



**T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
CERRAHİ ANABİLİM DALI**

**KİSMİ AŞIL TENDOSU RUPTURUNUN ONARIMINDA 3-LOOP PULLEY  
TEKNİĞİ VE TEMAS YÜZEYİ ARTTIRILMIŞ KESSLER YÖNTEMİNİN  
TAVŞAN MODELİNDE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Kıvanç İNAN**

**(DOKTORA TEZİ)**

**Bursa-2013**



T. C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
CERRAHİ ANABİLİM DALI

**KISMİ AŞİL TENDOSU RUPTURUNUN ONARIMINDA 3-LOOP PULLEY  
TEKNİĞİ VE TEMAS YÜZEYİ ARTTIRILMIŞ KESSLER YÖNTEMİNİN  
TAVŞAN MODELİNDE KARŞILAŞTIRILMASI**

Kıvanç İNAN

(DOKTORA TEZİ)

Danışman: Doç. Dr. Nihal Yaşar GÜL SATAR

Bursa-2013

Bu tez, Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından  
HDP (V) 2011-17 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET.....	II
İNGİLİZCE ÖZET.....	III
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
GEREÇ ve YÖNTEM.....	26
BULGULAR.....	40
TARTIŞMA ve SONUÇ.....	51
KAYNAKLAR.....	64
TEŞEKKÜR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	80

## ÖZET

Veteriner ve beşeri hekimlikte tendo yaralanmaları ve özellikle aşil tendosunun kısmi rupturları ile sıklıkla karşılaşmaktadır. Veteriner hekimlikte, tendo onarımını takiben; tekrar kopmalar, uzun süreli immobilizasyona bağlı kas atrofisi ve kontraktürleri veya dejeneratif artiritis gibi komplikasyonlarla karşılaşılma olasılığı yüksektir. Bunların önlenmesi ve daha başarılı bir iyileşmenin elde edilebilmesi için, immobilizasyon süresini kısaltmaya olanak sağlayacak, dayanımı yüksek onarım tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Aşil tendosu onarımında geleneksel bir yöntem olan “3 Loop Pulley” (3LP) yönteminin, daha önce fleksor tendo onarımında kullanılmış olan “Temas Yüzeyi Arttırılmış Kessler” (TYAK) yöntemiyle kıyaslandığı çalışmamızda; 54 adet, dişi, 8 aylık, 3,0-3,5 kg ağırlığında Yeni Zelanda tavşanı kullanıldı. Altı gruba ayrılan deneklerde gastrocnemius tendosu ensize edildi. Birinci, 3. ve 5. gruplar 3LP; 2., 4., ve 6. gruplar ise TYAK yöntemiyle onarıldı. İn vitro ayağı oluşturan 1. ve 2. grupların, biyomekaniksel değerlendirilmesi yapıldı. İn vivo bölümü oluşturan diğer gruplarda ise, 3 hafta süresince immobilizasyon sağlandı. Üçüncü ve 5. gruplar 4. hafta, 4. ve 6. gruplar ise 8. hafta sonunda ötenazi edilerek, morfolojik, biyomekaniksel ve histopatolojik olarak değerlendirildi.

Biyomekaniksel değerlendirme; tendo onarım hattında 2 mm aralık ve tam kopmanın olduğu değerlerin ölçülmesi ile yapıldı. Histopatolojik incelemede ise; ekstrasellüler matriksin yapısı, hücrelerin dağılımı, hücre çekirdeğinin morfolojisi, tamir dokusunun organizasyonu, nedbe dokusunun yapısı, defekt bölgesindeki vaskülarizasyon ve yangı şiddeti gibi parametreler kullanıldı.

Morfolojik incelemelerle adezyon açısından 3LP yönteminin üstünlüğü görülürken, histopatolojik değerlendirmede TYAK yönteminin iyileşme sonuçları daha iyiydi. Biyomekaniksel inceleme sonucunda ise; 3LP yönteminin aralık oluşumuna daha dayanıklı olduğu, ancak 8. hafta sonunda TYAK yönteminin kopmaya karşı direncinin daha fazla olduğu görüldü.

Sonuç olarak, TYAK yönteminin veteriner sahada kısmi aşil tendosu rupturlarının onarımında kullanılabileceği saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Tavşan, gastrocnemius tendosu, kısmi Aşil tendosu rupturu, tendo dikişi.

## SUMMARY

### **Comparison of 3 Loop Pulley Technique with Contact Surface Increased Kessler Method in Treatment of Partial Achilles Tendon Rupture in a Rabbit Model.**

In both veterinary and human medicine, tendon injuries and particularly partial Achilles tendon ruptures are commonly observed. In veterinary medicine, postoperative complications such as re-ruptures, muscle atrophy and contractures or degenerative arthritis induced by longterm immobilization are commonly seen. In order to prevent these complications and to achieve more optimal healing, high strength repair techniques enabling shortened immobilization durations are needed.

In our study, we used 54 female, 8 months old, New Zealand rabbits weighing 3.0-3.5 kgs to compare the traditional “3 Loop Pulley (3LP)” method with “Contact Surface Increased Kessler (CSIK)” method which has previously been used to repair flexor tendon ruptures. Rabbits were divided into six groups and gastrocnemius tendons were lacerated. Tendons of the animals in groups 1, 3 and 5 were repaired with 3LP method. CSIK method was used to repair the ruptures in groups 2, 4 and 6. On the *in vitro* part of the research, groups 1 and 2 were evaluated biomechanically. The rest of the groups composed the *in vivo* part of the research and in these groups, immobilization was achieved for a period of 3 weeks. Groups 3 and 5 were euthanized at the end of week 4, and in groups 4 and 6 euthanasia was performed at the end of week 8. All *in vivo* groups were evaluated morphologically, biomechanically and histopathologically.

Biomechanical evaluation was performed by measuring the resistance when 2 mm gap formation and total rupture occurred. On histopathological evaluation, parameters like extracellular matrix structure, distribution of cells, morphology of nucleus, organization of repaired tissue, scar tissue structure, vascularization, and severity of inflammation were investigated.

Morphological investigations showed superiority of the 3LP method in terms of adhesion. At histopathological evaluation, however, CSIK method yielded better healing results. Biomechanically, 3LP method was more durable against gap formation but at the end of the 8 weeks CSIK method showed a higher resistance to total rupture.

As a conclusion, we found that CSIK technique can be used in veterinary practice to repair the partial Achilles tendon rupture pathologies.

**Keywords:** Rabbit, gastrocnemius tendon, partial Achilles tendon rupture, tendon suture.

## GİRİŞ

Veteriner hekimlikte tendo yaralanmaları sıklıkla karşılaşılan bir problemdir (1, 2). Daha çok travmatik etkiler sonucunda ortaya çıkan tendo rupturları (1, 2); çoğunlukla kedi, köpek ve atlarda gözlenmekle beraber, tüm ırklarda klinik bir patoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tip rahatsızlıklarda özellikle kedi ve köpeklerde birçok sağaltım alternatifi mevcut olup, daha başarılı bir iyileşme için araştırmalar halen devam etmektedir (1, 3, 4).

Aşıl tendosu rupturu, veteriner hekimlikte klinik önem taşıyan bir olgudur. Tendoların hasar görmeleri, ilgili ekstremitede şiddetli topallığa neden olmaktadır. Aşıl tendosu rupturları kısmi ve tam ruptur olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Kısmi rupturlara daha sık rastlanırken, bunlar içerisinde de gastrocnemius tendosunun hasar gördüğü vakalar daha fazla önem arz etmektedir (1).

Vaskülarizasyonun zayıf, dolayısıyla iyileşmenin yavaş olduğu tendo dokusunun onarımında uzun yıllar boyunca uzun süreli immobilizasyon prensibi benimsenmiştir. Ancak yakın geçmişte yapılan çalışmalar, erken dönemde aktif egzersizin iyileşme üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymuştur (5, 6). Aktif egzersizin faydalarının kanıtlanmasıyla erken dönemde dayanımı daha yüksek, iyileşmeyi ve tendo işlevini destekleyen onarım tekniklerine ihtiyaç olduğu fark edilmiştir. Bu hedefte yeni teknikler geliştirilirken; tekniğin tendo yatağı boyunca oluşturduğu hacim, onarım hattında oluşan yabancı cisim reaksiyonunun yoğunluğu, onarım sonrası dikişin tendodan ayrılması, tendo kesi hattında yüksek gerilme-kopma direncinin sergilenmesi, dolayısıyla erken aktif mobilizasyona olanak sağlaması ve onarım sırasında tendo kılıfının tamiri gibi unsurlar göz önünde tutulmaya başlanmıştır. Veteriner hekimlikte hasta hareketlerinin kısıtlanmasında yaşanan zorluklar da, kaliteli bir iyileşmenin elde edilebilmesi için, onarım dayanımının artırılmasını zorunlu kılmaktadır (7).

Aşıl tendosu onarımında geleneksel olarak en çok tercih edilen teknikler incelendiğinde; Bunnell, 3 Loop Pulley ve Kessler (Locking Loop) yöntemleri dikkati çekmiştir. Yapılan araştırmalarda tam kopma dayanımı açısından öne çıkan yöntem 3 Loop Pulley olmuştur (1, 3, 4). Yeni yöntemler incelendiğinde ise; Bulut'un (8) fleksor tendo onarımında kullandığı, temas yüzeyi arttırılarak gerçekleştirilmiş onarım tekniği dikkati çekmiştir.

Çalışmamızda, tavşan ekstremitesinde, gastrocnemius tendosunun ensize edildiği kısmi tendo rupturunun sağaltımı gerçekleştirilerek, bu rupturların onarımı sonrası erken mobilizasyona müsaade edebilecek yeterli dayanım gücüne sahip bir onarım tekniği elde

edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için yeni bir yöntem olan temas yüzeyi arttırılmış onarım tekniği ile geleneksel 3 Loop Pulley yöntemi kıyaslanmıştır. Çalışmamız sonucunda ülkemiz ve dünya veteriner hekimlik pratiğine aşil tendosu onarımı konusunda yeni bilgiler kazandırılması hedeflenmiştir.



## GENEL BİLGİLER

### Tendo Onarımının Tarihi

Tendo terimine ilk olarak II. yüzyılda Galen'in "Ars Parva" adlı eserinde rastlanmıştır. Ligament ve sinirlerin karışımı bir yapı olarak değerlendirilen tendonun onarımı, o dönemde ağrı ve kasılmalara yol açacağı düşünülerek tercih edilmeyen bir uygulama olmuştur. Bu düşünce Avrupa'da uzun yıllar boyunca geçerliliğini sürdürmüştür. İlk olarak X. yüzyılda İbn-i Sina'ya ait yazılı eserde tendo onarımından bahsedilmiştir. Avrupa'da ise, primer tendo onarımı ancak XVII. ve XVIII. yüzyıllarda Ambrose Paré, Andre Della Groce gibi isimler tarafından benimsenmiş ve önerilmiştir. 1740'da Vesiingius, Achilles (aşil) ve patella tendoları üzerinde başarılı sonuç veren ameliyatlar gerçekleştirmiştir. Albrecht von Haller ve Meekren'in tendolarda sinirler gibi ağrı hassasiyetinin olmadığını ortaya koyması ile Galen'in öğretisi geçerliliğini tamamen kaybetmiştir (9-11).

Köpeklerde tendo onarımı üzerine ilk çalışma 1767'de Hunter tarafından yapılmıştır (12, 13). XIX. yüzyılda Hueck (1882) ve Rabson (1888) tarafından serbest tendo grefleri uygulanmış, 1889'da Codivilla'nın yaptığı çalışmalarda ise; tendo dikiş ve transferlerinde yapışmaların önlenmesi üzerine yöntemler bildirilmiştir. Yine aynı yüzyıl içerisinde Nicoladoni, tendo transpozisyonu ile felçli kasların işlev kazanmasını sağlamıştır. Ayrıca Avrupa'da Duplay, Franke, Tillaux, Velpeau, Amerika'da da Milliken, Parrish, Goldyvait gibi araştırmacıların tendo cerrahisine ilişkin çalışmaları olmuştur (9).

Kirschner (1909), Lange (1909), Biesalski (1909-1910), Rehn (1910) ve Lexer (1912) XX. yüzyılın ilk çeyreğinde tendo dikiş ve grefleri üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu araştırmacıları 1916'da Mayer izlemiş ve günümüz tendo cerrahisinin temeli sayılan çalışmalar yapmıştır (9, 14, 15). Bu yüzyılın ikinci çeyreğine gelindiğinde, Bunnell'in geliştirdiği dikiş teknikleri, tendoların primer ve sekonder onarımları için başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca Bunnell, İkinci Dünya Savaşı sırasında kazandığı tecrübeler ile başta el cerrahisi alanında olmak üzere, travmatik tendo dikiş teknikleri, tendo transferi, damar ve sinir onarımları konularında sayısız görüş bildirmiştir. Bunnell'in bir diğer önemli tespiti de, tendo uçlarının karşı karşıya dikilmesi sırasında çevre dokulara yapışmaların engellenmesi için serbest demet ucu bırakılmamasıdır (9, 10).

XX. yüzyılın ortalarında Littler, Boyes, Flynn, Iselin, Carroll, Pulvertaft ve Verdan gibi araştırmacıların tendo grefleri ve primer tendo onarımı konularında çalışmaları olmuştur.

1952'de Paatsama fascia kullanılarak tendo ve ligament sağaltımı ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Ayrıca yine bu dönemde 1932'de Mason, 1961'de de Kessler tarafından ortaya atılan, Bunnell'in çapraz dikişlerinin aksine, birbirlerine paralel seyreden dikişleri tavsiye eden çalışmalar dikkat çekmiştir (9, 10, 16, 17).

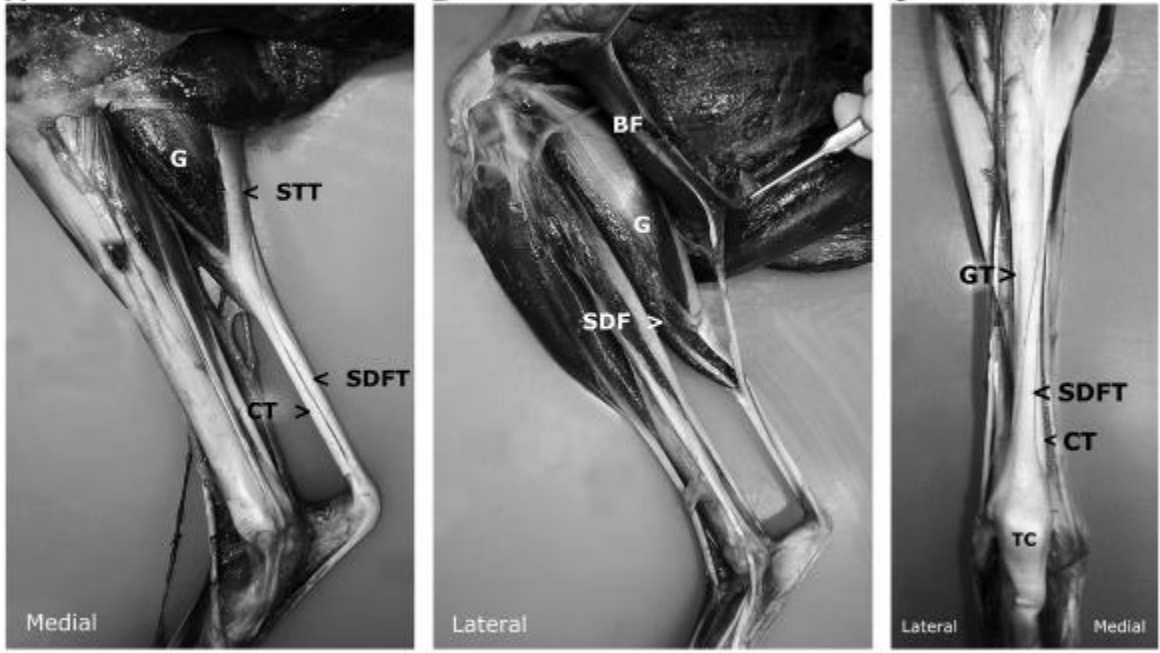
1960'lardan sonra ise Lindsay, Lundborg, ve Manske gibi araştırmacılar tendo iyileşmesi konusunda yeni görüşler ortaya atmışlardır. Verdun ve Kleinert gibi cerrahların önderliği ile de tendo onarımında primer sağaltımın, sekonder greft uygulamasına üstünlüğü kabul görmüştür (18-20).

Bu konu, yakın geçmişte ve günümüzde halen dünyanın dört bir yanından birçok araştırmacı tarafından irdelenmektedir. Tendo onarımı; farklı dikiş ve sağaltım tekniklerinin oluşturulması, sağaltım sonrası komplikasyonların en aza indirilmesi gibi konularıyla gelişime ve dolayısı ile çalışmalara açık bir alan haline almıştır.

### **Tendo Anatomisi**

Tendolar kas kontraksiyonu sırasında oluşan mekanik aktiviteyi işe dönüştürmekle görevli yapılardır. Tendolar; kas telleri ve kas demetçiklerini dıştan saran ince bağ doku kılıflarının (endomisyum, perimisyum, epimisyum), kas-tendo dönüşüm noktasında sarmış oldukları kas tellerini yitirmelerinden sonra, tek başlarına uçlara doğru birbirine paralel, yoğun ve oldukça sık surette seyretmelerinden meydana gelirler. Kaslarla kemik doku arasında gerilme kuvvetlerinin geçişini sağlayan tendolar esasen epimisyum'un uzantısı olup, ekstrasellüler matriks içerisinde yerleşmiş ve aralarında fibroblastların bulunduğu paralel fibrillerden oluşan kollajen iplikli, sert fibröz bağ dokulardır. Tendolar kaslardan daha ince olmalarına rağmen, 80 psi'lik bir gerilime direnç gösterebilen bir kasın tendosu 250 kez daha dirençli olabilmektedir (21, 22).

Aşil tendosu, diğer adıyla Tendo Calcaneus Communis (TCC) Musculus (M.) gastrocnemius, M. soleus, M. flexor digitorum superficialis ile M. biceps femoris, M. semitendinosus ve M. gracilis kaslarının ortak kirişinden oluşur (Şekil-1). Os tarsi fibulare'nin (calcaneus) tuber calcanei'sine bağlı üç parçadan oluşan TCC, tarsal eklemin ekstensiyonunu sağlayan kuvvetli bir kiriştir. Bu yapı içinde bulunan M. soleus en belirgin olarak kedi ve insanda gözlemlenirken, köpeklerde bulunmaz (23-28).



Şekil-1. Köpek aşıl tendo anatomisi (Lamb ve Duvernois, 2005'den).

CT, ortak tendo; G, M. gastrocnemius; GT, gastrocnemius tendosu; SDF, M. flexor digitorum superficialis; SDFT, süperfisyel digital fleksor tendo; STT, semitendinosus tendosu; TC, tuber calcanei.

#### **-M. gastrocnemius:**

Bacağın arka kısmında yer alan kuvvetli bir kastır. Femur'un alt ucunun iki yanından başlar. Caput laterale ve caput mediale olmak üzere iki başı vardır. Bunların çıkış yerlerinin altında fabella'lar bulunur. Tibia'nın orta düzeyinde bu iki başın kirişi ve M. soleus'un kirişi birleşerek, tendo gastrocnemius'u oluşturur. Nervus (N.) tibialis tarafından inerve edilen tendo, Articulatio (Art.) tarsi'nin ekstensoru, Art. femorotibialis'in fleksoru olarak görev yapar (22, 26-29).

#### **-M. soleus:**

Fibula'nın proksimal ucu ile crus'un ortası arasında seyreden ince ve dar bant yapısında bir kastır. Köpeklerde bulunmayan bu kas kediler ile equide ve ruminantlar'da caput fibulae'dan, suslar'da ise condylus lateralis tibiae'dan başlar. M. gastrocnemius'un caput laterale'sinin üzerinde vev seyreden M. soleus'un kirişi de tendo gastrocnemius'a katılarak tuber calcanei'de sonlanır. Art. tarsi'nin ekstensiyonuna, Art. femorotibialis'in fleksiyonuna iştirak eden bu kas, N. tibialis tarafından inerve edilir (26, 27).

### **-M. flexor digitorum superficialis:**

Femur'un distal ucu ile parmaklar arasında uzanan bir kastır. *M. gastrocnemius*'un iki başı arasında ve derinde bulunur. Equide ve ruminantlar'da femur'un fossa supracondylaris'inden, diğer hayvanlarda ise bu çukura karşılık olan tuberositas supracondylaris'den başlar. Kasın kirişi tendo gastrocnemius'un medialinden dışarıya ve geriye doğru döner. Tuber calcanei'yi bir kep gibi sararak metatarsus'un plantar yüzeyinden distale doğru ilerler, hayvan türüne göre phalanx medialis'lere yapışarak sonlanır. N. tibialis tarafından inerve edilir. Art. tarsi'nin ekstensoru, Art. femorotibialis'in ve Art. interphalangeae'nin fleksoru olarak görev yapar (22, 26-29).

### **-M. biceps femoris:**

Femur'un arka ve dış yanı boyunca derinin hemen altında uzanan bir kastır. Vertebral ve pelvinal olarak iki baştan oluşan bu kas, vertebral baş ile ligamentum (lig.) sacrospinotubercle ve sacrum'dan başlar. Pelvinal baş ise, tuber ischiadicum'dan başlangıç alır. Kasın aponevrotik olan distal kesimi equide ve carnivorlar'da üç, ruminant ve sus'ta iki yapraktan oluşur. Bunlardan ikisi patella'nın dış ve iç kesimlerine, arkadaki yaprak ise tendo accessorius aracılığı ile tendo calcaneus comminus'a katılır. Kasın üst kısmı N. gluteus caudalis, diğer kesimleri ise N. tibialis ve N. ischiadicus tarafından inerve edilir. Caput vertebralis Art. genu'nun ekstensoru, caput pelvinalis ise Art. genu'nun fleksoru, Art. tarsi'nin ekstensoru ve kas tümüyle kasıldığında ekstremitenin abduktoru olarak görev yapar (22, 26-29).

### **-M. semitendinosus:**

Arka ekstremitenin proksimalinde, *M. biceps femoris* ile *M. semimembranosus* arasında yer alan kalın ve kuvvetli bir kastır. Equide ve suslar'da kuyruk omurlarından başlangıç alan bir vertebral baş ile tuber ischiadicum'dan çıkan bir pelvinal baş bulunur. Ruminant ve carnivorlar'da ise yalnızca pelvinal baş bulunur. *M. semitendinosus*, *M. gracilis* ve *M. sartorius*'un aponevrozları ile birleşir ve fascia latae'ya karışır. Öncelikli olarak tibia'nın proksimalinde crista tibia'nın medial yüzeyine yapışarak sonlanır, ancak kasın kaudalinden ayrılan kirişler tendo accessorius'un oluşumuna katılır ve tuber calcanei'ye yapışır. N. gluteus caudalis ve N. tibialis tarafından inerve edilen semitendinosus kası Art. genu'nun fleksoru, Art. tarsi'nin ekstensoru olarak görev yapar (22, 26-29).

### **-M. gracilis:**

Femur'un medial yüzünün kaudal kısmında yer alan geniş ve düz bir kastır. Symphysis pelvis'in alt yüzeyinden başlangıç alır. Patella düzeyinde fascia cruris ile karışarak, equideler'de ek olarak crista tibiae'ya yapışarak sonlanır. Ayrıca M. semitendinosus ile TCC'nin yapısına katılır. Bacağın adduksiyonunda ve Art. genu'nun fleksiyonunda fonksiyon gösterir. N. obturatorius, equideler'de da ayrıca N. femoralis tarafından inerve edilir (22, 26-29).

### **Tendo Histolojisi**

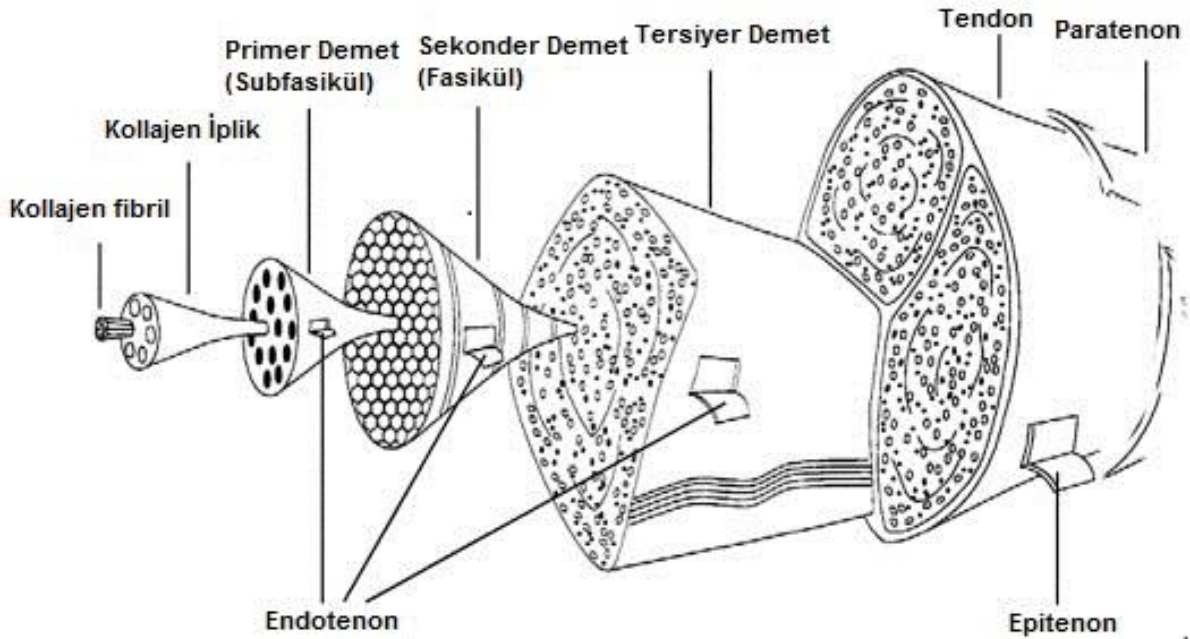
Makroskopik olarak tendolar; birçok kiriş ipliklerinden oluşan uzun, beyaz renkli, esnek fakat az uzayabilen yapılardır (30). Bu yapılar çok sayıda kalın ve yuvarlağımsı kollajen iplikler, az miktarda mukopolisakkaritlerden zengin amorf madde ve fibrositlerden oluşur (30, 31). Tendo içerisinde toplam ağırlığın % 55'ini su oluşturur. Kuru ağırlığın % 75-80'ini kollajen molekülleri, % 0,2-5'ini proteoglikanlar, % 1-2'sini elastin ve kalan kısmını da kollajen yapısında olmayan fibronektin gibi diğer proteinler oluşturur (32). Tendo üzerine etki eden güç tek yönlüdür, bu nedenle tüm kollajen iplikler aynı yönde ve birbirine paralel seyrederek şekildedirler (31).

Belli sayıda kollajen iplikler birleşerek primer demetleri oluşturur. Yuvarlağımsı veya köşeli olan bu demetler çıplak gözle görülebilirler ve pratikte tendo lifleri olarak adlandırılırlar (30). Primer demetleri oluşturan kollajen iplikler, seyirleri sırasında dallanıp birbirleri ile anastomozlaşırlar. Bu ipliklerin arasında ardı ardına yerleşmiş fibrositler bulunur. Uzun-oval çekirdeğe sahip bu hücreler buldukları aralıkların şeklini alırlar ve özel şekiller gösterirler. Boyuna kesitte uzun ve çoğunlukla dikdörtgen, enine kesitte ise yıldız benzeri şekle sahiptirler (31, 33). Tendolarda bulunan bu fibrositler, "tendo hücresi", "tendinosit" veya sitoplazmik uzantıları ve lifler arasında kanat gibi uzanması nedeniyle "kanatlı tendo hücresi" olarak da adlandırılırlar (31, 34). Bu iplik ve tendositlerin haricinde kalan dar aralıklar ise, yapıştırıcı özelliği olan şekilsiz bir ara madde ile doludur (31, 35).

Ara madde ve kollajen iplikler fibroblastlar tarafından sentezlenirler. Fibroblastlar, inaktif hücreler olan fibrositlerin aktif şekilleridir ve tamirci hücreler olarak görev yaparlar (30). Tendoda kollajen yapım ve yıkımı oldukça yavaştır. Tendo fibroblastları, tip I kollajen sentezini yaparlar (35).

Tendolar paratenon adı verilen oldukça kalın bir bağdokuyla çevrelenmiştir (31,35). Paratenon'un ana komponentlerini tip I ve tip III kollajen fibrilleri ile elastik fibriller oluşturur (36), ayrıca paratenon'un iç yüzeyinde sinovyal hücreler bulunur (37). Paratenon elastik bir kılıf olarak tendoyu sarar, böylelikle çevre dokular içinde serbestçe hareket etmesini sağlar (38).

Paratenon'un altında tendoyu tamamıyla saran ince bağdoku yapısında bir örtü bulunur. Bu yapı epitenon olarak adlandırılır. Dış kısımda paratenon ile komşu olan yapı, iç yüzeyinde ise endotenon ile temas halindedir. Endotenon, epitenon gibi gevşek ancak biraz daha ince bir karaktere sahiptir. Endotenon adı verilen bağ doku tabakası primer demetlerin, primer demetlerin birleşmesi ile oluşan sekonder ve tersiyer demetlerin etrafını sarar ve tendo liflerinin bir arada tutulmasını sağlar. Endotenon ile sınırlandırılan sekonder demetler, pratikte fasikül olarak adlandırılırlar (31). Endotenon ve fasiküller arasında bu bağlantıyı kuvvetlendirmek için proteoglikanlar bulunur (39). Paratenon ve epitenon damarlar açısından zengin yapılardır, ancak endotenon da az sayıda damar bulunur, primer demetler içinde ise hiç damar yoktur (30,35) (Şekil-2).



Şekil-2. Tendo Yapısı (Fedorczyk, 2012'den).

Tendolar sensorik (afferent) sinirlerden zengindirler. Sinir tellerinin bir kısmı, tendoların kasa yakın bölgelerinde, tendo mekiği adı verilen yapıları oluştururlar. Tendo mekikleri, primer demetlerin küçük bir kısmının bağ dokudan bir kapsül ile çevrelenmesi

ve buraya gelen afferent sinir tellerinin, kollajen ipliklerin etrafında dolanımları suretiyle oluşur (31, 33).

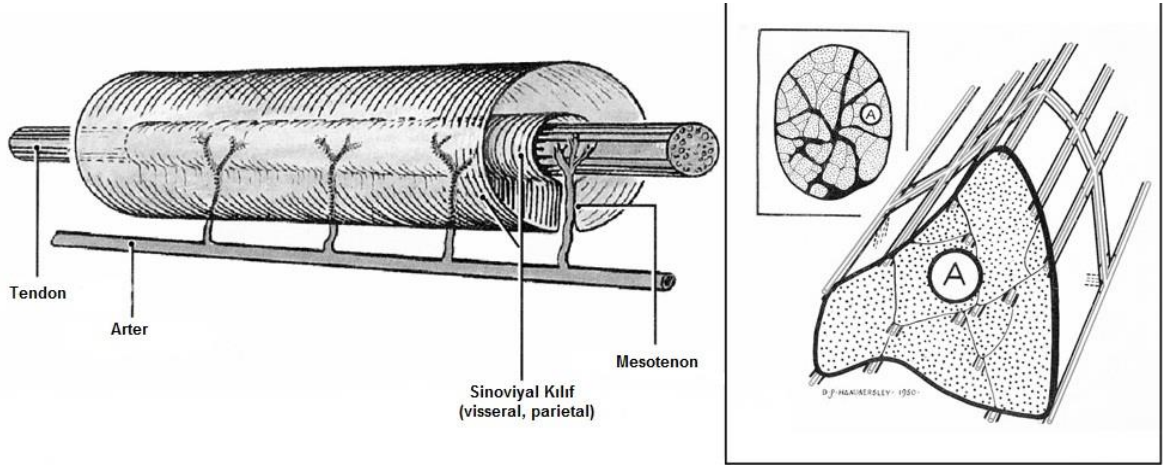
### **Tendo Beslenmesi**

Tendolar vasküler perfüzyon ve sinovyal difüzyon olmak üzere iki yolla beslenirler (40). Tendo greflerinin ve tendoların vasküler bölümlerinin sinovyal difüzyonla beslendiği düşünülmektedir (41). Avasküler tendo kısımlarında kondroitin sülfat miktarı fazladır, kollajen lifler dağınık ve birbirinden ayrıdır. Bu özellikleriyle difüzyonel beslenme, kalın liflerin oluşturduğu tendo bölümlerine göre daha iyi ve elverişlidir (42).

Tendoların ihtiyaç duydukları kan dolaşımı üç ana kaynaktan sağlanır. Bu kaynaklardan; miyotendinöz ve osteotendinöz geçiş intrinsik sistem, paratenon veya sinovyal kılıf ise ekstrinsik sistem olarak tanımlanır (43, 44). Kan ihtiyacının intrinsik ya da ekstrinsik sistemden karşılanma oranları tendodan tendoya farklılık gösterir. Örneğin tavşan aşil tendosunun orta üçte bir kısmı kan ihtiyacının % 35'ini ekstrinsik sistemden karşılamaktadır (45, 46). Miyotendinöz geçiş noktasından perimisyal seyreden damarlar, kas üzerinden tendo fasiküllerine doğru devam ederler (47), ancak kaslardan köken alan damarlar tendonun proksimal üçte birinden öteye uzanmazlar (43). Osteotendinöz geçiş noktasında ise, kanlanma zayıf ve girişin gerçekleştiği bölgeye sınırlı olmasına rağmen, ekstrinsik sistemden gelen damarlar ve periosta ait damarlar arasında bağlantılar mevcuttur (43). Sürtünmeyi azaltmak amaçlı kılıf ile kaplı tendolarda, major damarlardan ayrılan kollar vincula'yı (mesotenon) geçerek sinovyal kılıfın viseral yaprağına ulaşırlar ve burada bir pleksus oluştururlar (48). Bu pleksus tendonun yüzlek kısmını beslerken, vincula'yı geçen damarların bir kısmında epitenon'a penetre olurlar. Bu damarlar endotenon'a yayılarak, peritendinöz ve intratendinöz vasküler ağ arasındaki bağlantıyı sağlarlar (33) (Şekil-3).

Sinovyal kılıfın yokluğunda paratenon, ekstrinsik vaskülarizasyonu sağlar. Paratenon'a giren damarlar transversal olarak yayılım gösterirler ve tekrarlayan dallanmalar yaparak vasküler ağ kompleksini oluşturur (49). Paratenondan ayrılan arteriyel dallar, epitenon'dan geçerek endotenon boşluğunda dağılırlar ve çok miktarda anastomozun olduğu intratendinöz vasküler ağ oluştururlar (50, 51). Tendolarda vasküler yapılar geçiş bölgelerinde, torsiyon, kompresyon ve sürtünmeye maruz kalan bölümlerde zayıftırlar. İnsan aşil tendosunda anjiyografik görüntüleme tekniği ile tendo yapışma noktasından 2-7 cm proksimaldeki alanın hipovasküler yapıya sahip olduğu ortaya konmuştur (43, 52). Ancak Lazer doppler flowmetri ile yapılan başka bir araştırmada da;

aşıl tendosunun yapışma noktasına yakın alanda kan akımında belirgin ölçüde azalma, fakat bununla beraber, tendonun diğer kısımlarında eşit dağılım gösteren bir vaskülarizasyon olduğu tespit edilmiştir (53). Tendolarda dolaşım, genel olarak, ilerleyen yaş ve artan mekanik etki ile zayıflamaktadır (53).



Şekil-3. Tendo beslenmesi (Fenwick ve ark. 2002'den).

(A), tendo fasikülü ve epitenon üzerinde longitudinal seyirli kan damarları.

### Tendo İyileşmesi

Tendoların yapı bütünlüğü hazırlayıcı ve yapıcı etkiler sonucu bozulduğunda iyileşme süreci başlar. Tendo iyileşmesi epitenon ve endotenon kaynaklı tenositlerin proliferasyonu sonucunda instrinsik mekanizmayla ya da sinovyal membran ve çevre dokular kaynaklı hücrelerin çoğalmasıyla oluşan ekstrinsik mekanizma ile iyileşir (33, 54-56). İyileşme süreci epitenon tenoblastlarının proliferasyon ve göçleri ile başlar (33). Hasarlı bir tendonun iyileşmesi, çevre dokulara adezyon ile sağlanacak vasküler ve hücresel desteğe ihtiyaç olmadan, sadece epitenondan gelen hücreler ile sağlanabilmektedir (33). İyileşmede kollajen sentezi öncelikle epitenon ve sonrasında da endotenon hücrelerinden gerçekleşir (33, 57). Hücre tiplerinin katkı oranları; travmanın tipine, hasarın anatomik konumuna, sinovyal kılıf varlığına ve sağaltım sonrası onarım bölgesinin maruz kaldığı strese göre farklılık gösterir (33, 58). Farklı yapılardan köken alan tenosit hücreleri fonksiyonel açıdan da farklılık gösterebilirler. Örneğin tendo kılıfından köken alan hücreler, endotenon ve epitenondan köken alan hücrelere göre daha az kollajen ve glikozaminoglikan üretmektedir (33, 59). Tendo iyileşmesi büyük oranda instrinsik mekanizmayla gerçekleşir (60, 61). İnstrinsik; iyileşme biyomekanik açıdan daha iyi



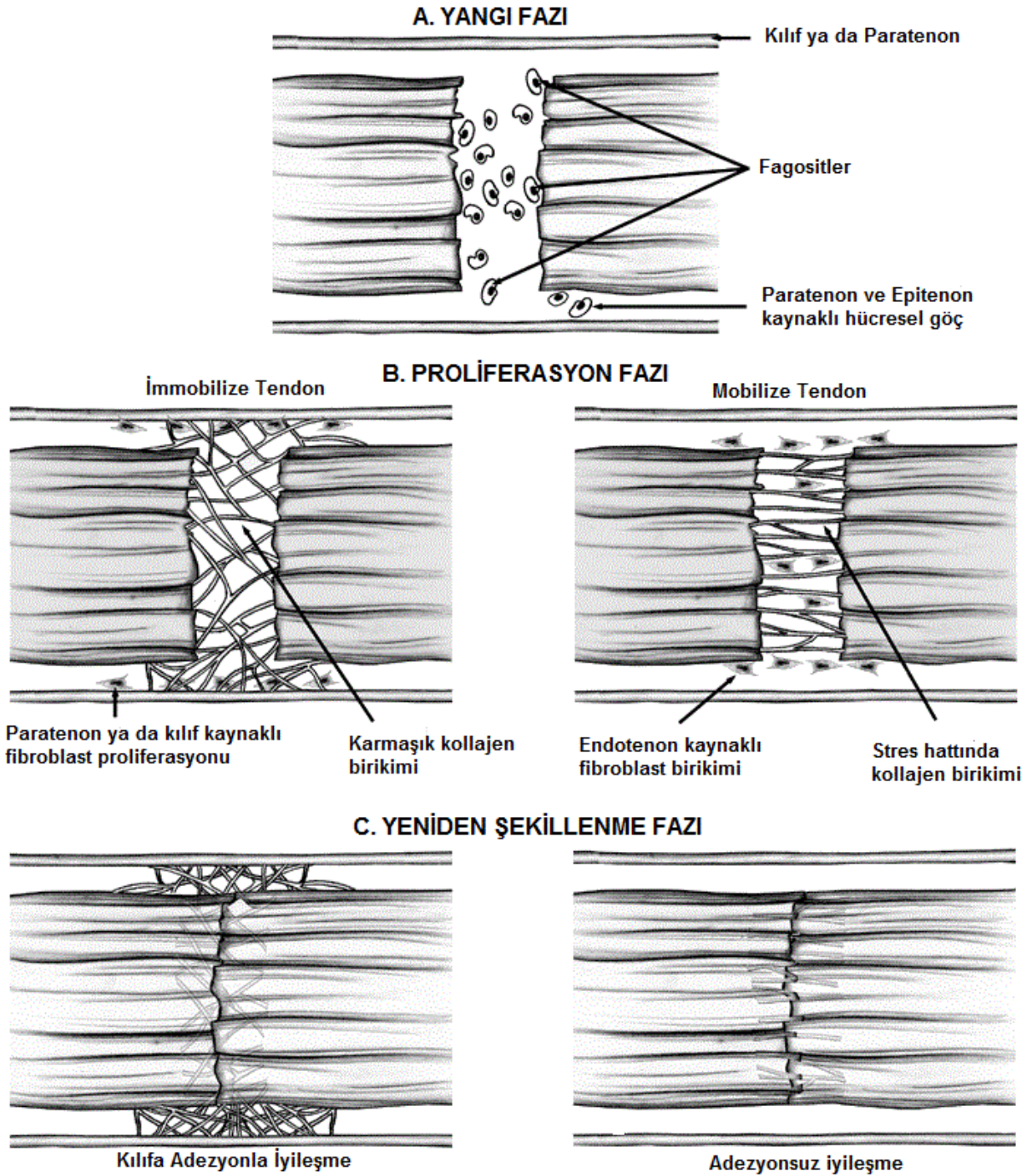
sonuç vermektedir ve daha az komplikasyonla karşılaşılmaktadır (33, 62). Ekstrinsik iyileşmede ise; adezyon sonrası skar dokusu oluşumu gözlenir, bu doku tendonun kayma mekaniğini kötü şekilde etkileyebilir (33, 63).

Yukarıda anlatılan her iki durumda da, bu iyileşme süreci birbirini izleyen üç evreden oluşur (Şekil-4).

Yangı evresi gözlenen ilk evredir. Eritrositler, nötrofiller ve diğer yangı hücreleri hasarlı bölgeye gelir. İlk yirmi dört saat içinde, monosit ve makrofaj hücreleri baskındır ve nekrotik materyalin fagositozisi gerçekleşir. Damar permabilitesinde artış, anjiyogenezis'in başlaması, tenosit proliferasyonunun stimule edilmesi ve daha çok yangısel hücrenin işin içine girmesiyle vazoaktif ve kemotaktik faktörlerin salınımı gerçekleşir (33, 64). Tenositler yara bölgesine aşamalı olarak göç ederler ve tip III kollajen sentezi başlar (33, 64, 65). Bu evrede tendo uçları ödemlidir ve yara hattı gerilme gücü olmayan granülasyon dokusu ile dolar.

Birkaç gün sonra proliferasyon evresi başlar. Bu dönemde fibroblastlar ortaya çıkar ve eski kollajenin lizisi ile skar dokusunun dayanıklılığında sorumlu olan yeni kollajenlerin sentezi başlar. Birkaç hafta içinde sonlanacak olan tip III kollajen sentezi, bu evrede pik yapar. Glikozaminoglikan seviyesi bu dönemde yüksek konsantrasyonunu korur (33, 64). Yaklaşık ondördüncü günde, tendo yarası, gerilme kuvveti halen çok sınırlı olan fibroblast ve kollajen köprüsü ile dolmuştur.

Yaklaşık 6 haftalık bir süre sonrasında yeniden şekillenme (remodeling) evresine geçilir. Kollajen ve glikozaminoglikan sentezi azalır, bölgede hücre bazda bir azalma dikkati çeker. Yeniden şekillenme evresi kendi içinde konsolidasyon (pekişme) ve maturasyon (olgunlaşma) aşaması olarak iki başlık altında incelenebilir (33, 66). Altıncı haftada başlayıp, 10. haftaya kadar süren konsolidasyon aşamasında onarılan doku hücre karakterden fibröz hale dönüşür. Tenosit ve kollajen lifler bu dönemde gerilme kuvveti yönünde longitudinal olarak dizilmeye başlarlar ve doku dayanımı artar (33, 43). Tip I kollajenler büyük oranda bu süreçte sentezlenir (33, 43). Onuncu haftada maturasyon başlar, fibröz doku yaklaşık 1 yıl içerisinde yavaş yavaş sikatriks benzeri tendo dokusuna dönüşür (33). Bu aşamanın ikinci yarısında tenosit metabolizması ve tendo vaskülaritesi geriler (33).



Şekil-4. Tendo iyileşmesi (Berger ve Weiss, 2004'den).

### Aşıl Tendosu Rupturlarında Sağaltım Seçenekleri

Hem beşeri hem de veteriner hekimlikte aşıl tendo rupturlarında sağaltım yaklaşımları genel olarak iki başlık altında toplanır. Bunlar konservatif ve cerrahi sağaltım uygulamalarıdır. Cerrahi uygulamalar; kendi içerisinde, açık ve kapalı ya da perkutan girişimler adı altında iki gruba ayrılır. Bunlardan perkutan cerrahi uygulamalar veteriner

kaynaklarda çok yer tutmasa da, açık cerrahi metod, yıllardır uygulanan ve başarılı sonuçlar elde edilen bir sağaltım seçeneği olmuştur.

### **Konservatif Sağaltım:**

Bu metod; erken dönemde immobilizasyonun ve ilerleyen dönemde kontrollü mobilizasyonun kolaylığı sebebiyle, beşeri hekimlikte veteriner hekimliğe kıyasla daha çok tercih edilen bir sağaltım yoludur. Araştırmalara göre tendonun etrafındaki kök hücre deposu benzeri görev yapan paratenon, özellikle deri bütünlüğünün bozulmadığı olgularda sağlam kalır. Konservatif sağaltım savunucuları, tendonun etrafındaki iyileşmeye ve beslenmeye yardımcı bu kılıfın cerrahi uygulamalarla zedelenmemesi gerektiğini vurgulamışlar ve uzun dönemde cerrahi sağaltım sonuçlarıyla benzer sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir (67, 68).

Ancak kaynaklar incelendiğinde konservatif sağaltım sonrası tendonun yeniden kopması, alçı sağaltımı nedeniyle tendo uçlarının bir araya getirilememesi, iyileşme kalitesinin iyi olmaması, uzun immobilizasyon süresine bağlı oluşan kas atrofileri ve eklem problemleri gibi komplikasyonlarla karşılaşılacağı dikkati çekmiştir (69, 70). Örneğin; Inglis ve ark. yaptıkları çalışmada, konservatif sağaltımda yeniden kopma oranını % 39 olarak bulurken, cerrahi uygulamalar sonrası bu komplikasyonla hiç karşılaşmadığını bildirmişlerdir (71).

### **Cerrahi Sağaltım:**

Genç ve günlük yaşamında aktif olan hastalarda primer sağaltım metodu olarak cerrahi sağaltım önerilmektedir. Bu sağaltım metodunda, açık ya da kapalı/perkutan yöntemi birbirinden farklı kılan en önemli nokta, paratenon bütünlüğünün korunmasıdır. Veteriner cerrahide olguların büyük çoğunlukla kesici cisim yaralanmaları ya da ısırık yaraları sonrasında karşımıza çıkması nedeniyle sağaltımda açık yöntem kullanılmaktadır.

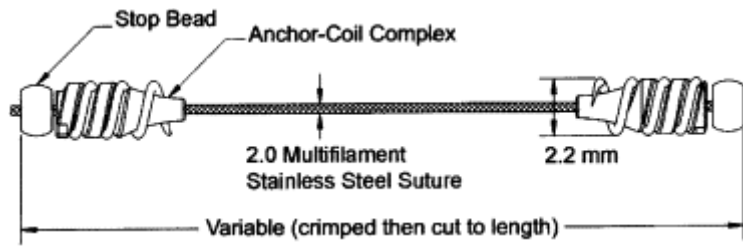
#### *Perkutan Yöntem*

Bu yöntem Ma ve Griffith tarafından 1977'de konservatif sağaltım sonrasında yukarıda da bahsedilen komplikasyonların önüne geçmek ve açık cerrahi sağaltım yönteminde görülen gecikmiş yara iyileşmesi, cilt nekrozu, enfeksiyon ve yapışıklıklar gibi olumsuzlukların önlenmesi düşünülerek geliştirilmiştir (72). Bu yöntemle tendo iyileşmesinin ilk basamağı olan hemostaz/yanğı süreci bozulmamaktadır. Tendo çevresi yumuşak dokularda ve paratenonda hasar oluşturulmadığı için tendo kanlanması ve beslenmesi korunmaktadır (73). Ancak bu yöntemde, sural sinirin yaralanma riski ve kopuk tendo uçlarının bir araya getirilip getirilemediğinin gözlenememesi eleştirilere sebep

olmuştur (74). Bu amaçla paratenona zarar verilmeden yapılacak sınırlı cilt ensizyonu ya da endoskopi uygulamaları, sonraki dönemlerde başka araştırmacılar tarafından önerilen modifikasyonlar olmuştur (74-77).

#### *Açık Yöntem*

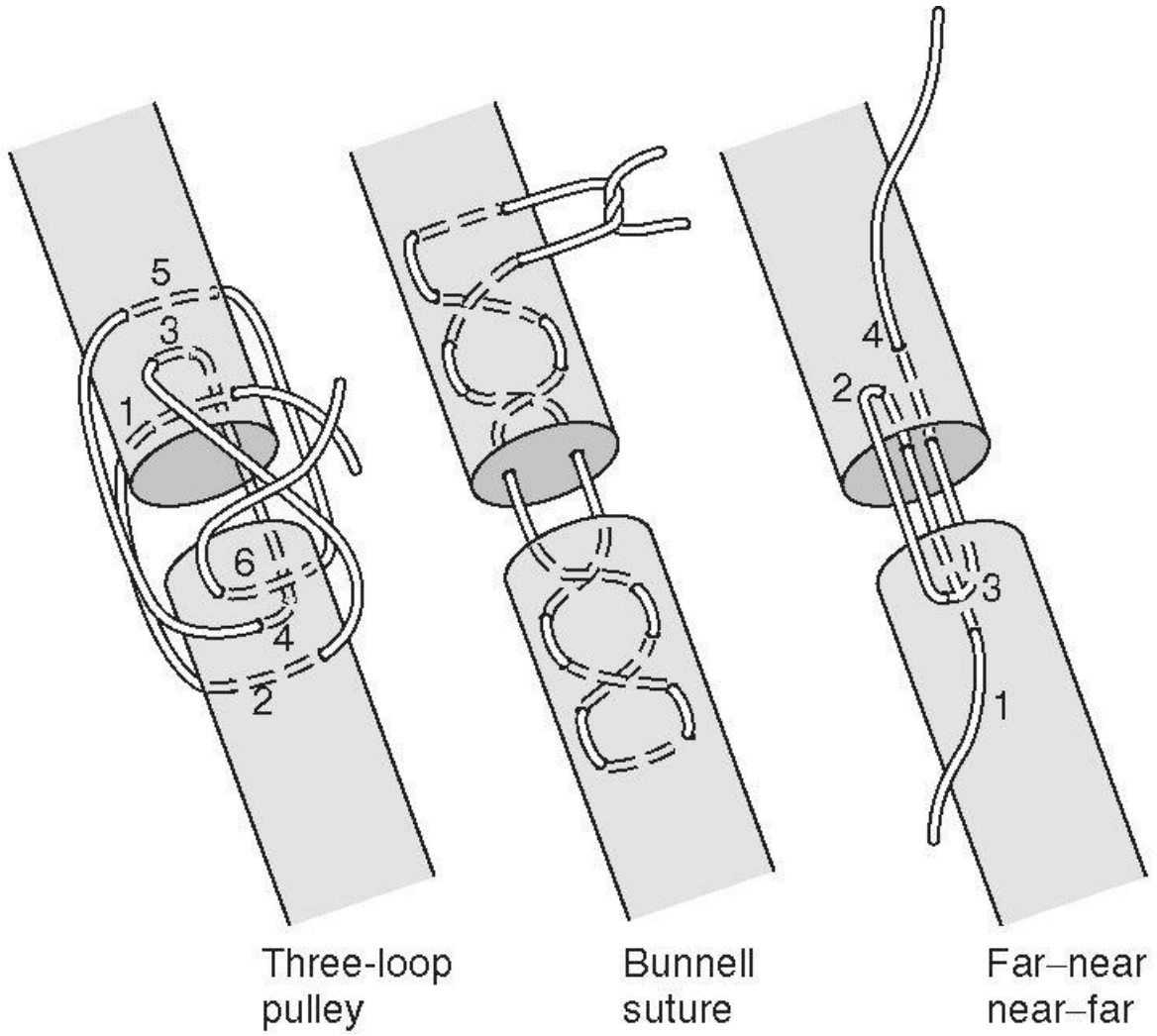
Aşil tendosu rupturlarının açık yöntemle sağaltımı; basit uç uca dikişlerle onarımdan, kas fascialarının, organik ya da sentetik tendo greflerinin onarımı güçlendirmek için kullanıldığı komplike uygulamalara kadar uzanmaktadır (67). Ayrıca son yıllarda tenofix gibi bazı implantlar da bu amaçla geliştirilmiş ve beşeri hekimlikte kullanım alanı bulmuştur (78) (Şekil-5).



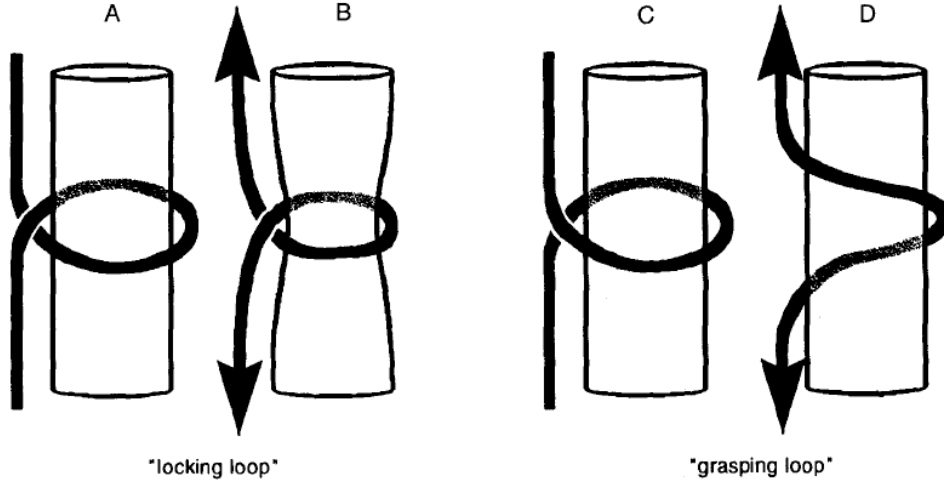
Şekil-5. Tenofix implantı (Wolfe ve ark., 2007'den).

Açık cerrahi yöntem, konservatif sağaltımla kıyaslandığında yeniden kopma açısından büyük üstünlük taşımaktadır (71, 79). Açık yöntemle yapılan uygulamaların erken dönemde dayanım kuvveti açısından diğer uygulamalardan üstün olması, veteriner hekimlikte daha sık tercih edilmesinin bir diğer önemli sebebi olmuştur. Tüm bu avantajlarının yanında gecikmiş yara iyileşmesi, cilt nekrozu, enfeksiyon ve yapışıklıklar gibi komplikasyonların varlığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (67, 75, 80, 81). Aşil tendo rupturlarının erken dönem onarımında en çok tercih edilen yöntem tendo uçlarının primer olarak uç uca onarımıdır (82). Kaynaklarda bu amaçla kullanılan yöntemler arasında en sık karşımıza çıkanlar Kessler, Bunnell, Krackow, Far-near-near-far, 3 Loop Pulley, Mason-Allen ve Kirchmayer dikiş teknikleri olmuştur (1, 82) (Şekil-6). Bu yöntemler zaman içinde birçok araştırmacı tarafından modifiye edilmiş ve dayanım kuvveti daha yüksek dikiş yöntemlerinin geliştirilmesi için çaba harcanmıştır. Bu doğrultuda yapılan araştırmalar sonucunda kullanılacak dikiş materyalinin seçimi (83), dikişin uzunluğu (84) ve kesit hattını uzunlamasına geçen merkezi sutur sayısının (85) onarımın dayanım gücüyle doğrudan ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Bir diğer önemli ayrıntıda, bazı yöntemlerde kullanılan iplik tendo tutulumlarının kilitli (locking) ya da kavramalı (grasping) oluşudur. Dikişin tendoyu transversal ve longitudinal geçen kolları arasında

kalan döngüler, tekniğin iki şekilde tiplendirilmesini sağlamaktadır (Şekil-7). Ancak bu yolla tüm tekniklerin sınıflandırılması mümkün değildir. Bir döngünün kilitli olarak tanımlanabilmesi için; iplik uçlarının zıt istikamette çekildiği zaman oluşan halkanın, tendo fibrillerinin etrafında tam dolanarak onları sıkıca sarması gerekir. Grasping ya da kavramalı bir döngüde ise; iplik uçları çekildiğinde oluşan gerginlik, ipliğin tendo fibrilleri üzerinde spiral çizgiye sahip bir dolanım göstermesine ve fibrillere tutunurken onlara çekme kuvveti uygulamasına sebep olur (86). Bu iki gruba ek olarak bazı araştırmacılar kilitli döngüleri kendi içinde daire-kilit ve çapraz-kilit olarak iki alt başlık altında incelemiştir (87, 88).



Şekil-6. Tendo dikiş teknikleri (Small Animal Surgery, Fossum TW., 2007'den).



Şekil-7. İpliklerin tendo tutulumları (Hotokezaka ve Manske 1997'den).

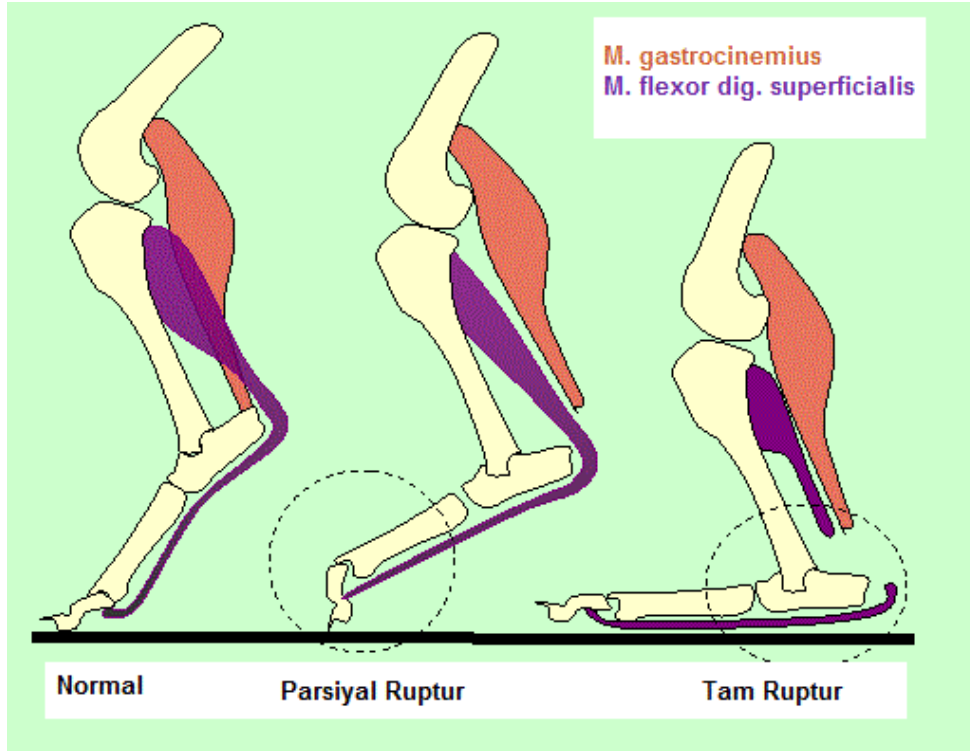
(A-B), kilitli teknik; (C-D), kavramalı teknik

### Veteriner Hekimliğinde Aşil Tendosu Rupturları

Aşil tendosu rupturlarının en yaygın sebebi direkt travmalar olup, bunlar arasında da kesici cisimlere bağlı olanlar en sık karşılaşılanlardır (89). Bu tip travmalar sonucu genelde tüm yapıları içeren bir laserasyon gerçekleşir (90). Tarsal plantigrad duruşun karakteristik olduğu bu tip hasarlar, tam ruptur olarak adlandırılır (1). Süperfisyel digital fleksor tendonun (SDFT) bütünlüğünün bozulmadığı kısmi rupturların ise; büyük ırk, çalışan ve sporcu köpeklerde egzersiz sırasında oluşabildiği bildirilmiştir (3, 91, 92). Gastrocnemius tendosunun (GT) koptuğu ancak SDFT'nun sağlam kaldığı bu tip olgularda tarsal eklemden hiperfleksiyon ve bu bulguya ek olarak SDFT'nun kontraksiyonuna bağlı parmak eklemlerinde oluşan hiperfleksiyon tipik bir görünümdür (93) (Şekil-8).

Deri lezyonunun bulunmadığı durumlarda, tuber calcanei'nin avülsiyonu ile birlikte şekillenen tendinoosseöz bir rupturun mevcut olma olasılığı yüksektir (89, 91). Avülsiyon kırıklarının gözlendiği bu tip durumlar çoğunlukla tendo-kemik birleşme noktalarının tam olarak gelişimini tamamlamadığı, 2 yaşın altındaki genç bireylerde şekillenmektedir (91). Genel olarak bakıldığında aşil tendosu grubuna ilişkin problemler daha çok insan ve sporcu ya da çalışan köpeklerde karşımıza çıkmaktadır (94-97). Ruminant ve kasaplık değeri olan canlılarda nadiren oluşan aşil tendosu yaralanmalarında ekonomik gerekçeler ile sağaltım tercih edilmemektedir. Ancak bir olguda, 4 yaşlı erkek obez bir lamada başka bir lama ile kavga sonrasında şekillenen gastrocnemius rupturu'nun, 8 haftalık tam alçı uygulaması ile konservatif olarak sağaltıldığı bildirilmiştir (98). Atlarda ise, ani durmalar esnasında ya da tarsal ekleme aşırı yük binmesine sebep olan eforlar sonrasında GT ile SDFT'nun rupturları

(99-103) ve aşil tendosunun total laserasyonunun mevcut olduğu olgular bildirilmiştir (104, 105). Bu olguların dışında özellikle genç atlarda aşil mekanizmasının en kuvvetli bölümünü oluşturan tendoların köken aldığı G ve SDF kasının rupturunun gerçekleştiği vakalarda bildirilmiştir (102, 106, 107). Bu vakaların sağaltımında anahtar nokta, immobilizasyonun sağlanması olarak bildirilmiştir (102, 106-108). Yetişkin atlarda cerrahi müdahale yerine 4-6 hafta ve daha uzun sürelerde tavla istirahati, sonrasında da kademeli egzersiz ile sağaltım gerçekleştirilmiştir (108). Genç atlarda ayrıca alçı, splint ve internal implant uygulamalarının stabilizasyon için kullanılabilecek seçenekler arasında yer aldığı belirtilmiştir (101, 102, 104, 107).



Şekil-8. Tam ve kısmi aşil tendosu rupturu (www.vetsurgerycentral.com'dan).

Aşil tendosu rupturları değerlendirilirken mekanizmayı oluşturan tüm yapılar göz önünde bulundurulmalıdır. Meutstege (1993) geliştirdiği skorlandırma sisteminde aşil tendosunu oluşturan yapıların etkilenimlerini göz önünde tutmuş ve aşil tendosu hasarlarını üç ana derecede sınıflandırmıştır (109). Bu sınıflandırmada olgular; tip I: tendonun tam kopmaları, tip IIa: muskulotendinöz kopmalar, tip IIb: paratenonun sağlam olduğu tendo kopmaları, tip IIc: SDFT'un bütünlüğünü koruduğu GT rupturları, tip III: tendinositis ve / veya peritendinitis vakaları olarak gruplandırılmıştır (109) (Tablo-1). Aşil tendosu lezyonlarının derecelendirilmesi ayrıca problemin süresi dikkate alınarak yapılmaktadır. Zaman periyodları beşeri ve veteriner hekimlikte net olarak bildirilememiştir, ancak

olgular 48 saat ve öncesinde akut, 2-21. günler arası subakut, 3. haftanın sonrasında ise kronik olarak sınıflandırılabilir (109). Beşeri kaynaklarda ise, olgular, sıklıkla 4. hafta sonrasında kronik olarak adlandırılmaktadır (110, 111). Olgunun süresi sağaltım için kullanılacak yöntemi ve sağaltım sonrası süreci yakından ilgilendirir (110, 111). Örneğin; gecikilmiş bir olguda yoğun skar dokusu ve tendo uçları arasında oluşan boşluk sebebiyle, onarım erken sağaltıma göre daha zor olacaktır (111).

Tablo-1. Tendo hasarının derecelendirilmesi (Meutstege, 1993'den).

<b><i>Tip</i></b>	<b><i>Patoloji</i></b>	<b><i>Klinik Bulgular</i></b>
<b><i>I</i></b>	Tam Kopma	Plantigrad basış; palpe edilebilir tendo defekti
<b><i>IIa</i></b>	Muskulotendinöz Kopma	Art. tarsi'de artmış fleksiyon; kas tendo geçişinde yangı
<b><i>IIb</i></b>	Sağlam Paratenonlu Tendo Kopması	Art. tarsi'de artmış fleksiyon; palpe edilebilir paratenon gerginliği
<b><i>IIc</i></b>	Sağlam SDFT ile GT kopması	Art. tarsi'de artmış fleksiyon; parmaklarda artmış fleksiyon
<b><i>III</i></b>	Tendinosis ve/veya Peritendinitis	Normal basış; palpe edilebilir tendo kalınlaşması

Küt ve keskin travmaların dışında, insan ve köpeklerde aşil tendosu rupturunun calcaneus'un avulsiyon kırıkları, tekrar eden aşırı yüklenmeye bağlı oluşan kronik tendo hasarı, postmenopozal osteoporozis, egzersize bağlı hipertermi, yoğun kortikosteroid ve fluoroquinolon kullanımı ile şekillenebileceği bildirilmiştir (4, 67, 89, 91, 98, 112, 113). Fluoroquinolon yavrularda, magnezyumdan eksik diyetlerle beslenmede olduğu gibi, tendoların protein konsantrasyonlarında değişikliklere sebep olur. Enrofloxacin, tendo hücrelerinde ve kondrositlerde apoptozisi ve DNA fragmentasyonunu indükler (111, 113-115).

Beşeri ve veteriner hekimlikte aşil tendosu rupturunun tanısı; ağırlıklı olarak, klinik muayene sonrasında konulur. Klinik muayenede palpasyon kadar, duruş ve yürüyüşün dikkatle gözlenmesi de önem taşımaktadır (67, 110, 112, 116). Benzer bulguların mevcut olabildiği siyatik sinir felci, tarsal eklemin konjenital hiperfleksiyonu vb. durumlarda



ayırıcı tanı önemlidir (117). Olgularda sıklıkla aşil tendosunun yapısında bir kalınlaşma, ağrı ve hiperfleksiyon dikkat çeker (117, 118). Tüm yapının etkilendiği tam rupturlarda plantigrad basış, genu eklemde ekstensiyon ve tarsal eklemde hiperfleksiyon gözlenirken, kısmi rupturlarda tarsal eklemdeki hiperfleksiyonun şiddeti azalmaktadır (89, 112, 116, 117). SDFT'nun bütünlüğünü koruduğu olgularda ise; tarsal hiperfleksiyonun yanı sıra, genu eklemde fleksiyon ve tipik pençe görünümüne sebep olan falangeal fleksiyon mevcuttur (89, 91, 112, 116, 117). Akut tendo rupturlarında hastalar genelde ilgili eklem yük veremezken, kronik olgularda basışın tendo uzamasına bağlı plantigrad şekilde olduğu görülür. Kronik vakalarda hiperfleksiyonun dolayısıyla tendo uzamasının derecesi geçen süreyle doğru orantılıdır (117). Hasarlı aşil tendosunun palpasyonunda; tendo devamlılığının olmayışı ve bölgede kalınlaşma rastlanacak bulgulardır (89, 112, 117, 118). Bölgenin yangılı ve hematoma mevcut olduğu durumlarda tanının palpasyonla konulması zorlaşacaktır (110, 111, 119). Beşeri hekimlikte bu zorluğun aşılması amaçlı bazı klinik testler geliştirilmiştir (67, 110).

Radyoloji tendo hasarının tiplendirilmesinde sıklıkla kullanılan yardımcı bir tanı tekniğidir (112, 116). Kısmi ve tam rupturlarda tendo yapışma noktalarında kemik dokuya ilişkin bozukluklar ve akut olgularda yumuşak doku şişkinlikleri radyolojik olarak tespit edilmektedir (119). Calcaneus'ta oluşan avülsiyon kırıklarının tespitinde, standart craniocaudal ve mediolateral grafiler yeterli olmaktadır (117). Aynı pozisyonda alınan grafilerle GT rupturu sonrasında SDFT üzerine fazla yük binmesiyle kemiğe yapışma yerlerinde oluşabilecek proliferatif yapıların varlığı gözlemlenebilmektedir (91, 117).

Ultrasonografi; güvenilir, hassas, pahalı olmayan, tekrarlanabilir ve noninvazif bir tanı yöntemidir (111, 119, 120). Ayrıca aşil mekanizmasının tarsal eklemde değişik derecelerdeki fleksiyon ve ekstensiyonu ile dinamik değerlendirilmesine fırsat veren bir yöntemdir (111, 120). Tendo -fiber hasarı derecesinin ve bir ya da birden çok yapının hasar gördüğü durumlarda hasarın lokalizasyonunun belirlenmesinde etkili bir yöntemdir (117, 119). Ultrasonografik muayene ile tendo ekojenitesindeki değişiklikler, hemorajik alanlar, retrakte olmuş tendo uçları ve genişlemiş yangılı tendo bölümleri rahatlıkla tespit edilebilmektedir (119, 120). Klinik muayene ile tanı konulmasının zor olduğu, bölgesel şişkinlik ve hematoma bulunduğu yeni olgularda (119) ve travma üzerinden uzun zaman geçen olgularda (110), ultrasonografi uygulaması kolay ve sonuçları güvenilir bir yöntemdir. Tüm bu avantajlarına ilaveten ultrasonografi, tam ve kısmi aşil tendosu rupturlarının ayırıcı tanısında hem beşeri, hem de veteriner hekimlik alanlarında önemli bir

yer tutar (111, 119). Ayrıca iyileşme sürecinin gözlenmesi amacıyla da yardımcı olarak kullanılabilir (67, 110, 111).

MRI, aşil tendosu rupturlarının tanısında beşeri hekimlikte kullanılan ve kesin sonuç veren bir yöntemdir (67, 110, 111). Diğer tanı yöntemlerine kıyasla yumuşak dokuyla ilgili daha kesin bilgiler veren noninvazif bir uygulamadır (110, 111). Ancak veteriner hekimlikte uygulama sürecinin zorluğu, pahalı oluşu ve diğer yöntemlere ilave olarak çok az ek bilgi vermesi sebebiyle tercih edilen bir yöntem değildir (110, 111).

Aşil tendosu rupturlarının sağaltımında konservatif ve cerrahi olmak üzere iki ana sağaltım yöntemi mevcuttur (89). Kaynakların çoğunda GT'un dahil olduğu aşil tendosu rupturlarında, cerrahi sağaltım ve postoperatif immobilizasyon ağırlıkla tercih edilmektedir. GT'u rupturunda konservatif sağaltım, nüks ihtimalinin yüksek olması sebebiyle tercih edilmez (1, 89, 67, 91, 92, 112, 117). Ancak yapılan bir çalışmada, akut olguların (48 saate kadar) konservatif olarak başarıyla sağaltılabileceği bildirilmiştir (89). Yine birçok araştırmacı kısmi rupturların mevcut olduğu durumlarda konservatif sağaltımı, geçerli bir sağaltım seçeneği olarak değerlendirmiştir (91, 92, 112, 117). Konservatif sağaltım, çoğunlukla atelli ya da alçılı bandaj ile sağlanacak fiksasyon ve hareket kısıtlaması olarak uygulanmaktadır. Beşeri hekimlikte genel olarak genç ve aktif bireyler ile iyileşmenin geciktiği olgularda cerrahi sağaltım tercih edilirken, akut rupturların mevcut olduğu yaşlı bireylerde konservatif sağaltım tercih edilmektedir (67). Aşil tendosu rupturlarında sağaltımın temel amacı; tendonun tekrar normal anatomik boyutuna kavuşmasıdır, ki bu da konservatif sağaltım ile ulaşılması zor bir hedeftir (67, 89, 110, 111). Genel olarak cerrahi sağaltım; iyileşme dokusunun daha güçlü olması, nüks ihtimalinin ve uzun dönemde kas atrofisi, eklem problemleri gibi komplikasyonların oluşma olasılığının konservatif sağaltıma oranla daha düşük olması, kısacası daha iyi bir fonksiyonel sonuç elde edilmesi sebebiyle daha çok tercih edilen bir yöntemdir (67, 70, 92, 112, 117).

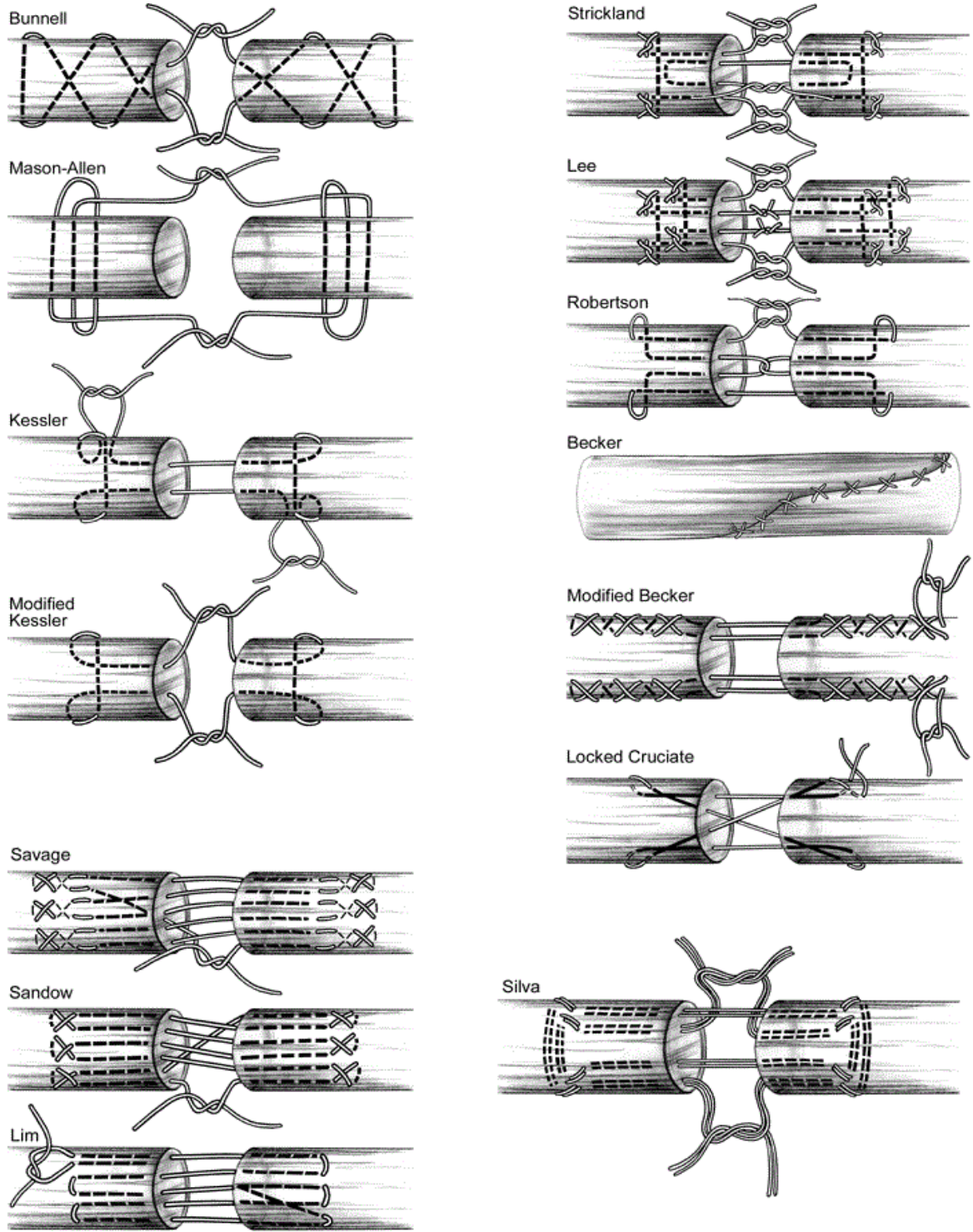
Cerrahi sağaltımda primer olarak kopmuş tendoların uç uca onarımı hedeflenir (112, 116, 121). Bu amaçla yapılan uygulamaları, erken dönemde onarım hattına yük binmesini engellemek ve sağlıklı bir iyileşme sağlamak için tibiotarsal eklem immobilizasyonu takip eder (112, 113, 116, 118, 122, 123). Cerrahi onarım sırasında tendo uçlarının debritleme iyi bir iyileşme için gereklidir (112, 117, 118), ayrıca başarılı bir onarım ile kemik dokudakine benzer direkt bir iyileşme ve revaskülarizasyon olduğu da düşünülmektedir (121). Akut olgularda mekanizmayı oluşturan tüm tendolar ayrı ayrı onarılabilir. Ancak gecikmiş durumlarda, tendonun retrakte olduğu ve yangının yoğun

olduğu olgularda bu işlem zordur (91, 112, 117). Tendoların ayrı ayrı belirlenemediği bu tip durumlarda, tendo tek bir yapı olarak onarılabılır (117). Beşeri hekimlikte sağaltım sonrasında adezyonların engellenmesi ve kayma hareketlerinin korunması için, tendo uçlarının pozisyonlandırılması ve paratenonun onarımı hususunda büyük bir hassasiyetle çalışılmaktadır. Veteriner hekimlikte ise; onarımlarda öncelikli amaç kayma fonksiyonunun kazandırılması değil, erken dönem gerilme dayanımının yüksek olmasıdır (89, 121). Ameliyat sonrası ilk 2-3 haftalık dönemde onarım hattının direnci, sadece uygulanan dikişlerle sağlanır (121). Bu nedenle veteriner sahadaki olgularda çoğunlukla emilmeyen dikiş materyalleri tercih edilir (117, 122). Ayrıca monofilament materyallerin tendo içerisinde kayması vasıtasıyla, multifilament ipliklere kıyasla kuvveti daha eşit dağıtacağı düşünülmektedir. Tel uygulamaları ise, dikiş işleminin zorluğu ve gerilme sonrasında dokuyu kesmesi sebebiyle tercih edilmemektedir (122).

Tendo rupturlarının sağaltımında birçok dikiş yöntemi geliştirilmiştir (Şekil-9). Bu yöntemler arasında en sık tercih edilenler basit ayrı, Kessler (Locking loop), Bunnell, Far-near-near-far, modifiye Krackow, Mason-Allen ve 3 Loop Pulley yöntemleridir (92, 116, 117, 121, 122, 124). Yapılan araştırmalar; Bunnell, 3 Loop Pulley, ve Kessler yöntemlerinin diğer dikiş tekniklerine kıyasla daha kuvvetli dayanım gücüne sahip olduklarını ortaya koymuştur (124). Ancak Bunnell tekniğinin, tendo üzerine uyguladığı basınç sebebiyle, vaskülarizasyon ve iyileşme üzerine olumsuz etkileri olduğu tespit edilmiştir (122, 124). 3 Loop Pulley yönteminin Kessler yöntemiyle kıyaslandığı çalışmalar ise, 3 Loop Pulley'in daha kuvvetli olduğunu, ancak Kessler dikişinin çoklu uygulamalarının da dayanım kuvvetini arttıracığını ortaya koymuştur (121, 124).

İnsan ve köpeklerde tendo rupturlarının sağaltımında daha çok 3 Loop Pulley ve Kessler dikiş yöntemleri tercih edilir. Aşıl tendosu avülsiyonlarının sağaltımında ise, calcaneus üzerine bir tünel açılarak gerçekleştirilen modifiye bir 3 Loop Pulley modeli (3), modifiye Krackow ve Kessler yöntemleri başarılı sonuçlar vermiştir (91, 92, 124). Bu tip olgularda distal tendonun calcaneus'tan gelen damarlar tarafından besleniyor olması nedeniyle, doğru ve stabil onarım iyileşme açısından hayati önem taşır (91, 113, 118).

Postoperatif 6 haftalık dönemde dikiş hattının korunması, önemli ve iyileşme açısından kritiktir. Bu dönemde onarım hattına uygulanacak güç, dikişlerin kopmasına ya da onarılan dokuda dikiş materyaline bağlı yırtıklar oluşmasına sebep olabilir (5). Yine erken dönemde tendoya binen yük, dikiş hattında boşluk oluşmasına yol açabilir. 3 mm ve üzerindeki boşluk oluşumlarında iyileşmenin belirgin derece etkilendiği bilinmektedir (125).



Şekil-9. Tendo dikiş teknikleri (Berger ve Weiss, 2004'den).

Postoperatif aşamada, özellikle de onarım hattının gerilme direncinin sadece uygulanan dikişlerle sağlandığı ilk 2-3 haftalık dönemde, sağaltımın başarısı açısından immobilizasyon önemle altı çizilen bir noktadır (121). İmmobilizasyon için transartiküler eksternal fiksasyon, calcaneo-tibial kemik vidaları, alçı, splint ve bandaj uygulamaları kullanılabilir (89, 91, 113, 116, 118, 123). Splint, alçı gibi eksternal desteklerin

istenmeyen bası yaralanmalarına sebep olduğu ve opere edilen sahaya ulaşımı kısıtladığı bilinen bir handikaptır (113, 116, 118, 126). Ayrıca özellikle büyük ırklarda bandajın; hasar, gevşeme ve kirlenme sebebiyle, sıklıkla tekrarlanmaya ihtiyaç duyulması da bir diğer dezavantajdır (113, 123, 126). Kranial yönde uygulanan yarım alçılar (113) ve PVC atelli bandajlar da alternatif fiksasyon sistemleridir. Bu yöntemlerin estetik, ucuz, kolay uygulanabilir ve yara hattına ulaşımı engellemiyor olması önemli bir avantaj sağlamıştır. Tibiotarsal eklem fiksasyonu için sıkça önerilen bir diğer yöntem ise; calcaneus'un plantar yüzeyinden kranial yönde tibia'nın distal gövdesine ilerletilen calcaneotibial vida uygulamasıdır (89, 91, 92, 113, 116, 123). Uygulama sonrası erken dönemde vidanın boşa çıkması karşılaşılabilen bir komplikasyondur ve ek bir alçı ya da bandaj desteği tavsiye edilmektedir (116, 118, 123). Uygulama için özel ortopedik ekipmana ihtiyaç duyulması ve implantın genel anestezi altında uzaklaştırılması göz önünde bulundurulması gereken bir husustur (116, 123).

Rijid bir fiksasyon için bir diğer alternatif ise, transartiküler eksternal fiksasyon (ESF) uygulamasıdır (89, 91, 113, 116, 118, 123, 127). Bu tekniğin geleneksel uygulaması eklem proksimal ve distaline tip II konfigürasyonunda yerleştirilecek en az ikişer pin ile gerçekleştirilirken (116, 123, 126, 127), son yıllarda bazı otörler biri tibia'da, diğeri calcaneus'ta iki adet pin uygulaması ve istenilen durumlarda da ek olarak metatarsuslar üzerine üçüncü bir pin konulması şeklinde uygulanacak daha az rijid, ancak daha kolay ve pratik bir ESF tekniğini önermişlerdir (116, 118). ESF tekniği rijid bir fiksasyon sağlar, yaraya ulaşımı engellemez ve uygulama sonrasında ekstensiyon derecesi tekrar ayarlanabilir (123, 126, 127). Yöntemin dezavantajı ise; estetik olmayan görünüm, pin dibi enfeksiyonu ve erken dönem pin gevşemeleri olarak sıralanabilir. Bu dezavantajlardan enfeksiyon ve gevşeme riski, özenli bakım ve Schanz pini kullanımı ile kısmen ortadan kaldırılabilmektedir (116, 123).

Kullanılan bu yöntemler arasında diğerlerine göre komplikasyon oranı, iyileşme süreci ve fonksiyonel etkileri açısından üstünlük taşıyan bir metodun varlığı ispatlanamamıştır (128). İmmobilizasyon süresinin uzatılmasının, fonksiyonel sonuç açısından bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Ancak uzamış immobilizasyon beraberinde eklem hasarlarını, kas ve tendolarda dejenerasyon ve atrofileri getirebilmektedir (67, 113, 126, 128, 129). Bazı araştırmacılar ortalama olarak asgari 6-10 hafta, en ideal sonuç için ise 16 haftalık bir süre için immobilizasyonun sağlanmasını tavsiye ederken (4, 128), veteriner hekimlik alanındaki diğer bazı otörler ise araştırmalar sonucunda 3-8 haftalık periyodun tendo iyileşmesi için yeterli olduğu kanısına varmışlardır (89, 92, 113, 117). Beşeri hekimlikte

son yıllarda erken dönemde kontrollü mobilizasyon ile eklem dejenerasyonlarının önlenmesi ve paralel kollajen dizilimi sağlanmıştır (67, 113). Bu mobilizasyon süreci; ameliyatı izleyen 72. saat sonrasında kısmi immobilizasyon sağlayan ekipmanlar ile, eklem pasif hareketlerini ve kontrollü germe kuvvetlerini içermektedir (89, 111, 113, 129, 130-132). Hayvan modelleri üzerinde yapılan çalışmalarda ise; kontrollü hareketlere fibroplazinin tamamlanmasından sonra, yani 14-21. günlerden sonra güvenle başlanabileceği bildirilmiştir (118). Veteriner hekimlik alanında, stabilizasyon amaçlı bandaj ve alçı uygulamalarının, kısmi bir harekete imkan vererek, rijid immobilizasyon ile oluşabilecek olumsuzlukların önüne geçebileceği düşünülmüştür (113). Köpeklerde yapılan bir çalışmada; ESF ile fiksasyon sonrası eklem yüzeyinde dejeneratif değişikliklerin varlığı tespit edilmiş, bu nedenle ESF uygulamalarının kısa süreler ile kısıtlanması önerilmiştir (118). Bununla beraber, ayarlanabilir ESF sistemleri kullanılarak, tarsotibial eklem dereceli olarak daraltılması ve yine bu yolla tendo üzerine binen yükün dereceli olarak artırılması ile daha hızlı bir iyileşme gözlenebilmektedir (1).

Cerrahi uygulamalar sonrasında karşılaşılabilecek major komplikasyonlar, calcaneo-tibial vida ve eksternal fiksasyon sonrası vida / pin uygulama yerlerinde kırıklar, osteomyelitis ve onarım başarısızlıklarıdır. Postoperatif immobilizasyon yöntemlerine ilişkin minor komplikasyonlar ise; alçı, splint ve bandaj yaralanmaları, yüzlek enfeksiyonlar ve devam eden tarsal hiperfleksiyon olarak sıralanabilir (4, 128).

Onarımın kuvvetini arttırmak ve postoperatif immobilizasyon süresini kısaltmak için birçok araştırmacı onarımın desteklenmesini önermiştir. Bu amaçla kemik plaklarının kullanımı gerçekleştirilmiş olup, ancak bu implantların uzaklaştırılması için 8-10. haftalarda ikinci bir cerrahi girişime ihtiyaç duyulmuştur (133). Karbonfiber ve polypropylene mesh gibi sentetik implantlar kullanılmış bunların da yabancı cisim reaksiyonunu tetiklediği gözlenmiştir (67, 111, 132). Ayrıca fascia lata, M. plantaris ve M. gastrocnemius'un fascia'ları, M. peroneus brevis veya longus'un tendosu ile M. flexor hallicus longus'un transplantasyonu otojen greft uygulaması olarak gerçekleştirilmiştir (89, 111, 118, 134). Debritman alanının geniş tutulduğu kronik olgularda ve tendo defektinin büyük olduğu durumlarda, otojen greft uygulamalarından başarılı sonuçlar elde edilmiştir (89, 118). Yine onarıma destek amaçlı allojenik greft olarak domuz ince bağırsak mukozası ve hücresiz insan dermal doku matriksi kullanılmıştır. Hem allojenik, hem de otojenik greftlerde dokular hızlı bir şekilde gerilemiş ve materyal ne olursa olsun tendo onarımı için bölgesel hücrelere ihtiyaç duyulmuştur (135, 136). Şu ana kadar hiçbir uygulamanın diğerlerine oranla üstünlüğü kanıtlanamamıştır (67).

Aşil tendosu rupturlarında prognoz pet olarak beslenen köpekler için iyi ile mükemmel arasında değerlendirilmiş (1, 128, 133), ancak çalışan ve sporcu köpeklerde sağaltım sonrası sonuçlar beklentileri karşılayamamıştır (133). Yalnızca bir çalışmada, görev köpeklerinin % 71 oranında iyi ile mükemmel arası derecelerde fonksiyonel iyileşme ile görevlerini devam ettirdikleri bildirilmiştir (4). Genel anlamda iyileşme her ne kadar başarılı şekilde sonuçlansa da, skar dokusu oluşumu ve tendonun kayma fonksiyonunu kaybetmesi ardından zorlayıcı aktiviteler sonrası klinik sonuç tatmin edici olmayabilir (117, 118).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu (HADYEK)'nin 10.05.2011 tarih ve 2011-05/04 nolu kararı ile Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Denekler, U.Ü. Deney Hayvanları Yetiştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir. Operatif ve postoperatif uygulamalar U.Ü. Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Küçük Hayvan Cerrahi Kliniğinde gerçekleştirilmiştir (Şekil-10).



Şekil-10. (a) Operasyon salonu; (b) Postoperatif uygulama odası.

Denek olarak kullanılacak tavşanlar, ortama uyumun sağlanması için operasyondan 3 gün önce fakültemiz Deney Hayvanları Ünitesi'ne getirilerek standart ebatlardaki kafeslere, her kafese bir tavşan düşecek şekilde yerleştirilmiş ve çalışma süresince bu üniteye hospitalize edilmiştir (Şekil-11). Günün 12 saati aydınlık, 12 saati karanlık, ortam ısısı  $19 \pm 1$  °C, nemi ise  $\%55 \pm 10$  olarak ayarlanmıştır. Deneklerin beslenmesinde günlük 160 gr standart tavşan pelet yemi (Ankara Yem; Ankara, Türkiye) ve ad libitum su kullanılmıştır. Toplam 54 adet tavşan 6 gruba ayrılmış, 1. ve 2. grupta 3'er, 3., 4., 5., ve 6. gruplarda ise 12'şer denek yer almıştır.





Şekil-11. Yeni Zelanda ırkı tavşanlar ve hospitalizasyon kafesleri.

**GEREÇ:**

Denek olarak 54 adet, her biri ortalama 3000-3500 gr ağırlığında, 8 aylık, dişi, Yeni Zelanda ırkı tavşan kullanılmıştır. Dikiş materyali olarak 5/0 Polypropylene (Prodek®),

Sutures Lmted., UK), 4/0 polyglactin 910 (Vicryl<sup>®</sup>, Johnson and Johnson, USA) ve 4/0 ipek (Silk, Jinhuan Medical Products Co., PRC) iplik kullanılmıştır. Ameliyatlar, rutin küçük hayvan yumuşak doku ameliyat seti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Postoperatif dönemde, PVC atel kullanılarak yapılan bandajlar ile bölgenin stabilizasyonu sağlanmıştır. Histopatolojik değerlendirme sürecinde RM 2155 model mikrotom (Leica, Wetzlar, Almanya), U-D03 model Olympus marka mikroskop (Tokyo, Japonya) ve Harris Hematoksilen ve Eozin (Merck, New Jersey, NJ, ABD) boya kullanılmıştır. Biyomekanik değerlendirme için Instron 4301 cihazından, biyoistatistiksel değerlendirmeler için ise Sigma Plot 12.1 programından yararlanılmıştır.

## **YÖNTEM:**

### **Preoperatif Hazırlık**

Ameliyattan bir gün önce tüm denekler aç bırakıldı. 3., 4., 5. ve 6. gruplara cerrahi uygulamalardan yarım saat önce profilaksi amacıyla 25 mg/kg Cephazolin sodium (Cefozin<sup>®</sup>, Bilim; İstanbul) intramusküler (i.m.) olarak uygulandı. Aynı gruplarda uygulamaların yapılacağı sağ arka ekstremiteler, 1. ve 2. gruplarda ise her iki ekstremitte, proksimalde Art. genu, distalde Art. tarsi'yi içine alacak şekilde tıraş edildi.

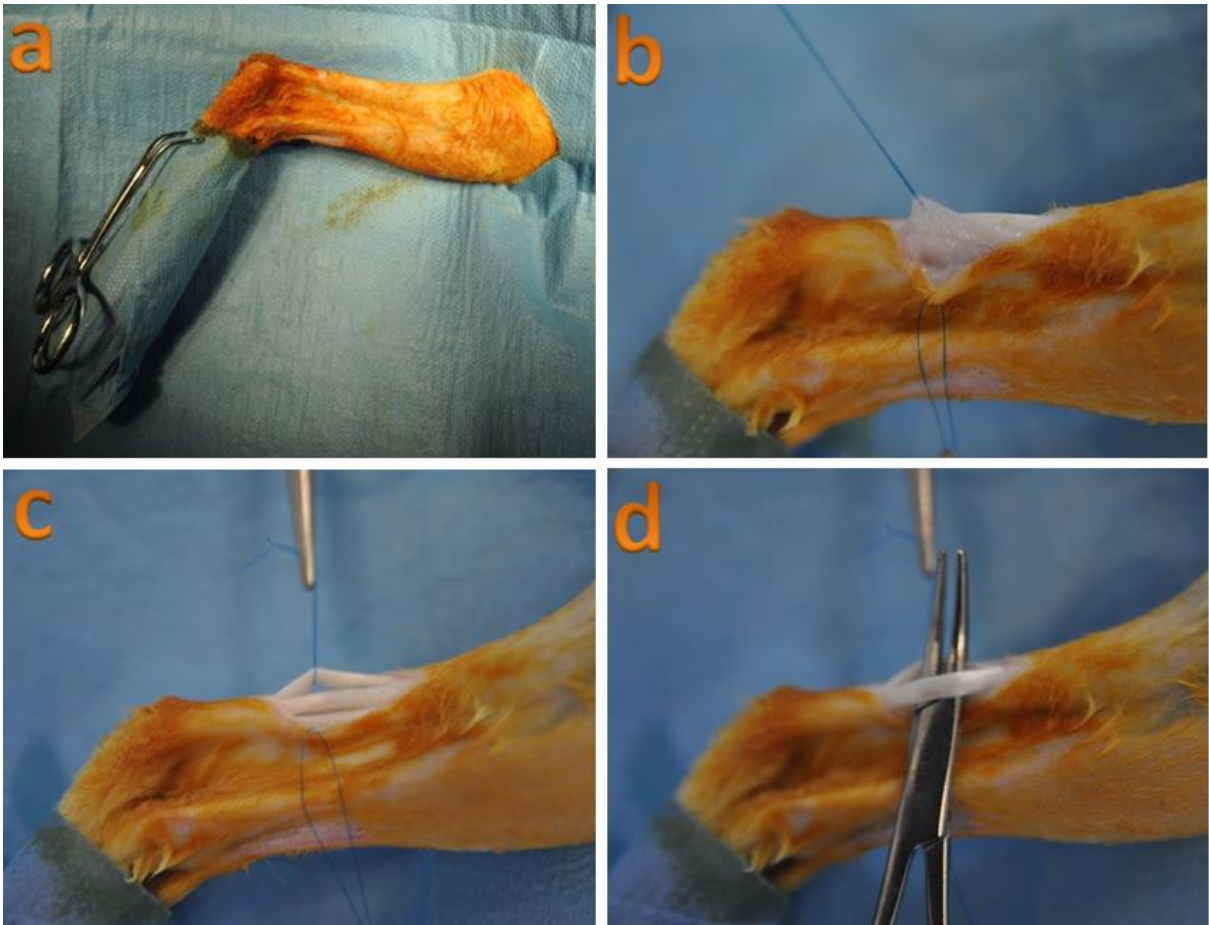
### **Anestezi**

Sedasyon amacıyla 5 mg/kg i.m. Xylazine hydrochlorure (Alfazyne<sup>®</sup>, % 2, Alfasan International B.V., Woerden, Hollanda), anestezinin induksiyonu için 40 mg/kg i.m. Ketamine hydrochlorure (Alfamine<sup>®</sup>, % 10, Alfasan International B.V., Woerden, Hollanda) uygulandı. V. auricularis'ten 26 gauge anjiyotet kullanılarak damar yolu açıldı ve anestezinin idamesi ketamin-diazepam (Diazem<sup>®</sup>, Deva Holding A.Ş., Kocaeli, Türkiye) kombinasyonu ile sağlandı. Aneljezi amacıyla tek doz 4 mg/kg intravenöz (i.v.) carprofen (Rimadyl<sup>®</sup>, Pfizer Inc., Zaventem, Belçika) uygulandı.

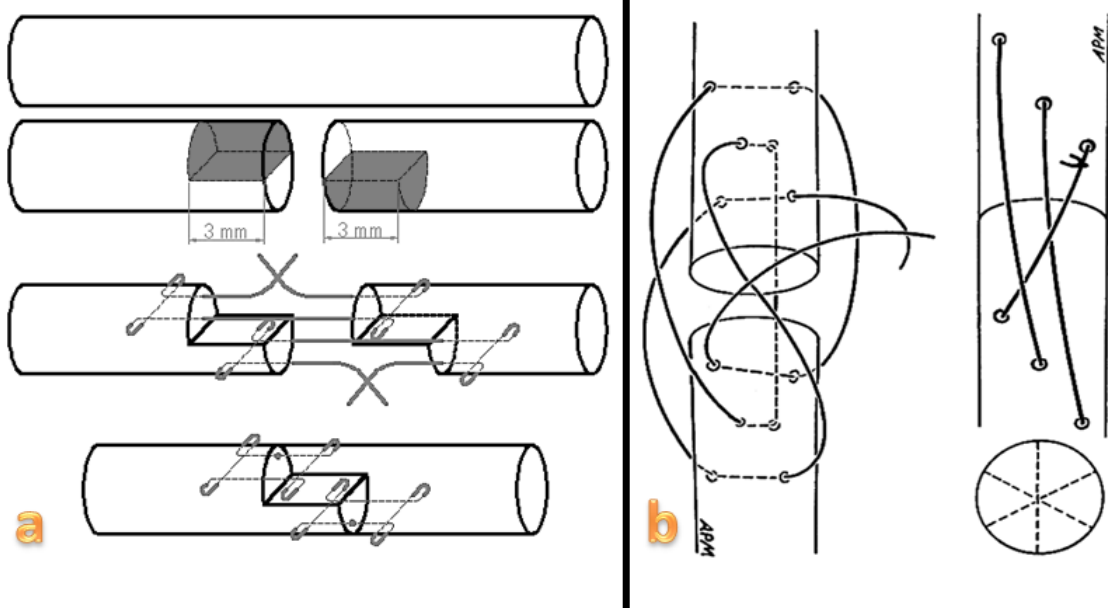
### **Ameliyat Tekniği**

Denekler lateral pozisyonda ameliyat masasına alındıktan sonra, ameliyat bölgesi 1/1000'lik Benzalkonium chloride (Zefiran Forte<sup>®</sup>, İlsan-İltaş AŞ, Kocaeli, Türkiye) ve povidone-iodine solüsyonları (Betadine<sup>®</sup>, Kansuk, İstanbul, Türkiye) ile dezenfekte edildi. Bu işlemi takiben ameliyat bölgesi steril serviyetler ile sınırlandırıldı (Şekil-12a). Aşıl tendosunun calcaneus'a yapışma yerinin 1 cm proksimalinden başlayarak, uzunlamasına eksene paralel ve proksimal yönde, ekstremitenin kaudal yüzeyine 3 cm'lik düz bir

ensizyon yapıldı. Derialtı bağdoku ve tendo kılıfı ensize edilerek aşıl tendosuna ulaşıldı (Şekil-12 b, c, d). Aşıl kompleksi içinde yer alan Gastrocnemius tendosu, 1., 3. ve 5. gruplarda 10 numara bistüri ile calcaneus'a yapışma yerinin 2 cm proksimalinden transversal olarak ensize edildi, diğer tendolar sağlam bırakıldı . 2., 4. ve 6. gruplarda ise, bu kesinin sonrasında proksimal ve distal uçlarda 3 mm'lik parçalar çıkarılarak, ensizyon yüzeylerine basamaklı bir şekil verildi (Şekil-13a). 1., 3. ve 5. gruplar 3 Loop Pulley (3LP) tekniği ile, 2., 4. ve 6. gruplar ise temas yüzeyi arttırılmış modifiye Kessler (TYAK) tekniği ile 5/0 polypropylene iplik kullanılarak onarıldı (Şekil-13 a, b). Lokal rifamisin (Rif® ampul, 250 mg, Koçak Farma İlaç ve Kimya Sanayi A.Ş., İstanbul, Türkiye) uygulaması yapıldıktan sonra, paratenon 4/0 polyglactin 910 kullanılarak dikildi. Deri ise, basit ayrı dikişler ile 4/0 ipek iplik ile kapatıldı. Dikiş hattı üzerine Betadine® uygulandıktan sonra, ekstremiteler diz eklemi fleksiyonda ve tarsal eklem ekstensiyon konumunda olacak şekilde, PVC atel kullanılarak bandaja alındı (Şekil-14).



Şekil-12. (a) bölgenin sınırlandırılması; (b) deri ensizyonu; (c-d) aşıl tendosunun diseksiyonu.



Şekil-13. (a) TYAK yöntemi ile tendo onarımı (Bulut, 2007'den); (b) 3LP tekniği ile tendo onarımı (Moores, 2004'den).

### Post Operatif Dönem

1. ve 2. gruplara ameliyatın hemen sonrasında ötenazi uygulandı ve tendoların biyomekanik değerlendirilmesi yapıldı. 3., 4., 5., ve 6. gruplarda ise ameliyat sonrası antibiyotik uygulaması 3 kez daha tekrarlandı. Üçüncü ve 7. günlerde bandaj bozulmadan yara hattı üzerinde açılan pencereden dikiş hattı kontrol edildi. Onuncu günde genel anestezi altında bandajlar açılarak, yara kontrolü gerçekleştirildi ve dikişler alındı. Bu işlem sonrası bandajlar yenilendi ve ameliyat sonrası 3. haftaya kadar korundu. Bu süre sonrasında bandajlar uzaklaştırıldı ve deneklerin kafeslerinde serbest halde hareketlerine izin verildi. Dördüncü haftada 3. ve 4. gruplar sakrifiye edilirken, 5. ve 6. grupların değerlendirmeleri 8. hafta sonunda gerçekleştirildi.





Şekil-14. Postoperatif bandaj uygulaması.

### **Gruplar:**

Her bir grubun işlemleri, aynı gün içerisinde gerçekleştirildi. Tüm gruplarda cerrahi uygulamalar, aynı cerrah tarafından gerçekleştirildi.

#### **Grup 1**

**Yöntem: 3 Loop Pulley Tekniği**

**Değerlendirme: 0. Gün**

**n: 6**

Toplam 6 deneğin sağ ekstremitelerine ait GT üzerinde 3 Loop Pulley tekniği ile onarım gerçekleştirildi. İntraoperatif ötenazi uygulanan deneklerin sağ arka ekstremiteleri diz ekleminde dezartiküle edildikten sonra tendoları çıkarıldı. Tendoların sadece biyomekanik değerlendirilmesi yapıldı ve bunun için germe testi uygulandı.

#### **Grup 2**

**Yöntem: Temas Yüzeyi Arttırılmış Kessler Tekniği**

**Değerlendirme: 0. Gün**

**n: 6**

Grup 1’de kullanılan 6 deneğin sol GT üzerinde temas yüzeyi arttırılmış Kessler tekniği ile onarım gerçekleştirildi. İntraoperatif ötenazi uygulanan deneklerin sol arka ekstremiteleri diz ekleminde dezartiküle edildikten sonra

tendoları çıkarıldı. Germe testi ile tendoların biyomekanik değerlendirilmesi gerçekleştirildi.

### **Grup 3**

**Yöntem: 3 Loop Pulley Tekniği**

**Değerlendirme: 4. Hafta**

**n: 12 (6+6)**

Toplam 12 deneğin sağ GT üzerinde 3LP tekniği ile onarım gerçekleştirildi. Ameliyat sonrası 3. haftaya kadar bandaj altında tutulan deneklere, 4. hafta sonunda ötenazi uygulandı. Deneklerin arka ekstremitelemi diz ekleminden dezartiküle edildikten sonra, tendoları çıkarıldı. Tendoların makroskopik incelemesi yapıldıktan sonra, 6 denekte onarım yapılmış tendo ve karşıt ekstremiteye ait sağlam tendo (kontrol grubu olarak) biyomekanik değerlendirme için germe testine tabi tutuldu. Diğer 6 deneğe ait onarımı gerçekleştirilen tendoda ise; histopatolojik değerlendirme yapıldı.

### **Grup 4**

**Yöntem: Temas Yüzeyi Arttırılmış Kessler Tekniği**

**Değerlendirme: 4. Hafta**

**n: 12 (6+6)**

Toplam 12 deneğin sağ GT üzerinde TYAK tekniği ile onarım gerçekleştirildi. Postoperatif 3. haftaya kadar bandaj uygulanan denekler, 4. hafta sonunda ötenazi edildi. Arka ekstremitelemi diz ekleminden dezartiküle edilerek, işlem yapılan tendolar çıkarıldı. Makroskopik incelemeyi takiben, 6 denekte onarım yapılmış tendo ve karşıt ekstremiteye ait sağlam tendo (kontrol grubu olarak) biyomekaniksel değerlendirme için germe testine tabi tutuldu. Diğer 6 deneğe ait onarımı gerçekleştirilen GT'da ise, histopatolojik inceleme yapıldı.

### **Grup 5**

**Yöntem: 3 Loop Pulley Tekniği**

**Değerlendirme: 8. Hafta**

**n: 12 (6+6)**

Toplam 12 deneğin sağ GT üzerinde 3LP tekniği ile onarım gerçekleştirildi. Ameliyat sonrası 3. haftaya kadar bandaj altında tutulan deneklere, 8. hafta sonunda ötenazi uygulandı. Deneklerin arka ekstremitelemi diz ekleminden dezartiküle edildikten sonra, tendolar çıkarıldı ve makroskopik inceleme yapıldı. Altı denekte onarım yapılmış tendo ve karşıt ekstremiteye ait sağlam tendo (kontrol grubu

olarak) biyomekaniksel değerlendirme için germe testine tabi tutulurken, diğer 6 deneğe ait onarımı geręekleřtirilen tendoda ise, histopatolojik değerlendirme yapıldı.

### **Grup 6**

**Yöntem: Temas Uüzeyi Arttırılmış Kessler Tekniği**

**Değerlendirme: 8. Hafta**

**n: 12 (6+6)**

Toplam 12 deneğin sağ GT üzerinde TYAK tekniği ile onarım geręekleřtirilip, postoperatif 3. haftaya kadar ekstremiteye bandaj uygulandı. Deneklere 8. hafta sonunda ötenazi edilerek, arka ekstremiteleri diz ekleminden dezartiküle edildi ve tendoları çıkarıldı. Tendoların makroskopik incelemesi yapıldıktan sonra, 6 denekte onarım yapılmış tendo ve karşıt ekstremiteye ait sağlam tendo (kontrol grubu olarak) biyomekaniksel olarak değerlendirilirken, diğer 6 deneğe ait onarımı geręekleřtirilen tendoda ise histopatolojik inceleme yapıldı.

### **Kontrol Grubu**

**Değerlendirme: 4. Hafta**

**n: 12 (6+6)**

**Değerlendirme: 8. Hafta**

**n: 12 (6+6)**

Grup 3, 4, 5 ve 6'yı oluşturan deneklerin uygulama geręekleřtirilmeyen sağlıklı sol arka ekstremiteleri diz ekleminden dezartiküle edildi ve GT'ları biyomekaniksel değerlendirme için germe testine tabi tutuldu.

### **Değerlendirme:**

Bölgeye, operasyon hattından tekrar yaklaşılarak aşıl tendosu açığa çıkarıldı. Tendo, proksimalden ve distalden en fazla uzunluk elde edilecek şekilde rezeke edildi (şekil-15).



Şekil-15. Postoperatif değerlendirme için bölgeye yaklaşım ve rezeke edilmiş tendolar.

Onarım yapılan bölgede tendo, olası adezyonlar ve kopmalar açısından değerlendirildi. Adezyonların makroskopik açıdan değerlendirilmesi, Jin-bo ve ark.'larının (137) geliştirdiği “3 puan-derecelendirme” sistemi ile gerçekleştirildi. Olguların puanlandırılması Tablo-2, derecelendirilmesi de Tablo-3’de detaylandırılmıştır.

Tablo-2. Adezyon oluşumunun makroskopik değerlendirilmesinde puanlama sistemi.

Adezyonun Özelliği	Puan			
	0	1	2	3
<b>Uzunluk</b>	Yok	< 5 mm	5-10 mm	>10 mm
<b>Yoğunluk ve Hareket Kabiliyeti</b>	Normal	Gevşek, Elastik, Çok Hareketli	Orta Derecede Yoğun, Hareketli	Rijid, Yoğun, Hareketsiz



Tablo-3. Adezyonun derecelendirilmesi.

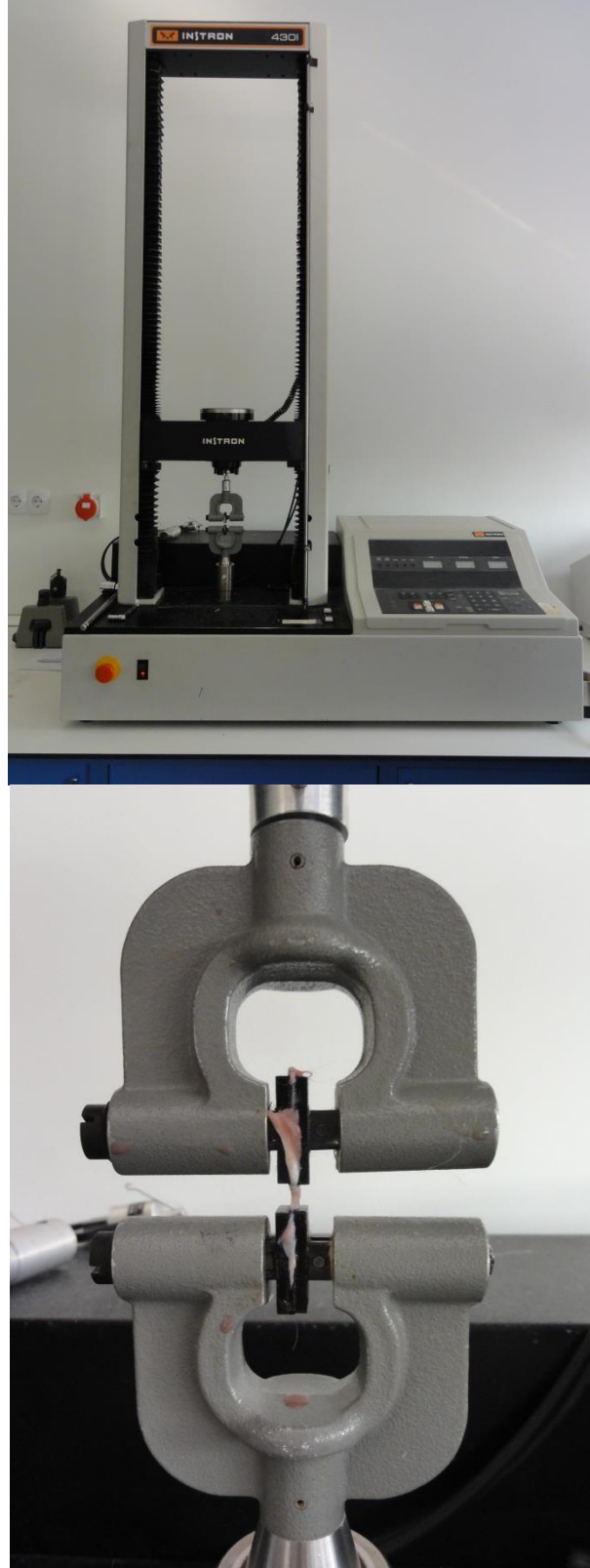
<b>Adezyonun Derecesi</b>	<b>Toplam Puan</b>
<i>Adezyon yok</i>	0
<i>Hafif derecede adezyon</i>	1,2
<i>Orta derecede adezyon</i>	3,4
<i>İleri derecede adezyon</i>	5,6

### **Biyomekaniksel Değerlendirme**

Biyomekaniksel incelemeler; Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Fizik Laboratuvarı'nda, ötenazinin hemen sonrasında materyal bekletilmeden yapıldı. Rezeksiyonu yapılan tendoların proksimal ve distal uçları Instron 4301 cihazının klemplerine yerleştirildi. Tendolarda germe işlemi, 20 mm/dk sabit hızda gerçekleştirildi. İki mm'lik boşluk oluştuğu ve tam kopmanın gerçekleştiği andaki kuvvetler Newton (N) cinsinden belirlenerek kaydedildi (Şekil-16).

Yapılan biyomekaniksel değerlendirmeler sonucunda, grup I ve grup II'de iki farklı yöntem ile onarılmış aynı deneğe ait karşılıklı tendoların kopma kuvvetleri Newton (N) cinsinden ölçüldü. Grup III, IV, V ve VI'da ise onarımı yapılan ve karşı ekstremitedeki sağlam tendoların (kontrol grubu) kopma kuvvetleri ölçüldü. Ölçülen kuvvetler karşı normal tendoun kopma kuvvetinin yüzdesi olarak hesaplandı. Gruplar karşılaştırılırken daha objektif sonuçlar elde edileceği düşünülerek, bu yüzde değerleri de kullanıldı.

Germe testi sonrası elde edilen tüm veriler normalite testinden (Shapiro-Wilk) geçti. Gruplar ikili olarak t-test kullanılarak değerlendirildi. Yöntemler baz alınarak yapılan üçlü karşılaştırmalarda ise One Way Anova testinden yararlanıldı.



**Şekil-16. Instron 4301 cihazı ve tendolara uygulanan germe testi.**

## **Histopatolojik Değerlendirme**

### **1. Dokuların Tesbiti ve İşlenmesi**

Alınan tüm tendo örneklerinden, dikiş alanı ortada kalacak şekilde kesitler alındı ve bu kesitler kasete konarak, % 10'luk tamponlu formaldehit içerisine yerleştirildi. Üç günlük tespit sonrasında dokular bir gece akar suda yıkandı; ardından birer saat 70°, 80°, 90° ve 100°'lik alkolde dokuların suyu giderildi. Xylol 1 ve 2 solüsyonlarında birer saat bekletildikten sonra, kasetler 56 °C'ye ısıtılmış etüvdeki parafin 1 ve 2'de birer saat tutuldu ve ardından bloklama işlemi yapıldı. Bloklanan dokulardan RM 2155 model mikrotomda (Leica, Wetzlar, Almanya) 5 µm kalınlığında kesitler alındı ve lama çekildi.

### **2. Hematoksilen-Eozin Boyama Yöntemi**

Lamlar köprüye yerleştirildikten sonra, sırası ile 3'er dk süre ile seri halde 3 kez Xylol'de bekletilerek parafin uzaklaştırıldı.\* Lamlar 3'er dk süre ile 100°, 90°, 80° ve 70°'lik alkollerde rehidre edildi. Distile suda yıkandıktan sonra, 10 dk Harris hematoksilen'de (Merck, New Jersey, NJ, ABD) hücre çekirdeklerinin mor renk alması sağlandı. Akar suda yıkanarak hematoksilen'in fazlası uzaklaştırıldıktan sonra, lamlar 10'ar sn asit alkol ve amonyaklı sudan geçirilerek dokular mavileştirildi. Lamlar eozinde (Merck) 5 dk bekletilerek, hücre sitoplazmalarının pembe renk alması sağlandı. Daha sonra lamlar akar suda yıkanarak Eozin'in fazlası uzaklaştırıldı. Preparatlar 70°'lik alkolde 5 sn, 80° ve 90°'lik alkolde 1'er dk ve iki ayrı 100°'lik alkolde 3'er dk bekletildikten sonra havada kurutuldu. Kuruyan preparatlar 3'er dk süre ile seri halde 3 kez Xylol'den geçirilerek parlatıldıktan sonra, lamların üzerine Entellan (Merck) damlatılarak dokular lamel ile kapatıldı.

### **3. Preparatların İncelenmesi**

Tüm mikroskopik incelemeler ve fotoğraf çekimleri U-D03 model Olympus marka mikroskopta (Tokyo, Japonya) yapıldı. İncelemeler, patolog araştırmacı (İTC) hangi gruba ait dokuyu değerlendirdiğini bilmeden gerçekleştirildi.

### **4. Kesitlerin Değerlendirilmesi**

Tendo kesitlerinin değerlendirilmesinde; daha önce başka bir çalışmada (138) kullanılabenzer bir yöntem adapte edilerek kullanıldı. İyileşmenin değerlendirilmesinde kriter olarak; ekstrasellüler matriksin yapısı, hücre zenginliği / hücre-matriks oranı, hücrelerin yönlerindeki düzenlilik, hücrelerin dağılımı, hücre çekirdeğinin morfolojisi, tamir dokusunun organizasyonu, defektli alandan normal dokuya geçiş, nedbe dokusunun yapısı, dejeneratif değişiklikler/dokuda metaplazi, defekt bölgesindeki vaskülarizasyon ve

yangı gibi parametreler kullanıldı. Kullanılan parametreler ve bunların puanlandırılması Tablo-4’de sunulmaktadır.

**Tablo-4.** Tendo iyileşmesinin histopatolojik olarak değerlendirilmesinde kullanılan kriterler ve bunların puanlanması.

<b>Histopatolojik Değerlendirme Kriteri</b>		<b>Puan</b>
Ekstrasellüler matriksin yapısı		
	Dalgalı, kompakt ve paralel olarak uzanan kollajen lifleri	2
	Kısmen kompakt, kısmen gevşek veya düzensiz	1
	Gevşek yapıda, düzensiz (granulasyon dokusu)	0
Hücre zenginliği / hücre-matriks oranı		
	Normal histolojik	2
	Lokal olarak artmış hücre yoğunluğu	1
	Artmış hücre yoğunluğu ya da azalmış ekstrasellüler matriks	0
Hücrelerin yönlerindeki düzen		
	Hücreler aynı yönlü	2
	Hücrelerin % 10-50’si düzensiz	1
	Hücrelerin % 50’den fazlası düzensiz	0
Hücrelerin dağılımı		
	Homojen, fizyolojik	1
	Hücre yoğunluğunun arttığı fokal alanlar	0
Hücre çekirdeğinin morfolojisi		
	Çoğunlukla uzun, heterokromatik hücre çekirdeği	2
	Hücrelerin % 10-30’u büyük, oval, ökromatik ya da polimorf heterokromatik çekirdeğe sahip	1
	Çoğunlukla büyük, oval ökromatik ya da polimorf, heterokromatik çekirdeğe sahip	0
Tamir dokusunun organizasyonu		
	Homojen (tüm doku benzer kompozisyona sahip)	2
	Lokal olarak heterojen doku yapısı	1
	Tüm dokunun yapısı tamamen değişmiş	0
Defektli alandan normal dokuya geçiş		
	Geçiş entegre olmuş, belirgin boşluklar yok	2
	Belirgin geçiş bölgesi	1
	Ani geçiş, belirgin yarıklar, nedbe dokusu	0

Nedbe dokusunun yapısı		
	Normal, sadece defekt bölgesinde, lokal olarak sınırlı	1
	Belirgin, tüm tendoda değişme, kalınlaşma	0
Dejeneratif değişiklikler/dokuda metaplazi		
	Yok	3
	Orta derecede ödem	2
	Şiddetli ödem, dikiş iplikleri ve hücre artıkları, boşluklar	1
	Bölgede kıkırdak ya da kemik gelişimi	0
Defekt bölgesindeki vaskülarizasyon		
	Hipovaskülarize, çevredeki tendoya benziyor (küçük kapillarlar)	2
	Hipervaskülarize (artmış sayıda küçük ya da büyük kapillarlar)	0
Yangı		
	Yangı hücreleri yok	1
	Yangı hücreleri var (nötrofil, makrofaj, yabancı cisim dev hücreleri)	0

### İstatistiksel Analiz:

Çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin analizleri için Sigma Plot 12.1 programı kullanıldı. Tendo iyileşme hattında 2 mm aralık ve tam kopmanın olduğu değerler; ortalama, standart sapma ve yalın değerleriyle birlikte verildi, ayrıca yüzdesel oranlar halinde değerlendirildi. Bu değerlerin gruplar arası karşılaştırmasında parametrik testlerden t-test ve One Way Anova testi kullanıldı. Histopatolojik inceleme sonrası elde edilen bulgular tüm gruplar arasında yine t-test ile değerlendirildi. P değerinin 0.05'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

### İntraoperatif ve Postoperatif Bulgular

Postoperatif süreçte 4. ve 8. haftalarda operasyon hattından tekrar yaklaşılarak açığa çıkarılan aşıl tendolarından hiçbirinde kopma tespit edilmedi. Yapışmalar açısından Jin-bo ve ark.'larının (137) geliştirdiği sistem ile değerlendirilen tendolarda; Grup III ve V'de yani 3LP yönteminde yapışma derecesinin, Grup IV ve VI'ya yani TYAK tekniğine kıyasla belirgin derecede daha minimal olduğu tespit edildi (Tablo-5). Grup III ve IV ( $p=0,021$ ) ile V ve VI ( $p=0,013$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlendi.

Tablo-5. Adezyon değerlendirilmesi.

Çalışma No	Grup III (3LP-4.hafta)			Grup IV (TYAK-4.hafta)			Grup V (3LP-8.hafta)			Grup VI (TYAK-8.hafta)		
	Uzunluk	Yoğunluk ve Hareket	Toplam	Uzunluk	Yoğunluk ve Hareket	Toplam	Uzunluk	Yoğunluk ve Hareket	Toplam	Uzunluk	Yoğunluk ve Hareket	Toplam
1	2	1	3	2	1	3	1	2	3	2	1	3
2	1	1	2	3	2	5	0	1	1	1	1	2
3	1	2	3	3	1	4	1	1	2	2	2	4
4	0	0	0	2	1	3	0	0	0	2	1	3
5	2	1	3	3	2	5	1	1	2	2	2	4
6	1	2	3	3	1	4	2	1	3	2	2	4
<b>Ortalama</b>	<b>2,33<sup>†</sup></b>		<b>Ortalama</b>	<b>4,00<sup>‡</sup></b>		<b>Ortalama</b>	<b>1,83<sup>†</sup></b>		<b>Ortalama</b>	<b>3,33<sup>‡</sup></b>		

Not: †,‡ aynı satırdaki farklı üst indisler istatistiki anlamlı farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Ameliyat süreleri değerlendirildiğinde ise; 3LP yöntemi ile gerçekleştirilen onarım sürecinin, TYAK yöntemine göre daha kısa olduğu ortaya kondu ( $p=0,001$ ) (Tablo-6).

Tablo-6. Ortalama uygulama süreleri.

	3-Loop Pulley	Temas Yüzeyi Arttırılmış Kessler
<b>Süre</b>	276 sn <sup>†</sup>	369 sn <sup>†</sup>

Not: †, aynı satırdaki farklı üst indisler istatistiki anlamlı farkı göstermektedir ( $p<0,01$ ).

## Biyomekaniksel Bulgular

Grup I ve grup II'deki tendoların germe testi ölçüm sonuçları Tablo-7'de belirtildi. Çalışmanın in vitro olarak gerçekleştirilen bu ayağında, kopma değerleri açısından iki yöntem arasında anlamlı bir istatistiksel fark bulunmazken ( $p=0,096$ ), onarım bölgesinde 2 mm aralık oluşmasına sebep olan değerlerde istatistiksel açıdan anlamlı fark tespit edildi ( $p=0,001$ ).

Tablo-7. Grup I ve II'ye ait (a) 2 mm aralık ve (b) tam kopma değerleri.

No	2 mm aralık değeri (Newton)		Tam kopma değeri (Newton)	
	Grup I (3LP-0. gün)	Grup II (TYAK-0. gün)	Grup I (3LP-0. gün)	Grup II (TYAK-0. gün)
1	8,03	6,34	9,47	8,55
2	7,65	6,49	9,46	9,08
3	7,42	6,72	8,25	7,91
4	7,19	5,37	9,27	8,06
5	8,07	6,32	10,26	8,97
6	6,76	5,52	8,07	7,63
Ort	$7,52 \pm 0,206^{\ddagger}$	$6,12 \pm 0,224^{\ddagger}$	$9,13 \pm 0,388$	$8,36 \pm 0,242$

Not: †,‡ aynı satırdaki farklı üst indisler istatistiki anlamlı farkı göstermektedir ( $p=0,001$ ).

Grup III ve IV'de (Tablo-8) de 2 mm aralık oluşturan kuvvet değerlerindeki anlamlı farklılık ( $p=0,026$ ), kopma değerleri arasında görülmedi ( $p=0,239$ ).

Tablo-8. Grup III ve IV'e ait (a) 2 mm aralık ve (b) tam kopma değerleri.

No	2 mm aralık değeri (Newton)		Tam kopma değeri (Newton)	
	Grup III (3LP-4. hafta)	Grup IV (TYAK-4. hafta)	Grup III (3LP-4. hafta)	Grup IV (TYAK-4. hafta)
1	13,33	12,76	15,30	16,25
2	14,44	12,95	16,88	18,03
3	15,23	13,21	18,41	17,80
4	13,76	12,37	17,27	17,73
5	13,61	13,48	17,39	18,21
6	15,06	14,19	16,65	17,68
Ort.	$14,12 \pm 0,324^{\ddagger}$	$13,16 \pm 0,258^{\ddagger}$	$16,98 \pm 0,418$	$17,61 \pm 0,285$

Not: †,‡ aynı satırdaki farklı üst indisler istatistiki anlamlı farkı göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Grup V ve VI'nin değerlendirilmesinde; 2 mm aralık değerlerinde (Tablo-9a), 3LP yönteminin TYAK yöntemine göre daha belirgin bir dayanıklılığa sahip olduğu görüldü ve istatistiksel fark daha belirgin olarak ortaya çıktı ( $p<0,001$ ). Kopma değerlerinde ise; TYAK onarım tekniğinin üstünlüğü istatistiksel açıdan anlamlı bulundu (Tablo-9b) ( $p<0,001$ ).

Tablo-9. Grup V ve VI'ya ait (a) 2 mm aralık ve (b) tam kopma değerleri.

No	2 mm aralık değeri (Newton)		Tam kopma değeri (Newton)	
	Grup V (3LP-8. hafta)	Grup VI (TYAK-8. Hafta)	Grup V (3LP-8. hafta)	Grup VI (TYAK-8. Hafta)
1	30,24	27,98	35,51	40,27
2	30,13	28,54	34,86	39,11
3	31,69	27,22	35,42	39,40
4	31,03	29,06	36,19	38,94
5	29,72	26,85	34,67	40,56
6	30,50	28,49	33,91	41,03
<b>Ort.</b>	$30,55 \pm 0,288^{\ddagger}$	$28,02 \pm 0,346^{\ddagger}$	$35,09 \pm 0,322^{\ddagger}$	$39,88 \pm 0,349^{\ddagger}$

Not: †,‡ aynı satırdaki farklı üst indisler gruplar arası anlamlı farkı göstermektedir ( $p<0,001$ ).

Gruplar uygulanan yöntemler aynı, değerlendirme süreleri farklı olacak şekilde iki grup halinde değerlendirildi (Tablo-10). Grup I, III ve V ile Grup II, IV ve VI arasındaki tüm eşleşmelerde belirgin anlamlı bir istatistiksel fark tespit edildi ( $p<0,001$ ).

Tablo-10. Yöntem ve süre belirtilerek grupların ortalama değerleri.

Hafta	3 Loop Pulley		Temas Yüzeyi Arttırılmış Kessler	
	2 mm aralık (Newton)	Tam kopma (Newton)	2 mm aralık (Newton)	Tam kopma (Newton)
0	$7,52 \pm 0,206^{\dagger}$ (GI)	$9,13 \pm 0,388^{\dagger}$ (GI)	$6,12 \pm 0,224^{\dagger}$ (GII)	$8,36 \pm 0,242^{\dagger}$ (GII)
4	$14,12 \pm 0,324^{\ddagger}$ (GIII)	$16,98 \pm 0,418^{\ddagger}$ (GIII)	$13,16 \pm 0,258^{\ddagger}$ (GIV)	$17,61 \pm 0,285^{\ddagger}$ (GIV)
8	$30,55 \pm 0,288^*$ (GV)	$35,09 \pm 0,322^*$ (GV)	$28,02 \pm 0,346^*$ (GVI)	$39,88 \pm 0,349^*$ (GVI)

Not: †,‡,\* aynı sütundaki farklı üst indisler gruplar arası anlamlı farkı göstermektedir ( $p<0,001$ ).

Grup III, IV, V ve VI'da onarılan tendolar, kontrol grubu olan karşı ekstremitenin tendolarıyla oranlanarak iyileşme, yüzdesel olarak ortaya konmuştur (Tablo-11 ve 12). Bu değerler kendi aralarında kıyaslanarak, istatistiksel farklar Tablo-13'de belirtilmiştir.



Tablo-11. Grup III ve IV'ün kopma kuvvetleri ve kontrol gruplarıyla yüzdesel oranları.

No	Grup III			Grup IV		
	Onarım kopma değeri (N)	Kontrol kopma değeri (N)	Kontrolle oranla kopma kuvveti (%)	Onarım kopma değeri (N)	Kontrol kopma değeri (N)	Kontrolle oranla kopma kuvveti (%)
1	15,30	49,71	30,77	16,25	49,51	32,82
2	16,88	48,69	34,66	18,03	50,47	35,72
3	18,41	49,26	37,37	17,80	49,45	35,99
4	17,27	50,67	34,08	17,73	48,64	36,45
5	17,39	49,72	34,97	18,21	49,39	36,86
6	16,65	50,11	33,22	17,68	48,46	36,48
<b>Ort.</b>	16,98	49,69	34,17	17,61	49,32	35,72

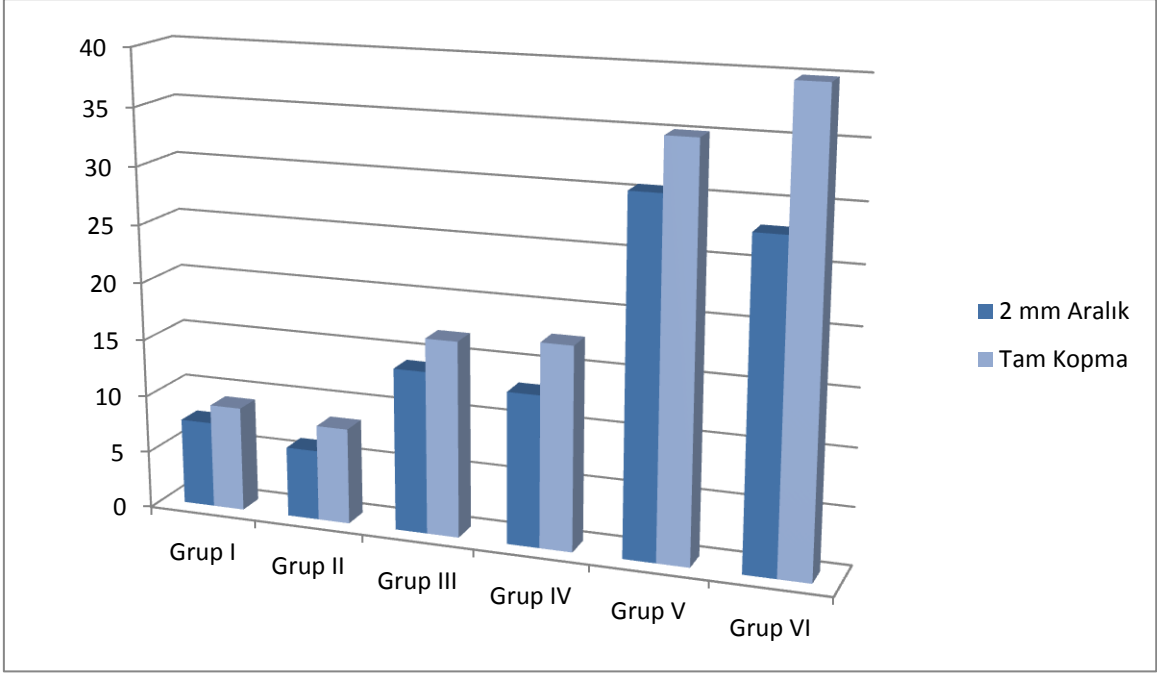
Tablo-12. Grup V ve VI'nın kopma kuvvetleri ve kontrol gruplarıyla yüzdesel oranları.

No	Grup V			Grup VI		
	Onarım kopma değeri (N)	Kontrol kopma değeri (N)	Kontrolle oranla kopma kuvveti (%)	Onarım kopma değeri (N)	Kontrol kopma değeri (N)	Kontrolle oranla kopma kuvveti (%)
1	35,51	47,96	74,04	40,27	50,26	80,12
2	34,86	49,54	70,36	39,11	47,96	81,54
3	35,42	48,97	72,32	39,40	49,14	80,17
4	36,19	51,03	70,91	38,94	48,31	80,60
5	34,67	50,72	68,35	40,56	49,78	81,47
6	33,91	48,39	70,07	41,03	49,24	83,32
<b>Ort.</b>	35,09	49,43	71,00	39,88	49,11	81,20

Tablo-13. Yüzdesel değerler arasındaki istatistiksel farklılıklar.

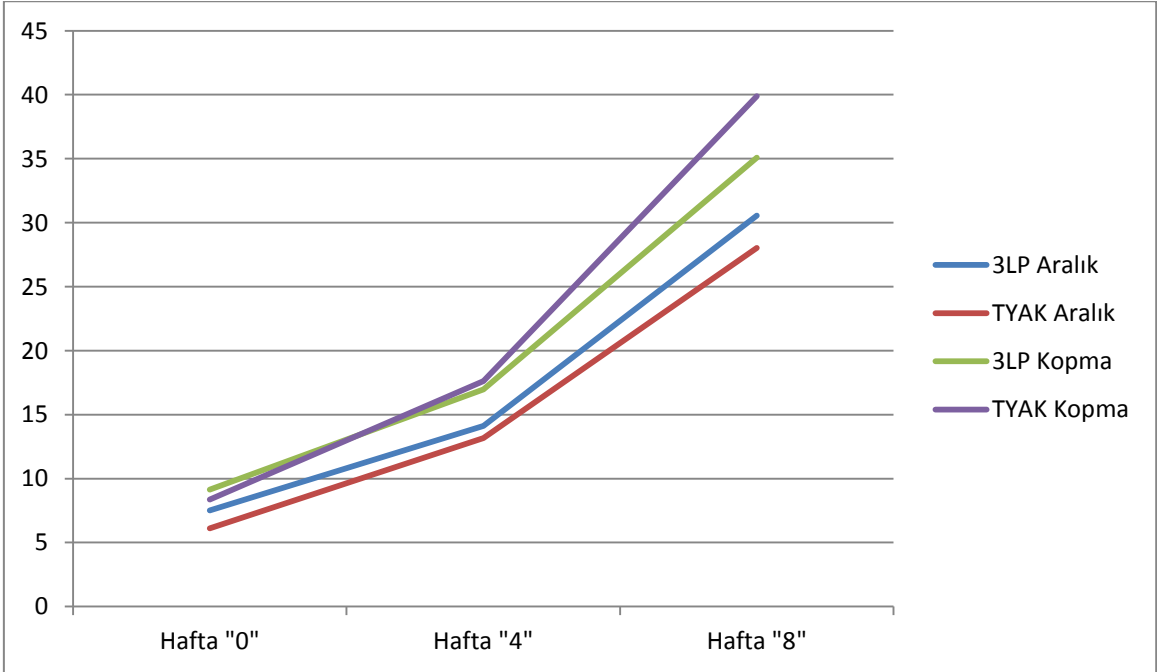
Karşılaştırılan gruplar	Ortalama yüzdesel değer	P değeri
<b>Grup III – Grup IV</b>	34,17 ± 0,887 - 35,72 ± 0,603	P = 0,181
<b>Grup V – Grup VI</b>	71,00 ± 0,802 - 81,20 ± 0,492	P < 0,001
<b>Grup III – Grup V</b>	34,17 ± 0,887 - 71,00 ± 0,802	P < 0,001
<b>Grup IV – Grup VI</b>	35,72 ± 0,603 - 81,20 ± 0,492	P < 0,001

Grupların biyomekanik değerlendirme sonuçlarının grafiksel karşılaştırılmasında; 2 mm aralık değerleri incelendiğinde ise; Grup II'nin en düşük, Grup V'in en yüksek olduğu belirlendi. Kopma değeri açısından Grup II'nin en düşük, Grup VI'nın en yüksek değere sahip olduğu görüldü (Şekil-17).



Şekil-17. Tüm grupların 2 mm aralık ve tam kopma ortalama değerlerinin biyomekaniksel açıdan karşılaştırılması.

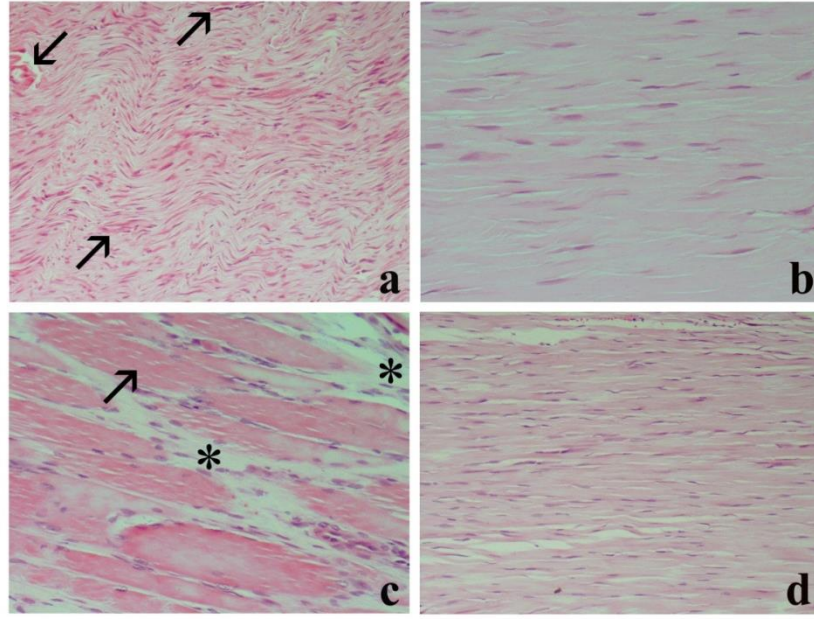
Yöntemlerin zamana göre yapılan değerlendirmesinde ise; TYAK yönteminin, uzun süreçte kopma direnci yönünden daha avantajlı olduğu, 2 mm aralık oluşumu açısından ise 3LP yönteminin her dönemde daha dayanıklı olduğu görüldü (Şekil-18).



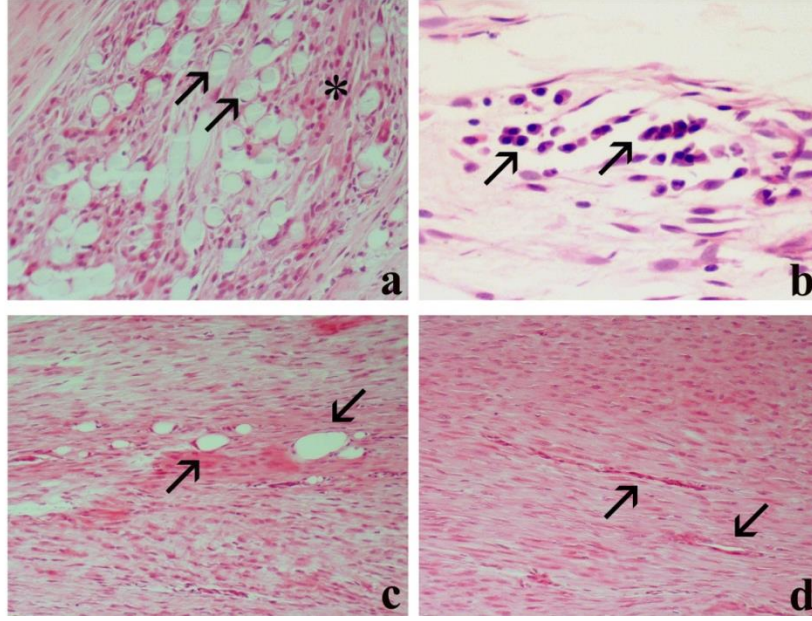
Şekil-18. Yöntemlerin biyomekaniksel değerlerinin zamana göre karşılaştırılması.

### Histopatolojik Bulgular

Hem 3LP, hem de TYAK gruplarında 4. ve 8. hafta değerleri arasında belirgin farklar olduğu ve iyileşmenin histopatolojik inceleme ile net olarak ortaya konabildiği gözlemlendi ( $p<0,05$ ) (Şekil-19 ve 20). Dördüncü ve 8. hafta skorları incelendiğinde, 3LP grubunda yaklaşık 3 kat artış gözlenirken (4.83'ten 12.17'ye) ( $p<0,001$ ), TYAK grubunda ise yaklaşık 2 kat (7.16'dan 14.50'ye) ( $p<0,001$ ) artış gözlemlendi. Hafta bazında her iki gruptaki hayvanların tendolarında gözlenen histopatolojik değişiklikler Tablo-14'de, gruplar arasındaki istatistiksel farklılıklar ise Tablo-15'de verilmektedir.



Şekil-19. (a) 3LP grubunda 4. haftada düzensiz bağdoku oluşumu. Oklar yeni gelişen kapillar damarları göstermekte. Hematoksilen-eozin boyama, x10 büyütme; (b) 3LP grubunda 8. haftada olgun bağdoku oluşumu. Hematoksilen-eozin boyama, x20 büyütme; (c) TYAK grubunda 4. haftada kaslarla (ok) bağdokunun (yıldızlar) iç içe geçtiği alanlar. Hematoksilen-eozin boyama, x10 büyütme; (d) TYAK grubunda 8. haftada olgun bağdokunun görünümü. Hematoksilen-eozin boyama, x10 büyütme.



Şekil-20. (a) 3LP grubunda 4. haftada dikiş iplikleri (oklar) çevresindeki yangı hücreleri (yıldız). Hematoksilen-eozin boyama, x20 büyütme; (b) TYAK grubunda 8. haftada hala çok sayıda plazma hücresi (oklar) gözlenebilmekte. Hematoksilen-eozin boyama, x40 büyütme; (c) 3LP grubunda 4. haftada iyileşme bölgesindeki yarık oluşumları (oklar). Hematoksilen-eozin boyama, x10 büyütme; (d) 3LP grubunda 4. haftada eski ve yeni bağdokunun iç içe geçme alanı. Kapillar damar oluşumları (oklar) gözlenebilmekte. Hematoksilen-eozin boyama, x10 büyütme.

Histopatolojik inceleme için kullanılan parametrelerin ayrı ayrı değerlendirilmesinde şu sonuçlar gözlemlendi:

**Ekstrasellüler matriksin yapısı:** Ekstrasellüler matriksin yapısında her iki grupta da 8. haftada 4. haftaya oranla belirgin düzelme oldu. Altı hayvanın toplam skoru 4. haftada 3LP grubunda 3, TYAK grubunda 8 iken, bu değerler 8. haftada sırasıyla 9 ve 10 oldu. En kötü skor olarak kabul edilen gevşek ve granülasyon dokusu benzeri yapıya sadece 4. haftada 3LP grubundaki 3 hayvanda rastlandı.

**Hücre zenginliği / hücre-matriks oranı:** Hücre zenginliği / hücre-matriks oranında her iki grupta da 8. haftada, 4. haftaya oranla belirgin düzelme oldu. Altı hayvanın toplam skoru 4. haftada 3LP grubunda 2, TYAK grubunda 4 iken, bu değerler 8. haftada sırasıyla 4 ve 6 oldu. En yüksek skor olan ve normal histolojik yapıya benzer bir yapının oluştuğunu ifade eden 2 skoruna sekizinci hafta sonunda dahi hiçbir hayvanda rastlanmadı.

**Hücrelerin yönlerindeki düzen:** Hem TYAK, hem de 3LP grubundan 4 hafta sonunda alınan örneklerde farklı derecelerde düzensizlik dikkati çekti. Normal histolojik yapıya dönüşü ifade eden düzenli hücre yönelmesine 8. hafta sonunda 3LP grubunda bir, TYAK grubunda ise iki hayvanda rastlandı.

**Hücrelerin dağılımı:** Dördüncü hafta sonunda hem TYAK, hem de 3LP grubu hayvanların tamamında fokal alanlar halinde hücre artışları dikkati çekti. Sekiz hafta sonunda alınan örneklerde ise; 3LP grubunda 3, TYAK grubunda ise 4 hayvanda normale yakın, homojen hücre dağılımı gözlemlendi.

**Hücre çekirdeğinin morfolojisi:** Dördüncü hafta sonunda alınan tendo örneklerinin tamamında ökromatik hücrelerin yüksek oranda oldukları gözlemlendi. Sekizinci hafta sonunda alınan örneklerde ise; her iki grupta üçer hayvanda çoğunlukla uzun, heterokromatik hücre çekirdeği gözlemlendi.

**Tamir dokusunun organizasyonu:** Dördüncü hafta sonunda alınan hiçbir tendo örneğinde homojen hücre dağılımı gözlenmedi. Sekizinci hafta sonunda ise; 3LP grubunda 1, TYAK grubunda ise 3 hayvanda homojen hücre dağılımı gözlemlendi.

**Defektli alandan normal dokuya geçiş:** Dördüncü hafta sonunda alınan örneklerde hem 3LP, hem de TYAK grubunda belirgin yarıklarla birlikte, defektli alanlardan sağlıklı kısımlara ani bir geçiş olduğu gözlemlendi. Sekizinci hafta sonunda alınan örneklerde ise; belirgin geçiş bölgesinin olduğu, ya da iyileşme alanının normal dokuya entegre olmuş olduğu (TYAK grubundaki 4 hayvanda) görüldü.

**Nedbe dokusunun yapısı:** Tüm tendoyu etkileyen belirgin bir kalınlaşmaya 4. hafta sonunda 3LP grubunda 4, TYAK grubunda ise 1 hayvanda rastlandı. Dördüncü haftaya ait diğer hayvanlarla, sekizinci haftaya ait tüm hayvanlarda ise nedbe alanı tendo yapısının belirli alanlarında sınırlıydı.

**Dejeneratif değişiklikler/dokuda metaplazi:** İncelenen örneklerin hiçbirinde kırık ya da kemik dokuya metaplazi gözlenmedi. Her iki grupta da dördüncü ve sekizinci haftalarda alınan örneklerde değişen derecelerde ödem, dikiş ipliklerinin varlığı ve yer yer boşluklar görüldü.

**Defekt bölgesindeki vaskülarizasyon:** Dördüncü hafta sonunda her iki gruba ait tüm tendo örneklerinde, normalin üzerindeki oranlarda damarlaşma gözlemlendi. Sekizinci hafta sonunda ise, damarlaşma normal fizyolojik sınırlara yakındı.

**Yangı:** Hem dördüncü, hem de sekizinci hafta sonunda alınan her iki gruba ait tüm tendo örneklerinde değişen sayılarda yangı hücresine rastlandı.

**Tablo-14.** Tendo iyileşmesi için histopatolojik inceleme sonuçları.

Parametre	Grup III (3LP, 4. Hafta)						Grup IV (TYAK, 4. Hafta)						Grup V (3LP, 8. Hafta)						Grup VI (TYAK, 8. Hafta)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Ekstrasellüler matriksin yapısı	0	0	0	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2
Hücre zenginliği/hücre-matriks oranı	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
Hücrelerin yönlerindeki düzen	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1
Hücrelerin dağılımı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Hücre çekirdeğinin morfolojisi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2
Tamir dokusunun organizasyonu	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1
Defektli alandan normal dokuya geçiş	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2
Nedbe dokusunun yapısı	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dejeneratif değişiklikler/dokuda metaplazi	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	3	2	2	3	2
Defekt bölgesindeki vaskülarizasyon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Yangı	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Toplam</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>15</b>
<b>Ortalama</b>	<b>4.83</b>						<b>7.16</b>						<b>12.17</b>						<b>14.50</b>					

Tablo-15. Histopatolojik değerlendirme sonuçlarının gruplar arasındaki istatistiksel farklılıkları.

<b>Karşılaştırılan gruplar</b>	<b>Ortalama değer</b>	<b>P değeri</b>
<b>Grup III – Grup IV</b>	4,83 – 7,16	P <0,05
<b>Grup V – Grup VI</b>	12,17 – 14,50	P <0,05
<b>Grup III – Grup V</b>	4,83 – 12,17	P < 0,001
<b>Grup IV – Grup VI</b>	7,16 – 14,50	P < 0,001

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Ortopedi ve travmatoloji alanında yapılan bir çok çalışmada hayvan modelleri kullanılmış ve halen kullanılmaktadır. Bu alanda “Tendo Modeli” oluşturmak için sıklıkla tercih edilen türler olarak rat, tavşan, köpek ve tavuklar ön plana çıkmıştır (139-144). Köpek modelinin kullanımı yakın geçmişe kadar sürmüş olsa da, ülkemizde son birkaç yıldır etik açıdan uygunsuzluğu gündeme gelmiş ve bu model üzerindeki çalışmalar durdurulmuştur. Bu aşamada insan tendosuna benzerliği ve manipülasyon kolaylığı sebebiyle en çok tercih edilen tür, tavşan modeli olmuştur (144).

Tendo iyileşmesi hakkındaki bilgilerimizin önemli bir kısmı, hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. Tavşanlar tendo iyileşmesi çalışmaları için en fazla kullanılan deney hayvanlarından birisidir (145). Sakin mizaçlı olmaları ve kolayca manipüle edilebilmeleri tavşanları bu tür çalışmalar için ideal kılmaktadır. Fare ve ratlardan farklı olarak tavşanlar, tendo cerrahisi için daha fazla operatif alan sağlamaktadır. Deney hayvanı olarak tavşanların temel dezavantajları; satın alma fiyatlarının ve bakım masraflarının, fare ve ratlara oranla daha fazla olmasıdır (145).

Tavşan modelinde gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada Yeni Zelanda ırkı tavşanlarda materyal arasındaki homojenizasyonu sağlamak için, deneklerin aynı yaş ve vücut ağırlığı aralığında, aynı cinsiyette olmalarına özen gösterildi. Cinsiyet belirlenirken, dişi tavşanların mizaç olarak erkeklere kıyasla daha sakin ve uyumlu olmaları göz önünde bulunduruldu. Deneklerin yeni çevrelerine oryantasyonları açısından önem taşıması nedeniyle (144), uygulama öncesi 3 günlük süre ile hospitalize edilmelerinin postoperatif dönemde komplikasyonla karşılaşılmasında etkili olduğu düşünüldü.

Tüm dünyada, tavşan modelinde gerçekleştirilen deneysel çalışmaların hemen hepsi genel anestezi gerektirmektedir. Ancak genel anestezi uygulamalarının tavşanlarda yüksek oranda (72 denekte 1) mortaliteye sahip olduğu belirtilmiştir (146). Yüksek mortalite oranı farklı araştırmacılar tarafından, küçük cüsse ve hızlı metabolizmaya sahip olmalarıyla (147) ya da kaudal bağırsak fermentasyonu yapan bu canlılarda oluşabilecek bağırsak hareketi azalması ile ilişkilendirilmiştir (148). Birçok araştırmacının farklı anesteziklerle tavşanlar üzerinde yaptıkları çalışmalar sonunda, ketamin kombinasyonlarının, güvenli olmaları ve iyi analjezi sağlamaları sebebiyle daha çok tercih edildiği görülmüştür (147, 149-151). Tendo üzerine yapılan benzer çalışmalarda xylazine-ketamine kombinasyonunun kullanıldığı dikkat çekmiş, uygulamalar ile ilgili bir problem



belirtilmemiştir. Ancak Amarpal ve ark. (151) yaptıkları çalışmada; xylazine ve ketamine'in birlikte uygulandığı çalışma grubunda yeterli anestezi ve analjezinin sağlanamadığını belirtmişlerdir. Uygulamalarımız sırasında sedasyon amaçlı xylazine hydrochlorure, anestezinin indüksiyonu ve idamesi için de sırasıyla ketamine hydrochlorure (i.m.) ve ketamine hydrochlorure + diazepam kombinasyonu (i.v.) kullanıldı. Bunlara ek olarak, analjezik etkisi göz önünde bulundurularak, tüm deneklere tek doz damar içi yolla carprofen uygulaması gerçekleştirildi. İntraoperatif ve postoperatif süreçte anestezi ve analjezi açısından bir komplikasyonla karşılaşılması, uygulanan protokolün başarısı olarak değerlendirildi.

Aşil tendosu rupturları beşeri ve veteriner hekimlikte tendo hasarları arasında en sık karşılaşılan problemlerden biridir (1, 2, 106, 128, 152). Veteriner hekimlikte farklı etiyojilere bağlı olarak karşımıza çıkan bu problem tür bakımından en sık köpeklerde görülmektedir (1, 89, 128, 153). Sürece göre akut ve kronik olarak sınıflandırılan bu patoloji, aşil tendosunun yapısına giren tendoların etkilenim derecelerine göre de tam ve kısmi olarak iki alt gruba ayrılır (128). Bir ya da daha fazla tendoun sağlam kaldığı kısmi aşil tendosu rupturlarına, tam rupturlara göre daha sık rastlanılmaktadır (128). Kısmi rupturlar arasında gastrocnemius tendosunun hasar gördüğü olgularla daha çok karşılaşılması dikkati çekmiştir (153). Çalışmamızda da tendo ruptur modeli olarak gastrocnemius tendosu kesilerek, kısmi aşil tendosu rupturu oluşturulmuştur. Bu modele karar verilirken, klinik açıdan sık karşılaşılan bir patoloji oluşu ve tek bir tendo yapısının onarımının, çalışmamızda kullanılacak yöntemler arasında daha objektif bir karşılaştırmaya olanak sağlayacağı düşüncesi etkili olmuştur.

Tendo rupturları sonrasında cerrahi ya da konservatif olarak iki sağaltım yöntemi belirlenebilir. Aşil tendosu rupturunun sağaltımında konservatif sağaltım her ne kadar beşeri hekimlikte tercih edilebilen bir seçenek olsa da, veteriner hekimlikte bu yöntem başarılı sonuçlar vermemektedir. Beşeri ve veteriner hekimlikte postoperatif dönemde tendoya aşırı yük binmesini engellemek için, bölgenin immobilizasyonu çok önem taşımaktadır (1, 128, 153, 154). Veteriner hekimlikte bu amaçla birçok farklı yöntem kullanılabilir. Bu yöntemler arasında alçı, bandaj, Schroeder-Thomas splint, calcaneo-tibial vida, serklaj ve eksternal fiksator uygulamaları en çok dikkat çeken uygulamalardır. Bu uygulamalar, araştırmacılar tarafından sağladıkları avantajlar ve dezavantajlar açısından değerlendirilmiş, ancak uygun teknik için fikir birliği sağlanamamıştır (1, 5, 128, 153, 154). Cerrahi uygulamalarımız sonrası ilk 3 haftalık sürede, hareketsizliği sağlamak için PVC atelli bandaj uygulaması tercih edildi. Bu tercihi

yaparken uygulama kolaylığı, diğer tekniklere kıyasla düşük maliyette olması ve yeterli derecede immobilizasyon sağlayabilecek olması belirleyici faktörler oldu. Bandaj uygulaması sonrası en sık karşılaşılan komplikasyon yara oluşumu olarak belirtilmiş olup (1, 113, 116, 118, 126), uygulamalarımız sırasında bu durumla karşılaşılmamıştır. Her ne kadar tavşanlar için sorun oluşturmamış olsa da, kedi ve köpek gibi bandaj korunmasının problem olabileceği türlerde calcaneo-tibial vida veya serklaj, ya da eksternal fiksator uygulamaları gibi immobilizasyon tekniklerinin kullanılmasının daha güvenli olacağı kanısındayız.

Postoperatif dönem beşeri ve veteriner hekimlikte birçok uygulama için kritik önem taşır. Özellikle ortopedik onarımlar sonrasında hastalarda ameliyat bölgesinin belirli bir süre ile korunması ve hareketsizliğinin sağlanması gerekmektedir. Tendo onarımında ihtiyaç duyulan immobilizasyon süresi; son yıllarda yapılan çalışmalarla özellikle akut olguların sağaltımında daha kısa tutulmuş, erken aktif hareket ile iyileşmenin daha iyi sonuçlandığı tespit edilmiştir (155-158). Veteriner hekimlikte özellikle kas, tendo ve ligament yaralanmalarında uygulanan erken mobilizasyon protokollerinin, iyileşme açısından birçok ek fayda sağlayacağı, ancak daha çok beşeri hekimlik için geliştirilen bu mobilizasyon protokollerinin veteriner hekimlikte canlı biyomekaniği göz önünde bulundurularak tekrar uyarlanmasının, sağlıklı sonuçlar elde edilmesi için önem taşıdığı belirtilmiştir (159). Amar ve ark. (6); insanlarda aşil tendosu rupturlarında sağaltım sonrası uygulanacak erken dönem fonksiyonel rehabilitasyon protokollerinin, iyileşmeyi olumlu etkilediğini, minor komplikasyonları engellediği gibi tekrar kopma ya da enfeksiyon oluşumu gibi olumsuzluklara sebep olmadığını bildirmişlerdir. Gelberman ve ark. (160); köpeklerde yaptıkları çalışmada, erken mobilizasyonun tendo iyileşmesini hızlandırdığını ve yapışıklığı azalttığını göstermişlerdir. Başka bir çalışmada ise; aktif mobilizasyonun geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında, aynı güvenilirliğe sahip olduğunun altı çizilmiştir (155).

Tendo onarımı sonrasında bölgedeki ödemin ortadan kalkmasıyla dikişin tutma gücünde bir azalma ve onarım hattında aralık oluşumu şekillenir. Bu dönemde tendo iyileşme yüzeyleri arasında oluşan kollajen çatı iyileşmeyi yakından etkiler. Bölgedeki fibroblast ve kollajen miktarındaki artış, iyileşme kalitesini arttıracaktır (161). Bu dönemde yapılacak aktif egzersiz de fibroblast proliferasyonunu ve kollajen sentezini arttıracaktır (162).

Araştırmamız sırasında uygulanacak olan postoperatif rehabilitasyon süreci belirlenirken, veteriner hekimlikte uzun süreli immobilizasyon sağlanmasının zor olması

ve erken dönem aktif hareketliliğin iyileşmeye olan faydaları göz önünde bulunduruldu. Çalışmamızda postoperatif immobilizasyon süresi 3 hafta ile sınırlandırılıp, sonraki dönemde kafes içerisinde tam hareketliliğe izin verildi. Bu şartlar altında her iki onarım tekniğinde de iyileşmeyi kötü yönde etkileyecek bir komplikasyonla karşılaşılmadı. Bu sonuca göre, her iki onarım tekniğinin de yeterli ve güvenilir olduğu düşünüldü. Ancak oluşturulan kısmi tendo rupturu modelinde sağlam kalan diğer tendoların onarım hattına binen yükü belli bir oranda azaltmaları nedeniyle, tam ruptur olgularında erken mobilizasyona ilişkin daha kesin bir kanaate varılması için gelecek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Erken dönemde aktif mobilizasyonun tercih edilmesiyle beraber, kullanılacak onarım yöntemlerinin sağlamlığı ve güvenilirliği de bir kez daha gündeme gelmiştir. Veteriner hekimlikte tendo onarımı sonrası postoperatif dönemde yaşanan hareket kısıtlaması zorlukları ve hastalardan kaynaklanan bandajın açılması, implantın kırılma ve gevşemeleri gibi immobilizasyon sistemi başarısızlıkları da büyük sorun oluşturmaktadır. Bu doğrultuda veteriner hekimlikte de, erken dönemde mobilizasyona imkan verebilecek tekniklerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Tendo cerrahisi, beşeri hekimlikte özellikle el cerrahisinde fleksor tendoların onarımı konusuna odaklanmıştır. Bunun en büyük sebebi, insanlarda parmak fonksiyonlarının günlük yaşantıda taşıdığı önem olarak gösterilebilir. Bunun dışında aşil tendosu rupturları da, başlıca tendo patolojilerinden biridir. Veteriner hekimlikte ise; aşil tendosu patolojilerinin, digital fleksor tendo hasarlarına göre daha büyük önem arz ettiği düşünülmektedir. Beşeri hekimlikte tendo onarımı için birçok farklı yöntem geliştirilmiş, bu yöntemler modifiye edilmiş ve kullanım alanı bulmuştur (92, 116, 117, 121, 122, 124). Veteriner hekimlikte ise; bu çeşitlilik beşeri hekimlikteki kadar fazla olmamakla beraber, yapılan çalışmalar sonrasında özellikle 3 Loop Pulley yöntemi başta olmak üzere Bunnell, Kessler gibi tekniklerin ön plana çıktığı dikkati çekmiştir (3, 121, 122, 124, 133).

Özellikle beşeri hekimlik alanında yapılan araştırmalarda yeni yöntemler geliştirilirken kullanılacak ipliğin seçimi, dikişin uzunluğu, kesit hattından geçen merkezi sutur sayısı, kompartıman hacmindeki artış ve iplik tutulumlarının “kilitli” (locking) ya da “kavramalı” (grasping) oluşu gibi noktalar göz önünde bulundurulmaktadır (163). Örneğin merkezi iplik sayısı gerilim güçlerine karşı dayanımı arttırmakta, ancak artan kompartıman hacmi adezyon riskini arttırdığı gibi, tendonun kayma hareketini de kısıtlayabilmektedir (85, 87, 164-166).

Tendo dikiş i için kullanılacak ideal dikiş materyalinin minimum doku reaksiyonu oluşturmaları, kullanımının kolay, düğüm özelliğinin iyi olması, esnekliğinin az, çekme kuvvetine karşı dayanımının ise fazla olması gerekir (83). Bu amaçla zaman içinde birçok farklı materyal kullanılmıştır. Bunlar arasında naylon, polyester ve monofilament polypropylene en sık tercih edilenlerdir (83, 167, 168). Son yıllarda "fiberwire" olarak da bilinen, geleneksel ipliklerden çok daha kuvvetli, çelik tele benzer bir dayanıma sahip polyblend polyethylene kullanımı da yaygınlaşmaktadır (168, 169). Beşeri hekimlikte yapılan araştırmalarda kalınlık olarak, 3-0 ila 5-0 ipliklerin kullanımı tercih edilmiştir (88, 170-172). Daha kalın ipliklerin (3-0 vb.) kullanılmasıyla statik testler sonrası nihai dayanım kuvvetinin daha yüksek olduğu belirlenmiş, ancak aralık oluşumuna karşı dirençte ve dikiş esnekliğinde anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır (173, 174). Yapılan başka bir araştırmada ise; iplik kalınlıklarının kilitli ve kavramalı tekniklerdeki karşılaştırılmaları gerçekleştirilmiş, ve sonuç olarak 2-0, 3-0 ve 4-0 dikiş materyalleri arasında onarım dayanımının kalın materyalde daha yüksek olduğu ve bu farklılığında kilitlemeli teknikte daha net gözlemlendiği belirtilmiştir (175). Kullanacağımız tekniğin kesit hattını geçen 4 merkezi dikişe sahip olması ve tendo çapının küçük olması dikkate alınarak, çalışmamızda tendo onarımı için 5-0 monofilament polypropylene iplik kullanılması tercih edilmiştir. Onarım sırasında dikiş materyalinden kaynaklanan herhangi bir problemle, onarım sonrasında da spontan kopma gibi ipliğe ilişkin bir komplikasyonla karşılaşılmanmıştır.

Kesit hattından geçen merkezi dikiş tekniklerini inceleyen birçok araştırma, onarım dayanımının, laserasyon hattını geçen iplik, başka bir deyişle bant sayısı ile doğru orantılı bir artış gösterdiğini ortaya koymuştur (85, 87, 164-166). Onarımdaki dayanım artışı ayrıca, materyal dayanıklılığı ile ilgili olabileceği gibi, dikişin tendo stroması içinde bulunan düğüm ve tutunma noktalarıyla da ilişkilendirilebilir (87). "Multi-strand" yani "çok bantlı" teknikleri değerlendiren birçok araştırma, statik çekme-kopma testleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sırasında 2-bantlı Pennington, 2-bantlı Tajima, 4-bantlı cruciate, 4-bantlı Kessler, 6-bantlı Savage gibi tekniklerin yanı sıra 8-bantlı yöntemler de kullanılmıştır (165). Yapılan in vitro çalışmalarda nihai kopma ve aralık oluşumu dayanımında artışın olduğu tespit edilirken (166), in vivo incelemelerde sonuçlar şüpheli olarak değerlendirilmiştir (85). Laserasyon hattını geçen iplik sayısının arttığı bu çok bantlı metodlarda, tendo çapı da iplik kalınlığı ve sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu artış insan elindeki fleksör tendolar gibi ince yapılı ve makara sistemli tendolarda büyük önem taşımaktadır. Bu tendoların doğru iyileşme için ihtiyaç duydukları

kayma hareketi hacim arttıkça zorlaşmaktadır, Aşil tendosu gibi diğer tendolar ise, özellikle veteriner hekimlikte, her ne kadar hayati olmasa da çevre dokulara yapışma olasılığını arttırma riski taşımaktadır. Hipara ve ark. (164) yaptıkları çalışmada, 6-bantlı dikiş tekniğinin tendo işlevini zorlaştırıcı bir etkisinin olmadığını, 2 ve 4 bantlı tekniklerle kıyaslandığında ise daha yüksek bir dayanıma sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ancak diğer birçok araştırmacı (87, 176, 177); tüm yöntemlerde, tendo yüzeyinde yer alan düğüm ve dikiş halkaları kaynaklı bir hareket zorluğunun mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Hareketi etkileyen bir diğer önemli unsur ise, aralık oluşumlarıdır (125). Uygulanan teknik sonrası kabul edilebilir sonuçlar elde edilebilmesi için aralık oluşumları en aza indirilmelidir. Bir araştırmada, onarılan tendolarda tekniklerin aralık oluşumuna karşı direncinin arttırılması için, 2 ya da 3 bantlı dikişlerin kullanılması önerilmiştir (178). Ancak bu tip çok iplikli teknikler için nihai bir karar vermeden önce, özellikle tendo kayma kabiliyeti ve tendo iyileşmesi üzerine çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu yöntemler arasından ideal tekniğin belirlenmesi sırasında, nihai kopma yükü ve aralık oluşumuna karşı direnç her ne kadar önemli ise de, uygulama kolaylığı ve tendo işlevine etkisi göz önünde bulundurulması gereken hususlardır. Çalışmamızda da temas yüzeyi arttırılarak geliştirilmiş olan bu yöntemde, günümüzde en sık kullanılan tekniklerden biri olan 2 bantlı, düğümü tendo kesit hattı içerisinde kalan modifiye Kessler dikiş yöntemi tercih edildi. Bu dikiş tekniği aynı tendoda iki defa uygulanarak, toplamda 4 bantlı bir onarım gerçekleştirilmiş oldu.

Dikiş uzunluğu; tendonun kesik ucu ile ipliğin giriş ya da çıkış yaptığı nokta arasındaki mesafe olarak tanımlanır (84). Onarım uygulanırken dikkat edilmesi gereken bu özelliğin, dikiş kuvveti üzerinde önemli bir etkisi mevcuttur. Tendolarda, laserasyon hattının oblik olduğu durumlarda, transversal çizgiye sahip olgulara kıyasla, ideal mesafede sağaltım sonrası kazanımların daha fazla olduğu görülmüştür (84). İdeal dikiş uzunluğunun tespitinin amaçlandığı çalışmalarda kavramalı ve kilitli yöntemler karşılaştırılmıştır (172, 179). Bu çalışmalar sonucunda ideal dikiş uzunluğunun 7-10 mm olduğu belirtilmiştir. Bu uzunlukta uygulanan onarımlar sonrasında 2 mm'lik aralık oluşumuna karşı direncin ve genel olarak onarım hattının tekrar kopmasına karşı dayanım kuvvetinin en fazla olduğu belirtilmiştir (84, 179). Buna ek olarak Cao ve ark. (172) yaptıkları bir diğer çalışmada, kavramasız tekniklerin uygulandığı olgularda ideal dikiş uzunluğunun istenilen dayanım kuvvetinin elde edilmesi açısından hayati önem taşıdığına altını çizmiştir. Tüm bu araştırmalarda dikkat çeken bir başka nokta da; 4 mm dikiş uzunluğu ile uygulanan tekniklerde, olguların çoğunda kopmaların ipliklerden değil tendo uçlarının yırtılması ile, 10 mm dikiş uzunluğunun uygulandığı aynı yöntemlerde ise

ipliklerin kopmasıyla oluştuğu görülmüştür. Çalışmamızda kullandığımız 3LP ve TYAK teknikleri, dikiş uzunlukları 7 mm olacak şekilde uygulanmıştır. Yapılan germe testlerinde tendo kopmalarının ipliklerin kopması sonucunda şekillendiği görülmüş ve hiçbir olguda ipliğin tendolardan sıyrılmasıyla karşılaşılmasıdır.

Tendo onarımında kavrama ve kilitleme kavramlarının kullanılmasındaki tartışma ve kararsızlıklar uzun yıllardır sürmektedir. Tendo fibrillerini sıkı bir şekilde tutmak ve dikişe güç kazandırmak amacıyla uygulanan bu düğüm konfigürasyonlarının tercihinde kaynaklar açısından farklılıklar dikkat çekmektedir (180). Yapılan biyomekaniksel incelemeler sonucunda dikişin tendo fibrillerine direkt tutunmasının onarım direncini belirgin şekilde arttırdığı ortaya konulmuştur (171, 178, 180-182). Bir diğer çalışmada da; fiberwire kullanılarak yapılan onarımlarda, kilitli tekniğin üstünlüğü bildirilmiştir (169). Tekniklerin uygulanışı sırasında oluşturulan döngünün çapının biyomekaniksel açıdan sonuca etki ettiği görülmüştür. Örneğin Pennington tekniği kullanılırken, döngünün çapının tendo çapının %15'i kadar olmasının ideal dayanımın kazanılmasında önem teşkil ettiği tespit edilmiş, daha büyük çaptaki döngülerde aralık oluşumunun tetiklendiği görülmüştür (181). Araştırmamızda kullandığımız modifiye Kessler tekniğinde kilitli düğüm kullanılması uygun görülmüştür. Bu yolla, oluşacak aralık miktarını azaltmak ve onarım dayanımını arttırmak planlanmıştır.

İyileşme kapasitesinde önemli bir faktör de, fibroblast ve kollajen miktarlarıdır (161). Bunu arttırmak için aktif egzersizin (162) yanı sıra, iyileşme alanının arttırılabileceği belirtilmiştir (8). Bu amaçla, çalışmamızda uyguladığımız TYAK tekniğinde, tendo kesit yüzeyleri karşılıklı olarak basamaklandırılmıştır. 3 mm uzunluğunda ve tendo yarıçapı genişliğinde çıkartılan parçalar tendo boyunda 3 mm'lik kısalmaya sebep olmuştur. El cerrahisi alanında yapılan çalışmalarda özellikle tendo uçlarının fibrile olduğu eski olgularda iyileşmenin olumsuz etkilenmemesi için 10 mm'ye varan parça çıkarımlarının yapılabileceği belirtilmiştir (183). Ancak bunun üzerindeki uzunluklarda, tendo kontraktürü riskinin var olduğu bilinmelidir (184). Çalışmamızda 3 mm'lik bu çıkarımların herhangi bir komplikasyona sebep olmadığı tespit edildi. Ancak diğer canlılarda tendo yapı ve uzunlukları farklılık gösterdiğinden, bu çıkarımlar için ideal uzunluğun ortaya konması için daha ileri araştırmalara gerek olduğu düşünülmektedir.

Yaptığımız basamaklı tendoplasti ile temas yüzeyi 3 mm arttırılmış, bununda kollajen ve fibroblast miktarını arttırdığı görülmüştür. İyileşme yüzeyindeki artış, kollajen liflerin miktarındaki artışın yanısıra yönleri itibariyle de diğer yöntemlerden farklılık göstermiştir. Tendonun uzunlamasına paralel olan iyileşme yüzeyinde, değişik yönlerde seyreden çapraz

bağ formunda kollajen liflerin oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu çapraz bağlanmaların tendo sağlamlığını arttırdığı da geçmişte farklı araştırmalar ile ortaya konulmuştur (63, 161, 185).

Yöntem tercihinde önemli faktörlerden biri de, uygulamanın kolaylığı ve süresidir. Ortalama uygulama süreleri incelendiğinde; TYAK tekniğinin 3LP yöntemine kıyasla daha uzun bir prosedür olduğu görüldü. Tendo uçlarında yapılan basamak tarzında revizyonun ve uygulanan iki adet Kessler dikişinin, bu onarımın sürece uzun olmasında etkili olduğu düşünülmüştür. Uzayan bu onarım süresinin araştırmamızda sonuca belirgin bir etkisi tespit edilmemiş olsa da, uzayan ameliyat sürelerinin anestezi, enfeksiyon ve adezyon gibi riskleri arttırabileceği dikkate alınmalıdır.

Postoperatif dönemde morfolojik olarak incelenen ve adezyon değerlendirilmesi gerçekleştirilen grup III, IV, V ve VI'da aşıl tendolarının hiçbirinde spontan kopma ile karşılaşmamıştır. Bu durum, seçilen her iki onarım tekniğinin başarısı olarak değerlendirilmiştir. Ancak adezyon değerlendirilmesinde yapışma derecesinin, TYAK yönteminde 3LP yöntemine kıyasla belirgin derecede daha şiddetli olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun gerekçesi olarak, TYAK yönteminde onarım için daha uzun bir paratenon ensizyonuna ihtiyaç duyulması, bölgenin daha fazla travmatize edilmesi ve onarım süresinin daha uzun olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Yöntemlerin kendi içlerinde 4. ve 8. hafta değerlendirmelerine bakıldığında ise, her iki yöntemde de 8. haftada yapışma bulgularının azalmış olduğu gözlemlendi. Bunun, erken dönemde mobilizasyonun iyileşme üzerindeki olumlu etkisinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Onarılan tendoların biyomekaniksel inceleme ile gerilme kuvvetlerine karşı dirençleri açısından değerlendirilmeleri, iyileşmenin kalitesi açısından kaliteli bilgiler sunmaktadır. Biyomekaniksel incelemeler sırasında araştırmacıların genel olarak; kopmanın başladığı değerleri, 2 mm ayrılma oluşturan değerleri ve tam kopmaya sebep olan değerleri veri olarak kullandıkları görülmektedir (8). Bazı araştırmacılar ise; 2 mm ayrılma yerine, 1 veya 3 mm ayrılma değerlerini incelemeye katmışlardır (3). Biyomekaniksel değerlendirmeler in vitro ve in vivo çalışmalar sonrasında kullanılabilirlerdir. Böylelikle hem dikişin yalnız başına dayanımı hakkında fikir sahibi olunurken, hem de kullanılan yöntem sonrasında meydana gelen iyileşmenin kalitesi de ölçülebilmektedir. Bu sayede tek başlarına çok güvenilir olabilen, ancak doku iyileşmesi üzerinde olumsuz etkilere sahip olan yöntemlerin hastalar üzerinde kullanılmadan önce güvenilirlikleri net olarak ortaya konulabilmektedir.

Çalışmamızda öncelikle in vitro olarak iki tekniğinde 2 mm aralık ve tam kopma değerleri incelendi. Aynı deneğe ait sağ ve sol ekstremitte tendolarına yapılan onarımlar

sonrasında kopma oluşturan değerler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Ancak 2 mm ayrılma oluşturan değerlere bakıldığında, 3LP tekniğinin daha dirençli olduğu görüldü. Bu yöntemin iki bantlı Kessler yöntemiyle kıyaslandığı benzer bir çalışmada (3); 1 mm ve 3 mm ayrılma değerleri incelenmiş olup, her iki mesafe içinde yöntemlerin çalışmamızdakine kıyasla daha anlamlı bir fark oluşturduğu ve 3LP yönteminin çok daha dirençli olduğu görülmüştür. Farklı bir araştırmada da çok iplikli yöntemlerde, tek iplikli, çok geçişli tekniklere kıyasla nihai kopma yükü ve aralık oluşumuna karşı direncin belirgin derecede yüksek olduğu dile getirilmiştir (87). Gebauer ve ark. (186), Bunnell ve Kessler yöntemlerini biyomekaniksel açıdan karşılaştırmışlar ve Bunnell tekniğinin daha dayanıklı olduğu sonucunu belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada da, aşil tendosunun perkutan onarımı sonrasında, kopma kuvvetleri açısından daha yüksek değer elde edildiğini belirtmiştir.(187)

4. hafta değerlendirmesinde ise, iki yöntem için de dayanım kuvvetleri, neredeyse iki kat artış göstermiştir. Ancak bu artış sonrasında da tam kopma değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmez iken, 2 mm ayrılma oluşturacak değerler arasında in vitro çalışmadakine benzer şekilde 3LP yöntemi lehine bir farklılık göze çarpmıştır. TYAK yönteminin Kessler yöntemi ile kıyaslandığı bir çalışmada ise (8); 4. haftada hem 2 mm aralık, hem de tam kopma için istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Çalışmamızın son biyomekaniksel değerlendirmesi 8. haftada gerçekleştirilmiştir. İyileşmenin bu aşamasında, 2 mm aralık oluşumuna sebep olacak değerler arasında, ilk iki değerlendirmede olduğu gibi, 3LP lehinde anlamlı farklılık olduğu görüldü. İyileşmenin bu evresinde, TYAK yönteminin tam kopma değerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir dayanım direncinin oluştuğu belirlendi.

Dört ve 8. hafta biyomekaniksel değerlendirmeleri yapılan deneklerin, onarım yapılan tendolara ek olarak karşı ekstremite sağlam tendolarının da tam kopma oluşturulacak biyomekanik değerleri araştırmaya dahil edildi. Onarılan tendolar aynı deneğe ait sağlıklı tendonun kopma kuvvetiyle oranlanarak tekrar kazanılan dayanım kuvvetinin yüzdesel değeri ortaya kondu. 3LP yönteminde 4. hafta da % 34,17 olan dayanım oranının, 8.hafta da % 71,00'e ulaştığı görüldü. TYAK yönteminde ise bu artışın % 35,72'den % 81,20'e ulaştığı görüldü. Yöntemlerin kendi aralarındaki değerlendirmelerinde yine aynı istatistiksel anlamlı fark ( $p<0,001$ ) tespit edildi. Sekizinci hafta grupları arasında da aynı istatistiksel fark ( $p<0,001$ ) görülürken, 4. haftada oransal değerler arasındaki farkın ( $p = 0,181$ ), Newton cinsinde ölçülen kopma değerleri arasındaki farktan ( $p=0,239$ ) daha fazla olduğu dikkat çekti.



Tendo iyileşmesinin histopatolojik değerlendirilmesinde çok sayıda skorlama sisteminden faydalanılabilir (188-190). Movin ve ark. (191) ekstrasellüler matriks düzenliliğini, damarlaşmayı ve tenositlerin çekirdeklerinin yuvarlaklığını da içeren sekiz parametrelilik bir sistem kullanmışlardır.

Çalışmamızda histopatolojik değerlendirme için kullanılan parametreler, Stroll ve ark. (138) tarafından kullanılan değerlendirmeye büyük benzerlik göstermektedir. Stroll ve ark.'nın yaptıkları değerlendirme, makroskopik değerlendirme ve histopatoloji içeren kompleks bir değerlendirme sistemidir. Burada makroskopik skorlama, tendo iyileşmesi hakkındaki ilk izlenimlerin elde edilmesini sağlar. Makroskopik değerlendirmede; renk değişiklikleri, tendo yüzeyinin yapısı, yapışmalar ve tendo kalınlaşması değerlendirilir (138). Bu değişiklikler; belirgin şişme ve çevre dokulara yapışma şeklinde olmuştur. Çalışmamızda kullanılan parametrelere göre sağlıklı bir tendo, puanlama sonrası 20 tam puan almaktadır. Yirmi tam puandan ne kadar düşük bir skor alınır, bu durum tendo iyileşmesinin normale ne kadar uzak olduğunu göstermektedir. Skorlamada kullanılan parametreler ve bunların birbirlerine olan ağırlığı, farklı araştırmacılar arasında farklar gösterebilir ve yara iyileşmesi konusunda çalışan patologlar arasında bu konuda bir standardı yakalamak imkansızdır. Bazı çalışmalarda kullanılan parametre sayısı çok daha düşük tutulmuştur. Örneğin; Bulut (8) çalışmasında tendo iyileşmesini histopatolojik olarak incelerken, parametre olarak fibrozis, yangı ve damar içi enflamatuvar hücreleri değerlendirmiş, Yeşiloğlu (192). ise fibroblast sayısı, vaskülarizasyon, fibrozis ve ayrılma olarak dört parametre belirlemiştir.

Histopatolojik değerlendirme, iyileşmenin değerlendirilmesinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Histopatolojik değerlendirme amacıyla farklı araştırmacılar tarafından farklı haftalarda tendo örnekleri incelenmiştir. Stroll ve ark. (138), Kryger ve ark. (193) ile Nagasawa ve ark. (194) yaptıkları incelemelerde; 6. ve 12. haftalarda örnek almışlardır. Çalışmamızda 4. ve 8. haftalarda alınan tendo örnekleri incelenmiştir.

Tendo iyileşmesi oldukça uzun süren bir süreçtir. Stroll ve ark. yaptıkları çalışmada 6. haftada iyileşmenin henüz devam etmekte olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılara göre defekt alanının hala belirgin olması, yeniden yapılanmanın tam olarak şekillenmemiş olması ve tendo ekstrasellüler matriksinin reorganizasyonunun tam olarak tamamlanmamış olması, iyileşmenin tamamlanmadığının göstergeleridir. Sağlıklı kontrol grubu tendolarında yoğun ekstrasellüler matriks ile bu matriks içerisinde paralel yerleşimli kollajen lifleri ve tenositler gözlenirken, opere edilen tüm tendolarda postoperatif 6. haftada gevşek ekstrasellüler matriks, hiperselülerite ve hipervaskülarite gözlenmiştir.

İyileşme bölgesinde yüksek selülerite ile devam eden iyileşme olayları, daha fazla besin maddesi ihtiyacına sebep olmakta, iyileşme bölgesinde daha fazla kapillar damar oluşumu gözlenmektedir. Ameliyat sonrası iyileşme döneminde tendolarda ve elastik liflerin yönlenmesinde düzensizlik gözlenir (138). Çalışmamızda da, iyileşme alanında hücrelerin ve liflerin yerleşiminde düzensizlikler gözlenmiştir.

Tendo sağaltımında kullanılan pek çok malzeme iyileşme bölgesinde makrofaj, yabancı cisim dev hücresi, eozinofil benzeri hücrelerin içerisinde yer aldığı yangısal bir reaksiyona sebep olur. Stroll ve ark. (138) PGA fibrin yapılar, Young ve ark. (195) kollajen jel ile bu tür yangısal reaksiyonlar gözlemişlerdir. Çalışmamızda da kullanılan dikiş iplikleri etrafında çok sayıda yangı hücresi ile birlikte özellikle yabancı cisim dev hücrelerinin de oluşumuyla karakterize yangısal reaksiyon gözlenmiştir. Yangısal infiltrasyonlar 4. hafta sonunda daha belirgin iken, 8. hafta sonunda azalsa da varlığını devam ettirmiştir.

Tendo iyileşmesinde gözlenen yangı oldukça uzun süreli bir süreçtir. Bazı çalışmalarda ameliyat sonrası 12. haftada bile, iyileşme bölgesinde yangı hücreleri gözlenmiştir (138). Yangı bölgesinde yer alan bu yangı hücrelerinden salgılanan sitokinlerin, tendo yapısının yeniden yapılandırılmasında, özellikle de elastik liflerin birleşmesinin uyarılmasında rolü olduğu düşünülmektedir (138). Yangı, sitokinlerin ve büyüme faktörlerinin salgılandığı kompleks bir olaydır. Sitokinler ve büyüme faktörlerinin, iyileşme alanına fibroblastların göç etmesini sağladığı da bilinmektedir (138, 196). Kültüre edilmiş tenositlerde TNF-alfa (197) ve IL-1b (198) gibi sitokinlerin elastin gen ekspresyonunu uyardığı gözlenmiştir.

Çalışmamızda da iyileşmeye ait bulgular hem 4. haftada, hem de 8. haftada alınan tendo örneklerinde gözlemlenmiştir. Dördüncü haftada her iki grupta da iyileşme daha aktif olarak yaşanırken, 8. haftada alınan örnekler histolojik olarak normal tendo yapısına daha benzer olarak bulunmuştur. Ancak 8. hafta sonunda dahi iyileşmenin devam ettiğine dair bulgular vardır. Örneğin hücre zenginliği/hücre-matriks oranı incelendiğinde, en yüksek skor olan ve normal histolojik yapıya benzer bir yapının oluştuğunu ifade eden 2 skoruna 8. hafta sonunda dahi hiçbir hayvanda rastlanamamıştır. Yine yangı hücrelerinin ve hücre çekirdekleri arasında metabolik olarak daha aktif olan ökromatik çekirdeklerin sekizinci hafta sonunda hala gözleniyor olması, yangının sekizinci hafta sonunda dahi tam olarak tamamlanmadığının ve devam etmekte olduğunun göstergeleridir.

Grupların histopatolojik incelemesinde dikkat çeken diğer bir nokta da; hem 3LP, hem de TYAK yöntemlerinde 8. hafta skorlamasında nedbe dokusunda gözlenen sınırlanma

olmuştur. Defektli alandan normal dokuya geçişte entegrasyon ve tamir dokusunda hücre homojenizasyonu ile karakterize bir organizasyonun varlığı da yine aynı dönemde gözlemlenmiştir. Bu gelişmelerin TYAK yönteminde, 3LP yöntemine göre daha belirgin olduğu gözlenmiş olup, bu durum yeni yöntemin üstünlüğü olarak yorumlanmıştır. Histopatolojik incelemede tablonun bütününe bakıldığında ise; hem 4. hafta, hem de 8. hafta gruplarında TYAK tekniğinde, 3LP tekniğine karşı belirgin bir üstünlük göze çarpmaktadır.

Çalışmamızda aşıl tendosu rupturunun cerrahi yolla onarımında immobilizasyon süresini kısaltmak amacıyla kullanılabileceğini düşündüğümüz yeni bir yöntem olan Temas Yüzeyi Arttırılmış Kessler tekniği ile geleneksel ve tercih edilen bir yöntem olan 3 Loop Pulley tekniğinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Elde edilen veriler ışığında; TYAK tekniğinin 8. hafta sonunda geleneksel 3LP tekniğine göre biyomekaniksel açıdan tam kopmaya karşı daha dayanıklı bir iyileşme meydana getirdiği belirlenmiştir. Ancak çift kilitli modifiye Kessler dikiş tekniğinin kullanıldığı TYAK yönteminin, her dönemde aralık oluşumu açısından 3LP yöntemine göre daha dirençsiz olduğu görülmüştür. Bu dirençsizlik, TYAK yönteminde kullanılan dikiş tekniğinden kaynaklanan bir eksiklik olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın in vitro aşamasındaki biyomekaniksel değerlendirmedeki; tam kopma direncinde anlamlı bir farklılık gözlenmeyip, bu anlamlı farkın ancak 8. hafta sonunda karşımıza çıkmış olması, iyileşmenin TYAK yönteminde 3LP yöntemine göre mekanik açıdan daha dirençli olduğunu ortaya koymuştur. Bu anlamlı farkın 4. hafta deneklerinde gözlemlenmemiş olması ise, bu sürenin gereken düzeyde iyileşme oluşumu açısından yetersiz olduğunu göstermiştir.

Histopatolojik olarak; TYAK yönteminin, 3LP yöntemine göre hem 4., hem de 8. hafta sonunda belirgin derecede üstün olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ilk 4 haftada TYAK yönteminde histopatolojik açıdan hızlı bir gelişimin olduğu gözlenmiş ve bu süreç sonrasında oluşan iyileşme yönünden geleneksel 3LP yöntemine kıyasla daha başarılı bir onarım tekniği olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; TYAK yönteminin, 8. hafta sonunda tam kopmaya karşı direnç ve histopatolojik açıdan iyileşme yönünden 3LP yöntemine göre üstün olduğu saptanmıştır. Ancak TYAK yönteminin aralık oluşumuna karşı düşük dirence sahip olması ve adezyon derecesinin yüksek oluşu gibi dezavantajlarının mevcut olduğu da gözönünde bulundurularak, klinik olgularda uygulanabileceği kanısına varılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. KING M, JERRAM R. Achilles tendon rupture in dogs. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, 25: 613–620, 2003.
2. BERTUGLIA A, PUGLISI G. Repair of the Achilles mechanism in a miniature horse. *Equine Veterinary Education*, 17(1): 3-8, 2005.
3. MOORES AP, OWEN MR, TARLTON JF. The three-loop pulley suture versus two locking-loop sutures for the repair of canine achilles tendons, *Veterinary Surgery*, 33: 131-137, 2004.
4. WORTH AJ, DANIELSSON F, BRAY JP, BURBIDGE HM, BRUCE WJ. Ability to work and owner stisfaction following surgical repair of common calcaneal tendon injuries in working dogs in New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, 52: 3, 109-116, 2004
5. BALTZER WI, RIST P. Achilles tendon repair in dogs using the semitendinosus muscle: surgical technique and short-term outcome in five dogs. *Veterinary Surgery*, 38(6): 770-779, 2009.
6. SUCHAK AA, SPOONER C, REID DC, JOMHA NM. Postoperative rehabilitation protocols for achilles tendon ruptures a meta-analysis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 445: 216–221, 2006.
7. THURMAN RT, TRUMBLE TE, HANEL DP, TENCER AF, KISER PK. Two-, four-, and six-strand zone II flexor tendon repairs: an in situ biomechanical comparison using a cadaver model. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 23: 261–265, 1998.
8. BULUT Ö. Deneysel tendon onarımında iyileşme yüzeyinin arttırılmasının tendon iyileşmesine etkisinin araştırılması. Uzmanlık tezi. T.C. Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, 2007.
9. LISTER GD. Flexor tendon. In JG. Me Carthy ed. *Plastic Surgery*. Vol: 7, W.B. Saunders, Philadelphia, pp: 4516-64, 1990.
10. WREN TAL, YERBY SA, BEAUPRE GS, CARTER DR. Mechanical properties of human Achilles tendon. *Clinical Biomechanics*, 16: 245-51; 2001.
11. ZHANG AY, CHANG J. Tissue engineering of flexor tendons. *Clinics in Plastic Surgery*, 30: 565-72; 2003.
12. DENNY HR, GOODSHIP AE. Replacement of the anterior cruciate ligament with carbon fibre in the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 21: 279-286; 1980
13. WEINBERG ED. Dead (ox) Fascia Grafts in Tendon Defects. *Archives of Surgery*, 37: 570-585; 1938
14. BUNNELL S. Repair of tendons in the fingers and two new instruments. *Surgery, gynecology & obstetrics*, 10: 103-10, 1918.

15. HARRISON PW, CHANDY J. A subclavian aneurism cured by cellophane fibrosis. *Annals of Surgery*, 118: 478-81, 1943.
16. KESSLER I. Primary repair without immobilization of flexor tendon division within the digital sheath. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 40: 587-601, 1961.
17. MASON ML, SHEARON CG. The process of tendon repair. An experimental study of tendon suture and tendon graft. *Archives of Surgery*, 25: 615-92, 1932.
18. GREEN WL AND NIEBAUER JJ. Primary and secondary flexor tendon repairs in "No Man's Land". *Journal of Bone and Joint Surgery*, 56A: 1216-22; 1974.
19. VERDAN CE. Primary repair of flexor tendons. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 42A: 647- 57; 1960.
20. KLEINERT HE, KUTZ JE, ATASOY E. Primary repair of flexor tendons. *Orthopedic Clinics of North America*, 4: 865-876; 1973.
21. GÜLTEKİN M. Evcil Memeli Hayvanların Karşılaştırmalı Myologia'sı, A.Ü. Vet. Fak. Yayınları, Ankara, sayfa 239-339, 1977.
22. BANKS WJ. *Applied Veterinary Histology*. Third Edition. Mosby Year Book, USA, 1992.
23. BONNEAU NH, OLIVIERI M, BRETON L. Avulsion of the Gastrocnemius Tendon in the Dog Causing Flexion of the Hock and Digits. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 19: 717-722, 1983.
24. GETTY R, SISSON S, GROSSMAN J. *Sisson and Grossman's the Anatomy of the Domestic Animals*. Vol.5, W.B.Saunders Company, Philadelphia, page, 1975.
25. VAUGHAN LC. Muscle and tendon injuries in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 20: 711-736, 1979.
26. DURSUN N. *Veteriner Anatomi*. Cilt 2, 7.Baskı, Medisan Yayınevi, Ankara, sayfa 266-277, 2001.
27. BAHADIR A, YILDIZ H. *Veteriner Anatomi (Hareket Sistemi)*. Cilt 1, 1.Baskı, Ezgi Kitapevi, Bursa, Sayfa 184-194, 2004.
28. EVANS HE, DE LAHUNTA A. *Miller's Guide to the Dissection of the Dog*, ed 4., WB Saunders, Philadelphia, page 6-118, 1996.
29. DYCE KM, SACK WO, WENSING CJG. *Textbook of Veterinary Anatomy*, ed 2., WB Saunders, Philadelphia, page 31-98, 1996.
30. JUNQUEIRA LC, CARNEIRO J, KELLEY RO. *Basic Histology*, seventh edition, Appleton & Lange Türkçe çeviri, Baris Kitabevi, 143-144, 231-245, 1992.

31. SAĞLAM M, AŞTI RN, ÖZER A. Genel Histoloji, 6. Baskı, Yorum Basınevi, Ankara, Sayfa 78-79, 2001.
32. ELLIOT, D.H. Structure and Function of Mammalian Tendon. *Biological Reviews*, 40: 392-421, 1965.
33. SHARMA P, MAFFULLI N. Tendon injury and tendinopathy: healing and repair. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 87-A: 187-202, 2005.
34. FENWICK SA, HAZLEMAN BL, RILEY GP. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon. *Arthritis Research*, 4: 252-260, 2002
35. SKINNER HB. *Current Diagnosis & Treatment in Orthopedics*, Lange. Türkçe çeviri, sayfa 12-23. 2005.
36. KVIST M, JOZSA L, JARVINEN M, KVIST H. Fine structural alterations in chronic achilles paratenonitis in athletes. *Pathology, Research & Practice* 180: 416-423, 1985.
37. WILLIAMS JG. Achilles tendon lesions in sport. *Sports Medicine*, 3: 114–135, 1986.
38. HESS P, REINDERS J. Transposition of the sartorius muscle for reconstruction of the extensor apparatus of the knee. *Journal of Trauma*, 26(1): 90-2, 1986.
39. ROWE RW. The structure of rat tail tendon. *Connective Tissue Research*, 14(1): 9–20, 1985.
40. GELBERMAN RH, CHU CR, WILLIAMS CS, SEILER JG. Angiogenesis in healing autogenous flexor tendon grafts. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 74-A: 1207-1216, 1992.
41. ARAI H. Die Blutgefasse der Sehnen. *Anat. Hefte*, 34: 363, 1907.
42. WEBER E.R, HARDIN G., HAYNES D. Synovial fluid nutrition of flexor tendon. In Hunter, J.M., Schneider, L.H. and Mackin, E. Ed: *Tendon Surgery in the Hand*. The Cv Mosby Co., St louis, Pp: 113-21, 1987.
43. CARR AJ, NORRIS SH. The blood supply of the calcaneal tendon. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, 71: 100-101, 1989.
44. KVIST M, HURME T, KANNUS P, JARVINEN T, MAUNU VM, JOZSA L, JARVINEN M. Vascular density at the myotendinous junction of the rat gastrocnemius muscle after immobilization and remobilization. *American Journal of Sports Medicine*, 23: 359-364, 1995.
45. KVIST M, JOZSA L, JARVINEN M. Vascular changes in the ruptured Achilles tendon and paratenon. *International Orthopaedics*, 16: 377-382, 1992.
46. NAITO M, OGATA K. The blood supply of the tendon with a paratenon. An experimental study using hydrogen washout technique. *Hand*, 15: 9-14, 1983.

47. RILEY GP, HARRALL RL, CAWSTON TE, HAZLEMAN BL, MACKIE EJ. Tenascin-C and human tendon degeneration. *American Journal of Pathology*, 149: 933-943, 1996.
48. JOZSA LG, KANNUS P. *Human tendons: anatomy, physiology, and pathology*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1997.
49. REYNOLDS NL, WORRELL TW. Chronic Achilles peritendinitis: etiology, pathophysiology and treatment. *Australian and New Zealand Journal of Surgery* 40: 298-302, 1971.
51. KANNUS P, JOZSA L, JARVINNEN M. Basic science of tendons. Editors: Garrett WE Jr, Speer KP, Kirkendall DT. *Principles and practice of orthopaedic sports medicine*. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, p 21-37, 2000.
52. NICULESCU V, MATUSZ P. The clinical importance of the calcaneal tendon vasculature (tendo calcaneus). *Morphology and Embryology (Bucur)*. 34: 5-8, 1988.
53. ASTROM M. Laser Doppler flowmetry in the assessment of tendon blood flow. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 10: 365-367, 2000.
54. LINDSAY, W.K., MC.DOUGAL, E.P. Direct digital flexor tendon repair. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 26: 613-621; 1960.
55. LUNDBORG G. Superficial repair of severed flexor tendon in synovial environment. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 5: 451-461 1980.
56. TUBIANA, R. Historical survey of the treatment of tendon lesions in the hand. R. Tubiana ed. *The Hand*, p: 5-7, Philadelphia: WB Saunders ,1988.
57. INGRAHAM JM, HAUCK RM, EHRLICH HP. Is the tendon embryogenesis process resurrected during tendon healing? *Plastic and Reconstructive Surgery*, 112: 844-854, 2003.
58. KOOB TJ. Biomimetic approaches to tendon repair. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133: 1171-1192, 2002.
59. KLEIN MB, PHAM H, YALAMANCI N, CHANG J. Flexor tendon wound healing in vitro: the effect of lactate on tendon cell proliferation and collagen production. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 26: 847-854, 2001.
60. MILLER MD. *Review of Orthopaedics*. Fourth Edition. Elsevier(USA) Philadelphia, Pennsylvania. Türkçe çevirisi , Akademi Doktorlar Yayınevi, sayfa 67-69, 81-82, 2006.
61. ÇAKMAK M. *Ortopedi*. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, sayfa 7-8,1998.
62. KOOB TJ, SUMMERS AP. Tendon—bridging the gap. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133: 905-909, 2002.

63. STRICKLAND JW. Flexor tendons: acute injuries. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pedersen WC, editors. Green's operative hand surgery. 4th ed., Churchill Livingstone, New York. page 1851-1897, 1999.
64. ROSS MH, ROMRELL LJ. Connective tissue. In hystology: A Text and Atlas.2. baski . sf.85-11. Baltimore , Williams and Wilkins, 1989.
65. OAKES BW. Tissue healing and repair: tendons and ligaments. In: Frontera WR, editor. Rehabilitation of sports injuries: scientific basis. Blackwell Science, Boston. p 56-98, 2003.
66. TILLMAN LJ, CHASAN NP. Properties of dense connective tissue and wound healing. In: Hertling D, Kessler RM, editors. Management of common musculoskeletal disorders: physical therapy principles and methods. 3rd ed. Lippincott, Philadelphia. p 8-21, 1996.
67. MAFFULLI N.Rupture of the Achilles tendon. Journal of Bone and Joint Surgery American Volume, 81(7): 1019-36, 1999.
68. NISTOR L.Surgical and non-surgical treatment of Achilles Tendon rupture. A prospective randomized study. Journal of Bone and Joint Surgery American Volume, 63(3): 394-399, 1981.
69. HAGGMARK T, LIEDBERG H, ERIKSSON E, WREDMARK T. Calf muscle atrophy and muscle function after non-operative vs operative treatment of achilles tendon ruptures. Orthopedics, 9(2): 160-164, 1986
70. 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. American Journal of Sports Medicine, 21(6):791-799, 1993.
71. INGLIS AE, SCOTT WN, SCULCO TP, PATTERSON AH. -Ruptures of the tendo achillis. An objective assessment of surgical and non-surgical treatment. Journal of Bone and Joint Surgery American Volume, 58(7):990-993, 1976.
72. MA GW, GRIFFITH TG.Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon: a new technique. Clinical Orthopaedics and Related Research, (128):247-255, 1977.
73. CRETNIK A, KOSANOVIC M, SMRKOLJ V. Percutaneous suturing of the ruptured Achilles tendon under local anesthesia. Journal of Foot and Ankle Surgery, 43(2): 72-81, 2004.
74. HALASI T, TALLAY A, BERKES I. Percutaneous Achilles tendon repair with and without endoscopic control. Knee Surgery Sports Traumatolgy Arthroscopy, 11(6): 409-414, 2003.
75. WEBB JM, BANNISTER GC. Percutaneous repair of the ruptured tendo Achillis. Journal of Bone and Joint Surgery British Volume, 81(5): 877-880, 1999.



76. KAKIUCHI M. A combined open and percutaneous technique for repair of tendo Achilles. Comparison with open repair. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, 77(1): 60-63, 1995.
77. TURGUT A, GUNAL I, MARALCAN G, KOSE N, GOKTURK E. Endoscopy, assisted percutaneous repair of the Achilles tendon ruptures: a cadaveric and clinical study. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 10(2): 130-133, 2002.
78. LEWIS N, QUITKIN HM. Strength analysis and comparison of the Teno Fix tendon repair system with the two-strand modified Kessler repair in the Achilles tendon. *Foot and Ankle International*, 24: 857-860, 2003.
79. LO IK, KIRKLEY A, NONWEILER B, KUMBHARE DA. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a quantitative review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7(3): 207-211, 1997.
80. CARDEN DG, NOBLE J, CHALMERS J, LUNN P, ELLIS J. Rupture of the calcaneal tendon. The early and late management. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, 69(3): 416-420, 1987.
81. 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. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (400): 190-200, 2002.
82. EROL B. Aşil tendon rüptürü tedavisinde metalik implant modeli kullanımının biyomekanik olarak test edilmesi, *Uzmanlık Tezi*, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, İstanbul, Sayfa 9-13, 2002.
83. TRAIL IA, POWELL ES, NOBLE J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *Journal of Hand Surgery British Volume*, 14: 422-427, 1989.
84. TAN J, WANG B, XU Y. Effects of direction of tendon lacerations on strength of tendon repairs. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 28: 237-242, 2003.
85. WOLFE SW, WILLIS AA, CAMPBELL D. Biomechanic comparison of the Teno Fix tendon repair device with the cruciate and modified Kessler techniques. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 32: 356-366, 2007.
86. HOTOKEZAKA S, MANSKE PR. Differences between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 22: 995-1003, 1997.
87. VIINIKAINEN A, GORANSSON H, RYHANEN J. Primary flexor tendon repair techniques. *Scandinavian journal of surgery : SJS : official organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*, 97: 333-340, 2008.
88. XIE RG, XUE HG, GU JH. Effects of locking area on strength of 2- and 4-strand locking tendon repairs. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 30: 455-460, 2005.

89. SHANI J, SHAHAR R. Repair of chronic complete traumatic rupture of the common calcaneal tendon in a dog using a fascia lata graft. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 13: 104–108, 2000.
90. VAUGHAN LC. The use of carbon fibre implants for the repair of Achilles tendon rupture in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 22: 629–634, 1981.
91. REINKE JD, MUGHANNAM AJ, OWENS JM. Avulsion of the gastrocnemius tendon in 11 dogs. *Journal of American Animal Hospital Association*, 29: 410–418, 1993.
92. REINKE J. Treatment of avulsion of the gastrocnemius tendon, in Bojrab MJ (ed): *Current Techniques in Small Animal Surgery*, ed 4. Philadelphia, Williams & Wilkins, , pp 1257–1260, 1998.
93. BONNEAU NH, MO, BRETON L. Avulsion of the gastrocnemius tendon in the dog causing flexion of the hocks and digits. *Journal of American Animal Hospital Association*, 19: 717–722, 1983.
94. INOUE T, TANAKA I, IMAI K, HATOKO M. Reconstruction of Achilles tendon using vascularized fascia lata with free lateral thigh flap. *British Journal of Plastic Surgery*, 43: 728-731, 1990.
95. BABU V, CHITTARANJAN S, ABRAHAM G, KORULA RJ. Singlestage reconstruction of soft-tissue defect including the Achilles tendon using the dorsalis pedis arterialized flap along with the extensor digitorum brevis as bridge graft. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 93: 1090-1093, 1994.
96. LEE JW, YU JC, SHIEH SJ. Reconstruction of the Achilles tendon and overlying soft tissue using antero-lateral thigh free flap. *British Journal of Plastic Surgery*, 53: 574-577, 2000.
97. YAJIMA H, YASUNORI K, YAMAUCHI T, TAMAI S. Reconstruction of Achilles tendon and skin defect using peroneal cutaneotendinous flaps. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 107: 1500-1503, 2000.
98. TYLER JW, MIDDLETON JR, BARBEE DD, PARISH SM. Conservative management of a ruptured gastrocnemius muscle in a male llama. *Canadian Veterinary Journal*, 39(11): 712-3, 1998.
99. PASCOE RR. Death due to rupture of the origin of the gastrocnemius muscle in a filly. *Australian Veterinary Journal*, 51: 107, 1975.
100. STASHAK TS. (Ed.) Rupture of the Achilles tendon. In: *Adams' Lameness in Horses*, 4th edn., Lea & Febiger, Philadelphia. pp 722-723, 1987.
101. REEVES MJ, TROTTER GW. Reciprocal apparatus dysfunction as a cause of severe hindlimb lameness in a horse. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 199: 1047-1048, 1991.

102. LESCUN TB, HAWKINS JE, SIEMS JJ. Management of rupture of the gastrocnemius and superficial digital flexor muscle with a modified Thomas splint-cast combination in a horse. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 213: 1457-1459, 1998.
103. REEF V. (Ed.) Gastrocnemius tendonitis. In: *Equine Diagnostic Ultrasound*, W.B. Saunders Co., Philadelphia. pp 122-123, 1998.
104. VALDEZ H, COY CH, SWANSON T. Flexible carbon fibre for repair of gastrocnemius and superficial digital flexor tendon in a heifer and gastrocnemius tendon in a foal. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 181: 154-157, 1982.
105. STASHAK TS. (Ed.) Fracture of fibular tarsal bone. In: *Adams' Lameness in Horses*, 4th edn., Lea & Febiger, Philadelphia. pp 713-714, 1987.
106. TOPPIN DS, LORI DN. Incomplete rupture of the gastrocnemius and superficial digital flexor muscles in a Quarter Horse stallion. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 1; 229(11): 1790-1794, 2006.
107. JESTY SA, PALMER JE, PARENTE EJ, SCHAEER TP, WILKINS PA. Rupture of the gastrocnemius muscle in six foals. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 15; 227(12): 1965-1968, 2005.
108. SHOEMAKER RS, MARTIN GS, HILLMANN DJ. Disruption of the caudal component of the reciprocal apparatus in two horses. *Journal of American Veterinary Medicine Association*, 198: 120-122, 1991.
109. MEUTSTEGE J. The classification of canine Achilles tendon lesions. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 6: 53-55, 1993.
110. LANDVATER SJ, RENSTROM AFH. Complete Achilles tendon ruptures. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 11(4): 741-758, 1992.
111. LEPPILAHTI J, ORAVA S. Total Achilles tendon rupture. *Sports Medicine*, 25(2): 79-100, 1998.
112. REINKE JD, KUS SP. Achilles mechanism injury in the dog. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian*, 4(8): 639-645, 1982.
113. GUERIN S, BURBIDGE HM, FIRTH E. Achilles tenorrhaphy in five dogs: a modified surgical technique and evaluation of a cranial half cast. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 11: 205-210, 1998.
114. SHAKIBAEI M, DE SOUZA P, VAN SICKLE D. Biochemical changes in Achilles tendon from juvenile dogs after treatment with ciprofloxacin or feeding a magnesium-deficient diet. *Archives of Toxicology*, 75: 369-374, 2001.
115. LIM S, HOSSAIN MA, PARK J. The effects of enrofloxacin on canine tendon cells and chondrocytes proliferation in vitro. *Veterinary Research Communications*, 32: 243-253, 2008.

116. DE HAAN JJ, GORING RL, RENBURG C, BERTRAND S. Modified transarticular external skeletal fixation for support of Achilles tenorrhaphy in four dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 8: 32–35, 1995.
117. HULSE DA, JOHNSON AL. Management of muscle and tendon injury or disease, in Fossum TW (ed): *Small Animal Surgery*. St. Louis, Mosby, pp 999–1008, 1997.
118. SIVACOLUNDHU RK, MARCHEVSKY AM, READ RA, EGER C. Achilles mechanism reconstruction in four dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 14: 25–31, 2001.
119. RIVERS BJ, WALTER PA, KRAMEK B, WALLACE L. Sonographic findings in canine common calcaneal tendon injury. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 10: 45–53, 1997.
120. VAN HOLSBEECK M, POWELL A. Ankle and foot, in Fornage BD (ed): *Musculoskeletal Ultrasound*. New York, Livingstone, pp 221–237, 1995.
121. BERG JR, EGGER EL. In vitro comparison of the three loop pulley and locking loop suture patterns for repair of canine weightbearing tendons and collateral ligaments. *Veterinary Surgery*, 15(1): 107–110, 1986.
122. TOMLINSON J, MOORE R. Locking loop tendon suture use in repair of five calcaneal tendons. *Veterinary Surgery*, 11(3): 105–109, 1982.
123. MORSHEAD D, LEEDS EB. Kirschner-Ehmer apparatus immobilization following Achilles tendon repair in six dogs. *Veterinary Surgery*, 13(1): 11–14, 1984.
124. MONTGOMERY RD, BARNES SL, WENZEL JGW. In vitro comparison of the Krackow and locking loop suture patterns for tenorrhaphy of flat tendons. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 7: 31–34, 1994.
125. GELBERMAN RH, BOYER MI, BRODT MD. The effect of gap formation at the repair site on the strength and excursion of intrasynovial flexor tendons. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 81: 975–982, 1999.
126. BJORLING DE, TOOMBS JP. Transarticular application of the Kirschner-Ehmer splint. *Veterinary Surgery*, 11(1): 34–38, 1982.
127. TOOMBS JP. Transarticular application of external skeletal fixation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 22(1): 181–194, 1992.
128. NIELSEN C, PLUHAR GE. Outcome following surgical repair of Achilles tendon rupture and comparison between post-operative immobilization methods in dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 19: 246–249, 2006.
129. MURRELL GAC, LILLY EG, GOLDNER RD. Effects of immobilization on Achilles tendon healing in a rat model. *Journal of Orthopedic Research*, 12(4): 582–591, 1994.

130. MANDELBAUM BR, MYERSON MS, FORSTER R. Achilles tendon ruptures, a new method of repair, early range of motion, and functional rehabilitation. *American Journal of Sports Medicine*, 23(4): 392–395, 1995.
131. MORTENSEN NHM, SKOV O, JENSEN PE. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 81-A(7): 983–990, 1999.
132. FERNANDEZ-FAIRENM, GIMENO C. Augmented repair of Achilles tendon ruptures. *American Journal of Sports Medicine*, 25: 177–181, 1997.
133. SCHULZ K. Management of muscle and tendon injury or disease, in Fossum TW (ed): *Small Animal Surgery* (ed 3). St Louis, MO, Mosby, pp 1316–1332, 2007.
134. WAPNER KL, HECHT PJ, MILLS RH JR. Reconstruction of neglected Achilles tendon injury. *Orthopedic Clinics of North America*, 26: 249–263, 1995.
135. LEE DK. Achilles tendon repair with acellular tissue graft augmentation in neglected ruptures. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 46: 451–455, 2007.
136. GILBERT TW, STEWART-AKERS AM, SIMMONS-BYRD A. Degradation and remodeling of small intestinal submucosa in canine Achilles tendon repair. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 89-A: 621–630, 2007.
137. JIN-BO T, SEIICHI I, MASAMICHI U. Surgical management of the tendon sheath at different repair stages. *Chinese Medical Journal*, 13(4): 295-303, 1990.
138. STOLL C, JOHN T, CONRAD C, LOHAN A, HONDKE S, ERTEL W, KAPS C, ENDRES M, SITTINGER M, RINGE J, SCHULZE-TANZIL G. Healing parameters in a rabbit partial tendon defect following tenocyte/biomaterial implantation. *Biomaterials*, 32: 4806-4815, 2011.
139. STRAUCH B, DE MOURA W, FERDER M, HALL C, SAGI A, GREENSTEIN B. The fate of tendon healing after restoration of the integrity of the tendon sheath with autogenous vein grafts. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 10(6 Pt 1): 790-795, 1985.
140. ENWEMEKA CS. Inflammation, cellularity, and fibrillogenesis in regenerating tendon: implications for tendon rehabilitation. *Physical Therapy*, 69(10): 816-825, 1989.
141. AMIEL D, ISHIZUE K, BILLINGS E JR, WIIG M, VANDE BERG J, AKESON WH, GELBERMAN R. Hyaluronan in flexor tendon repair. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 14(5): 837-843, 1989.
142. BROWN H, EHRLICH HP, NEWBERNE PM, KIYOIZUMI T. Para osteo arthropathy--ectopic ossification of healing tendon about the rodent ankle joint: histologic and type V collagen changes. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 183(2): 214-20, 1986.

143. BISHOP AT, COONEY WP 3RD, WOOD MB. Treatment of partial flexor tendon lacerations: the effect of tenorrhaphy and early protected mobilization. *Journal of Trauma*, 26(4): 301-12, 1986.
144. DOHERTY GP, KOIKE Y, UHTHOFF HK, LECOMPTE M, TRUDEL G. Comparative anatomy of rabbit and human achilles tendons with magnetic resonance and ultrasound imaging. *Comperative Medicine*, 56(1): 68-74, 2006.
145. WARDEN SJ. Animal models for the study of tendinopathy. *British Journal of Sports*, 41(4): 232-240, 2007.
146. BRODBELT DC, BREARLEY JC, YOUNG LJ. Anaesthetic related mortality risks in small animals in the UK. *Proceedings of AVA spring meeting, Rimini, Italy*. p 67, 2005.
147. GRINT NJ, MURISON PJ. A comparison of ketamine- midazolam and ketamine-medetomidine combinations for induction of anaesthesia in rabbits. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 35: 113-121, 2008.
148. STASIAK KL, MAUL D, FRENCH E, HELLYER PW, VANDE WOUDE S. Species-specific assessment of pain in laboratory animals. *Contemporary Topics Laboratory Animal Science*, 42: 13-20, 2003.
149. HENKE J, ASTNER S, BRILL T, EISSNER B, BUSCH R, ERHARDT W. Comparative study of three intramuscular anaesthetic combinations (medetomidine/ ketamine, medetomidine/ fentanyl/ midazolam, xylaxine/ ketamine) in rabbits. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32: 261-270, 2005.
150. ORR HE, ROUGHAN JV, FLECKNELL PA. Assessment of ketamine and medetomidine anaesthesia in the domestic rabbit. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32: 271-275, 2005.
151. AMARPAL P, KINJAVDEKAR HP, AITHAL AM, PAWDE JS, RAHUL U. Evaluation of Xylazine, Acepromazine and Medetomidine with Ketamine for General Anaesthesia in Rabbits. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 37: 3, 223-229, 2010.
152. TYLER JW, MIDDLETON JR, BARBEE DD, PARISH SM. Conservative management of a ruptured gastrocnemius muscle in a male llama. *Canadian Veterinary Journal*, 39: 712-713, 1998.
153. MCCARTNEY WT, ROBERTSON I, KISS K. Use of a Transarticular Circular Fixator Construct for Immobilisation of the Tarsocrural Joint Following Common Calcaneal Tenorrhaphy in Four Dogs. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, (3)7: 69-73, 2009.
154. REGS CM. Indications for and application of limb casts in the mature Horse. *Equine Veterinary Education* (4)9: 190-197, 1997.

155. HUNG LK, PANG KW, YEUNG PLC, CHEUNG L, WONG JMW, CHAN P. Active mobilisation after flexor tendon repair: comparison of results following injuries in zone 2 and other zones. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 13(2): 158-163, 2005.
156. LING TP, CHAN ESY, TAN ABH, HEONG TS. Role of Controlled Mobilisation Following Flexor Tendon Repair in the Hand: A Systematic Review. *SGH PROCEEDINGS*, 15(1): 2-7, 2006.
157. COSTA ML, SHEPSTONE L, DARRAH C, MARSHALL T, DONELL ST. Immediate full weight bearing mobilisation for repaired Achilles tendon ruptures: a pilot study. *Injury, International Journal of the Care of the Injured*, 34: 874–876, 2003.
158. KANNUS P. Immobilization or Early Mobilization After an Acute Soft-Tissue Injury? *The Physician And Sportsmedicine*, 28(3): 1-8, 2000.
159. SCHILS SJ, TURNER TA. Review of Early Mobilization of Muscle, Tendon, and Ligament After Injury in Equine Rehabilitation. *AAEP Proceedings*, 56: 374-380, 2010.
160. GELBERTMAN R, VADGE BERG JS, LUNDBORG GN, AKESON WH. Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 65: 70–80, 1983.
161. CHANG P. Repair and grafting of tendon. In: Mathes SJ, ed. *Plastic Surgery*. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, pp: 591–603, 2006.
162. KUBOTA H, MANSKE PR, AOKI M, PRUITT DL, LARSON BJ. Effect of motion and tension on injured flexor tendons in chickens. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 21: 456–566, 1996.
163. EVERETT EK. Biomechanical analysis of a novel suture pattern for repair of equine tendon lacerations. Thesis of Master of Science In Biomedical and Veterinary Sciences. Virginia Polytechnic Institute and State University. 2011.
164. HIRPARA KM, SULLIVAN PJ, RAHEEM O. A biomechanical analysis of multistrand repairs with the Silfverskiold peripheral cross-stitch. *Journal of Bone and Joint Surgery British Volume*, 89: 1396-1401, 2007.
165. WINTERS SC, GELBERMAN RH, WOO SL. The effects of multiple-strand suture methods on the strength and excursion of repaired intrasynovial flexor tendons: a biomechanical study in dogs. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 23: 97-104, 1998.
166. DINOPOULOS HT, BOYER MI, BURNS ME. The resistance of a four- and eightstrand suture technique to gap formation during tensile testing: an experimental study of repaired canine flexor tendons after 10 days of in vivo healing. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 25: 489-498, 2000.
167. VIZESI F, JONES C, LOTZ N. Stress relaxation and creep: viscoelastic properties of common suture materials used for flexor tendon repair. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 33: 241-246, 2008.

168. LAWRENCE TM, DAVIS TR. A biomechanical analysis of suture materials and their influence on a four-strand flexor tendon repair. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 30: 836-841, 2005.
169. MILLER B, DODDS SD, DEMARS A. Flexor tendon repairs: the impact of fiberwire on grasping and locking core sutures. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 32: 591-596, 2007.
170. TARAS JS, RAPHAEL JS, MARCZYK SC. Evaluation of suture caliber in flexor tendon repair. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 26: 1100-1104, 2001.
171. BARRIE KA, TOMAK SL, CHOLEWICKI J. The role of multiple strands and locking sutures on gap formation of flexor tendon repairs during cyclical loading. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 25: 714-720, 2000.
172. CAO Y, ZHU B, XIE RG. Influence of core suture purchase length on strength of four-strand tendon repairs. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 31: 107-112, 2006.
173. VIINIKAINEN A, GORANSSON H, HUOVINEN K. A comparative analysis of the biomechanical behaviour of five flexor tendon core sutures. *Journal of Hand Surgery British Volume*, 29: 536-543, 2004.
174. ALAVANJA G, DAILEY E, MASS DP. Repair of zone II flexor digitorum profundus lacerations using varying suture sizes: a comparative biomechanical study. *Journal of Hand Surgery British Volume*, 30: 448-454, 2005.
175. HATANAKA H, MANSKE PR. Effect of Suture Size on Locking and Grasping Flexor Tendon Repair Techniques. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 375: 267-274, 2000.
176. ZOBITZ ME, ZHAO C, ERHARD L. Tensile properties of suture methods for repair of partially lacerated human flexor tendon in vitro. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 26: 821-827, 2001.
177. ZHAO C, AMADIO PC, ZOBITZ ME. Gliding resistance after repair of partially lacerated human flexor digitorum profundus tendon in vitro. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 16: 696-701, 2001.
178. BARRIE KA, WOLFE SW, SHEAN C. A biomechanical comparison of multistrand flexor tendon repairs using an in situ testing model. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 25: 499-506, 2000.
179. TANG JB, ZHANG Y, CAO Y. Core suture purchase affects strength of tendon repairs. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 30: 1262-1266, 2005.
180. HOTOKEZAKA S, MANSKE PR. Differences between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 22: 995-1003, 1997.



181. HATANAKA H, MANSKE PR. Effect of the cross-sectional area of locking loops in flexor tendon repair. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 24: 751-760, 1999.
182. MCLARNEY E, HOFFMAN H, WOLFE SW. Biomechanical analysis of the cruciate fourstrand flexor tendon repair. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 24: 295-301, 1999.
183. KLEINERT HE, LUBAHN JD. Current state of flexor tendon surgery. *Annales De Chirurgie De La Main*, 3: 7-17, 1984.
184. MALERICH MM, BAIRD RA, MCMASTER W, ERICKSON JM. Permissible limits of flexor digitorum profundus tendon advancement-an anatomic study. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 12: 30-33,1987.
185. ZIDEL P. Tendon healing and flexor tendon surgery. In *Grabb and Smith's Plastic Surgery*. Philadelphia, PA: LWW; 803-810, 2007.
186. GEBAUER M, BEIL FT, BECKMANN J, SÁRVÁRY AM, UEBLACKER P, RUECKER AH, HOLSTE J, MEENEN NM. Mechanical evaluation of different techniques for Achilles tendon repair. *Archives of Orthopedic and Trauma Surgery*., 127(9):795-9, 2007.
187. YILMAZ G. Aşil tendon kopmalarında cerrahi tedavi: Perkütan ve açık cerrahi yöntemlerinin tavşan Modelinde karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. T.C Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara. 2007.
188. SHALABI A, KRISTOFFERSEN-WIBERG M, PAPADOGIANNAKIS N, ASPELIN P, MOVIN T. Dynamic contrast-enhanced MR imaging and histopathology in chronic achilles tendinosis. A longitudinal MR study of 15 patients. *Acta Radiology*, 43: 198-206, 2002.
189. SUCKOW MA, HODDE JP, WOLTER WR, HILES MC. Repair of experimental Achilles tenotomy with porcine renal capsule material in a rat model. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18: 1105-1110, 2007.
190. WANG B, LIU W, ZHANG Y, JIANG Y, ZHANG WJ, ZHOU G. Engineering of extensor tendon complex by an ex vivo approach. *Biomaterials*, 29: 2954-2961, 2008.
191. MOVIN T, GAD A, REINHOLT FP, ROLF C. Tendon pathology in long-standing achillobodynia. Biopsy findings in 40 patients. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 68: 170-175, 1997.
192. YEŞİLOĞLU N. Fleksör tendon onarımlarında erken mobilizasyon için geliştirilen etfal-ny dikiş tekniğinin in vitro ve in vivo sonuçlarının modifiye kessler tekniği ile karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim Ve Araştırma Hastanesi I. Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Kliniği, İstanbul. 2008.
193. KRYGER GS, CHONG AK, COSTA M, PHAM H, BATES SJ, CHANG J. A comparison of tenocytes and mesenchymal stem cells for use in flexor tendon tissue engineering. *Journal of Hand Surgery American Volume*, 32: 597-605, 2007.

194. NAGASAWA K, NOGUCHI M, IKOMA K, KUBO T. Static and dynamic biomechanical properties of the regenerating rabbit Achilles tendon. *Clinical Biomechanics* (Bristol Avon), 23: 832-838, 2008.
195. YOUNG RG, BUTLER DL, WEBER W, CAPLAN AI, GORDON SL, FINK DJ. Use of mesenchymal stem cells in a collagen matrix for Achilles tendon repair. *Journal of Orthopedic Research*, 16: 406-413, 1998.
196. XIA Z, TRIFFITT JT. A review on macrophage responses to biomaterials. *Biomed Materials* 1:R1e9, 2006.
197. JOHN T, LODKA D, KOHL B, ERTEL W, JAMMRATH J, CONRAD C. Effect of proinflammatory and immunoregulatory cytokines on human tenocytes. *Journal of Orthopedic Research*, 28: 1071-1077, 2009.
198. QI J, CHI L, MALONEY M, YANG X, BYNUM D, BANES AJ. Interleukin-1 beta increases elasticity of human bioartificial tendons. *Tissue Engineering* 12: 2913-2925, 2006.
199. LAMB CR, DUVERNOIS A. Ultrasonographic Anatomy Of The Normal Canine Calcaneal Tendon. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 46: 326–330, 2005..
200. FEDORCZYK JM. Tendinopathies of the Elbow, Wrist, and Hand: Histopathology and Clinical Considerations. *Journal Of Hand Therapy*, 25:191–201, 2012.
201. BINDRA RR. Basic Pathology of the Hand, Wrist, and Forearm: Tendon and Ligament. In: Berger RA, Weiss APC, ed. *Hand Surgery*. Philadelphia, PA: Liipincott Williams and Wilkins, 2004.

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmalarım sırasındaki katkılarından dolayı danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nihal Y. GÜL SATAR'a ve Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyelerine, doktora tez çalışmam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen sevgili doktora öğrencisi ve araştırma görevlisi mesai arkadaşlarıma, çalışmamın histopatolojik bölümünde bana destek olan sayın Yard. Doç Dr. İ. Taci CANGÜL ağabeyime ve Araş. Gör. Volkan İPEK'e, tüm bu süreçte beni destekleyen ve güçlendiren çok değerli eşim Dr. Oya ERALP İNAN ve kızımız Umay'a, bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip sevgili annem, babam ve ağabeyime gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı mali açıdan destekleyen Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'ne de ayrıca teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Eskişehir’de doğdum. İlköğrenimimi Yunus Emre İlkokulunda, ortaokul ve lise yıllarımı da Eskişehir Anadolu Lisesinde tamamladım. 2001 senesinde liseden mezun oldum ve takip eden bir yıl boyunca Amerika Birleşik Devletlerinde eğitime devam ettim. 2002 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesinde mesleki öğrenimime başladım. Fakülte öğretimimin 2005-2006 yıllarında Erasmus öğrenci değişim programından faydalanarak fakülte tahsilimin 4. yılını Almanya’da, Hannover Veteriner Fakültesinde geçirdim. Bu eğitim yılını takiben 2 aylık yaz dönemini de yine aynı fakültenin hayvan hastanesinde staj yaptım. 2007 yılında Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesinden mezun oldum. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalında doktora eğitimime başladım. 2009 yılı sonunda Araştırma Görevlisi kadrosuna atandım. 2010 yılında U.Ü. Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışan eşim Dr. Oya ERALP İNAN ile evlendim. Son olarak 2012 yılında iki aylığına Kanada da Guelph Üniversitesi Kliniklerinde çalışma ve küçük hayvan ve at cerrahisi alanlarında tecrübemi arttırma fırsatı yakaladım.