli tarafından 2002 yılında yapılan in vitro çalışmada, her grupta 16' şar adet olmak üzere toplamda 48 adet taze dondurulmuş koyun Aşil tendonu üzerinde, Aşil tendon yırtıklarının cerrahi onarımında sık kullanılan Kessler, Bunnell ve Locking - Loop (Krackow) dikiş tekniklerinin sıyrılma güçleri kıyaslanmıştır. Cerrahi onarımda TiCron™ (5, Polyethylene) kullanılmıştır. Her üç grupta da dikiş materyalinin tendonu tutma güçleri hesaplanmış ve ulaşılan maksimum kuvvetlerin ortalaması Kessler dikiş tekniği kullanılan grupta 101,4 N, Bunnell dikiş tekniği kullanılan grupta 197,4 N, Locking - Loop (Krackow) dikiş tekniği kullanılan grupta ise 216,7 N olarak bulunmuştur (5). Çalışma sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bunnell ve Locking - Loop (Krackow) dikiş teknikleri arasında, dikiş materyalinin Aşil tendonunu tutma gücü açısından istatistiksel olarak fark görülmemiş ve her iki grupta da benzer sonuçlar alınmıştır. Kessler dikiş tekniğinin ise diğerlerine kıyasla dikiş materyalinin Aşil tendonunu tutma gücü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde zayıf kaldığı görülmüştür. Kessler dikiş tekniğinin, dikiş materyalinin Aşil tendonunu tutma gücü açısından zayıf kalması, mevzu bahis dikiş tekniğinin yapısından kaynaklandığına bağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, her

üç dikiş tekniğinde de onarım gücünün deneysel olarak 0. zaman yani 'time – zero' değerlerini göstermiştir (5).

Bizim çalışmamız, in – vivo olması ve iyileşmekte olan tendonda, bu süreçte dikiş tekniğinin tendona etkilerini araştırması bakımından değerlidir. Çalışmamızın kontrol grubu sonuçları, Yıldırım ve Esemeli'nin çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, çalışmamızda Locking - Loop (Krackow), time-zero' da Bunnel ve Kessler'den güçlü bulunurken, Yıldırım ve Esemeli' nin, Locking - Loop (Krackow) ve Bunnel arasında fark bulamaması birkaç nedene bağlı olabilir. Bunlar, dikişi atan kişilerin farklı olması (cerrah farkı), dikiş materyalinin farklı olması (5 Ticron karşın 0 Maxbraid), tendonun farklı olması (koyun Aşil tendonuna karşın tavşan Aşil tendonu) ve deneyin yapılış şekli (in - vitro'ya karşın in - vivo olması)' dir. Yıldırım ve Esemeli' nin bulduğu değerler istatistiksel olarak farklılık gösterse de, değerlerin rakamsal sıralaması olan Locking - Loop (Krackow) 216 N, Bunnel 197 N, Kessler 101 N, bizim çalışmamızdaki Locking - Loop (Krackow) 107, Bunnel 55 N, Kessler 37 N sıralamasına benzerlik göstermektedir.

Analiz edilen bir başka veri ise, tekniklerin tendonu tutma gücü ortalamaları arasındaki yüzde farkıdır. 12 günlük zamanı takiben Locking - Loop (Krackow) 107 N' dan 54 N' a, Bunnel 55 N' dan 40 N' a, Kessler ise 37 N' dan 28 N' a düşmektedir. Bu değişimi, yani tutma gücündeki bu düşüş istatistiksel olarak incelendiğinde, Locking – Loop (Krackow) tekniğinde % 49,3, Bunnel tekniğinde % 26,9, Kessler tekniğinde ise % 25,8 düşüş olduğu ve bu düşüşün Locking - Loop (Krackow) tekniğinde, diğer tekniklere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Bu düşme neticesinde, time zero' da Locking - Loop (Krackow) diğer tekniklerden daha yüksek yani tendonu daha iyi tutsa da zamanla (12 gün sonra) Bunnel tekniği ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte, neredeyse yarı yarıya gücünü kaybeden Locking - Loop (Krackow), bu kayba rağmen 12. gün sonunda diğer tekniklere oranla (Bunnel ile istatistiksel olarak anlamlı olmasa da) rakamsal değer olarak halen daha güçlü (54 N) olduğu görülmektedir (Bunnel: 40 N, Kessler: 28 N).

Bu çalışmamız aynı zamanda, tendonların iyileşme sürecinde yumuşadığını desteklemiştir (4, 5, 87). Literatüre bakıldığında, iyileşme sürecinde Aşil tendonun yumuşadığı, ilk defa Yıldırım ve ark. tarafından kaydedildiği görülmektedir (4).

Yıldırım ve ark. tarafından 2006 yılında yapılan in vivo çalışmada, deney hayvanı olarak her grupta 10' ar adet olmak üzere toplamda 30 adet tavşan kullanılmıştır. Tendonun kalitesi üzerinde 3. haftanın sonuna kadar olumsuz etkileri bulunan ve onarım gücünün azalmasına neden olan biyolojik süreç ile ilgili olarak yapılmış olan bu biyomekanik deneysel çalışmada, dikiş materyalinin tendonu tutma güçleri ilk defa belgelenmiştir. Cerrahi onarımda Ethibond® (2, Polyethylene) kullanılmış ve Kessler dikiş tekniği uygulanmıştır. Her üç grupta da, deney alt grupları olan sağ Aşil tendonları 0. gün kesilmiş ve dikilmiştir. Kontrol alt grupları olan sol Aşil tendonlarına ise dokunulmamıştır. 7. günün sonunda grup 1' de, 21. günün sonunda grup 2' de, 28. günün sonunda ise grup 3' te tavşanlar sakrifiye edilmiş, onarım gücünün deneysel olarak 0. zaman yani 'Time – Zero' değerini ölçebilmek amacı ile kontrol alt grupları olan sol Aşil tendonları da kesilmiş ve dikilmiştir. Her üç grubun deney alt grupları olan sağ Aşil tendonlarında dikiş materyalinin tendonu tutma güçleri hesaplanmıştır. Ulaşılan maksimum kuvvetlerin ortalaması, grup 1' de 19 N, grup 2' de 21 N, grup 3' te ise 44 N olarak bulunmuştur (4). Sol Aşil tendonlarında dikiş materyalinin tendonu tutma güçleri hesaplandığında, ulaşılan maksimum kuvvetlerin ortalaması grup 1' de 68 N, grup 2' de 67 N ve grup 3' te ise 68 N olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Aşil tendon yırtıklarında onarım gücünün 1. ve 3. haftalarda birbirine benzer olduğu ve zayıf kaldığı, 4. haftada ise arttığı görülmüştür. Dikiş materyalinin tendonu tutma gücü, sağlıklı aşil tendonundaki tutma gücünün 1. ve 3. haftalarda % 30' una, 4. haftada ise % 65' ine ulaştığı görülmüştür (4). Dikiş materyalinin Aşil tendonunu tutma gücü açısından zayıf kalması ve tendonda yumuşama meydana gelmesi, 1. haftada inflamasyon sürecinin etkili olmasına (4, 97, 98) 3. haftada ise yeni sentez edilen kollajen fibrillerinin yoğunluğunun ve diziliminin etkili olmasına bağlanmıştır (4, 97, 98).

Yıldırım ve ark. 2014 yılında yaptığı, cerrahi onarım için en uygun zamanın belirlenebilmesi ve cerrahi zamanlamanın biyolojik süreç üzerine etkisinin olup olmadığının öğrenilebilmesi amaçlı başka bir biyomekanik deneysel çalışmada, cerrahi onarımda Kessler dikiş tekniği uygulanmış ve MaxBraid™ (2, Polyethylene) dikiş materyali kullanılmıştır. Etrafında herhangi bir kaplaması olmayan, emilmeyen ve kendine has örgülü bir yapısı olan MaxBraid™ dikiş materyali, üretici firmadan elde edilen bilgilere göre 69,18 lbs yani 31,38 kg gerilme kuvvetine sahiptir. Çalışmada,

Kessler dikiş tekniği kullanıldığı için tenotomi bölgesinden dikiş materyali iki defa geçirilmiştir. Dolayısıyla dikiş materyali 62,76 kg yani 615,47 N dayanma gücüne sahip olmuştur. Bu çalışmada, cerrahinin akut dönemde yapılması ile onarımın daha zayıf olduğu, cerrahinin geç dönemde yapılması ile onarımın daha güçlü olduğu sonuçlarına varılmıştır. Ayrıca yine bu çalışmada, akut ve gecikmiş tamirin tendondaki yumuşama üzerinde etkilerinin varlığı gösterilmiştir. Başka bir deyişle, inflamasyonun etkisi ile tendonda meydana geldiği düşünülen yumuşama üzerinde, cerrahi onarımda kullanılan dikiş materyallerinin de etkili olduğu ve yumuşamaya katkı sağladığı gösterilmiştir (87).

Bu iki çalışma ile yaptığımız çalışma karşılaştırıldığında, dikiş materyali olarak Maxbraid kullanmamız, in - vivo olması, tavşan tendonu kullanmamız ve tendonun zamanla yumuşaması sonucuna varılması benzerlik göstermektedir. Literatürde, 14. günde ve 12. Günde sakrifiye edilen hayvanlar bulunmaktadır (4, 87, 110). Yukarıda bahsedilen çalışmalardan farklı olarak, biz zaman ve iş gücü kaybını engellemek için 12. günü tercih ettik. Dikiş tekniklerinin tendonda farklı düzeyde yumuşamaya neden olduğunu bulmamızın yanı sıra, tendonun yumuşamasında dikişin yaptığı histopatolojik değişikliklerin incelenmesi de bir diğer farklılıktı.

Histopatolojik olarak bakıldığında 12 gün sonunda Locking - Loop (Krackow) tekniği kullanılan tendonlarda nekroz oranları istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Bu anlamlı farkın nedeni olarak, Locking - Loop (Krackow) dikiş tekniğinin tendon beslenmesini diğer tekniklere oranla daha fazla bozmuş olabileceğini düşünmekteyiz. Bu bilgiyi test edecek, doppler USG ile kan akımının değerlendirilmesi, başka bir çalışma konusu olabilir. Diğer parametrelere bakıldığında istatistiksel olarak her 3 teknik arasında fark saptanmasa da rakamsal ve yüzde değerler olarak Locking - Loop (Krackow) tekniğinde damarlanma daha yüksek olmuştur. Bu artış ilk başta çelişkili görünse de (Locking - Loop (Krackow)' da beslenme bozulacağı için damarlanmanın da az olması beklenir) aslında bu damarlanma artışı nekroz artışını açıklamaktadır (99). Çünkü hipoksi ne kadar şiddetli olursa, yani dikiş tekniği kan akımını ne kadar çok bozarsa tendon beslenmesi o oranda bozulur ve nekroz alanı ve şiddeti artar. Bununla beraber, hipoksi " vascular endothelial growth factor " (VEGF) üzerinden yeni damar oluşumunu uyarır (99, 100, 101, 102, 103, 104, 105). Krackow tekniği kullanılan tendonlarda hipoksinin dolayısıyla tendon beslenmesini bozulmasının

yüksek olduğunu, bunun da neovaskülarizasyonu güçlü bir şekilde uyarıp damarlanmayı artırdığını düşünmekteyiz. Tendonun dolaşımı bozulduktan sonra saatler içinde nekroz oluşmaya başlar ve günlerce sürebilir. Buna mukabil yeni damar oluşumu VEGF uyarımı ile günler sonra başlar (99, 100, 101, 103). Yeni oluşan damarlar zaten nekroza gitmiş veya gitmekte olan tendonu besleyememekte, hatta tam aksine belki de reperfüzyon hasarı ile nekrozu daha da artırmaktadır (99). Ayrıca oluşan granülasyon dokusunda damarlanma ne kadar fazla olursa yumuşamaya da o kadar artırıcı yönde etki edeceği düşünülebilir. Çünkü damar, yapısı gereği kollajenden ve ekstrasellüler matriks elemanlarından daha yumuşaktır. Birim alana düşen damar sayısı artarsa, diğer yapıların miktarı da o oranda azalacağından damarlanmanın artması yumuşamayı artırabilir.

İnflamatuar hücreler açısından da bakıldığında istatistiksel olarak fark olmasa da rakamsal değer olarak Locking - Loop (Krackow) tekniği kullanılan tendonlarda hücre infiltrasyonunun daha fazla yani daha yoğun olduğu görülmektedir. Bunun da yine tendonda oluşan hasarla doğru orantılı olarak arttığını düşünmekteyiz (103, 108). Farklı dikiş materyallerinin ve tekniklerinin infalamatuar hücre artışı yönünden karşılaştırıldığı bir deney, yine başka bir çalışma konusu olabilir.

Fibrozise bakıldığında, her 3 grupta da benzer sonuçlar bulunup, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Fibroblastların proliferasyonu yaklaşık 7 - 28. günlerde olmaktadır (106, 107, 108). Aradan geçen zaman, fibroblastların yeteri kadar proliferere olup yeteri kadar kollajen üretmesine yetmediği için fibroziste istatistiksel olarak fark saptanmamış olabilir. Bununla beraber kesi hattında fibrozisin artması veya azalması dikişin tendondan sıyrılmasını etkileyeceği için biyomekanik sonuçları etkileyebilir.

6. SONUÇ

Sonuç olarak, dikiş tekniği ne olursa olsun tendonlar iyileşme sürecinde yumuşamaktadır (4, 5, 87). Bu yumuşama Locking - Loop (Krackow) gibi kompleks dikiş tekniklerinde daha fazla olmaktadır. Bu bilgiler ışığında, eğer Aşil tendon onarımı sonrası 12 günden önce hareket başlanması isteniyorsa, Locking - Loop (Krackow) tekniğinin 'time - zero'da tendonu tutma gücü fazla olduğundan Locking – Loop (Krackow) tekniği tercih edilebilir. Ama unutulmamalıdır ki, yaklaşık 2 hafta sonra Locking - Loop (Krackow) tekniği tutma gücünü önemli düzeyde kaybedip Bunnel tekniği ile istatistiksel olarak aynı tutma gücüne sahip olmaktadır. Bu önemli bilgi göz önüne alındığında 2 haftadan sonra hareket başlanacak Aşil tendon onarımlarında, tendon fizyolojisine daha çok saygı gösteren Bunnel tekniği kullanılabilir.

Tendonu tutma gücü olarak Kessler tekniğinin sonuçları, Locking - Loop (Krackow) tekniğinden hem 0. gün hem de 12. günde düşük olduğundan, tercih edilmesi önerilmemektedir. Histopatolojik olarak bakıldığında da, Locking - Loop (Krackow) tekniğinin kullanımı, diğer iki tekniğe göre dezavantajlı olup, Bunnel ile Kessler arasında ise avantaj farkı bulunmamaktadır. Bununla beraber, Bunnel tekniğinin iyileşmekte olan tendonu tutma gücü, istatistiksel olarak Locking - Loop (Krackow) tekniğinden farklı olmaması, Kessler tekniği karşısında Bunnel tekniğini tercih sebebi yapabilir.

Bu çalışma, dikiş tekniklerinin yumuşama üzerine etkilerini (biyomekanik ve histopatolojik korelasyonunu) gösteren ilk çalışma olmuştur. Kronik dejenerasyon zemininde meydana gelen Aşil tendon yırtıklarında görülen at kuyruğu görünümünden uzak, bisturi ile kesilip oluşturulan yırtık modeli çalışmamızın en önemli sınırlayıcı faktörlerindedir. Ayrıca, tavşan aşil tendonlarından elde edilen veriler, klinik pratikteki uygulamalarımız için bizlere ancak fikir verebilir, insan Aşil tendonlarında karşılaşılabileceklerimiz ile birebir örtüşmeyebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Kannus P1, Natri A. Etiology and pathophysiology of tendon ruptures in sports. Scand J Med Sci Sports. 1997 Apr;7(2):107-12
2. Weiner AD, Limscomb PR : Rupture of muscles and tendons. Minn Med. 39:731,1956
3. Flint JH, Wade AM, Giuliani J, Rue JP. Defining the terms acute and chronic in orthopaedic sports injuries: a systematic review. Am J Sports Med. 2014 Jan;42(1):235-41. doi: 10.1177/0363546513490656. Epub 2013 Jun 7. Review.
4. Yildirim Y, Kara H, Cabukoglu C, Esemeli T. Suture holding capacity of the Achilles tendon during the healing period: an in vivo experimental study in rabbits. Foot Ankle Int 2006;27(2):121-4.
5. Yildirim Y, Esemeli T. Initial pull-out strength of tendon sutures: an in vitro study in sheep Achilles tendon. Foot Ankle Int 2002;23(12):1126-30.
6. O'Brien M. Functional anatomy and physiology of tendons. Clin Sports Med. 1992;11(3):505-20.
7. Philip Verheyen : (*Corporis Humani Anatomia*, Chapter XV, page 328 - "the cord of Achilles"):1693
8. Abrahamsen K. Ruptura tendinis Achillis. Ugeskr Laeger 1923;85:279-85.
9. Quenu J, Stoinovitch S. Les ruptures du tendon d' Achille. Rev Chir 1929;48:647-78.
10. Arner O, Lindholm A. Subcutaneous rupture of the Achilles tendon; a study of 92 cases. Acta Chir Scand Suppl 1959;116(239):1-51.
11. Mason ML, Shearon CG. The process of tendon repair. An experimental study of tendon suture and tendon graft. Arch Surg 1932;25(4):615-92.
12. Kessler I, Nissim F. Primary repair without immobilization of flexor tendon division within the digital sheath. An experimental and clinical study. Acta Orthop Scand 1969;40(5):587-601.
13. Ma GW, Griffith TG. Percutaneous repair of acute closed ruptures Achilles tendon. A new technique. Clin Orthop Relat Res 1977;128:247-55.

14. Nistor L. Surgical and nonsurgical treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63(3):394-9.
15. Magnusson SP, Qvortrup K, Larsen JO, Rosager S, Hanson P, Aagaard P, Krogsgaard M, Kjaer M. Collagen fibril size and crimp morphology in ruptured and intact Achilles tendons. *Matrix Biol* 2002;21(4):369-77.
16. Kannus P. Structure of the tendon connective tissue. *Scand J Med Sci Sports* 2000;10(6):312-20.
17. Robins SP. Functional properties of collagen and elastin. *Baillieres Clin Rheumatol* 1988;2(1):1-36.
18. DiGiovanni CW, Kuo R, Tejwani N, Price R, Hansen ST Jr, Cziernecki J, Sangeorzan BJ. Isolated gastrocnemius tightness. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(6):962-70.
19. Kvist M. Achilles tendon injuries in athletes. *Sports Med* 1994;18(3):173-201.
20. Helms CA, Fritz RC, Garvin GJ. Plantaris Muscle injury: Evaluation with MR Imaging. *Radiology*. 1995;195:201–203
21. Moore KL, Dalley AF, editors. *Clinically Oriented Anatomy*. 5. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins; 2006. pp. 648–649.
22. Simpson SL, Hertzog MS, Barja RH. The plantaris tendon graft: an ultrasound study. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:708–711
23. Koivunen-Niemela T, Parkkola K. Anatomy of the Achilles tendon (tendo calcaneus) with respect to tendon thickness measurements. *Surg Radiol Anat* 1995;17(3):263-8.
24. Maffulli N. Rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81(7):1019
25. Chao W, Deland JT, Bates JE, Kenneally SM. Achilles tendon insertion: an in vitro anatomic study. *Foot Ankle Int* 1997;18(2):81-4.
26. Benjamin M, Toumi H, Ralphs JR, Bydder G, Best TM, Mills S. Where tendons and ligaments meet bone: attachment sites ('entheses') in relation to exercise and/or mechanical load. *J Anat* 2006;208(4):471-90.

27. Canoso JJ, Liu N, Traill MR, Runge VM. Physiology of the retrocalcaneal bursa. *Ann Rheum Dis* 1988;47(11):910-2.
28. Rufai A, Ralphs JR, Benjamin M. Structure and histopathology of the insertional region of the human Achilles tendon. *J Orthop Res* 1995;13(4):585-93.
29. Theobald P, Bydder G, Dent C, Nokes L, Pugh N, Benjamin M. The functional anatomy of Kager's fat pad in relation to retrocalcaneal problems and other hindfoot disorders. *J Anat* 2006;208(1):91-7.
30. Carr AJ, Norris SH. The blood supply of calcaneal tendon. *J Bone Joint Surg[Br]* 1989;71:100-1
31. Sanz-Hospital FJ, Martin CM, Escalera J, Llanos LF. Achilleo-calcaneal vascular network. *Foot Ankle Int* 1997;18(8):506-9.
32. Theobald P, Benjamin M, Nokes L, Pugh N. Review of the vascularisation of the human Achilles tendon. *Injury* 2005;36(11):1267-72.
33. Astrom M, Westlin N. Blood flow in the human Achilles tendon assessed by laser Doppler flowmetry. *J Orthop Res* 1994;12(2):246-52.
34. SanzFJ. Martin CM, Escalera J : Achilleo – calcaneal vascular network . *Foot & Ankle* 18:506-509,1997
35. Carr AJ, Norris SH : Microvascular anatomy of calcaneal tendon *JBJS* 71B: 100-101,1989
36. Jarvinen TA, Kannus P, Maffulli N, Khan KM: Achilles tendon disorders: Etiology and epidemiology. *Foot Ankle Clin.*2005;10(2):255-66
37. Holmes GB, Lin J. Etiologic factors associated with symptomatic Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int.* 2006 ; 7 (11): 952-9
38. [Http:// slideplayer.biz.tr/ slide/ 2021363/](http://slideplayer.biz.tr/slide/2021363/) ‘ den alınmıştır.
39. Komi PV, Fukashiro S, Jarvinen M. Biomechanical loading of Achilles tendon during normal locomotion. *Clin Sports Med* 1992;11(3):521-31.

40. Soma CA, Mandelbaum BR. Achilles tendon disorders. *Clin Sports Med* 1994;13(4):811-23.
41. Aşil Tendinopatisi : MN Doral, G Donmez, D Kaya, OA Atay, E Turhan, M Demirel: 2011-Sporcularda tendon sorunları-TOTBİD yayını-syf:57
42. Distefans VJ, Nixon JE, : Achilles tendon rupture: Pathogenesis, diagnosis, and treatment by a modified pull-out wire technique. *The journal of Trauma*.12: (8) 671-677,1972.
43. Paul E McMaster. Tendon and muscle ruptures. Clinical and experimental studies on the causes and location of subcutaneous ruptures. *J Bone Joint Surg Am* 1933;15(3):705-722.
44. Barfred T. Kinesiological comments on subcutaneous ruptures of the Achilles tendon. *Acta Orthop Scand* 1971;42(5):397-405.
45. Barfred T. Experimental rupture of the Achilles tendon. Comparison of experimental ruptures in rats of different ages and living under different conditions. *Acta Orthop Scand* 1971;42(5):406-28.
46. Postacchini F, Puddu G. Subcutaneous rupture of the Achilles tendon. *Int Surg* 1976;61(1):14-8.
47. Inglis AE, Sculco TP. Surgical repair of ruptures of the tendo Achilles. *Clin Orthop Relat Res* 1981;156:160-9.
48. Maffulli N, Waterson SW, Squair J, Reaper J, Douglas AS. Changing incidence of Achilles tendon rupture in Scotland: a 15-year study. *Clin J Sport Med* 1999;9(3):157
49. Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73(10):1507
50. Cetti R, Christensen SE, Ejsted R, Jensen NM, Jorgensen U. Operative versus nonoperative treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study and review of the literature. *Am J Sports Med* 1993;21(6):791-9.
51. Jozsa L, Kvist M, Balint BJ, Reffy A, Jarvinen M, Lehto M, Barzo M. The role of recreational sport activity in Achilles tendon rupture. A clinical, pathoanatomical and sociological study of 292 cases. *Am J Sports Med* 1989;17(3):338-43.
52. Thermann H. Treatment of Achilles tendon rupture. *Unfallchirurg* 1998;101(4):299

53. Hattrup SJ, Johnson KA. A review of ruptures of the Achilles tendon. *Foot Ankle* 1985;6(1):34-8.
54. Dent CM, Graham GP. Osteogenesis imperfecta and Achilles tendon rupture. *Injury* 1991;22(3):239-40.
55. Kennedy JC, Willis RB. The effects of local steroid injections on tendons: a biomechanical and microscopic correlative study. *Am J Sports Med* 1976;4(1):11-21.
56. Thompson TC, Doherty JH. Spontaneous rupture of the tendon of Achilles: a new clinical diagnostic test. *J Trauma* 1962;2(2):126-9.
57. Simmonds FA. The diagnosis of the ruptured Achilles tendon. *Practitioner*. 1957;179(1069):56-8.
58. O' Brien T. The needle test for complete rupture of the Achilles tendon. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66(7):1099-101.
59. Matles AL. Rupture of the tendo achilles: another diagnostic sign. *Bull Hosp Joint Dis* 1975;36(1):48-51.
60. David N. Garras, Steven M. Raikin, Suneel B. Bhat, Nicholas Taweel, Homyar Karanjia: MRI is Unnecessary for Diagnosing Acute Achilles Tendon Ruptures: Clinical Diagnostic Criteria: *Clinical Orthopaedics and Related Research*, August 2012, Volume 470, Issue 8, pp 2268-2273
61. Kager H: Zur klinik und diagnostik des achillessehnenrisses. *Chirurg*. 11:691,1939
62. Toygar VO: Subkutane ruptur der acillessehne *Helv. Chir. Acta* 3:209,1947
63. Soft-tissue radiography, computed tomography, and ultrasonography of partial Achilles tendon ruptures: Kälebo P1, Goksör LA, Swärd L, Peterson L: *Acta Radiol*. 1990 Nov;31(6):565-70.
64. Suchak AA, Spooner C, Reid DC, Jomha NM. Postoperative rehabilitation protocols for Achilles tendon ruptures: a metaanalysis. *Clin Orthop Rel Res* 2006;445:216-21.
65. Gelberman RH, Botte MJ, Spiegelman JJ, Akeson WH. The excursion and deformation of repaired flexor tendons treated with protected early motion. *J Hand Surg Am* 1986;11(1):106-10.

66. Strocchi R, De Pasquale V, Guizzardi S, Govoni P, Facchini A, Raspanti M, Girolami M, Giannini S. Human achilles tendon: morphological and morphometric variations as a function of age. *Foot Ankle* 1991;12(2):100-4.
67. Viinkainen A, Göransson H: Primary flexor tendon repair techniques. *Sc.J.S* 2008;97:333
68. Wada A. Kubota H. The mechanical properties of locking and grasping suture loop configuration in four-strand core suture techniques. *J Hand Surg.*2000;25:548-51
69. Thermann H. Rupture of the Achilles tendon-conservative functional treatment. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998;136(5):20-2.
70. Khan RJ, Fick D, Keogh A, Crawford J, Brammar T, Parker M. Treatment of acute Achilles tendon ruptures. A metaanalysis of randomized, controlled trials. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(10):2202-10.
71. Lea RB, Smith L. Rupture of the achilles tendon. Nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1968;60:115-8.
72. Lo IK, Kirkley A, Nonweiler B, Kumbhare DA. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a quantitative review. *Clin J Sport Med* 1997;7(3):207-11.
73. Buchgraber A, Paessler HH. Percutaneous repair of Achilles tendon rupture. Immobilization versus functional postoperative treatment. *Clin Orthop Relat Res* 1997;341:113-22.
74. Bhandari M, Guyatt GH, Siddiqui F, Morrow F, Busse J, Leighton RK, Sprague S, Schemitsch EH. Treatment of acute Achilles tendon ruptures: a systematic overview and metaanalysis. *Clin Orthop Relat Res* 2002;400:190-200.
75. Lim J, Dalal R, Waseem M. Percutaneous vs. open repair of the ruptured Achilles tendon. A prospective randomized controlled study. *Foot Ankle Int* 2001;22(7):559-68
76. Cretnik A, Kosanovic M, Smrkolj V. Percutaneous versus open repair of the ruptured Achilles tendon: a comparative study. *Am J Sports Med* 2005;33(9):1369-79.
77. Ma GW, Griffith TG. Percutaneous repair of acute closed ruptures Achilles tendon. A new technique. *Clin Orthop Relat Res* 1977;128:247-55.
78. Webb J, Moorjani N, Radford M. Anatomy of the sural nerve and its relation to the Achilles tendon. *Foot Ankle Int* 2000;21(6):475-7.

79. Webb JM, Bannister GC. Percutaneous repair of the ruptured tendo Achilles. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81(5):877-80.
80. Assai M, Jung M, Stem R, Rippstein P, Delmi M, Hoffmeyer P. Limited open repair of Achilles tendon ruptures: a technique with a new instrument and findings of a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(2):161-70.
81. Perez Teuffer A. Traumatic rupture of the Achilles tendon. Reconstruction by transplant and graft using the lateral peroneus brevis. *Orthop Clin North Am* 1974;5(1):89-93.
82. Turco VJ, Spinella AJ. Achilles tendon ruptures - peroneus brevis transfer. *Foot Ankle* 1987;7(4):253-9.
83. Bosworth DM. Repair of defects in the tendo achillis. *J Bone Joint Surg* 1956;38(1):111-4.
84. Bosworth DM. Repair of defects in the tendo achillis. *J Bone Joint Surg* 1956;38(1):111-4.
85. Wapner KL, Hecht PJ, Mills RH. Reconstruction of neglected Achilles tendon injury. *Orthop Clin North Am* 1995;26(2):249-63.
86. Wapner KL, Pavlock GS, Hecht PJ, Naselli F, Walther R. Repair of chronic Achilles tendon rupture with flexor hallucis longus tendon transfer. *Foot Ankle* 1993;4(8):443-9.
87. Asansu MA, Alakbarov A, Ergun S, Yıldırım Y. Holding capacity of suture material on acute and chronic Achilles tendon rupture, an experimental study. (Aşansu M.A. uzmanlık tezi)
88. Maffulli N, Tallon C, Wong J, Lim KP, Bleakney R. Early weightbearing and ankle mobilization after open repair of acute midsubstance tears of the Achilles tendon. *Am J Sports Med* 2003;31(5):692-700.
89. Mandelbaum BR, Myerson MS, Forster R. Achilles tendon ruptures. A new method of repair, early range of motion, and functional rehabilitation. *Am J Sports Med* 1995;23(4):392-5.
90. Speck M, Klaue K. Early full weightbearing and functional treatment after surgical repair of acute Achilles tendon rupture. *Am J Sports Med* 1998;26(6):789-93.
91. Lin GT, An KN, Amadio PC, Cooney WP. Biomechanical studies of running suture for flexor tendon repair in dogs. *J Hand Surg Am* 1988;13(4):553-8.

92. Trail LA, Powell ES, Noble J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *J Hand Surg Br* 1989;14(4):422-7
93. Holmlund DE. Suture technic and suture holding capacity. A model study and a theoretical analysis. *Am J Surg* 1977;134(5):616-21
94. Mason ML, Ailen HS. The rate of healing of tendons: an experimental study of tensile strength. *Ann Surg* 1941 ;113 (3):424-59.
95. Mortensen NH, Saether J. Achilles tendon repair: a new method of Achilles tendon repair tested on cadaverous materials. *J Trauma* 1991 ;31 (3):381-4.
96. Watson TW, Jurist KA, Yang KH, Shen KL. The strength of Achilles tendon repair: an in vitro study of the biomechanical behavior in human cadaver tendons. *Foot Ankle Int* 1995; 16(4): 191-5.
97. Nystrom B, Holmlund D. Separation of sutured tendon ends when different suture techniques and different suture materials are used. An experimental study in rabbits. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1983;17(1):19-23.
98. Nystrom B, Holmlund D. Separation of tendon ends after suture of achilles tendon. *Acta Orthop Scand* 1983;54(4):620-1.
99. Robins basic pathology (ISBN 978-1-4377-1781-5) chapter 1 (5-8-9-15)
100. Pufe T1, Petersen WJ, Mentlein R, Tillmann BN. The role of vasculature and angiogenesis for the pathogenesis of degenerative tendons disease. *Scand J Med Sci Sports*. 2005 Aug;15(4): 211-22.
101. De Oliveira RR1, Martins CS, Rocha YR, Braga AB, Mattos RM, Hecht F, Brito GA, Nasciutti LE. Experimental diabetes induces structural, inflammatory and vascular changes of Achilles tendons. *PLoS One*. 2013 Oct 9;8(10):e74942. doi: 10.1371/journal.pone.0074942. eCollection 2013.
102. Kaux JF1, Janssen L2, Drion P3, Nusgens B2, Libertiaux V4, Pascon F4, Heyeres A2, Hoffmann A2, Lambert C2, Le Goff C5, Denoël V4, Defraigne JO6, Rickert M7, Crielaard JM1, Colige A3. Vascular Endothelial Growth Factor-111 (VEGF-111) and tendon healing: preliminary results in a rat model of tendon injury. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2014 May 8;4(1):24-8. eCollection 2014.

103. Uysal CA1, Tobita M, Hyakusoku H, Mizuno H. Adipose-derived stem cells enhance primary tendon repair: biomechanical and immunohistochemical evaluation. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2012 Dec;65(12):1712-9. doi: 10.1016/j.bjps.2012.06.011. Epub 2012 Jul 6.
104. Petersen W1, Varoga D, Zantop T, Hassenpflug J, Mentlein R, Pufe T. Cyclic strain influences the expression of the vascular endothelial growth factor (VEGF) and the hypoxia inducible factor 1 alpha (HIF-1alpha) in tendon fibroblasts. *J Orthop Res*. 2004 Jul;22(4):847
105. Petersen W1, Unterhauser F, Pufe T, Zantop T, Südkamp NP, Weiler A. The angiogenic peptide vascular endothelial growth factor (VEGF) is expressed during the remodeling of free tendon grafts in sheep. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2003 May;123(4):168-74. Epub 2003 Feb 12.
106. Akamatsu FE1, Saleh SO2, Hojaij F3, Martinez CA4, Andrade M1, Teodoro WR5, Jacomo AL1. Radiofrequency preserves histoarchitecture and enhances collagen synthesis in experimental tendon injury. *Histol Histopathol*. 2015 Sep 4:11660. [Epub ahead of print]
107. Moshiri A1, Oryan A, Meimandi-Parizi A. Role of tissue-engineered artificial tendon in healing of a large Achilles tendon defect model in rabbits. *J Am Coll Surg*. 2013 Sep;217(3):421-441.e8. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.03.025. Epub 2013 Jun 29.
108. Egemen O1, Ozkaya O, Ozturk MB, Sen E, Akan M, Sakiz D, Aygit C. The biomechanical and histological effects of diabetes on tendon healing: experimental study in rats. *J Hand Microsurg*. 2012 Dec;4(2):60-4. doi: 10.1007/s12593-012-0074-y. Epub 2012 Jul 25.
109. Paavola M, Kannus P, Jarvinen TA, Khan K, Jozsa L, Jarvinen M. Achilles tendinopathy. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(11):2062-76.
110. Enwemeka CS. Inflammation, cellularity, and fibrillogenesis in regenerating tendon: implications for tendon rehabilitation. *Phys Ther* 1989;69(10):816-25.


8. EKLER

8.1 - EK

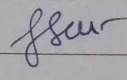
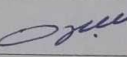
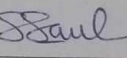
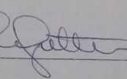



Ek 8. 1: Deney hayvanları kullanma sertifikası

8.2 - EK



MARMARA ÜNİVERSİTESİ HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU
PROJE ONAY FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU	14.2015.mar	Çalışma Bilimsel				
	PROJE ADI	Asil Tendom Tamirinde Kullanılan Sütür Tekniklerinin Tendon Yumuşaması Üzerine Etkilerinin İn-Vivo Olarak Araştırılması					
	SORUMLU ARAŞTIRICI UNVANI/ADI	Prof.Dr.Yakup YILDIRIM					
	ARAŞTIRMA MERKEZİ	DEHAMER					
	DESTEKLEYİCİ					
KARAR BİLGİLERİ	Tarih	06.03.2015					
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek proje onayının yenilenmesi gerekmektedir.						
ETİK KURUL BİLGİLERİ							
ÇALIŞMA ESASLARI							
Deney hayvanları ile yapılacak olan bilimsel araştırma, test, sağlık hizmetleri uygulamaları ve eğitim-öğretim gibi temel etkinliklerde kullanılan yöntem ve materyaller ile ilgili etik standartları gözetmek, etik ilkeler doğrultusunda görüş bildirmek, araştırma önerilerini incelemek ve sertifikası olmayanların deney hayvanı kullanmalarını engellemektir.							
ÜYELER							
Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeligi	Onaylanan Proje ile ilişkisi		Toplantıya katılım		İmza
Prof. Dr. Göksel ŞENER	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi ve Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof. Dr. İnci ALICAN	Fizyoloji	Yürütücü Sekreteri	Var	Yok	Evet	Hayır	
Prof. Dr. Ayşen YARAT	Biyokimya	M.Ü Diş Hekimliği Fakültesi	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç. Dr. Serap ŞİRKVANCI	Histoloji Embriyoloji ABD	M.Ü Tıp Fakültesi	Var	Yok	Evet	Hayır	
Doç. Dr. Rezzan AKER	Farmakoloji	M.Ü Tıp Fakültesi	Var	Yok	Evet	HAYIR	
Doç. Dr. Gürkan SERT	Tıp Tarihi ve Etik	M.Ü Tıp Fakültesi	Var	Yok	Evet	Hayır	
Vet. Hek. Dilek ÖZBEYLİ	Veteriner Hecim	M.Ü Tıp Fakültesi ve Deney Hayvanları Uygulama ve Araştırma Merkezi Sorumlu Veterineri	Var	Yok	Evet	Hayır	
Bio. Arif GÜMÜŞ	Biyoloji	İstanbul Hıfzıssıhha Enstitüsü Müdürü, Kurumla ilişkisi olmayan TC vatandaşı üye	Var	Yok	Evet	Hayır	
Bilhur AYGÖR	Emekli Memur	Kurumla ilişkisi olmayan TC vatandaşı üye	Var	Yok	Evet	Hayır	


Ek 8. 2: Etik Kurul onay belgesi

8.3 - EK

PROJE ÖZET					
Proje No [6135] :	SAG-C-TUP-080715-0321	Proje Tipi :	Lisansüstü Tez Projeleri - Tıpta Uzmanlık [C-TUP]	Alanı :	Sağlık
Proje Adı :	Aşıl tendon tamirinde kullanılan sütür tekniklerinin tendon yumuşaması üzerine etkilerinin in-vivo olarak araştırılması				
Başlangıç Tarihi :	08.07.2015	Süresi :	12 Ay	Bitiş Tarihi :	08.07.2016
Bütçesi :	8.683,20 TL	Harcanan :	8.553,60 TL	Kalan :	129,60 TL
Akademik : (2 Akademisyen)	Yürütücü: %50 Doç.Dr. YAKUP YILDIRIM Araştırmacı: %50 Tıp. Uzm. Öğr. ANAR ALAKBAROV				
Durumu :	BAPKO kararı: OLURLU				
PROJE RAPORLARI					
	Durumu	Raporun Gönderilmesi Gereken Tarih	Raporun Gönderildiği Tarih	Rapor Dosyası	#
Nihai Rapor	Bekleniyor	08.07.2016			

Ek 8. 3: BAPKO onayı

8.4 - EK



KORUMA VE KONTROL GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DENEY HAYVANI ÜRETİCİ / KULLANICI / TEDARİKÇİ
KURULUŞLARA MAHSUS
ÇALIŞMA İZNI

Kuruluşun Adı :
Saki YENİLLİ Deney Hayvanları Üretim Laboratuvarı

Adresi :
Çiğiltepe Mah. PTT Evleri 1556. Sok. No:15/G-Mamak -ANKARA

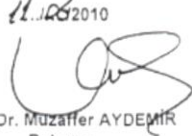
Çalışma İzin Tarihi :
11.06.2010

Çalışma İzin Numarası:
038

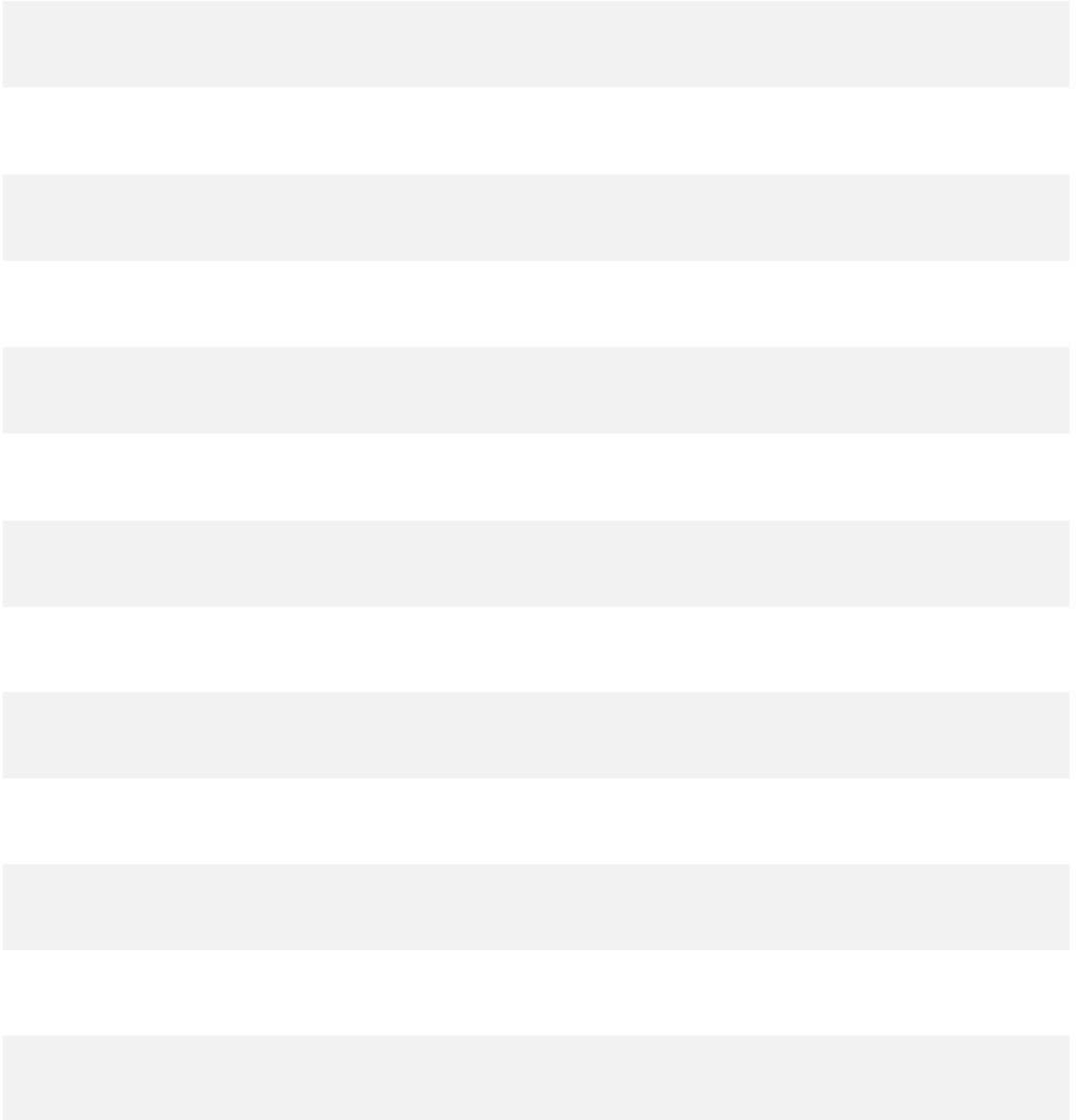
Veriliş Nedeni
Açılış

Faaliyet Alanı :
Üretim : Fare, sıçan ve tavşan
Kullanım :-
Tedarik : Fare, sıçan ve tavşan

11.06.2010 25464 Sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Deneysel ve Diğer Amacıyla Kullanılan Deney Hayvanlarının Korunması, Deney Hayvanlarının Üretim Yerleri ile Deney Yapacak Üretim Laboratuvarlarının Kuruluş, Çalışma, Denetleme, Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik" hükümlerine göre düzenlenmiştir.

11.06.2010

Doç. Dr. Muzafer AYDEMİR
Bakan a.
Genel Müdür

EK 8. 4: Deney hayvanları üreticisine ait çalışma izni



[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- TEŞEKKÜRLER -