

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ



ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI

**ZON İKİ FLEKSÖR TENDON YARALANMALARINDA A2
PULLEY PLASTİ İLE DİĞER CERRAHİ YÖNTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI
(DENEYSEL VE BİYOMEKANİK KADAVRA ÇALIŞMASI)**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Omar Ayad Abdullah Aljasim

Danışman

Doç. Dr. Hüseyin Günay

İZMİR
2021

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANA BİLİM DALI

**ZON İKİ FLEKSÖR TENDON YARALANMALARINDA A2
PULLEY PLASTİ İLE DİĞER CERRAHİ YÖNTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI
(DENEYSEL VE BİYOMEKANİK KADAVRA ÇALIŞMASI)**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Omar Ayad Abdullah Aljasim

Danışman

Doç. Dr. Hüseyin Günay

İZMİR
2021

Teşekkürler

Ortopedi ve travmatoloji uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, tez konusunda en büyük desteğim değerli hocam Doç. Dr. Hüseyin Günay' a,

El ve üst ekstremitte cerrahisi alanında tecrübelerini paylaşmakta tereddüt etmeyen, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım değerli el ve üst ekstremitte cerrahisi bilim dalı başkanı Prof. Dr. Erhan Coşkunol'a,

Eğitimim boyunca her açıdan yardımcı olan, hiç yorulmadan bilgisini paylaşan, hoşgörü ve samimiyetini eksik etmeyen değerli hocam Doç. Dr. Levent Küçük'e,

Tezimin oluşturulmasında her türlü desteği gösteren, bilgi ve deneyimlerini hoşgörü ve sabırla aktaran değerli hocam Prof. Dr. Okan Bilge' ye,

Tecrübe ve bilgilerini, anlayış ve sabırla paylaşan değerli Dr. Öğrt. Gör. Hüseyin Kaya'a, Bana hekimlik mesleğini öğreten ve sevdiren tüm hocalarıma,

Çalışmaya katkılarından ötürü Op. Dr. Ali Engin Daştan ve Op. Dr. Ahmet Öncül'ye,

Tezimin istatistik çalışmasında yardımcı olan Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı başkanı sayın Prof. Dr. Mehmet Nurullah Orman ve değerli Ar. Gör. Ömer Faruk Dadaş' a,

Tez çalışmamda yardım eden asistan arkadaşlarım Dr. Can Yener, Dr. Mesut Demirkoparan, Dr. Arman Vahabi, Dr. Erdam Er ve Dr. Kayahan Kayıkçı'ya,

Berber çalışmaktan zevk duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma, kliniğimizdeki tüm personel ve hemşirelere

Sonsuz Teşekkürler

Omar Ayad Abdullah Aljasim

İzmir

Mayıs 2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
TABLolar LİSTESİ	VII
RESİMLER LİSTESİ	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
KISALTMALAR LİSTESİ	XI
ÖZET	XII
ABSTRACT	XIV
1- GİRİŞ	1
2- GENEL BİLGİLER	3
2.1. TENDON ONARIMININ TARİHÇESİ	3
2.2. ÜST EKSTREMİTE EMBRİYOLOJİSİ	4
2.3. FLEKSÖR TENDON ANATOMİSİ	5
2.4. FLEKSÖR KILIF ANATOMİSİ	9
2.5. TENDONLARIN KAN DOLAŞIMI VE BESLENMESİ	11
2.6. TENDONUN HİSTOLOJİSİ	16
2.7. TENDON İYİLEŞMESİ	19
2.8. FLEKSÖR TENDON ONARIMINDA KULLANILAN TAMİR YÖNTEMLERİ ...	22

2.8.1. MERKEZİ (KOR) DİKİŞLER	22
2.8.2. PERİFERİK EPİTENDİNÖZ DİKİŞLERİ	26
2.9. FLEKSÖR TENDON DİKİŞLERİNDE KAVRAMA TEKNİKLERİ.	27
2.10. DİKİŞ KALİBRESİ	28
2.11. FLEKSÖR TENDON YARALANMASININ MUAYENESİ	28
2.12. CERRAHİ YAKLAŞIM	28
2.13. REHABİLİTASYON	30
2.14. FLEKSÖR ONARIM KOMPLİKASYONULARI	33
3- GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. KADAVRALARIN HAZIRLANMASI	35
3.2. TENDON BİYOMEKANİK TESTLERİ	38
3.3. GRUPLAR ve CERRAHİ UYGULAMALARI	38
3.4. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ	45
3.4.1. MAKSİMUM FLEKSİYON AÇISI	45
3.4.2. KAYMA KATSAYISI	45
3.4.3. BOWSTRİNG MESAFESİ	45
3.5. PULLEY GERME BİYOMEKANİK TESTLERİ	46
3.5.1. GERME TESTLERİ İÇİN ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI	46
3.5.2. GERME TESTLERİNİN UYGULANMSI	47
3.6. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER	49

4- BULGULAR	50
4.1. KAYMA KATSAYISI	50
4.2. MAKSİMUM FLEKSİYON AÇISI	52
4.3. BOWSTRİNG MESAFESİ	56
4.4. A2 PULLEY YETMEZLİĞİ	62
5- TARTIŞMA	65
6- SONUÇ	73
7-KAYNAKLAR.....	74
8- EKLER	82

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Tendon ve bağ iyileşmesinde büyüme faktörlerinin etkileri	21
Tablo 2: Gruplar içinde kayma katsayısının karşılaştırılması	51
Tablo 3: Gruplar içinde proksimal interfalangeal eklemin maksimum fleksiyon açısının karşılaştırılması	53
Tablo 4: Gruplar içinde cerrahi öncesi ve sonrası bowstring mesafesi ortalamalarının karşılaştırılması.....	57
Tablo 5: FDS tek slip onarım grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi....	58
Tablo 6: A2 pulley gevşetme grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi.....	59
Tablo 7: Kapandji pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi..	60
Tablo 8: V-y pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi.....	61
Tablo 9: 3 farklı parmakta A2 pulley uzunluğu ortalamalarının gruplar arasındaki dağılımı	63
Tablo 10: Farklı cerrahi gruplarında A2 pulley uzunluğunun ve A2 pulley yetmezlik kuvveti ortalamaları	64

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: Ön kol fleksör kas grubunun anatomisi	5
Resim 2: Fleksör digitorum süperfisialis kasın anatomisi	6
Resim 3: Camper kiazması	7
Resim 4: Başparmak dahil elin fleksör tendon zonları	8
Resim 5: Parmağın fleksör pulley sistemi	10
Resim 6: Başparmak pulley sistemi	11
Resim 7: Tendonda damarlar ve kollajen demetlerinin yerleşimi.....	12
Resim 8: Dijital arterler ve fleksör tendonların beslenmesinden sorumlu vinkulumlar	14
Resim 9: A4 pulley seviyesinde kesitsel görüntü	15
Resim 10: Tendonun yapısındaki var kollajen fibrillerin yerleşimi	17
Resim 11: İkili merkezi dikiş teknikleri	23
Resim 12: Dörtlü merkezi dikiş teknikleri	24
Resim 13: Altılı merkezi dikiş teknikleri	25
Resim 14: Epitendinöz dikiş teknikleri	26
Resim 15: Halka konfigürasyonları	27
Resim 16: Elde farklı yaralanma şekilleri ve planlanan insizyon konfigürasyonları	30
Resim 17: Kleinert protokolünde kullanılan atel.....	31
Resim 18: Duran protokolünde kullanılan statik atel	32

Resim 19: Kadavraların dirsek, ön kolu ve el bileğinin hazırlanması	36
Resim 20: Kadavraların hazırlanma aşaması	36
Resim 21: deneyi düzeneği ve referansları	37
Resim 22: FDP ve FDS tendonu hasar modeli	39
Resim 23: FDP dört geçişli çapraz dikiş yöntemi	40
Resim 24: FDS tek slip eksizyonu yöntemi.....	41
Resim 25: A2 pulley gevşetme yöntemi.....	42
Resim 26: V-Y pulley plasti yöntemi.....	43
Resim 27: Kapandji pulley plasti yöntemi.....	44
Resim 28: Ölçüm teknikleri.....	46
Resim 29: Biyomekanik germe testi.....	47
Resim 30: Germe cihazının ekranına ait bir örnek.....	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Dört grubun cerrahi öncesi ve sonrası kayma katsayısının ortalamaları.....	51
Şekil 2: Gruplar içinde PİP maksimum fleksiyon açısının karşılaştırılması	53
Şekil 3: Dört grubun cerrahi öncesi ve sonrası PİP maksimum fleksiyon açısı ortalamaları	54
Şekil 4: Birinci grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açıları	54
Şekil 5: İkinci grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açıları	55
Şekil 6: Üçüncü grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açıları	55
Şekil 7: Dördüncü grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açıları	56
Şekil 8: FDS tek slip onarım grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstringi	58
Şekil 9: A2 pulley gevşetme grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstringi	59
Şekil 10: Kapandji pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstringi	60
Şekil 11: V-Y pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstringi	61
Şekil 12: Farklı yüklerdeki bowstring mesafesi farkının gruplar arasındaki ilişkisini	62
Şekil 13: Farklı gruplarda A2 yetmezlik kuvveti	64

KISALTMALAR LİSTESİ

FDP: Fleksör digitorum profundus

FDS: Fleksör digitorum süperfisialis

FPL: Fleksör pollicis longus

A: Anüler

MCP: Metakarpofalangeal Eklem

PIP: Proksimal İnterfalangeal Eklem

DIP: Distal İnterfalangeal Eklem

PA: Palmar Aponevroz

N: Newton

MM: Milimetre

Gr: Gram

CM: Santimetre

DK: Dakika

PİPMA: PİP maksimum fleksiyon açısı

BSM: Bowstring mesafesinin ortalaması

KK: Kayma katsayısı

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

NML: No Man's Land

ÖZET

Amaç: Zon iki fleksör tendon yaralanmaları günümüzde hala el cerrahisinin, zorlayıcı uğraşlarından biri olmaya devam etmektedir. Yaralanma sonrası el fonksiyonlarında mükemmel sonuçlara ulaşmak, her zaman mümkün olmamaktadır. Literatürde zon 2 fleksör tendon yaralanmalarının tedavisinde, tendon onarımı ve A2 pulleye yapılacak cerrahi teknik konusunda bir uzlaşma yoktur. Zon 2 bölgesindeki dar fibro-osseöz kanal yapısı, yapılan cerrahi onarıma bağlı hacim artışı nedeniyle, adezyonların oluşmasına ve parmakta hareket kaybına neden olabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için farklı cerrahi teknikler tanımlanmıştır. Çalışmamızda zon 2 fleksör tendon yaralanmaları tedavisinde; FDP tendonu onarımına ek olarak yapılacak cerrahi teknikler arasında; FDS tek slip onarımı, A2 pulley gevşetmesi ve iki farklı pulley plasti yönteminin (Kapandji ve V-Y pulley plasti) biyomekanik sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda 12 adet modifiye Larssen solüsyonu (MLS) ile korunmuş, kol orta ½ seviyesinden ampute edilmiş, insan üst ekstremité kadavrası kullanıldı. Toplamda 36 parmak (Her kadavra için iki, üç ve dördüncü parmak kullanıldı) dört gruba ayrıldı ve her grup için 9 adet parmak kullanıldı. Parmak tam fleksiyondayken FDS ve FDP tendonları A2 pulleyin tam ortasından kesildi ve dörtlü çapraz merkezi dikiş (cruciate four-strand) ile onarıldı. Gruplara yukarıda tarif edilen cerrahi teknikler uygulandı. Uygulama öncesi ve sonrası farklı yüklerde (50-700 gr) parmakların fotoğrafları çekildi. Dijital ortamda fotoğraflar üzerinde proksimal interfalangeal (PIP) eklem açısı, PIP eklem maksimum fleksiyon açısı ve bowstring mesafesi ölçüldü. PIP eklem açısı, , tek aşamalı eksponansiyel denkleme uygulanarak kayma katsayısı hesaplandı. Pulley yetmezlik testinde, dört farklı cerrahi teknik giderek artan kuvvete karşı test edildi. Her parmak için yetmezliğin geliştiği kuvvet kaydedildi.

Bulgular: Kayma katsayısı cerrahi sonrası tüm gruplarda anlamlı şekilde arttı. Bu nedenle PIP eklem maksimum fleksiyon açısı ise tüm gruplarda cerrahi sonrası anlamlı şekilde azaldı. Ancak cerrahi teknikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanamadı. Gruplar arası Bowstring mesafesi karşılaştırıldığında kapandji pulley plasti, V-Y pulley plasti ve FDS tek slip onarımı gruplarında yakın sonuçlar elde edilirken, A2 pulley gevşetme grubunda diğer üç gruba göre bowstring mesafesinin anlamlı derecede arttığı saptandı. A2 pulley yetmezlik testinde gruplar

arasında anlamlı fark saptandı. Grupların sırasıyla yetmezlik kuvveti değerleri; FDS tek slip onarımı $449,33 \pm 82,29$ N, A2 pulley gevşetmesi $252,28 \pm 73,39$ N, V-Y pulley plasti $156,11 \pm 40,25$ N ve Kapandji plasti $107,67 \pm 32,74$ N olarak saptandı.

Sonuç: Fleksör tendon onarımı sonrası parmak hareketi olumsuz biçimde etkilenir. Farklı cerrahi yöntemler arasında kayma direnci ve fleksiyon açısı açısından benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu durumda FDS tek slip onarım yöntemi ile A2 pulleyin anatomisini koruduğu için ön plana çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fleksör tendon; yaralanma; A2 pulley; kadavra;



Abstract

Objective: Zone 2 flexor tendon injuries are still one of the challenges for hand surgeons. It is not always possible to achieve perfect results in hand functions after these injuries. There is no consensus in the literature regarding the treatment of zone 2 flexor tendon injuries, tendon repair and surgical technique to be applied to A2 pulley. The narrow fibro-osseous canal structure in zone 2 can cause adhesions and loss of motion due to the increase in tendon volume due to surgical repair. Different surgical techniques have been defined to prevent this situation. In our study, in the treatment of zone 2 flexor tendon injuries; Among the surgical techniques to be performed in addition to FDP tendon repair; We aimed to compare the biomechanical results of single FDS slip repair, A2 pulley release and two different pulley plasty methods (Kapandji and V-Y pulley plasty).

Materials and Methods: In our study, 12 human upper extremity cadavers preserved with modified Larssen solution (MLS) and amputated at the mid $\frac{1}{2}$ level of the arm were used. A total of 36 fingers (second, third and the fourth fingers were used for each cadaver) were divided into four groups and 9 fingers were used for each group. With the finger fully flexed, the FDS and FDP tendons were cut right in the middle of the A2 pulley and repaired with cruciate four-strand technique. The surgical techniques described above were applied to the groups. Photographs of fingers with different loads (50- 700 gr) were taken before and after the application. Proximal interphalangeal (PIP) joint angle, PIP joint maximum flexion angle and bowstring distance were measured. Gliding coefficient was calculated by applying the PIP joint angle to the the single-phase exponential association equation. In the pulley failure test, four different surgical techniques were tested against progressive force. The force with which the insufficiency developed was recorded for each finger.

Results: Gliding coefficient increased significantly in all groups after surgical applications. Therefore, the PIP joint maximum flexion angle decreased significantly after surgery in all groups. However, there was no statistically significant difference between surgical techniques. Bowstring distance between single FDS slip repair, kapandji pulley plasty and V-Y pulley plasti showed no significant difference in most loads. Bowstring distance was significantly increased in the A2 pulley release group compared to the other three groups. There was a significant difference between all groups in the A2 pulley failure test. The pulley failure strength were 449.33

\bar{x} 82.29 N, 252.28 \bar{x} 73.39 N, 156.11 \bar{x} 40.25 N and 107.67 \bar{x} 32.74 N for single FDS slip repair, A2 pulley release, V-Y pulley plasty and Kapandji plasty respectively.

Conclusion: digital motion was negatively affected after flexor tendon repair. Similar results were found in terms of gliding coefficient and maximum flexion angle among different surgical methods. As single FDS slip repair preserves the anatomical structure of the A2 pulley therefore we prefer it as ideal method for zone 2 flexor tendon repair.

Keywords: Flexor tendon; injury; A2 pulley; cadaver;



BÖLÜM 1

GİRİŞ ve AMAÇ

El, insanın hemen hemen tüm işlevlerini yerine getirmede kritik rol oynayan, son derece önemli bir organdır. Günlük hayatta çok sık kullanılması nedeniyle yaralanmaları oldukça sık görülmektedir. Özellikle el işçiliğine dayalı mesleklerle uğraşan insanlar için; orta ve hafif düzey el yaralanmaları dahi, ciddi iş gücü kayıplarına ve hayat kalitesinde düşüşe neden olabilmektedir.

Fleksör tendon yaralanmaları tüm el yaralanmalarının %1'inden azını oluşturur (1). Zon iki Fleksör tendon yaralanması ve onarımı sonrası tatmin edici parmak fonksiyonun geri kazanılması, el cerrahisinin uzun zamandır zorlu uğraşlarından biri olagelmıştır. 1960 yılına kadar zon 2 yaralanması sonrası tendonun onarılmaması veya hasar görmüş tendon yerine yeni tendon grefti ile onarılması tercih edilmekteydi (2). Hatta zon 2 fleksör tendon yaralanmalarının tedavisinin oldukça zor olduğunu belirtmek için Bunnel bu bölgeye “no man’s land” demiştir. Zon 2 olarak ifade edilen bölge distal palmar çizgi ile proksimal interfalangeal eklem çizgisi arasındaki bölgeden ibarettir (3). Bu bölgede yer alan fleksör digitorum süperfisialis (FDS) ve fleksör digitorum profundus (FDP) tendonları dar bir fibro-osseöz tendon kılıfında hareket etmektedir. Onarım sonrası parmak hareketsiz kalırsa tendon kılıfı içinde oluşan yoğun fibrotik yapışıklıklar tendonunun kaymasını engelleyebilmektedir. Kontrolsüz erken hareket ise tendon onarımının bozulmasına yol açabilmektedir. Kontrollü erken hareket onarım bölgesinde çekme mukavemetini artırırken tendon fibrotik yapışıklıklarını azaltmaktadır. Erken hareket klinik sonuçları olumlu etkiler, ancak normal işlevin yakalanması zor bir hedeftir (4).

Tang ve Shi zon 2’yi distaldan proksimale 3 alt gruba (zon 2 A, B ve C) ayırmaktadır. Zon 2C her iki tendonun (FDS ve FDP) en fazla hareket ettiği bölgedir ve yaralanma sonrası en kötü klinik sonuçlara sahiptir (5). Bu bölge, FDS ve FDP tendonların A2 pulley altından geçtiği kanalın en dar kısmıdır. Zon 2C fleksör tendon yaralanması el cerrahları için zorlayıcı bir yaralanma olmakla birlikte onarım yöntemleri hala tartışmalıdır (6–8). Fleksör tendonların takılmadan A2 altından kayabilmesi için FDS’nin tamamen eksize edilmesi önerilir (9). Ancak FDS eksizyonu FDP’nin ana beslenme yolu olan vinkulum longumu yaralayıp onarılmış FDP’nin beslenmesini bozabilmektedir (10,11). Ayrıca fleksör digitorum süperfisialis onarılmadığı takdirde kuğu boynu deformitesi gelişme riskinin artmasına neden olabilmektedir (12,13). Daha önceleri FDP tendonu ile birlikte her iki FDS slip onarımı tercih ediliyordu (14,15). Ancak FDS ile FDP’nin birlikte onarılmasının klinik sonuçlarının kötü olduğu gösterilmiştir (16).

Hu ve arkadaşlarının yaptığı Deneysel bir çalışmada, her iki tendon onarıldığında daha fazla yapışıklık oluşarak tendonun kaymasının daha olumsuz biçimde etkilenebileceği gösterilmiştir (17). Onarım sonrası dar kanal sorununu çözebilmek için A2 pulley plasti yöntemleri tarif edilmiştir (6,8,18,19). FDS'nin tek slip onarılması klinikte uygulanmıştır (13,20). Tendon onarımı sonrası parsiyel veya tamamen A2, A4 gevşetmesi (venting) sonuçları bildirilmiştir (21,22). Kapandji pulley plasti yöntemi FDS tek slip onarım yöntemiyle kadavrada ve tavukta karşılaştırmalı deneysel çalışmalar yapılmıştır (8,23).

Pulley plasti yöntemleri ile FDS tek slip onarım ve A2 pulley gevşetme yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmamıştır. Her parmakta cerrahi uygulama öncesi ve sonrası maksimum fleksiyon açıları, kayma katsayısı ve bowstring ölçülmüştür. Ayrıca dört grubun A2 pulleyleri germe testiyle yetmezlik güçleri test edilmiştir. Bu kadavra çalışmasında literatürde tarif edilmiş A2 pulley plasti yöntemleri ile FDS'nin tek slip onarımı ve A2 gevşetme yöntemlerinin ile biyomekanik olarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Tendon Onarımının Tarihçesi

Fleksör tendon onarımı son bin yıldır evrim geçirerek modern haline gelmiştir. Galen, ikinci yüzyılda ön koldaki fleksör tendonların ve sinirlerin onarımını tanımlanmıştır. Ayrıca bu benzer görünen yapıların onarımının kontrol edilemeyen kasılmalara yol açtığını belirtmiştir. Bu nedenle antik ve orta çağdaki doktorlar tendonların veya sinirlerin onarılmasının ağrıya neden olabileceğine inanıyorlardı. İbn-i Sina, 700 yıl sonra doğrudan tendon onarımı hakkında ayrıntılı bilgi verdi, ancak öğretileri birkaç yüzyıl sonra unutulmuştu. On yedinci yüzyılda birincil tenorafi tanımlanmıştır, ancak Galen'ni dogması yine de on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllara hakim oldu. Sadece son 150 yıl içinde doğrudan tendon onarımı kabul edilen bir prosedür haline geldi (24).

Bunnell ve Garlock, parmakta fleksör tendon yaralanma bölgesinde klinik olarak kısıtlayıcı yapışıklıklar olduğunu fark ettiler. Bunnell, fleksör tendonun dijital kılıftan geçtiği bu bölgeyi tanımlamak için "No Man's Land" (NML) terimini kullandı (25,26). NML teriminin tarihsel türetilmesi, on dördüncü yüzyılda Londra'da infaz amacıyla kullanılan bir bölgeden gelmektedir (27).

Bunnell, dijital kılıf içinde fleksör tendon onarımının gerçekleştirilmesi için gereken sert kuralları özetledi. Paslanmaz çelik sütür kullanımını ve sadece FDP tendonunun onarılmasını tavsiye etmiştir (28). Ameliyat sonrası ilgili kasın çok kuvvetli bir şekilde kasılmasını ve dikilen tendonun uçlarını ayırmasını önlemek için bileğin fleksiyonda kalmasını önermektedir. Fizyolojik iyileşme sırasında yapışıklık önlemek ve iyileşme uyarmak için fleksiyon pozisyonunda tespit edilmiş el bileği yeterli hareket izin vermesi önermişti. Bunnell'in tendon iyileşmesinde hareket ve gerilimin öneminin farkında olduğu açıktır.

1940'da Mason fleksör tendon yaralanmalarında benzer önerilerde bulunmuştur. Hiçbir zaman her iki tendonun da onarılmamasını, fleksör kılıfının (pulley) geniş eksizyonunun yapılmasını ve yaradaki tüm kontamine dokuların yeterli şekilde debride edilmesini önermiştir (27).

Mason ve Bunnell tarafından fleksör tendonların primer onarımı için temel kavramların oluşturulmasına rağmen fleksör tendon yaralanmasında yaklaşımlar değişti. 1947'de Boyes, no

man's land bölgesindeki primer fleksör tendon onarımı esnasında yapılacak uygun olmayan insizyonların enfeksiyonlara ve fleksiyon kontraktürlerine neden olabileceğini, bunların da sonucu kötü etkileyeceğini bildirmiştir (29). Primer tamirin kötü sonuçlarından dolayı tendon greftleme yöntemini tercih etmiştir (30). Boyes'in görüşü bir çok el cerrahı tarafından desteklenmiştir (31–33). 1950'de Siler, no man's land de % 62 oranında mükemmel ve iyi tendon onarımı sonuçlarını bildirdi (34). 1956'da Posch, %87 oranında tatmin edici sonuçlar bildirdi (35). 1960'ların başlarında iyi sonuçlar da bildiren yayınlar tarafından bu ilk raporlar desteklendi (36–38).

1967 yılına kadar Zon 2 fleksör tendon yaralanmalarında primer tamir önerilmez iken, ilk defa 1967 yılında Amerikan El cerrahisi yıllık toplantısı sonrası zon 2 fleksör tendon yaralanmalarında tedavide primer tamir öncelikli olarak uygulanmaya başlanmıştır. Primer fleksör tendon onarımını takiben iyi ve mükemmel sonuçların bildirilmesi başlangıçta çok fazla tartışmalıydı, ancak zamanla primer onarım tercih edilen tedavi olarak tendon greftleme yönteminin yerini almıştır (39).

Bu klinik uygulama birçok deneysel çalışmayı teşvik etmiştir. Bu çalışmalar ile fleksör kılıf içindeki sıvının, fleksör tendon beslenmesinde etkili bir kaynak olduğu belirlenmiştir (40–42). Böylelikle tendon beslenmesinin önemi vurgulanmıştır. Lindsay ve arkadaşları tarafından yapılan tavuk deneysel çalışmalarında dijital kılıfın tendon iyileşmesinde minimal etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (43,44). Bu teori daha sonra Lundborg ve arkadaşları tarafından desteklenmiştir (45,46). Bazı deneysel çalışmalar ise çevresel faktörlerin de tendon iyileşmesinde rolü olduğunu göstermiştir (47,48). Manske, Lesker, Gelberman ve arkadaşları tarafından 1980'lerin ortalarında tendonun içsel iyileşme kapasitesi gösterilmiştir (49,50).

2.2. Üst Ekstremité Embriyoloji

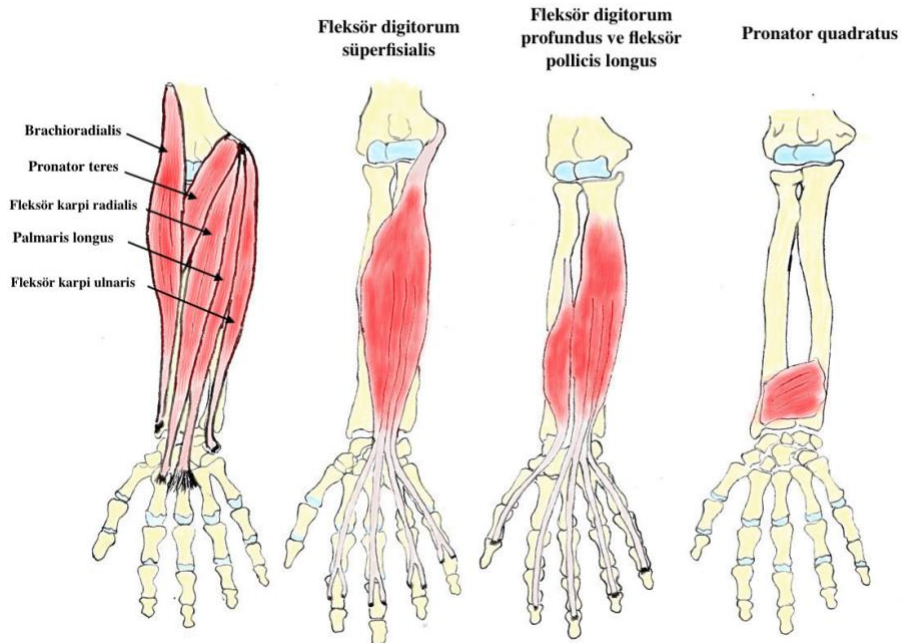
Üst ekstremité kas grupları mezenkimal dokudan gelişir. Üst ekstremité morfolojisinin farklılaşması beşinci hafta civarında üst ekstremité tomurcuğu ile başlar. Embriyoda yedinci haftada üst ekstremitédeki her kas dokusu tanımlanabilmekte ve kas liflerinin gelişmesi izlenebilmektedir. Tüm kas gelişimlerinde olduğu gibi, yüzeysel kaslar derin olanlardan daha önce farklılaşır. Proksimal kas kitleleri distalden önce farklılaşır. FDS embriyonik olarak yüzeysel palmar blastomerden kaynaklanır ve yedinci haftada yüzeysel ön kola yükselmeye başlar. FDS kası distalde 4 farklı tendona ayrılarak falankslarda sonlanır. FDS sonrası FDP gelişmesi başlar ve sekizinci haftada tamamlanır (51,52).

2.3. Flekör Tendon Anatomisi

Fleksör-pronator kas grubu ortak olan bir tendon tarafından medial humerus epikondilinden orijin almaktadır. Ek olarak derin fasyanın iç yüzeyinden ve ön koldaki intermusküler septadan orijin almaktadır. Ön kolda derin fleksör kasları, ulna ve interosseöz membrandan FPL radius ve interosseöz membrandan köken almaktadır.

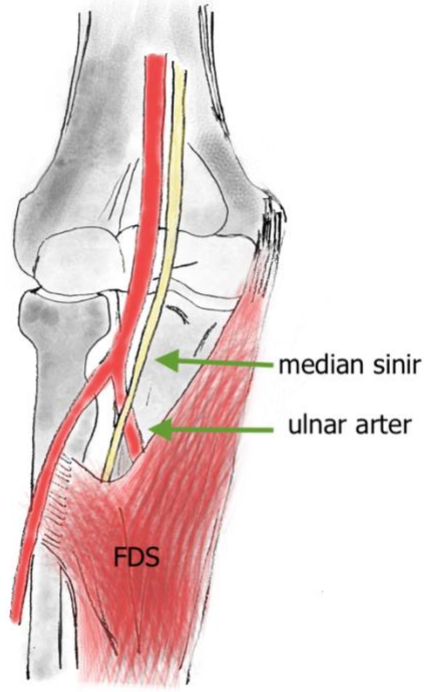
Yüzeysel kompartman kas grubu sırasıyla pronator teres, fleksör karpi radialis, fleksör karpi ulnaris ve fleksör digitorum süperfisialis lateralardan mediala yer almaktadır. Derin kompartmanta fleksör digitorum profundus, fleksör policis longus ve pronator quadratus bulunmaktadır (resim 1).

Kas gövdeleri ön kolun daha proksimal bölgelerinde bulunmaktadır. Ön kolun daha distal bölgelerinde kas liflerinin yerini tendonlar bulunmaktadır. Ön kol boyunca üstte yüzeysel altta derin parmak fleksörleri olarak 2 tabaka halinde ilerlemektedir. Yüzeysel fleksör tendonları (FDS), derin fleksör tendonları (FDP) ve başparmak uzun fleksör tendonu (flexor pollicis longus (FPL)) birlikte karpal tünelden geçip avuç içine girmektedir. Fleksör tendonları pulley sistemlerinin altından geçerek kemiğe yapışmaktadır.



Resim 1: Ön kol fleksör kas grubunun anatomisi.

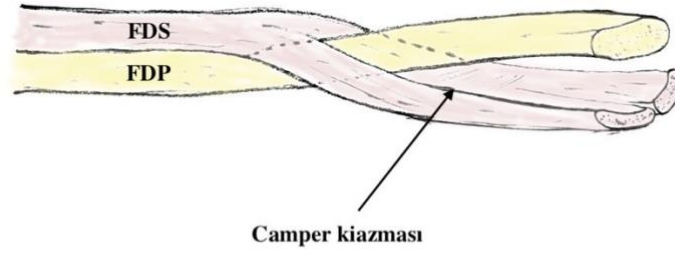
Fleksör digitorum süperfisialis (FDS) yüzeysel ve derin kas grupları arasında yer almaktadır. Humero-ulnar başı medial humerus epikondilindeki ortak tendondan ve ulnanın koronoid proçesinin tabanından orijin almaktadır. Radial başı ise radusun proksimalinin anteriorundan orijin almaktadır. Bu iki baş ön kol proksimalinde, iyi tanımlanmış bir fibröz ark (arkus sublimis) ile birbirine bağlanmaktadır. Median sinir ve ulnar arter bu arkın derininden geçmektedir (resim 2). Ön kolun distalinde dört tendon birleşmekte ve karpal tünelden geçerek dört parmağın orta falanklarının orta diafizine yapışmaktadır. Bazen, küçük parmağın FDS'si yok veya önemsiz olacak kadar küçüktür. FDS kası median sinir tarafından innerve edilmektedir.



Resim 2: Fleksör digitorum süperfisialis kasın anatomisi. Yapışma yerleri, median sinir ve ulnar arter ile ilişkisini göstermektedir.

Fleksör digitorum profundus (FDP) ulna volar yüzünün proksimal 2/3'ü ve interosseöz membrandan orijin almaktadır. İşaret parmağına giden kısmı, proksimal önkolda ana kas gövdesinden ayrılır. Kalan kas el bileğinin hemen üzerinde, bazen karpal tünelde ve hatta avuç içinde üç tendon olarak birbirinden ayrılır. Bu tendonlar yine aynı sırayla orta, yüzük ve küçük parmakta distal falanks bazislerinin volarine yapışmaktadır. Kasın ulnar tarafı ulnar sinir tarafından innerve edilmektedir. Kasın radyal tarafı median sinir tarafından innerve edilmektedir.

FDP tendonları distal falanksın bazisine uzanırken, FDS tendonları orta falanksının orta kısmında sona erer. FDS tendonunun FDP'nin geçişine izin verecek şekilde bölünmesini gerekir. FDS tendonu A2 pulley altında uzunlamasına bölünerek FDP tendonun radyal ve ulnarından geçen iki tendona ayrılır. FDS bölünmüş iki tendonu FDP'yi sararak dorsaline geçer. Bu çaprazlaşma noktası camper kiazması olarak adlandırılır (resim 3). FDS'nin iki tendonu orta falanks ortasına yapışır.



Resim 3: Camper kiazması. Idler RS. “Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons” isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır. Hand Clinics. 1985 Feb 1;1(1):3-11.

Kleinert ve Verdan'a göre fleksör tendon ameliyatları, elin farklı anatomik bölgelerindeki farklı yapıları nedeniyle farklılık göstermektedir (15). Bu nedenle eli “zon”lara bölerek incelemek gerekir (resim 4).

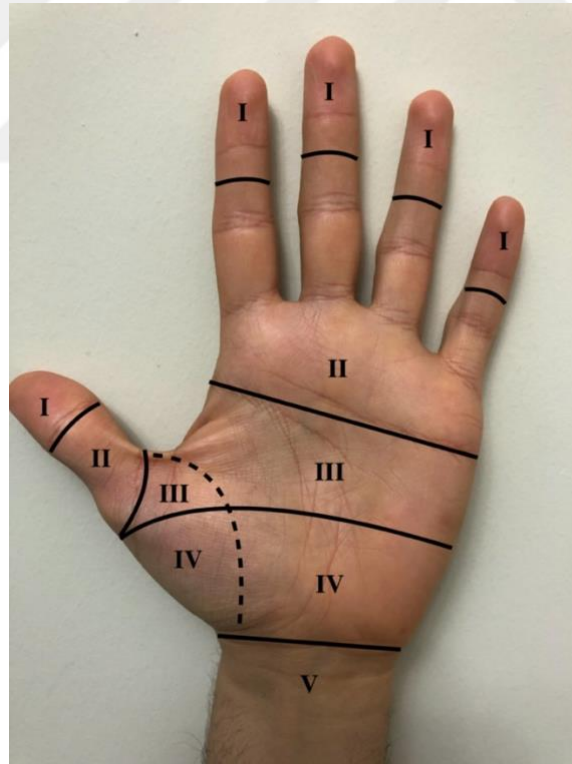
Zon 1: FDS yapışma yerinden başlayıp parmağın distaline kadar olan bölümü ifade etmektedir. Bu bölgede sadece FDP yaralanmaktadır.

Zon 2: A1 pulley proksimalinden başlayıp FDS tendonunun insersiyosuna kadar uzanır. Bunnell tarafından (**No Man’s Land**) olarak adlandırılmıştır.

Zon 3: Transvers karpal ligamentin distal kenarından başlayıp A1 pulleyin proksimaline kadar uzanan bölgedir.

Zon 4: Karpal tünel bölgesi temsil etmektedir.

Zon 5: Muskulotendinöz bileşken karpal ligamanın proksimal kenarına kadar olan bölgedir.



Resim 4: Başparmak dahil elin fleksör tendon zonları. Scott W. Wolfe, Robert N. Hotchkiss, William C. Pederson, Scott H. Kozin, and Mark S. Cohen. “Green’s Operative Hand Surgery” isimli kitaptan değiştirilerek alınmıştır. 7th edition. Philadelphia: Elsevier; 2017. Chapter 6: Flexor Tendon Injury; p. 185.

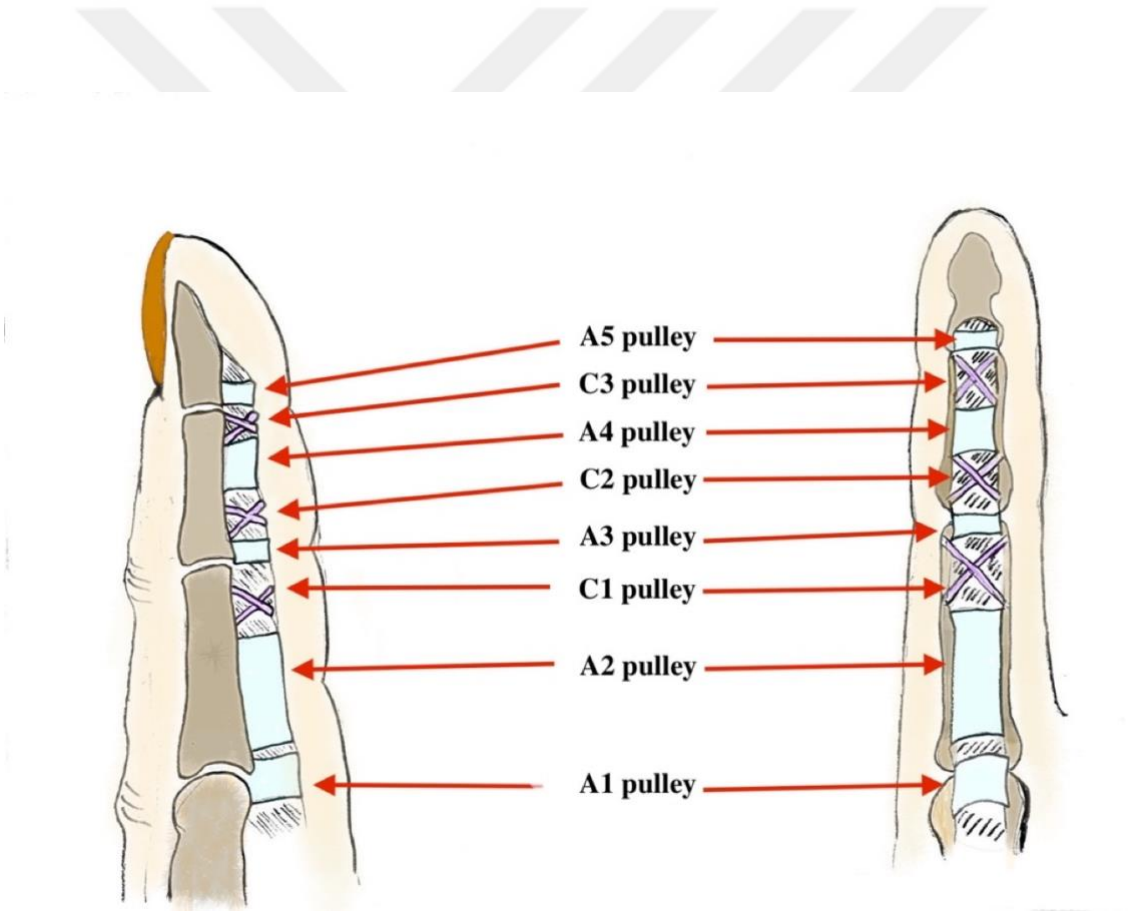
2.4. Fleksör Kılıf Anatomisi

Dijital fleksör kılıf sistemi, normal ve verimli fleksör tendon fonksiyonuna izin veren karmaşık bir yapıdır. Bu kılıf sistemi derin bir sinovyal bileşen ve yüzeysel bir pulley sisteminden oluşur. Pulleyler yoğun fibröz dokudan oluşmaktadır. Bu pulley fibro-osseöz bir kanal oluşturup fleksör tendonları falankslara bitişik hale getirmektedir. Bu şekilde kas-tendon ünitesinde üretilen kuvvetin falankslar üzerinde bir dönme momenti oluşturmasını sağlar. A2 ve A4 pulleyleri sırasıyla proksimal ve orta falankslar üzerinde doğrudan kemiğe yerleşir. A1, A3 ve A5 pulleyleri daha dar ve daha esnektir, ayrıca A2 ve A4'ün aksine çoğunlukla volar plaktan orijin almaktadır. A1, A3 ve A5 pulleyleri sırasıyla metakarpofalangeal (MCP), proksimal interfalangeal (PIP) ve distal interfalangeal (DIP) eklemlerin üzerine yerleştirilmiştir. Her parmakta 3 adet çapraz pulley (C1, C2, C3) bulunmaktadır. Bu pulleyler sırasıyla A2-A3, A3-A4 ve A4-A5 pulleyleri arasında yerleşir (resim 5). A1 pulleynin proksimalında Legueu ve Juvara'nın altta yatan septasına bağlanan palmar aponevrozun enine ligamentinden oluşan palmar aponeurotik (PA) pulley bulunur. Böylece fleksör tendonları üzerinde ve A1'in proksimalinde bir arkus oluşturur (53).

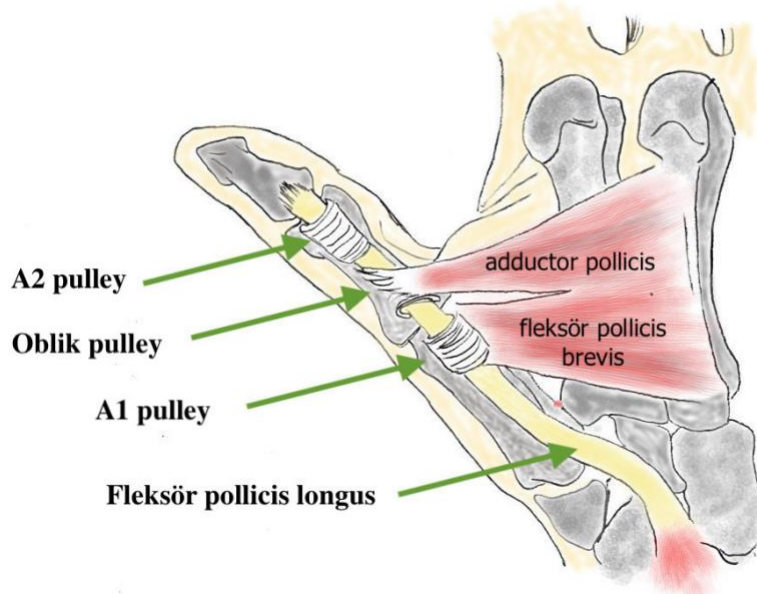
Tarif edilmiş pulleylerin önemi tartışılabilir de A2 ve A4 pulleyleri geleneksel olarak bowstringin önlenmesinde en önemlileri olarak kabul edilmiştir (54,55). Tomaino tarafından kadavra çalışmalarında A2 pulleynin %25'inin, A4'ün %75'inin, kombine olarak A2 ve A4'ün %25'inin kesildikten sonra herhangi bir parmak hareket açıklığı veya fleksiyon üzerinde önemli etki olmadığını gösterilmiştir. Mitsionis ve arkadaşları benzer sonuçlar bildirmiştir (56,57)

Başparmak pulley sisteminde sadece 3 pulley bulunmaktadır. Bu pulleyler proksimalden distale sırayla A1, oblik (çapraz) ve A2 olarak tanımlanmıştır. A1 pulley MCP eklemi üzerinde uzanır, oblik pulley proksimal ulnardan distal radyale doğru proksimal falanks üzerinde uzanmaktadır. A2 pulley interfalangeal eklem üzerinde bulunmaktadır (resim 6). 2002 yılında başparmağın dördüncü pulley tanımlanmıştır. Yapılan çalışmalarda kadavra başparmaklarında %93 oranında bulunduğu saptanmıştır. Yeni bulunan transvers pulley , oblik ve A1 pulleyleriyle birleşik şekilde tarif edilmiştir (58,59). Zissimos ve arkadaşları başparmaktaki pulley sistemin biyomekanik özellikleri kadavra modelinde incelemişler. A1 veya oblik pulleylerden sadece birinin eksize edilmesinin başparmak biyomekaniğini önemli ölçüde değiştirmedığını bildirmişlerdir. A1 ve oblik pulleynin her ikisinin birlikte bozulduğu durumlarda tendonun bowstringi önemli ölçüde artmaktadır. A2 pulleynin kesilmesi sonrasında başparmağın biyomekaniğinin bozulmadığını

gösterilmiştir. Normal başparmak kinematığını korumak ve bowstring önlemek için A1 veya oblik pulleyin korunması veya onarılması gerektiği sonucuna varılmıştır (60).



Resim 5: Parmağın fleksör pulley sistemi. Zafonte B, Rendulic D, Szabo RM. "Flexor pulley system: anatomy, injury, and management" isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır. The Journal of hand surgery. 2014 Dec 1;39(12):2525-32.



Resim 6: Başparmak pulley sistemi. Dy CJ, Daluiski "A. Update on zone II flexor tendon injuries" isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır . JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2014 Dec 1;22(12):791-9.

2.5. Tendonların kan dolaşımı ve beslenmesi

20. yüzyılın başlarına kadar, tendonların tamamen avasküler yapılar olduğu düşünülmekteydi. 1872’de Ludwig ve Schweigger-Seidel tarafından kasların ve tendonların kan damarları varlığından bahsedilmiştir. Edwards (1946), tendon damarlanmasının tanımlanmasına katkıda bulunmuştur. Brockis elli adet insan parmağında gümüş iyodür uygulayarak tendonların vasküler yapılarını kanıtlanmıştır (61). Fleksör tendonlar iki beslenme kaynaktan beslenmektedir.

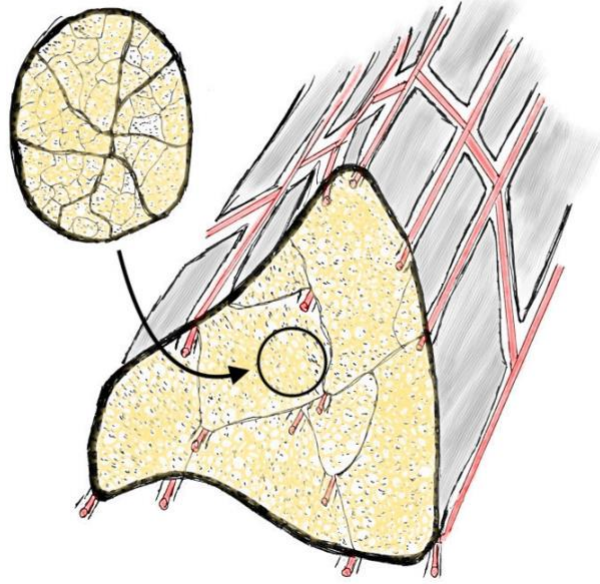
A- Tendonun vasküler perfüzyonu (içsel beslenme):

1. Tendonun kemiğe yapıştığı bölgeden.
2. Paratenondan.
3. Kılıfı olan tendonlarda mezotenondan.

4. Vinkulalardan.

5. Kas ile tendon birleşme noktasından giren damarlar.

Gelişim sırasında tendonlar hücrel ve metabolik olarak oldukça aktiftir ve bu nedenle zengin bir kılcal ağ ile beslenir (62). Olgunlaştıkça tendonların vaskülaritesi azalmaktadır. Diğer herhangi bir bağ dokusu gibi, tendon da normal koşullar altında neovaskülarizasyona uğramaz. Fleksör tendonlar, vasküler perfüzyona göre daha fazla sinovyal sıvıdan difüzyon ile beslenmektedir (63). Damarlar genellikle tendon içinde uzunlamasına düzenlenir (62). Tendon damarları kollajen demetlerine paralel şekilde seyretmektedir. Bu damarlar kollajen demetlerinin arasında bulunmaksızın transvers anastomozlar yaparlar (61) (resim 7).

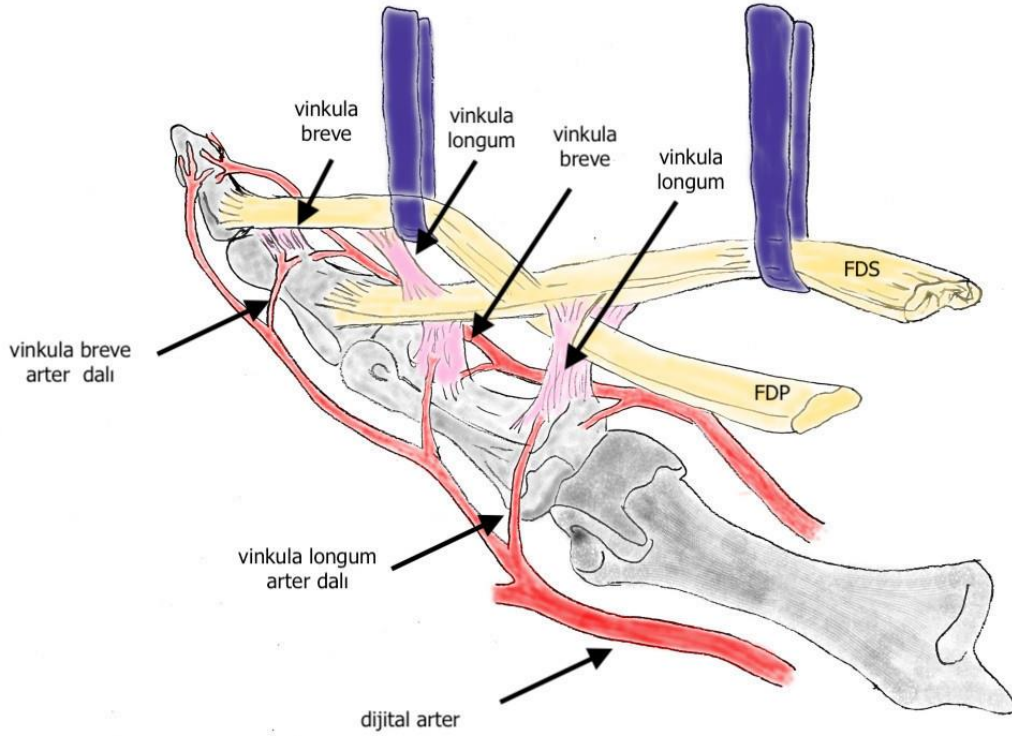


Resim 7: Tendonda damarlar ve kollajen demetlerinin yerleşimi. Kastelic J, Galeski A, Baer E. “The multicomposite structure of tendon” isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır. Connective tissue research. 1978 Jan 1;6(1):11-23.

El bölgesinde ise tendon damarları hareket sırasında düzelterek lümenin açık kalmasına izin verecek şekilde kıvrımlıdır (61). Avuç içinde fleksör digitorum süperficialis ve fleksör digitorum profundus tendonları palmar bursa içinde bulunmaktadır. Palmar bursa ve fleksör tendonlar arasında gevşek bağ dokusu vardır. Bu gevşek bağ dokusundan tendonları besleyen damarlar bulunmaktadır. Damarlar tendon hareketine izin verecek şekilde düzenlenmiştir (61).

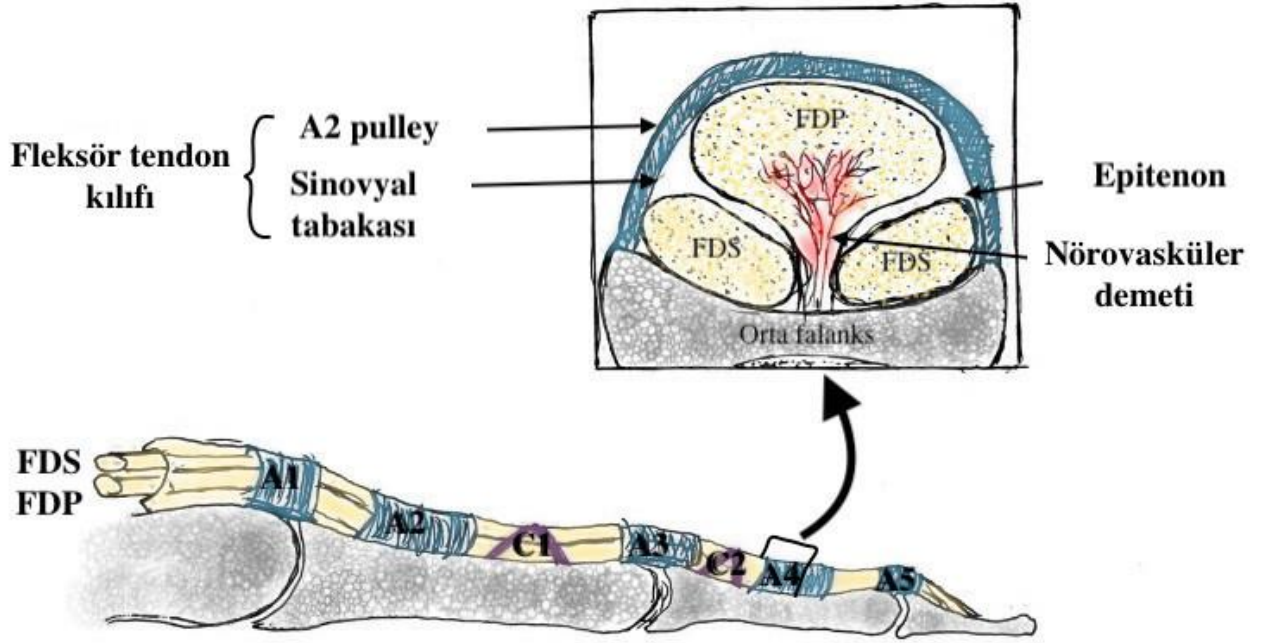
Parmakta sinovyal zarı ve tendon arasında bu gevşek bağ dokular bulunmamaktadır. Parmak bölgesinde damarlar sadece kemiğe yapışma yerinden, sinovyal bantlar (vincula) aracılığıyla ve sinovyal kılıfın katlanma yerlerinden tendonlara geçebilmektedir.

Edwards, Smith ve Caplan tarafından vinkula sistemi tarif edilmiştir (64–66). Vinkulaların kan desteği esas olarak digital arterlerin yan dalları tarafından sağlanmaktadır (65). Vinkula sistemi birçok varyasyon göstermesine rağmen her FDS ve FDP tendonu için kısa vinkulalar (vinkula breve) ve uzun vincula (vinkula longum) bulunmaktadır. Vinkula breve tendonun yapışma yerinin hemen proksimalinden tendona girmektedir (resim 8).



Resim 8: Dijital arterler ve fleksor tendonların beslenmesinden sorumlu vinkulalar. Scott W. Wolfe, Robert N. Hotchkiss, William C. Pederson, Scott H. Kozin, and Mark S. Cohen. "Green's Operative Hand Surgery" isimli kitaptan değiştirilerek alınmıştır. 7th edition. Philadelphia: Elsevier; 2017. Chapter 6: Flexor Tendon Injury; p. 186.

Nörovasküler demetler tendonun dorsalinden girmektedir (resim 9). Damarların tendonun orta 1/3 kısmında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu nedenle dikiş kavrama noktaları tendonun ¼ lateral ve medial kısmında olmalıdır. FDS ve FDP orta falanks seviyesinde diğer bölgelere nispeten daha az kanlanmaya sahiptir.



Resim 9: A4 pulley seviyesinde kesitsel görüntü. Vinkula sistemi FDP dorsalinden nüfuz etmektedir. Dy CJ, Daluiski "A. Update on zone II flexor tendon injuries" isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır. JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2014 Dec 1;22(12):791-9.

Tendon ve kemik arasındaki bir kırık tabakası nedeniyle doğrudan kemikten tendona besleyen damarlar geçmez (67). Periosteum damarlarıyla anastomoz yaparak kemik dolaşımı ile dolaylı bir bağlantı oluşturur. Venlerin çapları arterlerin çaplarından daha büyüktür.

Paratenon damarları fleksör tendonlara farklı yerlerden girmektedir. Damar grupları bir adet arter ve iki adet venden oluşmaktadır. Venler arasında sık çapraz bağlantılar bulunmaktadır. Muskulotendinöz bileşkede bazı damarlar kasta tendona doğru geçer. Bazı damarlar ise iki dala ayrılıp hem tendona hem de kasa geçer.

B- Sinoviyal beslenme (dışsal beslenme):

Tendon greftleme ameliyatlarında sinovyal kılıfın eksiz edilmesi önerilmekteydi (68,69). Sonraki yapılan deneysel çalışmalarda sinovyal kılıfın fleksör tendon beslenmesi için önem taşıdığı gösterilmiş ve fleksör tendon onarımında sinovyal kılıfın korunması önerilmiştir (70). Basınç temas alanında kondroitin sülfat baskın gibi görünürken, gerilim ileten segmentlerde dermatan sülfat baskındır. Kondroitin sülfat oranı tendonun volar kısmında yüksektir. Bu özellik sayesinde tendonun difüzyonel beslenmesi gerçekleşebilmektedir (71). Aktif hareketle birlikte sinovyal tendonun difüzyon sağlanmaktadır. Difüzyon pasif hareketle gerçekleşmediği için yeni onarılmış tendonun beslenmesi azalmıştır (70).

2.6. Tendonun histolojisi

Tendon kasta oluşan kuvveti kemiğe ileten yapıdır. Bu kuvvet sonucu eklemden hareket oluşmaktadır. Tendon proksimalde kas ile miyotendinöz, distalde kemik ile osteotendinöz bağlantı oluşturmaktadır. Tendonlar fleksör mezoderm kökenlidir. Lifler ve bunların oluşturduğu demetler birbirlerine paraleldir, aralarında birleşmezler. Kollajen demetlerin arasında ince elastik lifler tarif edilmiştir (72).

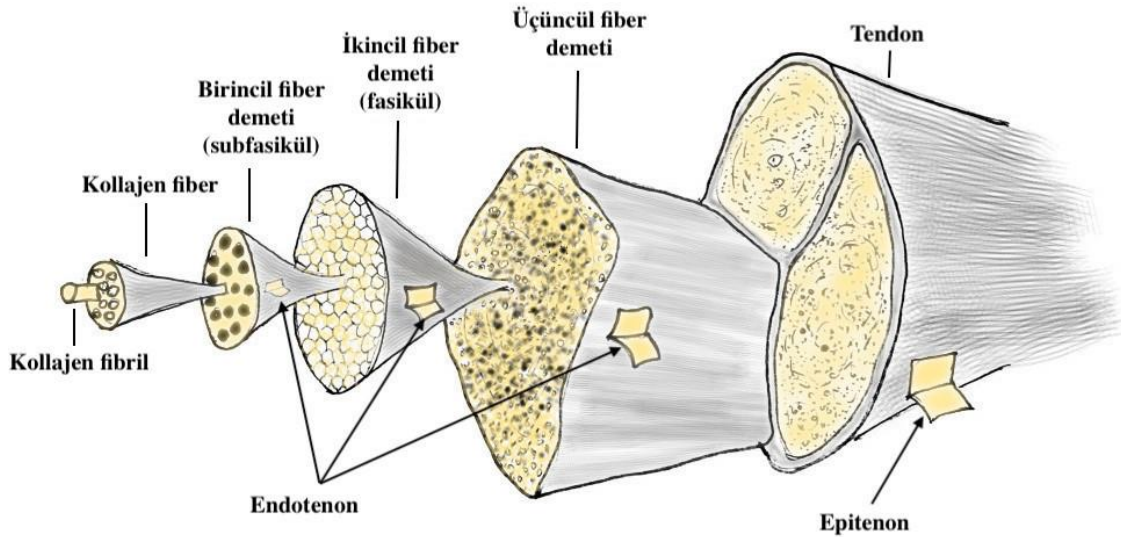
Tendonu çevreleyen 5 farklı doku bulunmaktadır:

- 1- Fibröz kılıf (retinakula)
- 2- Pulleyler
- 3- Sinovyal kılıf
- 4- Paratenon kılıf
- 5- Bursa

Fibroz kılıflar (retinakula) kanal oluşturmaktadır. Tendon bu kanal içerisinde hareket etmektedir. Bu kanallar tendon hareket ederken kemikle sürtünmesini azalmaktadır. Pulleyler fibroz kılıfı destekleyen yapılardır. Bu yapılar tendonları hareket sırasında yatağında tutmayı sağlar. Sinovyal kılıf iki ince ve seröz tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar, lubrikasyon için peritendinöz sıvı içeren kapalı bir kanal oluşturur. Paratenon sürtünmeyi azaltan bir yapıdır. Paratenon gevşek fibrillerden oluşur ve tendonun çevre dokulara karşı serbest hareketine izin veren elastik bir kılıf görevi görmektedir. Bursa tendon hareket ederken sürtünmeyi azaltılan bir yapıdır.

Tendon hücre dışı matriksi, kollajen lifler, elastik lifler, temel madde ve inorganik bileşenlerden oluşur. Tendon ağırlıklı olarak tip I kollajen (%95) içerir. Kalan %5 ise tip III ve V kollajen ile glikozaminoglikanlardan oluşur. Kollajen tendonun kuru ağırlığının %65-80'ini oluşturmaktadır. Elastin ise tendonun kuru ağırlığının %1-2'sini oluşturmaktadır. Kollajen fibrilleri düzenleyip demetler oluşturmaktadır. Kollajen demetleri arasında damar ve sinir demetleri bulunmaktadır. Kollajen demetleri uzunlamasına, enine ve yatay şekilde dizilmiştir (73,74). Kollajen demetleri arasında yer alan tenoblast ve tenosit hücreleri kollajen oluşumunda ana rol oynamaktadırlar (75).

Kollajen lifleri endotenon tarafından sarılarak fasikülleri. Kollajen lifler birleşerek birincil demetleri (subfasikül), birincil demetler birleşerek ikincil demet (fasikül), ikincil demetler ise birleşerek üçüncül demetleri oluşturulmaktadır. Bütün üçüncül demetlerin çevresinde endotenon gözlenmektedir. Üçüncül demetler de birleştirilerek tendon oluşturmaktadır. Tendon epitenon ile sarılmaktadır (resim 10). Elastik liflerin işlevi tam olarak açık değildir. Tendon gerilmeden sonra kollajen liflerin dalgalı konfigürasyonunun düzeltilmesine katkıda bulunduğunu düşünülmektedir (76).



Resim 10: Tendonun yapısındaki kollajen fibrillerin yerleşimi. Cohen MJ, Kaplan L. Histology and ultrastructure of the human flexor tendon sheath. The Journal of hand surgery. 1987 Jan 1;12(1):25-9.

Hücreler arası madde glikoproteinler, glikozaminoglikanlar, non kollajenöz proteinler ve çok çeşitli küçük moleküllerden oluşmaktadır. Bu temel maddeler hidrofilik özelliğe sahiptir. Bu özellik hyaluronik asit ve kondroitin sülfatın oranlarına bağlı değişebilmektedir (77). Bu özellik makaslama ve gerilim kuvvetlerine karşı tendonun elastikiyetini arttırmaktadır (74). Tendon dokusu kollajenöz olmayan çeşitli proteinler içerir. Tendonların damar duvarlarında ve miyotendinöz bileşkesinde bulunan laminin bunlardan biridir (78). Tenoblastlar ve tenositler, tendonun hücresel elemanlarının yaklaşık %90-95'ini oluşturur. Diğer %5-10'u ise kondrositler, sinoviyal hücreler ve endotel hücreleri oluşturmaktadır.

Tenoblastlar kollajen demetleri arasındaki mesafelerde uzun sütunlar şeklinde dizilirler. Tenoblastlar, bazofilik sitoplazmalı, bol miktarda endoplazmik retikulum içeren ve gelişmiş bir golgi aygıtına sahip tek çekirdekli hücrelerdir. Bu morfolojik özelliklere göre tenoblastlar metabolik olarak aktif hücrelerdir. Yenidoğan tendonun hücre-matriks oranı çok yüksektir. Yaş ilerledikçe bu oranın düştüğü gözlenmektedir. Tenosit hücreleri tenoblasttan oluşur. Tenosit hücreleri iğ şeklindedir ve çekirdek-sitoplazma oranı daha yüksektir. Bu hücreler sahip oldukları uzun ve ince uzantıları ile enine kesitlerde örümcek gibi gözükmektedir. Bu uzantılar hücreleri birbirine bağlar ve matriks içindeki hücre yoğunluğunun azalmasını telafi etmektedir.

Tendon dokusu düşük metabolik aktivite sahiptir. Bu özellik sayesinde tendon dokusu gerilim ile oluşan hipoksi ve nekroza dayanıklıdır (79). Tendon hücrelerinin kollajen ve diğer matriks bileşenlerinin biyosentezinde aktif olduğu bilinmektedir (80). Tendon hücreleri, enerji metabolizmasının üç ana yolu için enzim zincirlerine sahiptir (81). Gençlerde tendonda aerobik ve anaerobik yollardan enerji üretilmektedir. Yaş ilerledikçe tendonun enerji kaynağı daha çok anaerobik yolağa kaymaktadır (82).

Tendon dokusunda katabolizma iki yolla gerçekleşmektedir. Tenosit tarafından üretilen lizozomal ve sitoplazmik enzimler aracılığıyla matriks maddelerinin yıkımı sağlanmaktadır. Diğer yöntem olarak ise kemikteki osteoklastlarda olduğu gibi, doğrudan hücresel fagositoz ve pinositoz yoluyla yıkım gerçekleşmektedir (83).

2.7. Tendon iyileşmesi

1970'lerin başlarından önce tendon iyileşmesinin sinovyal kılıftan kaynaklandığına ve tendon güdüğünün aktif olmadığına inanılıyordu (84). Bu dışsal iyileşmesinin fleksör kılıfından göç eden fibroblastlardan kaynakladığına ve bu nedenle kaçınılmaz şekilde yapışıklıkların oluşacağına inanılmaktaydı.

1980'lerde yayınlanan çalışmalar tendon yaralanma sonrası içsel iyileşme gerçekleşebileceğini ispat etmiştir (85). Tendon iyileşmesinde dışsal ve içsel iyileşme denge halindedir. Kollajen üretimi endotenon, epitenon ve tendon kılıfı olmak üzere üç bölgede gerçekleşmektedir. Her hücre hattı, enflamasyon süreci sırasında üretimi artan laktat konsantrasyonuna farklı miktarlarda kollajen üretimi ile yanıt vermektedir.

Tendon kılıfı hücrelerinde tip 1 kollajen üretimi başlangıca göre %70 artarken, epitenon ve endotenon tarafından olan üretim sırasıyla yalnızca %15 ve %12 artmaktadır (86). Yaralanmanın şiddeti, cerrahi travmanın miktarı ve postoperatif dönemde mobilizasyon gibi dış etkiler kollajen üretimini etkileyebilmektedir. Kollajenin miktarı ve yerleşimi adezyona bağlı olarak etkilenmektedir. İyileşme sonrası gerilme mukavemeti %30'a kadar azalabilmektedir (87).

Akut bir yaralanmanın sonrasında inflamatuvar bir yanıt sonucu iyileşme süreci başlamaktadır. Bu aşamalar, açıklama kolaylığı için alt bölümlere ayrılmıştır. Her aşamanın süresi; bölgeye, yaralanmanın tipine ve ilişkili ilaç tedavisine göre değişebilir (88). Aşamalar genellikle inflamasyon, proliferasyon ve yeniden şekillenme (remodelasyon) aşamaları olarak tanımlanmaktadır.

- **İnflamasyon evresi**

İnflamatuvar evre, tendon yaralanmasından hemen sonra ortaya çıkar ve yaralanma yerinde damar hasarının bir sonucu olan hematoma oluşumu ile başlar. Yaralanma yerinde trombositlerin toplanması sonucu pro-inflamatuvar sitokinlerin salınması ile başlamaktadır. Bu pro-inflamatuvar sitokinlerin salınımı adhezyon moleküllerinin aktif olması ve lökotrienlerin toplanmasına neden olmaktadır. Nötrofil hücreleri yaralanma yerine ilk gelen hücrelerdir. Nötrofilden salınan sitokinler nedeniyle makrofajlar yaralanma yerine göç etmektedir. İlk 24 saatten sonra nötrofil konsantrasyonu azalır ve bundan sonra inflamatuvar evrenin sonuna kadar en fazla bulunan makrofaj hücreleridir (89). Fagositoz ile nekrotik dokunun yok edilmesi ve kan pıhtılarını parçalaması gerçekleşmektedir. Bu aşamada kılcal damar ağları da oluşmaya başlamaktadır. Kollajen üretimi

oldukça oksijene ihtiyaç vardır (90). Yeni oluşan kılcal ağlar yaralanma bölgesine yeterli oksijen konsantrasyonunu sağlayabilmektedir.

- **Proliferasyon evresi**

Proliferasyon evresi yaralanmanın 3. veya 4. gününde başlamaktadır. Proliferasyon evresi inflamasyon evresiyle birleşmektedir. Bu evre ilk olarak tendonun kesik uçları ve dikiş geçiş yerlerinde izlenmektedir (91). Epitenon hücreleri (fibroblastlar) fibronektin aktivitesinin artması sonucu yaralanma bölgelerine göç etmektedir. Fibronektin hücreler bir kemotaktik madde ve hücre bağlanma molekülü olarak tanımlanmıştır.

Fibronektin aktivitesi epitenon ve onarım bölgesinde izlenirken bu aktivitenin endotenon hücrelerinde artmadığı izlenmiştir (92). Fleksör tendon onarımının 7. Gününde yeni damarlar oluşmaya başlamaktadır. Wiig ve arkadaşları, tendon onarımının 10. gününde kollajen sentezinin maksimum seviyeye ulaştığını gösterdiler (93). Oshiro ve arkadaşları tendon onarımının 14. ile 21. günleri arasında kollajen demetlerinin uzunlamasına düzenlenmeye başladığını göstermiştir (94). Tendon onarımının 10. gününden sonra proteoglikan ve kollajen olmayan proteinlerin de üretimi başlamaktadır (93). Onarımın 28. gününden sonra yüksek miktarda hücre proliferasyonu ve yeni damar oluşumu izlenmektedir (94).

- **Yeniden yapılanma evresi**

Tendon dokusunun yeniden şekillenmesi yavaş bir süreçtir. Özgün dokuya benzeyen bir fibrotik doku oluşmasıyla tamamlanmaktadır. Bu evre yaralanma sonrası 1. ile 2. Hafta civarında başlamaktadır. Bu evre boyunca kademeli olarak kollajen demetlerinin düzenlenmesi ve birleştirilmesi gerçekleşmektedir. Erken dönemde ağırlık olarak tip III kollajen baskınken, sonrasında fazla çaprazlanan ve daha büyük gerilme mukavemetine sahip olan tip I kollajen baskın hale gelir. Bu evre boyunca kademeli olarak yaralanma yerindeki damarlanma ve tenosit metabolizması azalırken kollajen demetlerinin kalınlaşması gözlenmektedir. Onarılmış tendonun gerilme kuvvetine direnci, yaralanması öncesi ile aynı değildir. Bir koyun modelinde koyunların aşıl tendonları transekte edilip ardından spontan iyileşmeye bırakılmıştır. Bir yıllık iyileşme sonrasında tendonun rerüptüre olmasına neden olan kuvvet ilk kuvvetin %57'si olarak saptanmıştır (95).

- **Tendon iyileşmesinin kontrolü**

Birçok fiziksel faktör ve kimyasal araçlar, tendon iyileşme sürecini başlatır, sürdürür ve sonunda da sona erdirir. İnflamasyon evresi mekanik yaralanmasıyla bazen de termal veya kimyasal yaralanmayla başlamaktadır. Yaralanma sonrası vasküler ve hücrel kaskadlar etkin hale gelmektedir. İlk vazokonstriksiyon gelişmesine rağmen ardından gelişen vazodilatasyon inflamasyon evresi boyunca devam etmektedir. Hücrel yanıt, kemotaksisi indükleyen, hücrel proliferasyonu ve protein döngüsünü düzenleyen faktörler tarafından kontrol edilir. Birçok kimyasal aracının kemotaktik bir role sahip olarak tanımlanmıştır (tablo 1).

Tablo 1: Tendon ve bağ iyileşmesinde büyüme faktörlerinin etkileri

Büyüme faktörleri	Evre	Etki
PDGF	Yaralanma sonrası, proliferasyon ve yeniden yapılanma evresi	Diğer büyüme faktörlerinin üretimini uyarmaya yardımcı olur ve doku yeniden yapılanmasında görev alır.
TGF-β	İnflamasyon evresi	Hücrel proliferasyonu, proteinaz ekspresyonunu, fibronectin bağlanma etkileşimlerini, hücre proliferasyonunun sonlandırılmasını ve kollajen üretiminin uyarılmasını düzenler
IGF-I	İnflamasyon ve proliferasyon evresi	Fibroblast çoğalmasına ve göçüne desteklemektedir. Matriks üretimini uyarmaktadır
Vasküler endotel büyüme faktörü	İnflamasyon, proliferasyon ve yeniden yapılanma evresi	Anjiyogenezi uyarmaktadır
Temel fibroblast büyüme faktörü	Proliferasyon ve yeniden yapılanma evresi	Anjiyogenezi uyarması, hücrel göç ve çoğalmayı düzenlemektedir

PDGF: trombosit kaynaklı büyüme faktörü, TGF-β: dönüştürücü büyüme faktörü-β, IGF-I: insülin benzeri büyüme faktörü-1. (Molloy T, Wang Y, Murrell GAC. The ligament healing. Sports Med 2003;33(5):381–94.)

2.8. Fleksör tendon onarımında kullanılan tamir yöntemleri

Tendon onarımının sonuçlarını etkilediği gösterilen birkaç faktör vardır. Tendonun ana işlevi kuvvet iletmek olduğu için onarım gücü en önemli faktördür. Bu nedenle bir onarım sonrası erken aktif mobilizasyon başlatabilmek için yüksek onarım kuvveti gerekmektedir (96). Tendon iyileşmesi sağlayabilmek için onarım bölgesinde boşluk oluşması önlenmelidir. Deneysel çalışmalarda tendon iyileşebilmesi için onarım bölgesindeki boşluk 3 mm altında olmalıdır. 3 mm'den fazla boşluk, sadece tendon iyileşmesini engellemez aynı zamanda hareket genişliğinde de kısıtlanmaya yol açabilmektedir (97). Tendonun biyolojisine bağlı onarım sonuçlarını etkileyen faktörler gösterilmiştir. Adezyonları azaltmak adına tendonun vasküler beslenmesinin bozulmamasına özen gösterilmesi gereklidir. Tendonu mümkün olduğu kadar az travmatize eden onarım yöntemleri kullanmak gerekmektedir.

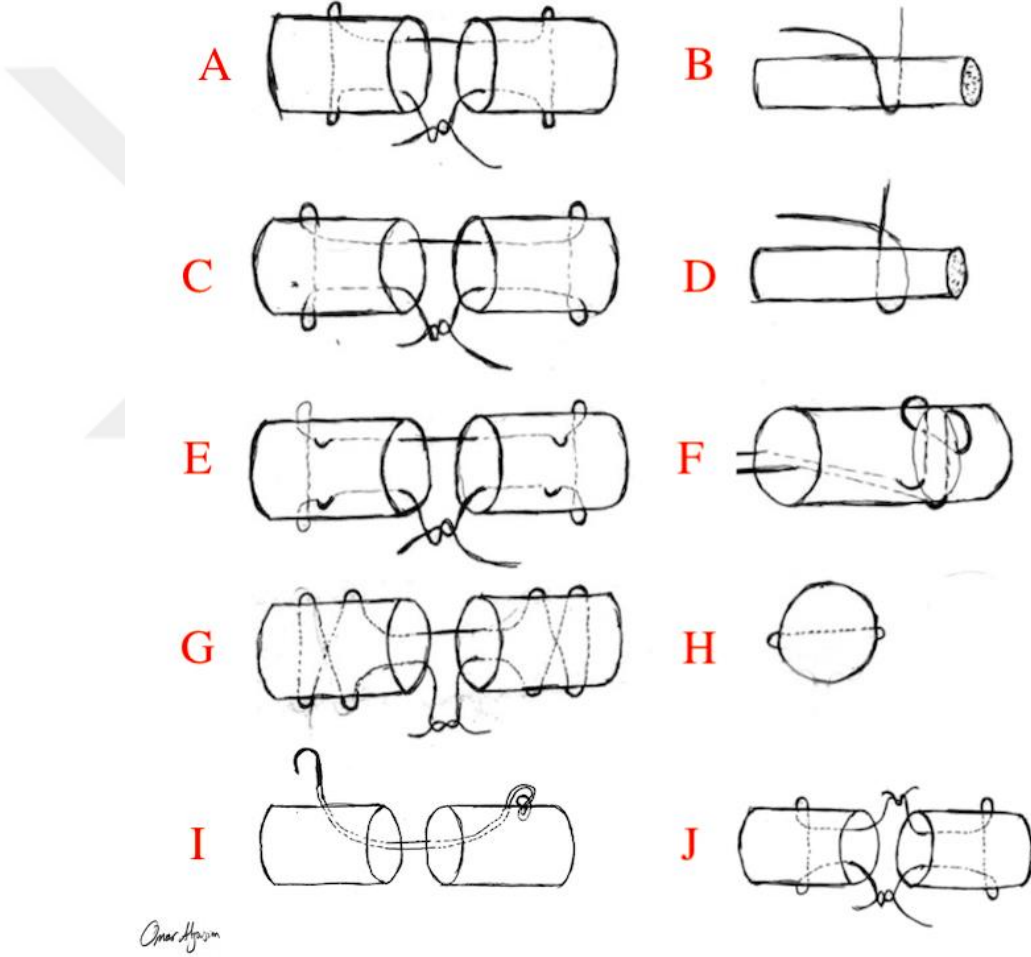
Fleksör tendon onarım yöntemleri ve kullanılan dikiş türleri üzerine yapılmış çok sayıda çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda tamir teknikleri, tamir gücü, tendon kayması ve iyileşme mekanizmaları gösterilmektedir (98,99). Tendon onarım tekniklerinin sayısı çok olmasına rağmen altın standart bir onarım tekniği henüz gelişmemiştir. Merkezi dikiş ve tutturma noktası sayıları artıkça onarım kuvveti de artmaktadır. Ancak dikiş materyali artıkça onarım hacminin artmasından dolayı sürtünme de artmaktadır (100). Onarım sonrası hareket başlanmazsa onarım sonrasındaki gücün %10 ila %50'sinin 5 ila 21. günler arasında kaybedildiği gösterilmiştir. Erken kontrollü pasif hareket başlandığında onarım gücünün kaybın daha az olduğu gösterilmiştir (101). Fleksör tendon onarım teknikleri iki grup altında toplanmaktadır.

2.8.1 Merkezi (kor) dikişler

Tendonun merkezinden ikili veya daha fazla uzunlamasına geçen dikişin ana amacı onarım sonrasında erken hareketin başlanması için onarılan bölgede yeterli gücün sağlanmasıdır. Onarım gücünün, merkezi dikiş sayısı ile orantılı olarak arttığı bildirilmiştir (102). Merkezi dikiş yöntemleri 3 grup altında toplanmaktadır.

A) İkili merkezi teknikler:

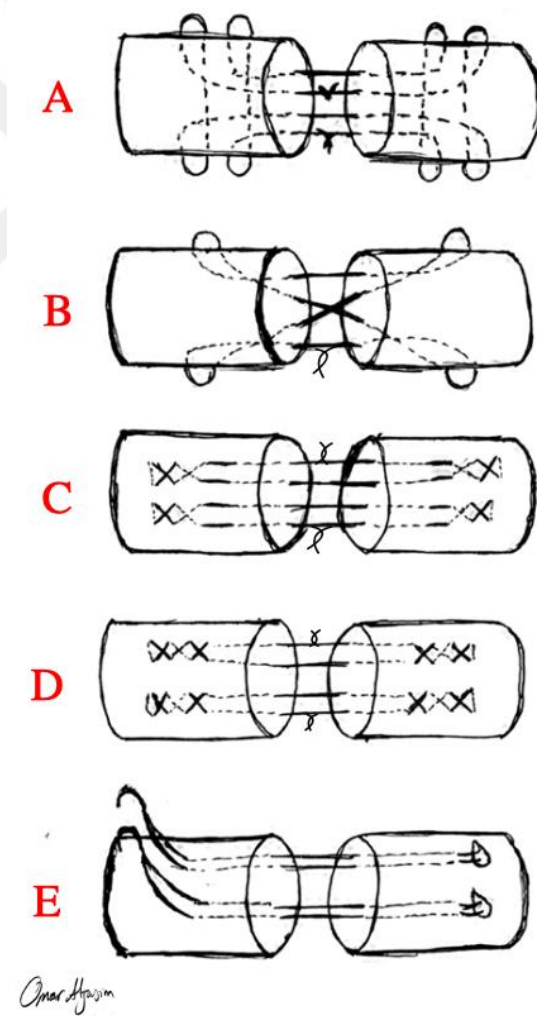
- Kilitli (yakalayıcı-grasping) kessler dikiş tekniği (resim 11 A-B).
- Kessler tekniği merkezi-tek düğümlü Pennington modifikasyonu (resim 11 C-D).
- Modifiye Pennington dikiş tekniği (resim 11 E-F).
- Bunnell dikiş tekniği (Ekstensör tendon onarımında da kullanılmaktadır) (resim 11 G-H).
- Tsuge dikiş tekniği (resim 11 I).
- Kessler-Tajima dikiş tekniği (resim 11 J).



Resim 11: İkili merkezi dikiş teknikleri. A) yakalayıcı (grasping) kesslerler. B) kilitli (yakalayıcı-grasping) halka. C) modifiye Kessler (Pennington modifikasyonu). D) kilitli halka. E-F) modifiye Pennington. G-H) Bunnell dikiş tekniği. I) Tsuge dikiş tekniği. J) Kessler-Tajima dikiş tekniği.

B) Dörtlü merkezi teknikler:

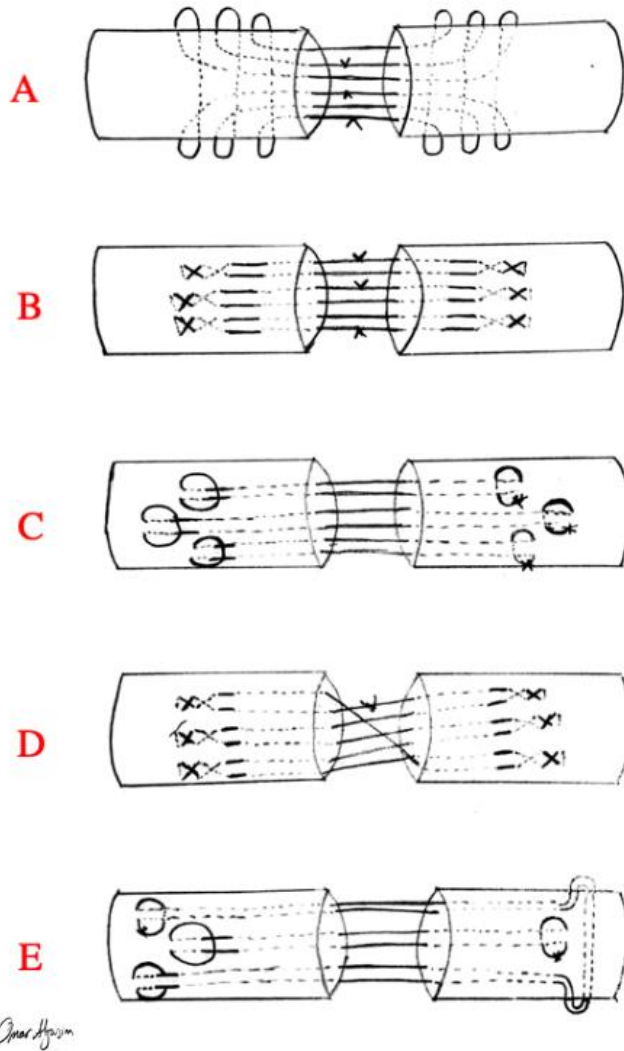
- İki katmanlı modifiye Kessler tekniği (resim 12 A).
- Basit çapraz dörtlü dikiş tekniği (resim 12 B).
- Dörtlü Savage dikiş tekniği (resim 12 C).
- Agumente Becker dikiş tekniği (resim 12 D).
- Çift halka dikiş tekniği (resim 12 E).



Resim 12: Dörtlü merkezi dikiş teknikleri. A) İki katmanlı modifiye Kessler tekniği. B) Basit çapraz dörtlü dikiş tekniği. C) Dörtlü Savage dikiş tekniği. D) Agumente Becker dikiş tekniği. E) çift halka dikiş tekniği.

C) Altılı merkezi teknikler:

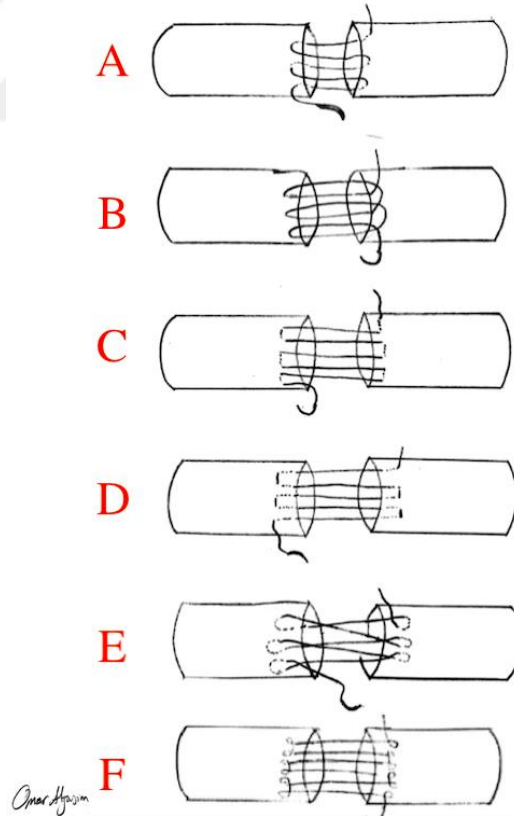
- Üç katmalı Kessler dikiş tekniği (resim 13 A).
- Altılı Savage dikiş tekniği (resim 13 B).
- Tang dikiş tekniği (resim 13 C).
- Modifiye altılı savage dikiş tekniği (resim 13 D).
- Altılı M-tang dikiş tekniği (resim 13 E).



Resim 13: Altılı merkezi dikiş teknikleri. A) Üç katmalı Kessler dikiş tekniği. B) altılı savage dikiş tekniği. C) Tang dikiş tekniği. D) modifiye altılı savage dikiş tekniği. E) altılı M-tang dikiş tekniği.

2.8.2. Periferik (Epitendinöz) Dikişleri

Mason ve Shearon tarafından onarılmış tendon uçlarının periferik olarak da buluşmasını sağlamak için, bir merkezi sütüre ek olarak bir çevresel sütünün kullanılması önerilmiştir (103). Çevresel dikişler artık tendonun onarımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu dikiş yönteminin onarım bölgesinin hem mekanik mukavemetini hem de boşluk direncini arttırdığı gösterilmiştir (104). Literatürde birçok çevresel sütün tanımlanmıştır. Kubota tarafından altı çevresel sütün tekniği kapsamlı bir şekilde test edilmiştir. Periferik dikiş teknikleri tespit gücü artacak şekilde sıralanmıştır; basit kilitleme, basit, Lembert, Halstead, Çapraz dikiş ve Lin-kilitleme çevresel dikişler (resim 14). Genel olarak, onarım bölgesinde artan sütün geçiş sayısı ile boşluk direnci ve gerilme mukavemeti artmaktadır (105).

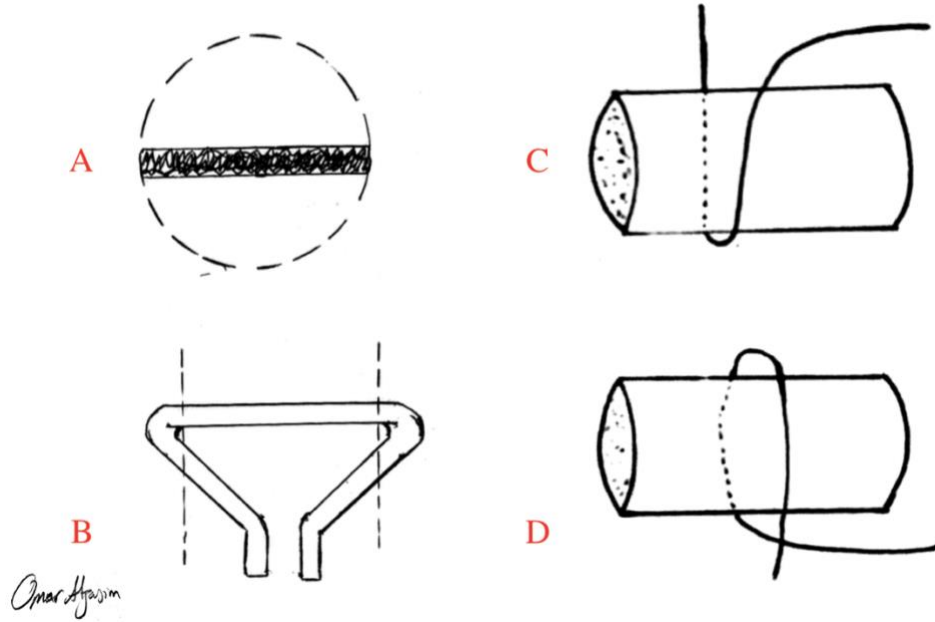


Resim 14: Epitendinöz dikiş teknikleri. A) Basit epitendinöz dikişi. B) Basit kilitlemeli epitendinöz dikiş tekniği. C) Lembert dikiş tekniği. D) Halstead dikiş tekniği. E) Çapraz dikiş tekniği. F) Lin-kilitlemeli dikiş tekniği.

2.9. Fleksör Tendon Dikişlerinde Kavrama Teknikleri

Tendon dikiş ile ne kadar güçlü kavranır ise aksiyal yüklenmeye karşı tamir gücü o derece yüksek olacaktır. Bunnell tekniği gibi ilk tanımlanan yöntemlerde epitenonun etrafından uygulanan, kavrama yapmayan, tendon demetlerine paralel uzanan dikişler yerleştirilmiştir (resim 15 A-B). Bu yöntemlerde lifler arasından sıyrılan ve tendon liflerinin mukavemetinden yararlanmayan dikişler başarısız olmuştur. Kessler ve Tajima tekniklerinde epitenon ile birlikte liflerin de etrafında bir dikiş halkası oluşturularak kavranma yöntemi uygulanmaktadır (resim 15 C). Dikiş üzerine binen yük arttıkça dikişin halka kısmı lifleri sıkıştırarak kavrama gücü artmaktadır. Kilitlemeli Kessler ve kilitlemeli Lee yöntemleri gibi dikişin kapalı halka oluşturduğu durumlarda kavrama gücü daha yüksektir. Halka kısmı düğüm gibi davranır ve tendon liflerini sıkar, böylece çok daha etkili bir tutunma sağlanmış olur (resim 15 D) (106).

Kadavra çalışmalarda kilitli Kessler $38.7 \text{ N} \pm 5.1$ 'e kadar germe kuvvetine dayanırken kavrayıcı Kessler dikişi $33.7 \text{ N} \pm 4.7$ 'ye kadar dayanır. Dış dikişlerin sayısı eşitken merkezi dikişin konfigürasyonunun kayma üzerine bir etkisi gösterilmemiştir (107).



Resim 15: Halka konfigürasyonları. A-B) Bunnell yöntemde kavrama yapmadan dikişler demetlere dik şekilde halka oluşmaktadır. C) yakalayıcı (grasping) halka tekniği. D) kilitleyici (locking) halka tekniği.

2.10. Dikiş kalınlığı

Farklı merkezi ve epitendinöz onarım yöntemlerin kuvveti birçok çalışmada değerlendirilmiştir. Fakat dikiş kalınlığının onarım mukavemeti üzerindeki etkisi ayrıntılı olarak incelenmemiştir (108). 5-0 ve 4-0 numaralı dikişler kullanıldığında onarım yöntemlerinden bağımsız olarak dikiş kopmasından kaynaklı onarım bölgesinde yetmezlik gözlenmektedir. Fleksör tendon onarım yöntemlerinde, 3-0 ve 2-0 numaralı dikişler kullanıldığında 4-0 ve 5-0 dikişlere göre belirgin olarak daha iyi sonuçlar alınmıştır. ikili merkezi ve dörtlü merkezi yöntemler ile 3-0 numaralı dikiş kullanılması, 4-0 numaralı dikişe göre belirgin bir şekilde daha kuvvetli bir onarım sağlamaktadır (108).

2.11 Fleksör Tendon Yaralanmasının Muayenesi

Fleksör tendon yaralanmalarında görülebilecek semptomlar, parmağın fleksiyon kısıtlılığı ve ağrıdır. İncelemede kesi ve laserasyonlar tespit edilir. Öykü ve fizik muayene yardımıyla hem birincil hem de ikincil yaralanmalar belirlenmelidir. Yaş, cinsiyet, yaralanmanın mekanizması ve geçen süre gibi önemli faktörler, onarım sırasında planlamayı ve alınan kararları etkilemektedir. Yaralanma sırasında parmağın pozisyonunun bilmesi, cerrahlara operasyon öncesi planlamada yol gösterici olabilir. Fleksör digitorum süperfisialis ve fleksör digitorum profundus tendonları ayrı ayrı muayene edilmelidir. FDS muayenesi için yaralanma olmayan parmaklar ekstansiyon pozisyonunda tutulurken yaralanan parmağın proksimal interfalangeal ekleminde fleksiyona getirilmesi istenir. FDP muayenesi için hastadan yaralanan parmağının proksimal interfalangeal eklemi ekstansiyonken distal interfalangeal eklemi fleksiyona getirmesi istenir. Yaralanan bölgenin kemik patalojisi açısından da incelemesi gerekir. Yumuşak doku onarılmadan önce kırık ve çıkıklara eklemlere müdahale etmek gerekmektedir. Ayrıca nörovasküler muayene de dikkatlice yapılmalıdır.

2.12. Cerrahi Yaklaşım

Tendon yaralanmalarına olgularda genellikle cilt ve cilt altı kesiler de eşlik ettiği için ekstra travma yaratılmadan onarım gerçekleştirilmelidir. Eşlik eden kesilere müdahale etmeden cerrahi yaklaşımlar planlanmalıdır. Cerrahi insizyonlar eklemlerdeki fleksör kıvrımlara dik şekilde geçtiğinde skar ile sonuçlanır ve fleksiyon kontraktürü gelişir. Yaklaşım planlanırken insizyonların fleksör çizgiler üzerinde dik olmayacak şekilde yapılması, daha az hareketli bölgede olması ve

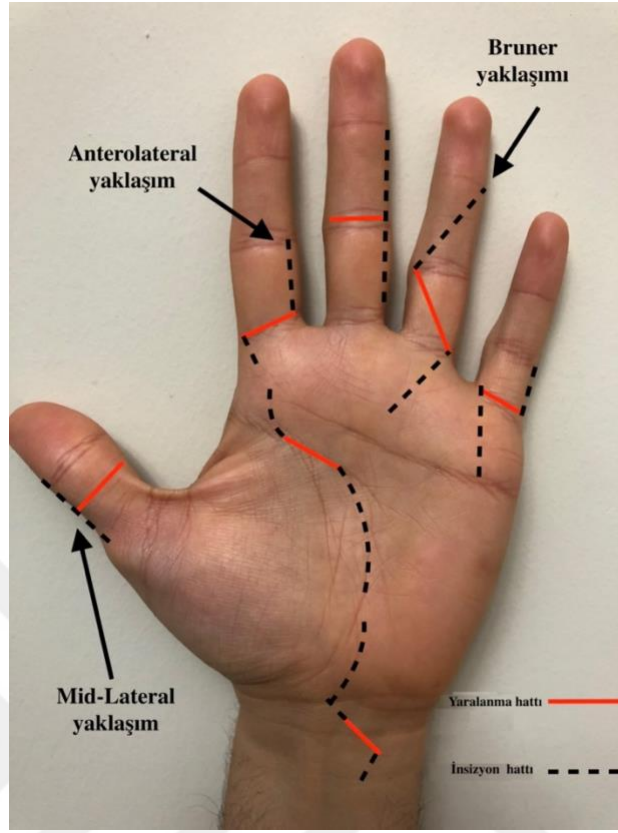
insizyonun yön değiştirme noktalarının sivri olmaması önerilmektedir. Cerrahi insizyonlar S veya Z şeklinde (Bruner insizyonu gibi) yapılması önerilir (resim 16).

Bunnell tarafından dijital sinir ve arter posteriorunda yapılan lateral insizyon, Koch ve Mason tarafından dijital sinir ve arter anteriorunda yapılan anterolateral insizyonu tarif edilmiştir (109). Cilt insize edildikten sonra tendona ulaşabilmek için kılıfta A2 ve A4 arasında pencere açılabilir. Yaralanma sırasında parmak fleksiyonda ise tendonun distal güdüğü yaralanma bölgesinden distale kaçmıştır. Parmak pasif olarak fleksiyona getirilir ve merkezi dikişler yerleştirilir. Proksimal tendonun güdüğü gözükmiyorsa proksimalden distale doğru parmak masajı ile çıkartılabilir. Bu yöntemle güdük çıkmıyorsa insizyon büyütülür veya avuçta ayrı insizyonla tendona ulaşılabilmektedir. Tendonun güdüğü 25 gauge iğne ile tespit edilir.

Tendon güdüğünü hemostaz pensi veya mosquito ile çıkartılması önerilmemektedir. Bu aletler tendonun epitendinöz kısmına zarar verip adezyon neden olur. McGrouther tarafından fleksör tendon güdüğüne ulaşabilmek için kateter yöntemi tarif edilmiştir. Pediatrik beslenme kateteri yaralanma bölgesinden ve fleksör kılıfın altından geçilir. A1 öncesinde insizyonla tendona ulaşılır ve katetere dikilir. Kateter çıkarılır ve tendonun güdüğü yaralanma bölgesinde 25 gauge iğne ile tespit edilir (110).

Tendon onarım sırasında bazı önemli noktalara dikkat etmek gerekmektedir (111).

- a) Cerrahi yaklaşımın gerekirse büyük tutulması ve büyüteç kullanılması önerilir.
- b) Travmatize etmeyen ekartör kullanılması ve tendona zarar vermeyen yaklaşımla onarım yapılması önerilir.
- c) Tendon az dokunulması ve tendonun doğru yerleşimde dikilmesi önerilir.
- d) Merkezi dikişler tendonun her iki ucunun uygun şekilde temas etmesini sağlanmalıdır. Dikiş yöntemi güçlü olmalı ve onarım bölgesinin tendon kılıfında rahatça kaymasını sağlanmalıdır.
- e) Çevresel dikişler onarıma ekstra güç sağlamaktadır.



Resim 16: Elde farklı yaralanma şekli ve planlanan insizyon konfigürasyonları. Üç farklı cerrahi yaklaşım gösterilmektedir. Scott W. Wolfe, Robert N. Hotchkiss, William C. Pederson, Scott H. Kozin, and Mark S. Cohen. “Green’s Operative Hand Surgery” isimli kitaptan değiştirilerek alınmıştır. 7th edition. Philadelphia: Elsevier; 2017. Chapter 6: Flexor Tendon Injury; p. 194.

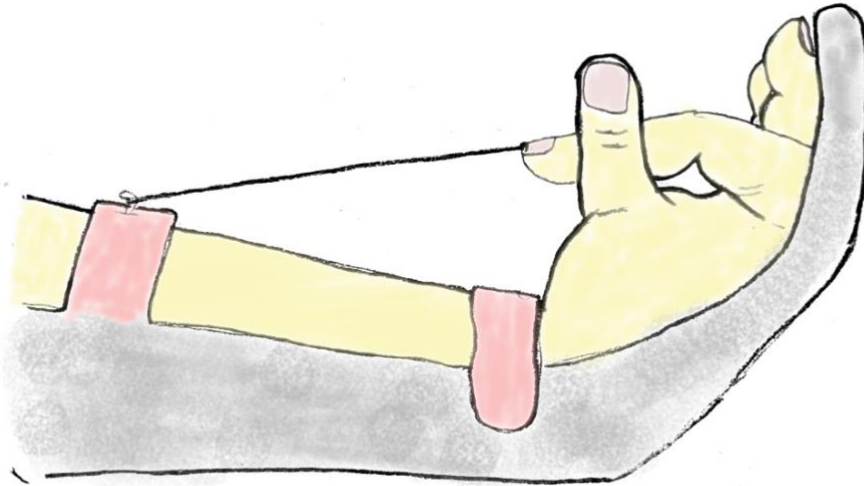
2.13.Rehabilitasyon

Fleksör tendon onarımı sonrası rehabilitasyonun amacı el fonksiyonunu geri kazanmak, tendon ekskürsiyonunun sağlamak ve onarılan tendonun kopmasını önlemektir. Tendon ekskürsiyonu arttıkça eklemlerin hareket genişliği artmış olur ve el fonksiyonlarında iyi sonuç görülmektedir. Rehabilitasyon protokollerinin seçiminde hasta uyum sağlaması, yaralanmanın bölgesi, yaralanmanın doğası ve onarımda kullanılan yöntem göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan araştırmalar ilk 3 haftada tendon gerilme mukavemetinin düşük olduğunu göstermektedir. Bu nedenle 1970'lerden önce fleksör tendon onarımından sonraki ilk 3 hafta boyunca immobilizasyon

önerilmiştir (112). Duran tarafından 1970'lerin ortasında kontrollü pasif hareket protokolü bildirdi. Onarım bölgesinde adezyonu önlemek adına 3 ile 5 mm lik tendon ekskürsiyonunun yeterli olduğu belirtilmiştir (113). Silfverskiöld tarafından tendon ekskürsiyonunun üst sınır 6 ile 9 mm olarak belirlenmiştir (114). Literatürde birkaç protokol tarif edilmiş olmakla beraber ideal rehabilitasyon protokolü hala tartışılmaktadır.

- **Kleinert protokolü**

Bu protokolde erken aktif ekstansiyon ve elastik bantlar aracılığıyla pasif fleksiyon hareketi uygulanmıştır. Kleinert orijinal protokolünde özel statik atel kullanılmaktadır. Bu atelde el bileği 45 derece fleksiyonda ve MP eklemler 10-20 derece fleksiyonda tutulmaktadır. Üçüncü günde aktif parmak ekstansiyonuna izi verilmiştir. Atel parmak ucundan çok az daha uzun olmakta ve parmak uçları lastikler ile el bileği volarine bağlanmaktadır (resim 17). Hasta aktif ekstansiyon yaparak parmaklarını atele kadar açar ve daha sonra elastik bantlar aracılığıyla pasif fleksiyonla parmaklar kapanır (115). Bu protokol Slattery ve McGrouther tarafından modifiye edilmiştir. İnterfalangeal eklem hareketleri arttırmak amacıyla avuç kısmına pulley vazifesi görecekle bantlar eklenmiştir (116).



Resim 17: Kleinert protokolünde kullanılan atel.

- **Duran protokolü**

Dorsal statik atel kullanılarak ve egzersizler pasif olarak yapılmaktadır. El bileği 20 derece fleksiyonda, MP eklemler 50 derece fleksiyonda ve interfalangeal eklemler nötral pozisyonda izleniliyor (resim 18). Bu protokolde ameliyat sonrası 3. günde pasif hareket başlanmaktadır. Dördüncü haftada atelde aktif hareket başlanır. Beşinci haftada atel çıkartılır. Yedinci haftada germe hareketleri başlanır. Sekizinci haftadan itibaren güçlendirme hareketleri başlanır (117).



Resim 18: Duran protokolünde kullanılan statik atel. El bileği 20 derece MP eklem 50 derece fleksiyonda izlenmektedir.

- **Washington protokolü**

Bu yöntemde motifiye kleinert ateli (avuçta pulley sistemi) kullanılmaktadır. Erken aktif ekstansiyon ve pasif fleksiyon yanında terapist eşliğinde pasif ekstansiyon ve fleksiyon uygulanmaktadır. Bu yöntemde fleksiyon kontaktürü oluşumunun azaltılması amaçlanmaktadır (113).

- **Belfast protokolü**

Bu protokolde 1. günde ameliyat sonrası ateldeyken pasif fleksiyon ardından aktif fleksiyon ve ekstansiyon yapılmasını izin verilmektedir. El bileği 20 derece flekesiyonda MP eklem 90 derecede fleksiyonda izlenmektedir (118).

- **Silfverskiold protokolü**

Modifiye kessler merkezi dikiş ile birlikte çevresel çapraz peritendinöz dikiş uyguladıktan sonra dorsal atel uygulanmaktadır. El bileği nötral pozisyonda MP eklem 50-70 derece fleksiyonda ve İF eklemler tam ekstansiyonda izlenmektedir. Saat başı 10 defa aktif ekstansiyon sonrası elastik bantlar aracıyla pasif fleksiyon gerçekleştirilmektedir. Hastaya karşı eliyle pasif fleksiyon yapması, terapist eşliğinde fleksör kas grubunun 2 ile 3 saniye aktif sıkılması önerilmektedir. Kas gücü terapist ve hasta tarafından kontrol edilmelidir (119).

2.14. Fleksör Onarımın Komplikasyonları

Fleksör tendon yaralanmalarında çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen hala tendon adezyonu, eklem sertliği ve tendon kopması gelişebilmektedir (120). Onarım sonrasında erken komplikasyon olarak enfeksiyon, cilt flebinin nekrozu, tendon kopması, pulley kopması ve kayma kısıtlılığı ortaya çıkabilir. Bu vakalarda enfeksiyon nadiren görülmesiyle birlikte enfekte vakalarda antibiyotik tedavisiyle başarılı sonuçlar gösterilmiştir (108). Tendon kopması akut vakaların %3–9’unda gelişebilir ve tekrar ikinci onarım ameliyatlarının yapılması gerekebilir (121). Adezyon gelişmesi onarım bölgesi üzerine yük artması nedeniyle tendon kopmasına yol açabilmektedir. Kesilmiş tendon uçları arasında boşluk gelişmesi onarımı zayıflatabilir ve tendon kopmasıyla sonuçlanabilir. Rehabilitasyon protokollerine uyulmaması ve erken aktif hareketin başlanması da tendon kopması ile sonuçlanabilir.

Skar dokusu, adezyon, kompleks ağrı sendromu ve eklem sertliği gibi geç komplikasyonlar yaşanabilir. Fleksör tendon yaralanmalarının %20'sinde adezyon gelişip tenoliz ihtiyacı olmaktadır (122). Klinik bir çalışmada PİP ve DİP eklem sertliğinin 68 vakanın %19'unda geliştiği belirtilmiştir (123).



BÖLÜM 3

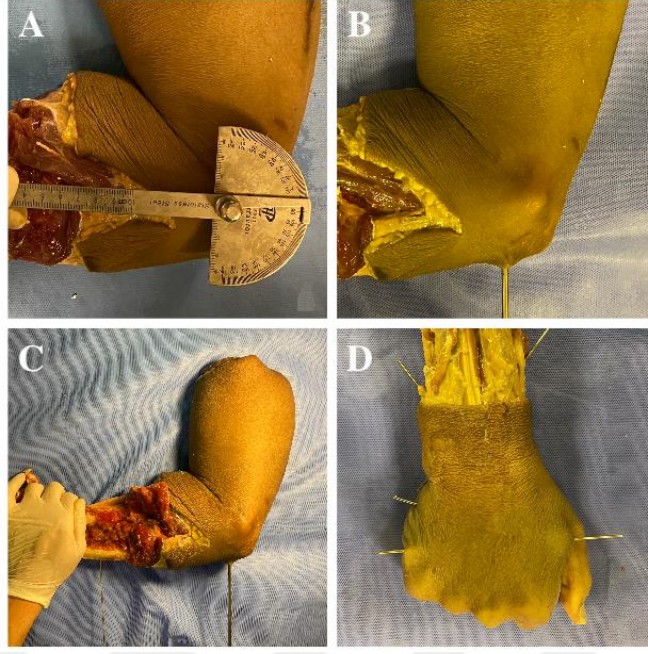
GEREÇ VE YÖNTEM

Biyomekanik kadavra çalışması olarak tasarlanan bu çalışmaya Ege Üniversite Tıbbi Araştırmalar Etik kurulundan onay aldıktan sonra başlandı (21-5T/89). Çalışma Ege Üniversitesi Anatomi Ana Bilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Deney hazırlıkları 3 farklı ortopedi cerrah tarafından yapıldı. Cerrahi uygulamalar ve onarımlar tek ortopedi cerrah tarafından yapıldı. 12 modifiye Larssen solüsyonu (MLS) ile korunmuş, kol orta ½ seviyesinden ampute edilmiş üst ekstremité kadavraları kullanıldı. Deney öncesi floroskopi ile kadavraların eklem patolojisi olmadığı kontrol edildi. Fizik muayene ile yumuşak doku hasarı olmadığı tespit edildi. Deneyde kadavraların ikinci, üçüncü ve dördüncü parmakları kullanıldı.

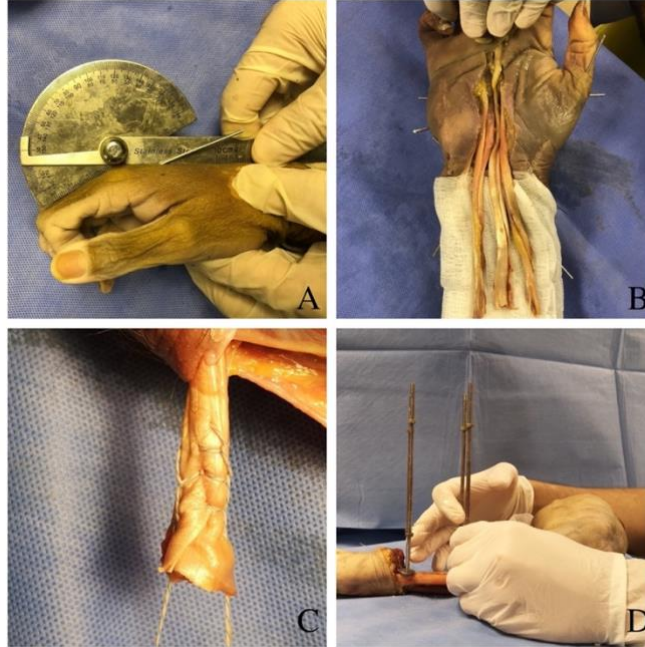
3.1 Kadavraların hazırlanması

Çalışmada kullanılan kadavraların ortalama yaşları $56,08 \pm 7,7$, ortalama vücut kitle indeksleri $25,76 \pm 4,4$ olup altı kadın ve altı erkekten oluşmaktaydı. Dirsek 90 derecede, ön kol nötralde ve el bileği nötral pozisyonda sabitlendi. Metakarpal kemiklerinin başlarından ve bazislerinden ikişer kirschner teli geçirilerek sabitlendi (resim 19 A-D).

Metakarpofalangeal eklem açısı gonyometre ile ölçüldü ve 30 derece fleksiyonda kirschner telleri ile sabitlendi (resim 20 A). Ön kol fleksör yüzü diseke edildi. İkinci, üçüncü ve dördüncü parmakların fleksör tendonları ortaya konuldu. Parmaklar tam fleksiyondayken her iki FDS ve FDP tendonları fiber dikişler (ultrabraid 2-0 smith & nephew) kullanarak krackow yöntemiyle dikildi (resim 20 B-C). Tendon dikildikten sonra karpal ligament ve palmar fasya tekrar onarıldı. Başparmak ve küçük parmak fotoğraf çekim alanından uzaklaştırıldı. Radius ve ulna diafizinden 2 mm'lik matkap ile 4 adet delik açıldı. Açılan deliklerden düzeneğe sabitleme çivileri geçildi (resim 20 D).

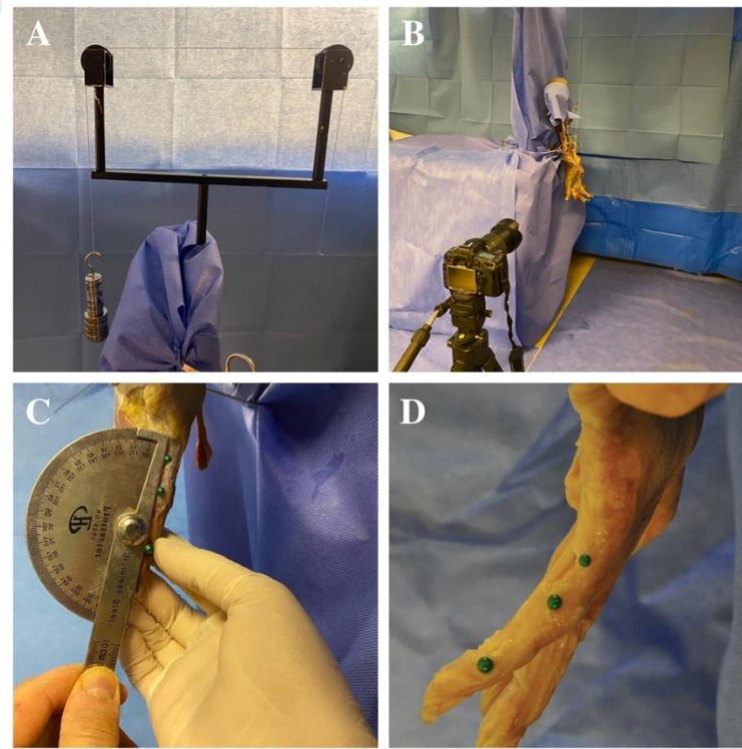


Resim 19: Kadavraların dirsek, ön kolu ve el bileğinin hazırlanması. A-B) dirsek 90 derecede sabitlendi. C) ön kol nötral pozisyonda sabitlendi. D) el bileği ve metakarp kemikleri nötral pozisyonda sabitlendi.



Resim 20: Kadavraların hazırlanma aşaması. A) MCP eklem gonyometre kullanarak 30 derecede kirschner telleriyle sabitlendi. B) parmaklar tam fleksiyundayken FDS ve FDP proksimal uçlarının eşit kesilmesi gösterilmektedir. C) Her iki FDS ve FDP fiber dikişler kullanarak krackow yöntemiyle dikilmesi gösterilmektedir. D) Radius ve ulna diafizinden 2 mm'lik çivilerin geçirilmesi gösterilmektedir.

Kadavralar yere dik şekilde düzeneğe çivilerle sabitlendi. Gerilim kuvveti fiber dikişler ile ve iki makara aracılığıyla tendonlara aktarıldı (resim 21 A). Elin radial tarafına dijital fotoğraf makinesi (Nikon D90) yerleştirildi ve deney boyunca yeri sabit korundu (resim 21 B). Parmağın volar yüzü diseke edilerek cilt ve cilt altı dokular eksize edildi. A3 pulley eksizyonunun tendonun bowstringi ve kayması üzerinde minimal etkisi olması dolayısı ile (124), çalışmamızda C1 ve A3 pulleyleri tanımlanıp eksize edildi. PİP eklem açılarını hesaplamak için eklemin hareket merkezine, proksimal ve distal kemiklere referanslar yerleştirildi. Proksimal falanksın sagittal orta hattında ve A2 pulley yapışma bölgesi hizasında delik açılarak birinci referans yerleştirildi. Proksimal falanksın distal kısmının lateral yüzeyine ikinci referans yerleştirildi. Yine orta falanksın distal kısmının lateral yüzeyine üçüncü referans yerleştirildi. Bu referans noktalar parmağın radial tarafına yerleştirildi. Parmak tam ekstansiyonda gonyometre kullanarak referanslar arasındaki açı 0 derecede tutuldu (resim 21 C-D).



Resim 21: Deney düzeneği ve referansları. A) yükler ve düzeneğin makaraları. B) Dijital kamera. C) Parmak tam ekstansiyondayken referanslar arasındaki açı. D) Sabit referanslar.

3.2. Tendon biyomekanik testleri

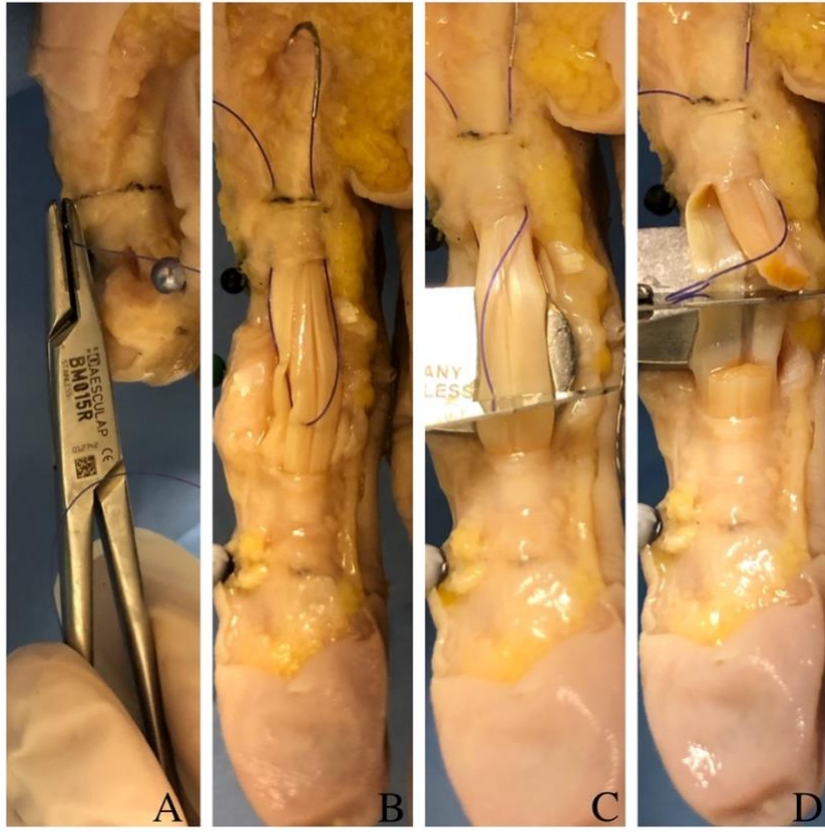
Parmaklar tam ekstansiyona alındı sonra serbest bırakıldı. Anatomik çekme yönüne uygun kuvvet yönü ile S-kanca kullanılarak yüklendi. Yükler 50 gr'lık artışlarla 700 gr nihai yüke kadar uygulandı. Sünme etkisini önlemek için yük astıktan sonra 30 saniye bekleyerek dijital fotoğraflar çekildi. Yüksüz ve yüklerle toplam 14 adet lateral dijital fotoğraf çekildi. Cerrahi uygulama sonrası aynı işlem tekrarlandı. Tendonların ve pulleylerin kuruyarak mekanik özelliklerinin değişmemesi için test boyunca sprey şeklinde %0,1 fenoksietanol sıkıldı (125).

3.3. Gruplar ve cerrahi uygulamalar

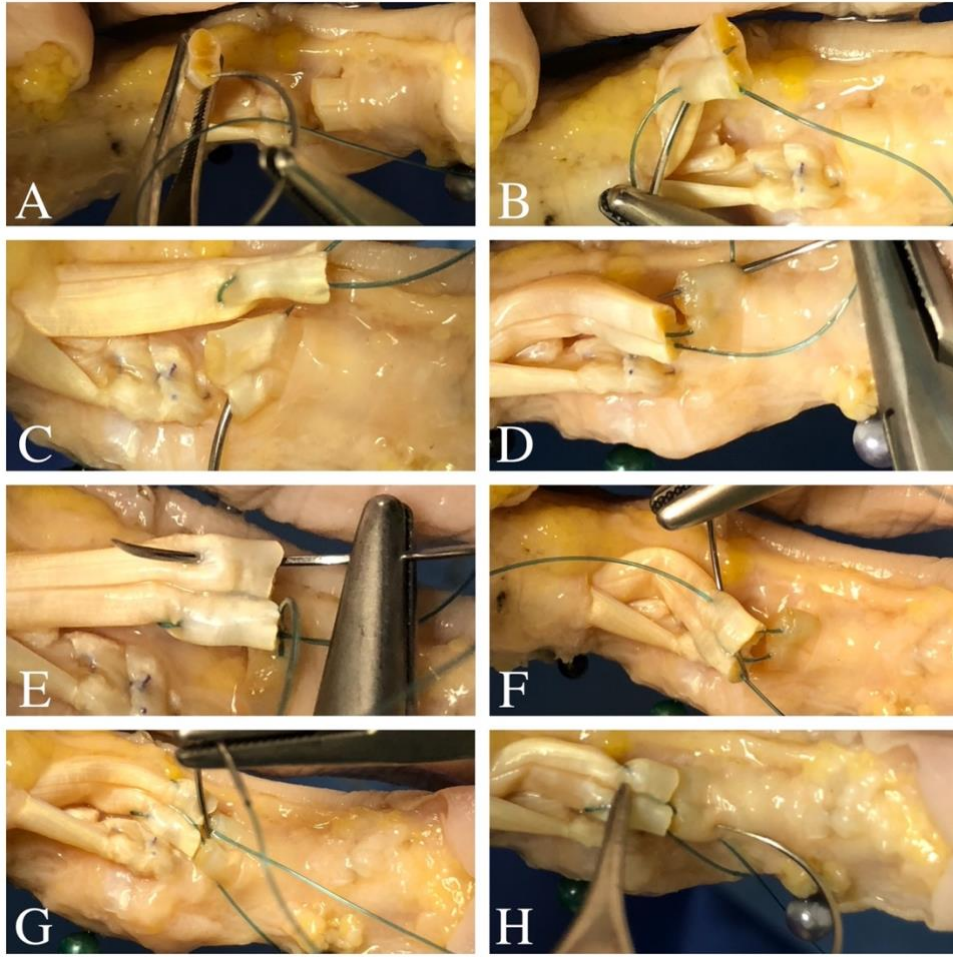
12 kadavranın her birinden üçer parmak (ikinci, üçüncü ve dördüncü) kullanılarak toplam 36 parmak üzerinde cerrahi uygulama ve değerlendirme yapıldı. 36 parmak, her grupta 9 parmak olacak şekilde 4 gruba ayrıldı. Kadavralar cerrahi yöntemlere göre dört gruba ayrıldı.

Cerrahi yöntemlerin test edilebilmesi için tendonun onarım bölgesinin A2 altından geçmesi gerekmektedir. Parmak fleksiyondayken dijital kalibrasyonla A2 pulley ortası işaretlendi. FDS ve FDP tendonlarını işaretlemek için A2 ortasına işaret dikişi yerleştirildi ve parmaklar tam ekstansiyona alındı. İşaret dikişi geçtiği yerden her iki FDS slipi ve FDP tendonları kesildi (resim 22 A-D).

Bütün kadavraların FDP tendonları dört geçişli çapraz dikiş yöntemiyle onarıldı (102). FDP merkezi dikişi için 3-0 polidioksanon (PDS) kullanıldı (Covidien™). FDP çevre dikişi kilitsiz ve devamlı yöntemle uygulandı. Çevre dikiş için 6-0 polypropylene (Covidien™) kullanıldı. Bütün kadavraların FDS tendonları 4-0 PDS (Covidien™) kullanılarak modifiye Kessler yöntemi ile onarıldı (resim 23).

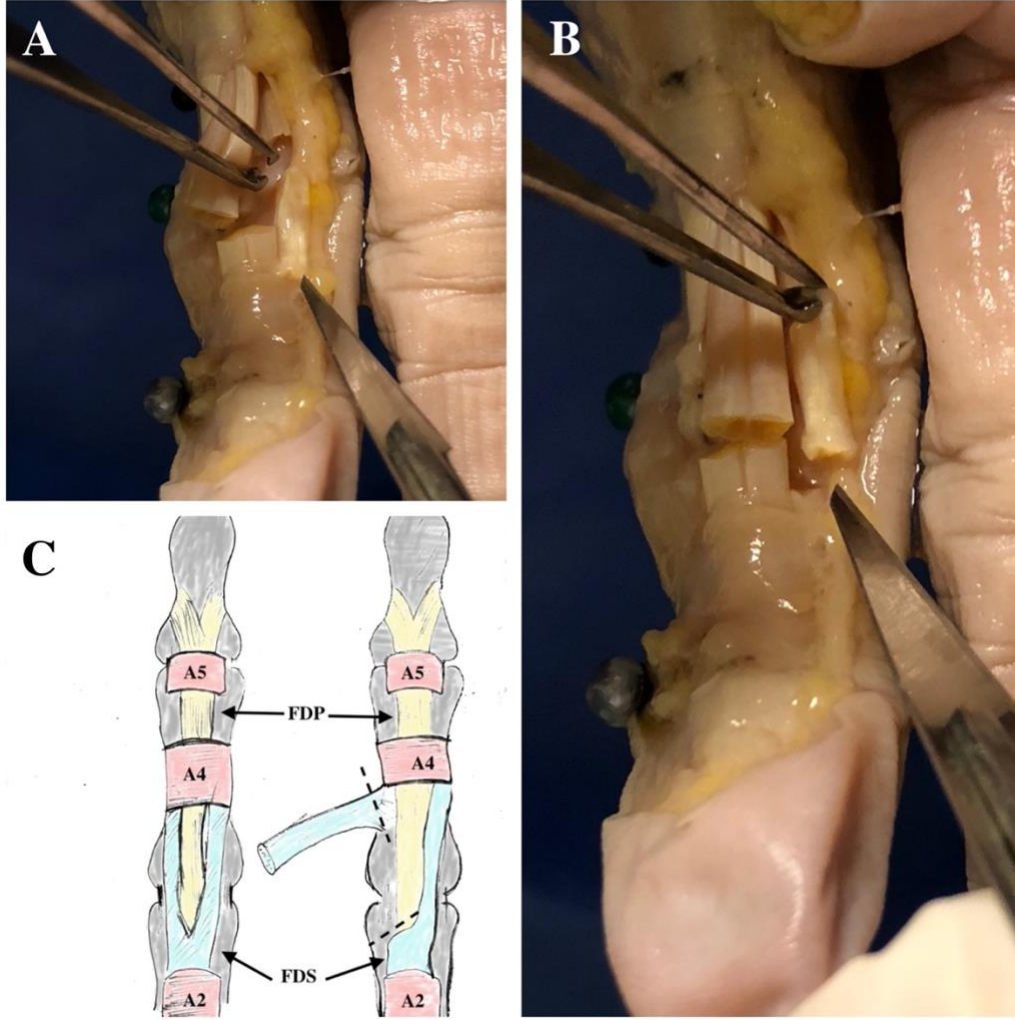


Resim 22: FDP ve FDS tendonu hasar modeli. A) Parmak tam fleksiyondayken A2 pulleyinin ortasından işaret dikişinin geçirilmesi. B) parmağın ekstansiyona alınarak işaret dikişinin kontrol edilmesi. C) FDP tendonunun işaret dikişinin geçtiği hizadan kesilmesi. D) FDS tendonunun işaret dikişinin geçtiği hizada kesilmesi.

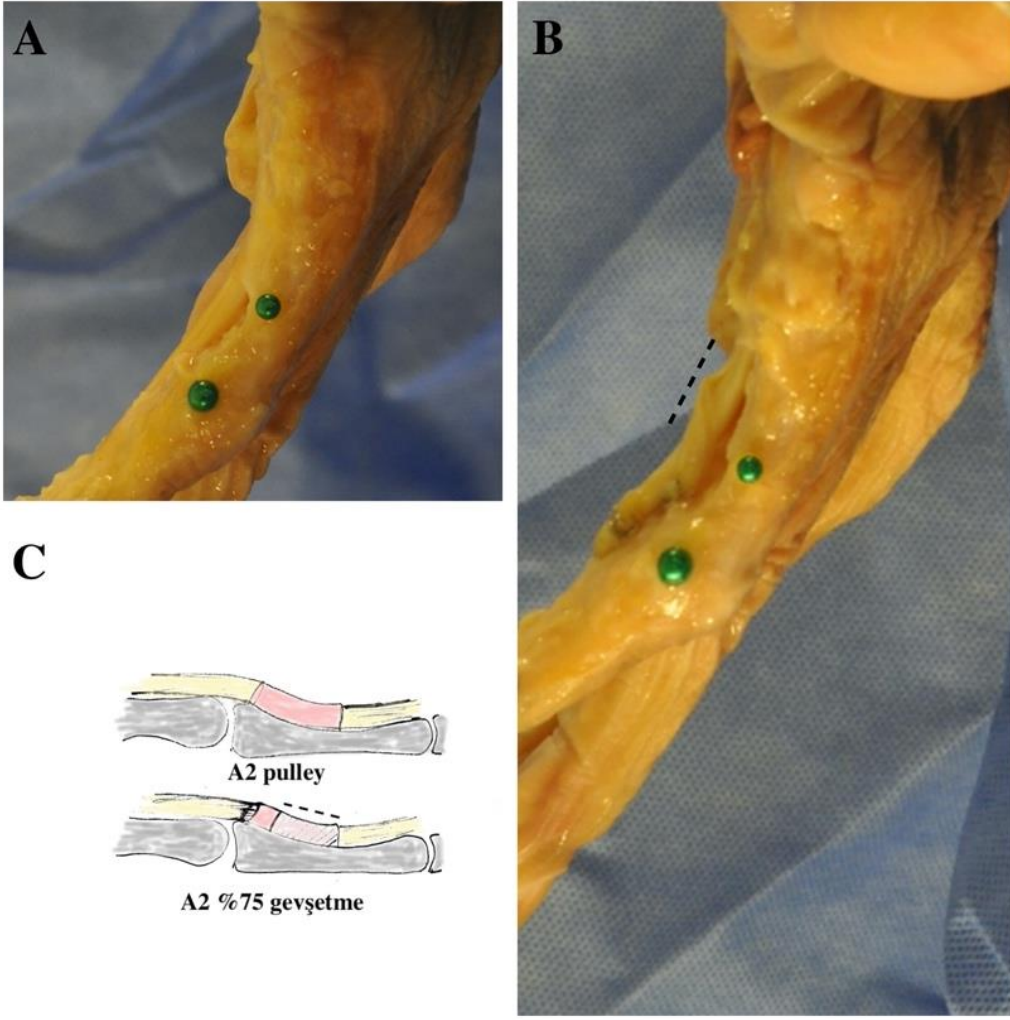


Resim 23: FDP dört geçişli çapraz dikiş yöntemi. A-H sırayla dikiş aşamaları gösterilmektedir.

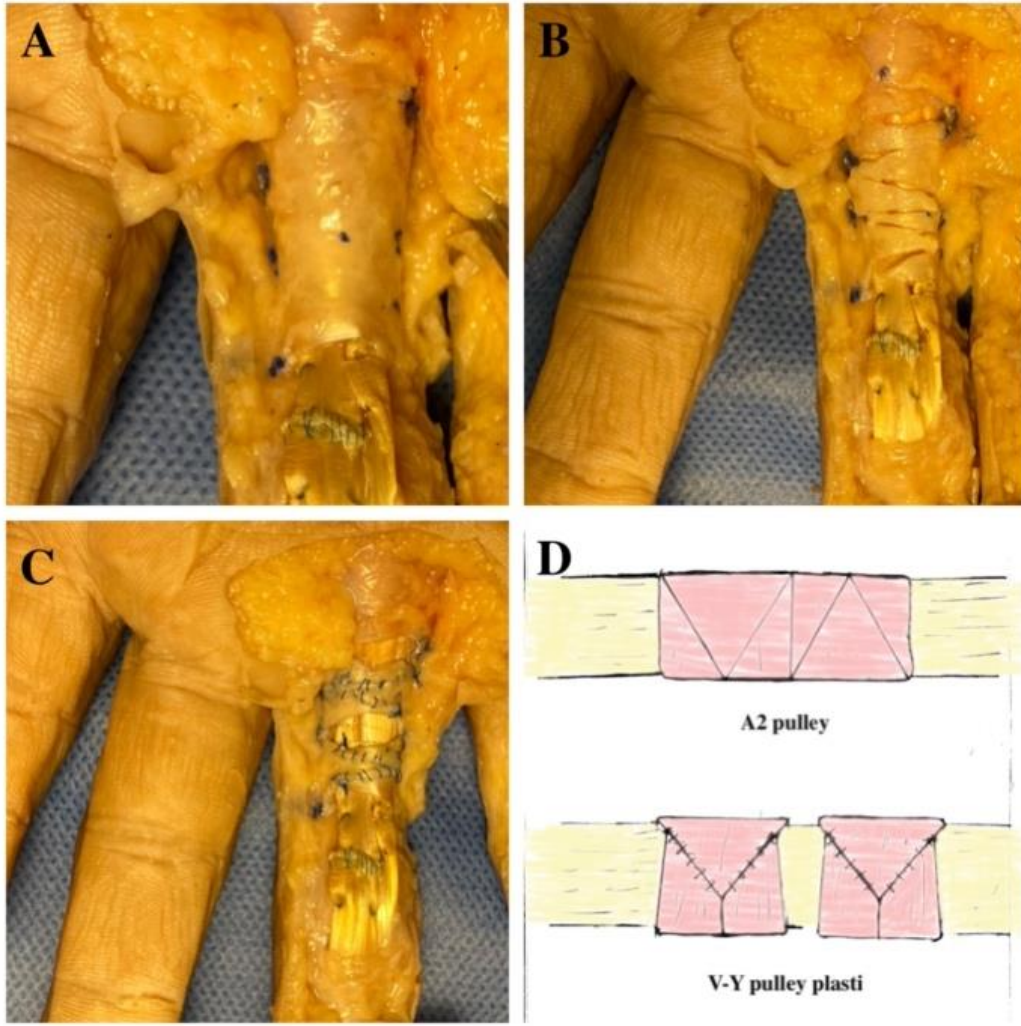
FDS tek slip onarım grubunda (grup 1) FDS ulnar slipi eksiz edilip A2 pulley salim bırakıldı (resim 24). A2 pulley gevşetme grubunda (grup 2) A2 pulleyin uzunluğu ölçüldü ve % 75'i eksiz edilerek %25'i bırakıldı (56,57) (resim 25 A-C). Kapandji pulley plasti grubunda (grup 3) A2 proksimal radial köşesinden başlayıp distal ulnar köşesine kadar diyagonal şekilde insize edildi. Tendon onarımı sonrası A2 flepleri ilerletilerek 5-0 polypropylene (Covidien™) ile onarıldı (18) (resim 26 A-D). V-Y pulley plasti grubunda (grup 4) A2 pulley ortadan yatay şekilde ikiye bölünüp proksimal ve distal kısımlar V şeklinde insize edildi. Tendon onarımı sonrası A2 flebi %25 ilerletilerek 5-0 polypropylene (Covidien™) ile onarıldı (6) (resim 27 A-C).



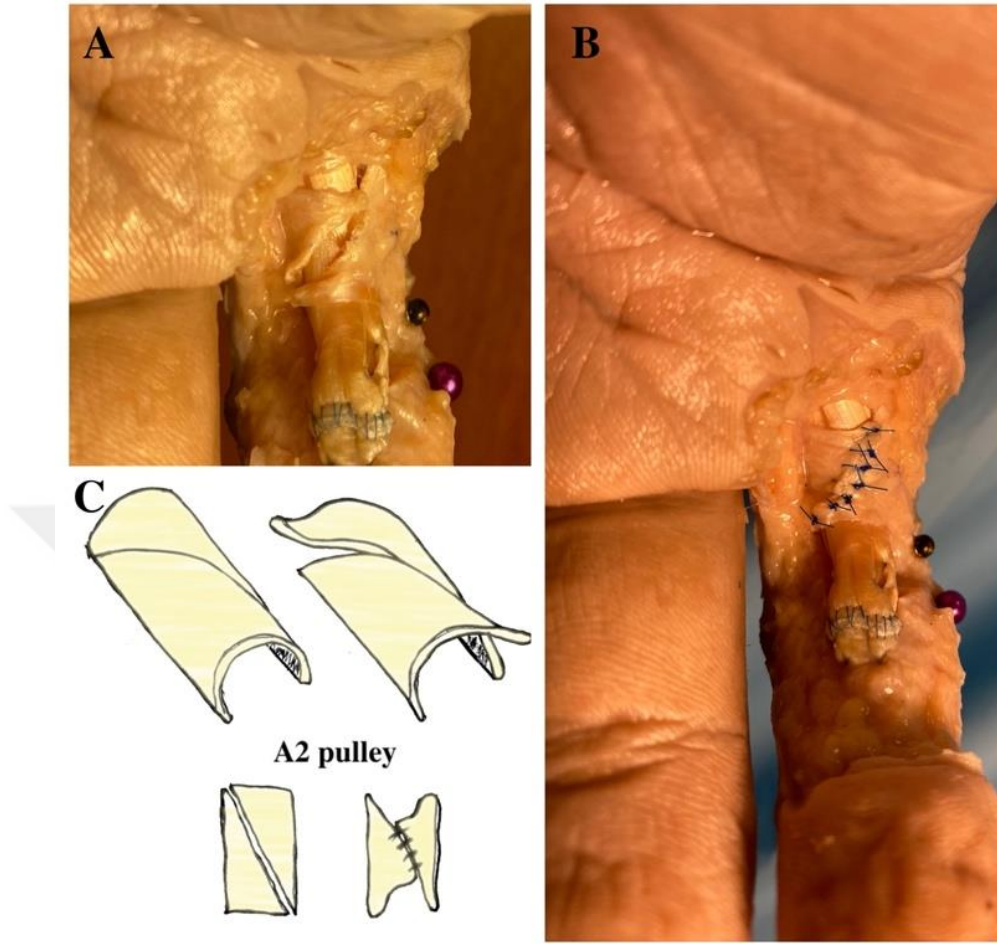
Resim 24: FDS tek slip eksizyonu yöntemi. A) FDS ulnar slipin proksimalinden eksize edilmesi. B) FDS ulnar slipin distalinden eksize edilmesi. C) FDS tek slip onarım yöntemin şematik çizimi. Odobescu A, Radu A, Brutus JP, Gilardino MS. “Modified flexor digitorum superficialis slip technique for A4 pulley reconstruction” isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır. Journal of Hand Surgery (European Volume). 2010 Jul;35(6):464-8.



Resim 25: A2 pulley gevşetme yöntemi. A) sağlam A2 pulley. B) %75 gevşetilmiş A2 pulley. C) A2 pulley gevşetme yöntemin şematik çizimi.



Resim 26: V-Y pulley plasti yöntemi. A) kesim öncesi planlama. B) Kesim gerçekleştirilmiş. C) basit devamlı 5-0 polypropylene sûtür ile onarım yapıldı. D) V-Y pulley plasti yönteminin şematik çizimi.



Resim 27: Kapandji pulley plasti yöntemi. A) A2 pulley diagonal şekilde insize edildi. B) Flepler 5-0 polypropylene suture ile onarım yapıldı. C) Kapandji pulley plasti yönteminin şematik çizimi. Paillard PJ, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, An KN. "Pulley plasty versus resection of one slip of the flexor digitorum superficialis after repair of both flexor tendons in zone II: a biomechanical study" isimli yazıdan değiştirilerek alınmıştır. JBJS. 2002 Nov 1;84(11):2039-45.

3.4. Ölçüm Yöntemleri

3.4.1. Maksimum fleksiyon açısı

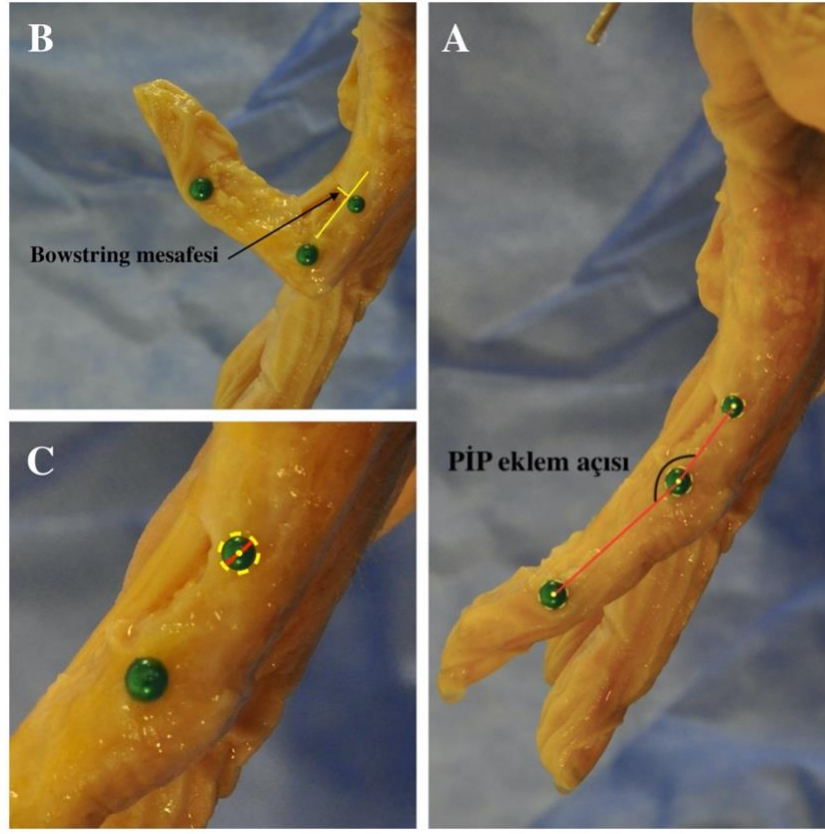
Ölçümler iki gözlemci tarafından iki farklı zaman diliminde kaydedildi. Ölçümler Image J (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>) uygulamasıyla yapıldı. Kemiklerde yerleştirilmiş referanslar kullanarak PİP eklem açısı ölçüldü (resim 28 A). Normalleştirilmiş PİP fleksiyon eklem açılarını hesaplamak için yüksüz eklem açısı yüklü eklem açısından çıkarıldı. PİP maksimum fleksiyon açısı (PİPMF açısı) kayıt edildi. Gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) yöntemiyle değerlendirildi ve mükemmel uyum tespit edildi.

3.4.2. Kayma katsayısı

Kayma katsayısı, fleksiyon verilerini tek aşamalı (single phase) eksponansiyel formül (fleksiyon açısı = $(\beta \times 1 - \text{EXP}[-m/a])$) uygulayarak belirlendi. Bu formülde m yük miktarı (gr), β sabit maksimum fleksiyon açısı ve alfa kayma katsayısı olarak belirlendi. Kadavralar arası fleksiyon açılarındaki farklılık nedeniyle her parmağın kendi β değeri (maksimum fleksiyon açısı) formüle uygulandı. Her parmak için cerrahi öncesi ve sonrası non-linear regresyon uygulanarak kayma katsayısı (alfa) değerleri hesaplandı (98). Gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) yöntemiyle değerlendirildi ve mükemmel uyum tespit edildi.

3.4.3. Bowstring mesafesi

Bowstring için proksimal falanks volar yüzüne dik bir çizgi çizilerek kemik- FDS mesafesi ölçüldü (resim 28 B). Bu çizgi A2 proksimal falanks yapışma yerinden çizildi. Cerrahi uygulamalar sonrası proksimal referans kullanarak A2 eski yapışma yeri belirlenip bowstring hesaplandı (99,126). Gerçek mesafeyi bulabilmek için her fotoğrafta proksimal referansın çapı kaydedildi (resim 28 C). Gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) yöntemiyle değerlendirildi ve mükemmel uyum tespit edildi.



Resim 28: Ölçüm teknikleri. A) Referans ortasından çizgi çizilerek PİP açısının ölçümü. B) bowstring mesafesi, proksimal falanks volar yüzünden FDS'nin alt hizasına kadar ölçümü. C) proksimal referans çapının ölçülmesi.

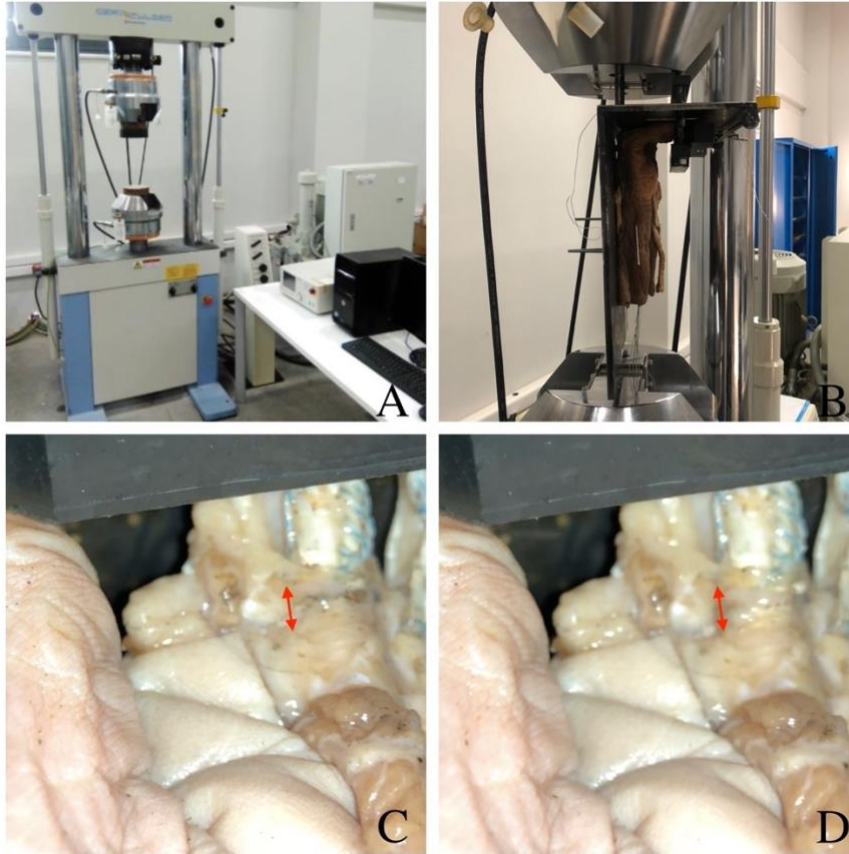
3.5. Pulley germe Biyomekanik testleri

3.5.1 Germe testleri için örneklerin hazırlanması

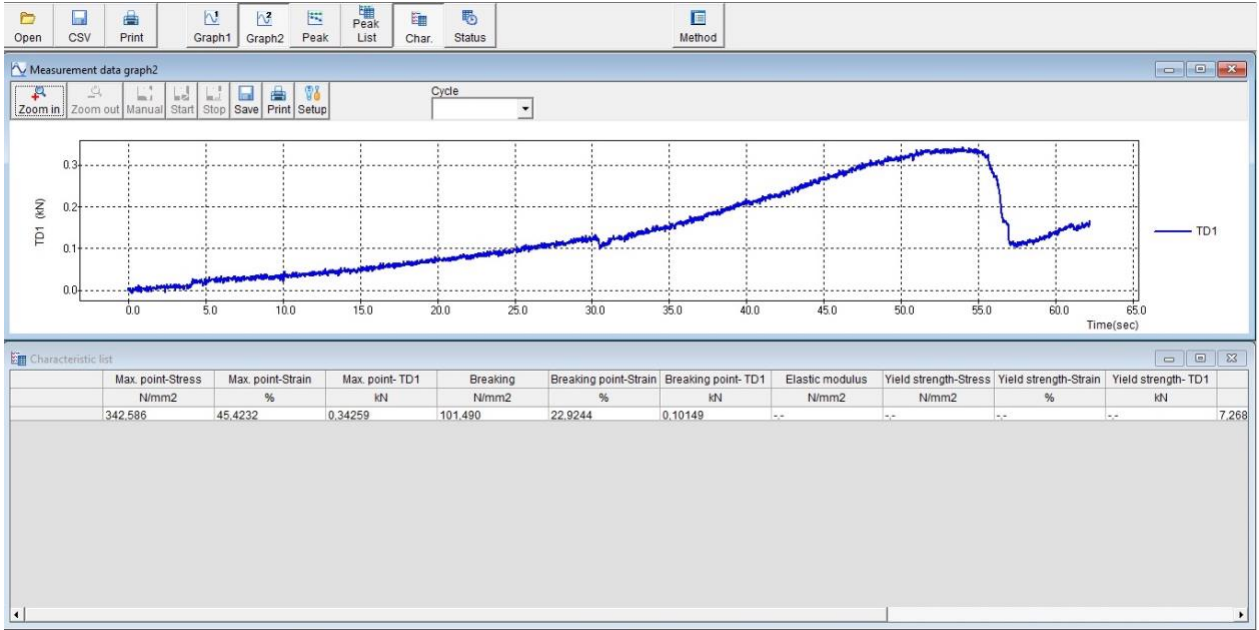
Kadavrular ön kol orta seviyesinden kesildi. El bileği nötral pozisyonda kirschner telleri ile sabitlendi. MCP eklem 90° fleksiyonda 1,6 mm kirschner telleri ile sabitlendi. PİP ve DİP eklemleri tam ekstansiyonda 1,6 mm kirschner telleri ile sabitlendi. FDP ve FDS distal uçları fiber dikişler kullanarak krackow yöntemiyle dikilip düzeneğe sabitlendi.

3.5.2 Germe testlerinin uygulanması

Biyomekanik testler Ege Üniversitesi Merkezi Araştırma Test ve Analiz Laboratuvarında gerçekleştirildi. Biyomekanik germe testleri SHIMADZU (EHF-EV200k2-040-0A) cihazı kullanarak gerçekleştirildi (resim 29 A). Germe testi boyunca tendonların ve pulleylerin kuruyup mekanik özelliklerinin değişmemesi amacıyla germe boyunca sprey şeklinde %0,1 fenoksietanol sıkıldı (125). Cihazın çekme hızı 50 mm/dk. olarak ayarlandı. Düzenek cihazın sabit üst çenesine yerleştirildi. Tendonların proksimal uçları cihazın alt çenesiyle çekildi (resim 29 B). Pulleyler yırtılana kadar sabit hızla test gerçekleştirildi (resim 29 C-D). Pulleylerin tamamen yırtılmasına kadar geçen sürede ulaşılan maksimum kuvvet değeri; yırtılma kuvveti olarak kaydedildi (resim 30). Bu deneyde kadavraların dört grubu test edildi.



Resim 29: Biyomekanik germe testi. A) SHIMADZU- EHF-EV200k2-040-0A Mekanik Test Cihazı B) Kadavra düzeneğe yerleştirildi. C, D) Tendonlar test cihazında, sabit çekme hızında, pulleyler tamamen yırtılana kadar gerildi.



Resim 30: Germe cihazının ekranına ait bir örnek. Germe testinde maksimum yetmezlik gücü kaydedildi.

3.6. İstatistiksel yöntemler

Verilerin tanımlayıcı istatistikleri; ortalama, standart sapma (medyan, minimum, maksimum) frekans ve yüzde değerleri olarak verilmiştir. Nicel verilerin normallik varsayımı Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi.

Non-linear regresyon analiz sonucu oluşturulan kayma katsayılarının cerrahi öncesi ve sonrası gruplar arasındaki değişimini incelemek için nonparametrik Brunner Langer Analiz yöntemi (F1-LD-F1 dizayn) kullanıldı.

PİP maksimum fleksiyon açısının her gruplar içerisinde ve gruplar arasındaki değişiminin değerlendirilmesinde Tekrarlı Ölçümler (Repeated Measures) ANOVA yöntemi kullanıldı.

Bowstring için zamana göre gruplar arasındaki değişimi incelemek için Tekrarlı Ölçümler ANOVA yöntemi kullanıldı. Etkileşim anlamlı bulunduğu her grupta cerrahi öncesi ve sonrası bowstringin değerlendirilmesinde Eşleştirilmiş (Paired) t-testi kullanıldı. Cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası gruplar arasındaki değişimin değerlendirilmesinde Tek yönlü (One-way) ANOVA yöntemi (ikili grup karşılaştırılması için Bonferroni testi) kullanıldı.

A2 uzunluğu bakımından farklı parmak grupları arasındaki farklılık Tek yönlü ANOVA yöntemi ile değerlendirildi.

A2 yetmezlik bakımından gruplar arasındaki farklılık Kruskal-Wallis (ikili karşılaştırmalar için Dunn testi) yöntemiyle değerlendirildi.

Gözlemciler arasında analizde uyum için sınıfıçi korelasyon katsayısı (ICC) hesaplanmıştır ve %95 güven aralığı ile verildi.

Biyomekanik verilerin ve fotoğraftan elde edilmiş verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 25.0 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) paket programı kullanıldı. Fleksiyon eğim grafileleri çiziminde (Prism GraphPad 9.1.0, GraphPad Software, Inc, San Diego, CA) programı kullanıldı. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlendi.

BÖLÜM 4

Bulgular

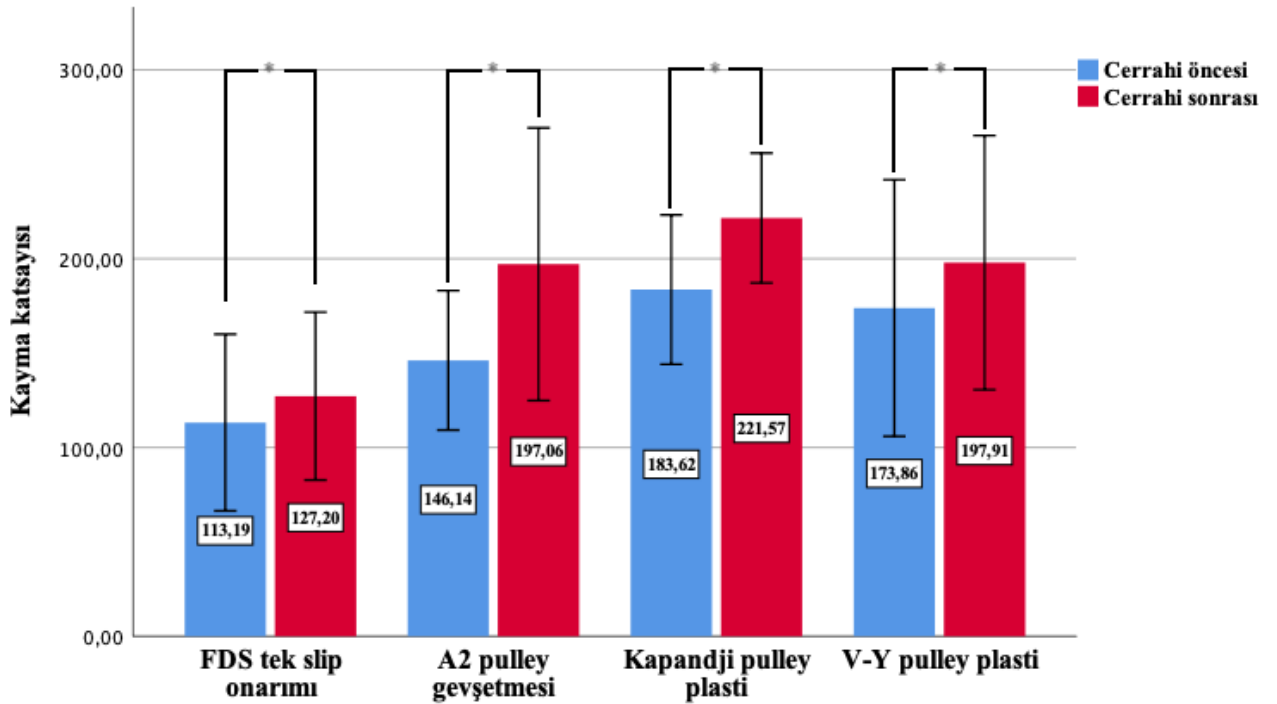
4.1. Kayma katsayısı

Kayma katsayısı (KK) elde etmek için daha önce tarif edilmiş olan formül (fleksiyon açısı $= (\beta \times 1 - \text{EXP}[-m/a])$) kullanıldı (98). Her parmağın cerrahi işlem uygulanmadan önceki PİPMF açısı β değeri olarak alındı. Her parmağın cerrahi öncesi ve sonrası kayma katsayısı (alfa) non-linear regresyon uygulanarak hesaplandı. Grup 1'in cerrahi öncesi KK'sinin ortalaması $113,19 \pm 60,85$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'sinin ortalaması $127,2 \pm 57,83$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'nin ortalamasının $\%21,46 \pm 44,41$ arttığı görüldü (şekil 12). Grup 2'nin cerrahi öncesi KK'sinin ortalaması $146,14 \pm 48,04$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'sinin ortalaması $197,06 \pm 93,95$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'nin ortalamasının $\%62,71 \pm 116,9$ arttığı görüldü (şekil 13). Grup 3'ün cerrahi öncesi KK'sinin ortalaması $183,62 \pm 51,47$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'sinin ortalaması $221,57 \pm 44,73$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'nin ortalamasının $\%26,8 \pm 35,35$ arttığı görüldü (şekil 14). Grup 4'ün cerrahi öncesi KK'sinin ortalaması $173,86 \pm 88,42$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'sinin ortalaması $197,91 \pm 87,58$ bulundu. Cerrahi sonrası KK'nin ortalamasının $\%20,39 \pm 28,78$ arttığı görüldü (şekil 15). Bütün gruplarda cerrahi sonrası KK'nin ortalamasının anlamlı biçimde arttığı gözlemlendi ($p = 0,005$) (tablo 2) (şekil 1). Dört grupta da kayma katsayısının arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu (time p değeri 0,005). Ancak bu artış miktarı bütün gruplarda benzer oranda bulundu ($p = 0,756$).

Tablo 2: Gruplar içinde kayma katsayısının karşılaştırılması.

	CÖKK	CSKK	Değişim oranı	P değeri
FDS tek slip onarımı (grup 1)	113,19 ± 60,85	127,2 ± 57,83	%21,46 ± 44,41	0,005
A2 pulley gevşetmesi (grup 2)	146,14 ± 48,04	197,06 ± 93,95	%62,71 ± 116,9	0,005
Kapandji pulley plasti (grup 3)	183,62 ± 51,47	221,57 ± 44,73	%26,8 ± 35,35	0,005
V-Y pulley plasti (grup 4)	173,86 ± 88,42	197,91 ± 87,58	%20,39 ± 28,78	0,005

CÖKK: Cerrahi Öncesi kayma katsayısı, CSKK: Cerrahi sonrası kayma katsayısı



Şekil 1: Dört grubun cerrahi öncesi ve sonrası kayma katsayısının ortalamaları. * işareti p değeri <0,05.

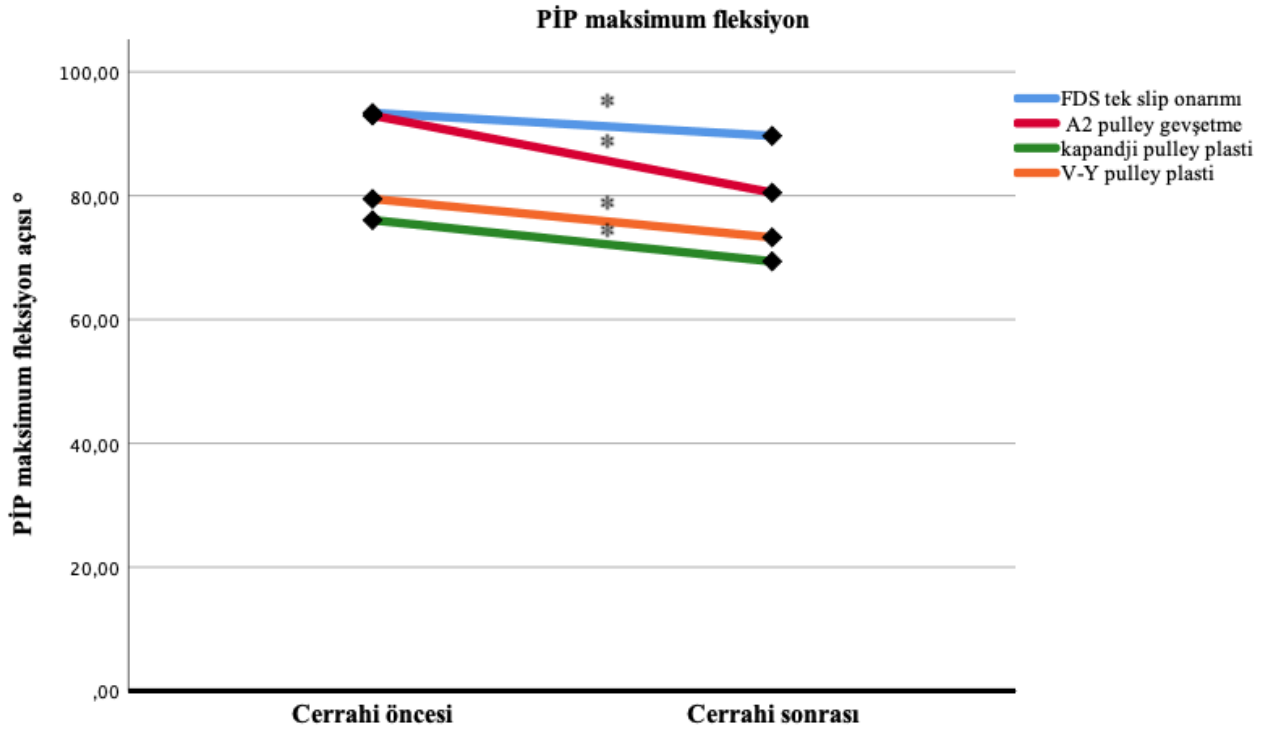
4.2. Maksimum fleksiyon açısı

Her grubun PİP ekleminin maksimum fleksiyon açısı (PİPMF açısı) cerrahi öncesi ve sonrası karşılaştırıldı. Grup 1'in (FDS tek slip onarımı) cerrahi öncesi PİPMF açısının ortalaması $93,35 \pm 19,1$ derece bulundu. Cerrahi sonrasında PİPMF açısının ortalaması $89,65 \pm 17$ derece bulundu. Cerrahi sonrası PİPMF açısının ortalamasının $\%3,17 \pm 7,92$ azaldığı görüldü. Grup 2'nin (A2 pulley gevşetmesi) cerrahi öncesi PİPMF açısının ortalaması $92,94 \pm 10$ derece bulundu. Cerrahi sonrasında PİPMF açısının ortalaması $80,49 \pm 9,63$ derece bulundu. Cerrahi sonrası PİPMF açısının ortalamasının $\%12,82 \pm 10,94$ azaldığı görüldü. Grup 3'ün (Kapandji pulley plasti) cerrahi öncesi PİPMF açısının ortalaması $76,05 \pm 20,25$ derece bulundu. Cerrahi sonrasında PİPMF açısının ortalaması $69,39 \pm 19,65$ derece bulundu. Cerrahi sonrası PİPMF açısının ortalamasının $\%8,33 \pm 3,29$ azaldığı görüldü. Grup 4'ün (V-Y pulley plasti) cerrahi öncesi PİPMF açısının ortalaması $79,47 \pm 20,25$ derece bulundu. Cerrahi sonrasında PİPMF açısının ortalaması $73,26 \pm 17,41$ derece bulundu. Cerrahi sonrasındaki PİPMF açısının ortalamasının $\%7,35 \pm 5,02$ azaldığı görüldü. Bütün gruplarda cerrahi sonrası PİPMF açısı ortalamalarının anlamlı biçimde azaldığı gözlemlendi ($p < 0,001$) (tablo 3) (şekil 2). Gruplar arasında cerrahi öncesi ve sonrası PİPMF açısının değişim oranında anlamlı fark bulunamadı ($p = 0,089$) (şekil 3). Her grubun içinde KK ve PİPMF açısı grafi ile gösterilmektedir (şekil 4-7).

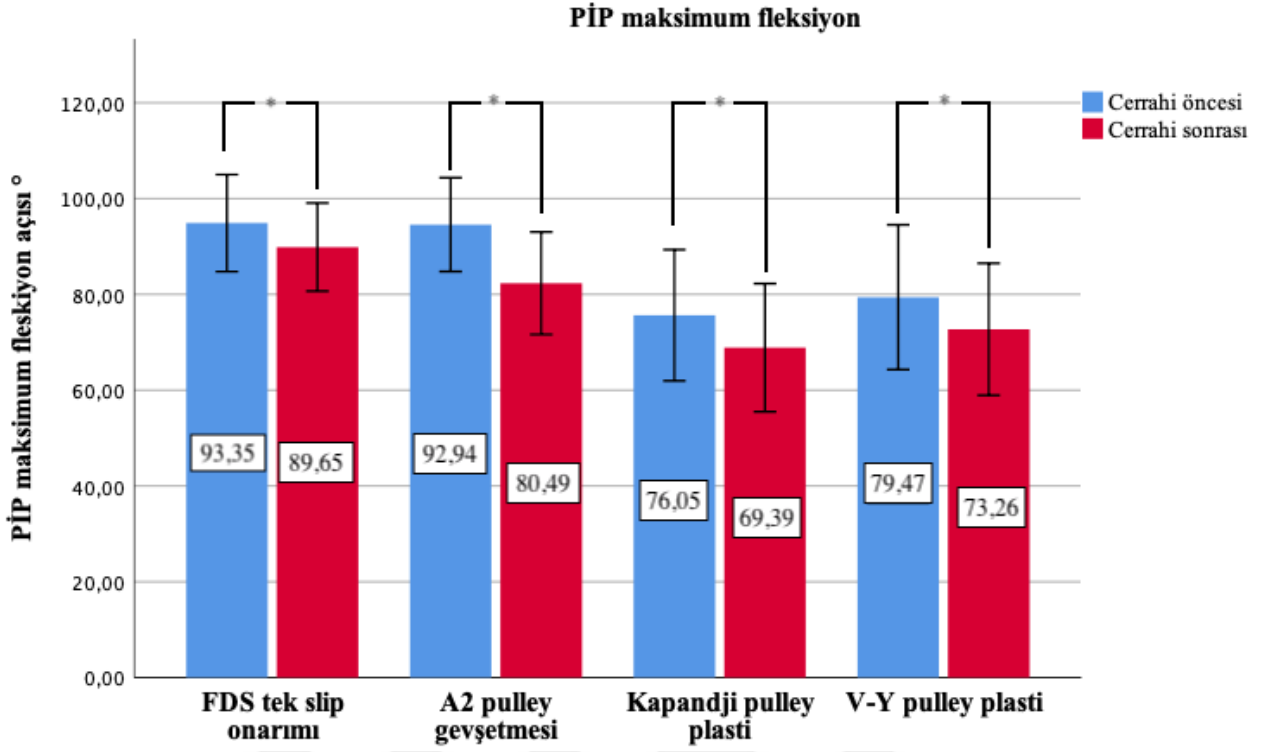
Tablo 3: Gruplar içinde proksimal interfalangeal eklemin maksimum fleksiyon açısının karşılaştırılması.

	NPİP	RPİP	Değişim oranı	P değeri
FDS tek slip onarımı (grup 1)	93,35 ± 19,1	89,65 ± 17	%3,17 ± 7,92	<0,001
A2 pulley gevşetmesi (grup 2)	92,94 ± 10	80,49 ± 9,63	%12,82 ± 10,94	<0,001
Kapandji pulley plasti (grup 3)	76,05 ± 20,25	69,39 ± 19,65	%8,33 ± 3,29	<0,001
V-Y pulley plasti (grup 4)	79,47 ± 20,25	73,26 ± 17,41	%7,35 ± 5,02	<0,001

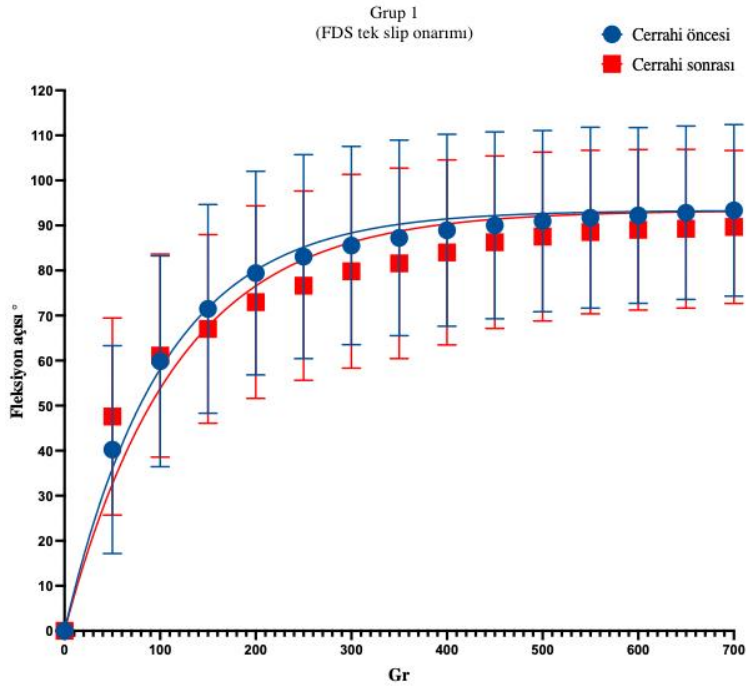
NPİP: cerrahi öncesi distal interfalangeal eklemi, RPİP: cerrahi öncesi distal interfalangeal eklemi.



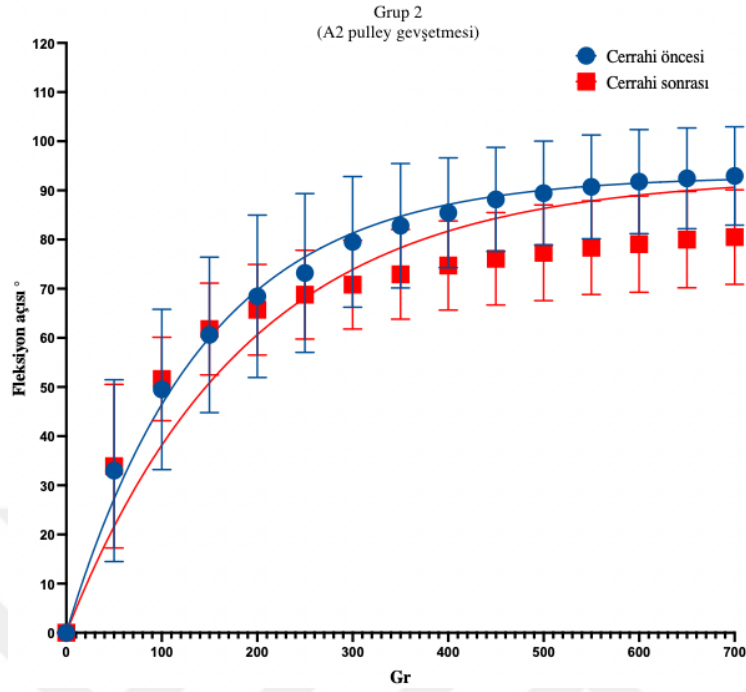
Şekil 2: Gruplar içinde PİP maksimum fleksiyon açısının karşılaştırılması. * işareti p değeri <0,05.



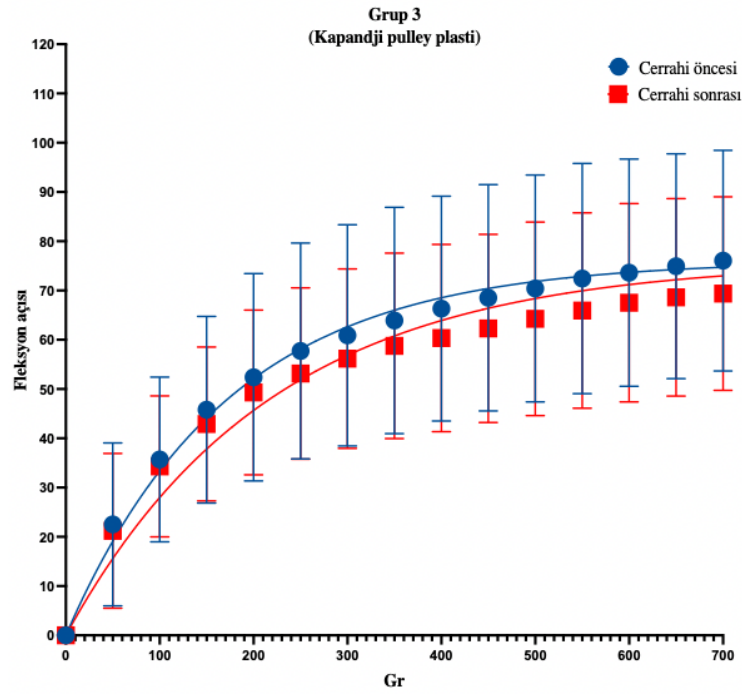
Şekil 3: Dört grubun cerrahi öncesi ve sonrası PIP maksimum fleksiyon açısı ortalamaları.



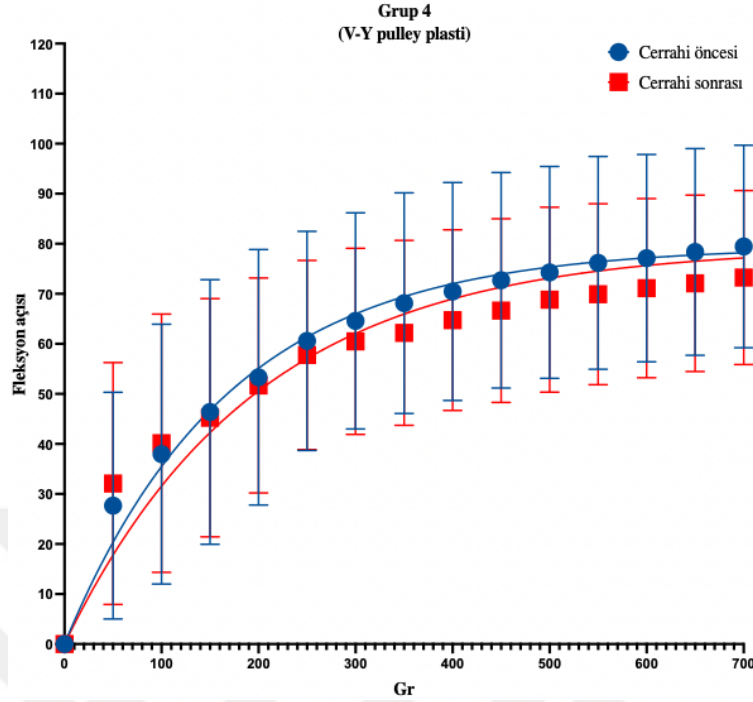
Şekil 4: Birinci grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açılarını göstermektedir. Grafik tek faz üstel formülü kullanılarak çizilmiştir.



Şekil 5: İkinci grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açılarını göstermektedir. Grafik tek faz üstel formülü kullanılarak çizilmiştir.



Şekil 6: Üçüncü grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açılarını göstermektedir. Grafik tek faz üstel formülü kullanılarak çizilmiştir.



Şekil 7: Dördüncü grubun cerrahi öncesi ve sonrası normalize fleksiyon açılarını göstermektedir. Grafik tek faz üstel formülü kullanılarak çizilmiştir.

4.3. Bowstring mesafesi

Bowstring mesafesinin ortalaması (BSM) cerrahi öncesi ve sonrası karşılaştırıldı. Grup 1’de (FDS tek slip onarımı) cerrahi öncesi BSM’nin ortalaması $1,91 \pm 0,66$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM’nin ortalaması $2,28 \pm 0,93$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM’nin ortalamasınının $\%24,97 \pm 15,84$ arttığı görüldü. Birinci grupta BSM’nin artması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (şekil 8). Farklı yüklerde BSM’nin ortalamaları değerlendirildiğinde 50, 450, 500, 550, 600, 650 ve 700 gr yüklerde istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$) (tablo 5). Grup 2’de (A2 pulley gevşetmesi) cerrahi öncesi BSM’nin ortalaması $1,94 \pm 0,64$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM’nin ortalaması $(3,78 \pm 0,96)$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM’nin ortalamasınının $\%87,5 \pm 61,85$ arttığı görüldü. İkinci grupta BSM’nin artması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (şekil 9). Farklı yükler için BSM’nin ortalamaları değerlendirildiğinde bütün yüklerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$) (tablo 6). Grup 3’de (Kapandji pulley plasti) cerrahi öncesi BSM’nin ortalaması $2,64 \pm 1,15$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM’nin ortalaması $2,42 \pm 0,88$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM’nin ortalamasınının $\%1,19 \pm 23,96$ azaldığı

görüldü. Üçüncü grupta BSM'nin azalması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (şekil 10). Farklı yükler için BSM'nin ortalamaları değerlendirildiğinde bütün yüklerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$) (tablo 7). Grup 4'de (V-Y pulley plasti) cerrahi öncesi BSM'nin ortalaması $2,26 \pm 0,82$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM'nin ortalaması $2,63 \pm 0,98$ mm bulundu. Cerrahi sonrası BSM'nin ortalamasının %25,03 \pm 10,87 arttığı görüldü. Dördüncü grupta BSM'nin artması istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (şekil 11) (tablo 4). Farklı yükler için BSM'nin ortalamaları değerlendirildiğinde 450, 500, 550, 600, 650, ve 700 gr yüklerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0,05$) (tablo 8). Gruplar arasında cerrahi öncesi ve sonrası BSM'nin değişimi (Δ BSM) karşılaştırıldığında 1. ve 4. gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$). İkinci grubun Δ BSM'sinin diğer gruplara göre anlamlı biçimde yüksek olduğu bulundu ($p < 0,001$) (100 gr yükte V-Y plasti ve FDS tek slip onarımı hariç). Üçüncü grupta ise Δ BSM'nin, 1.ve 4. gruplara göre 450, 550, 600 ve 650 gr yükte anlamlı biçimde düşük olduğunu bulundu ($p < 0,05$) diğer yüklerde anlamlı fark bulunamadı ($p > 0,05$) (şekil 12).

Tablo 4: Gruplar içinde cerrahi öncesi ve sonrası bowstring mesafesi ortalamalarının karşılaştırılması.

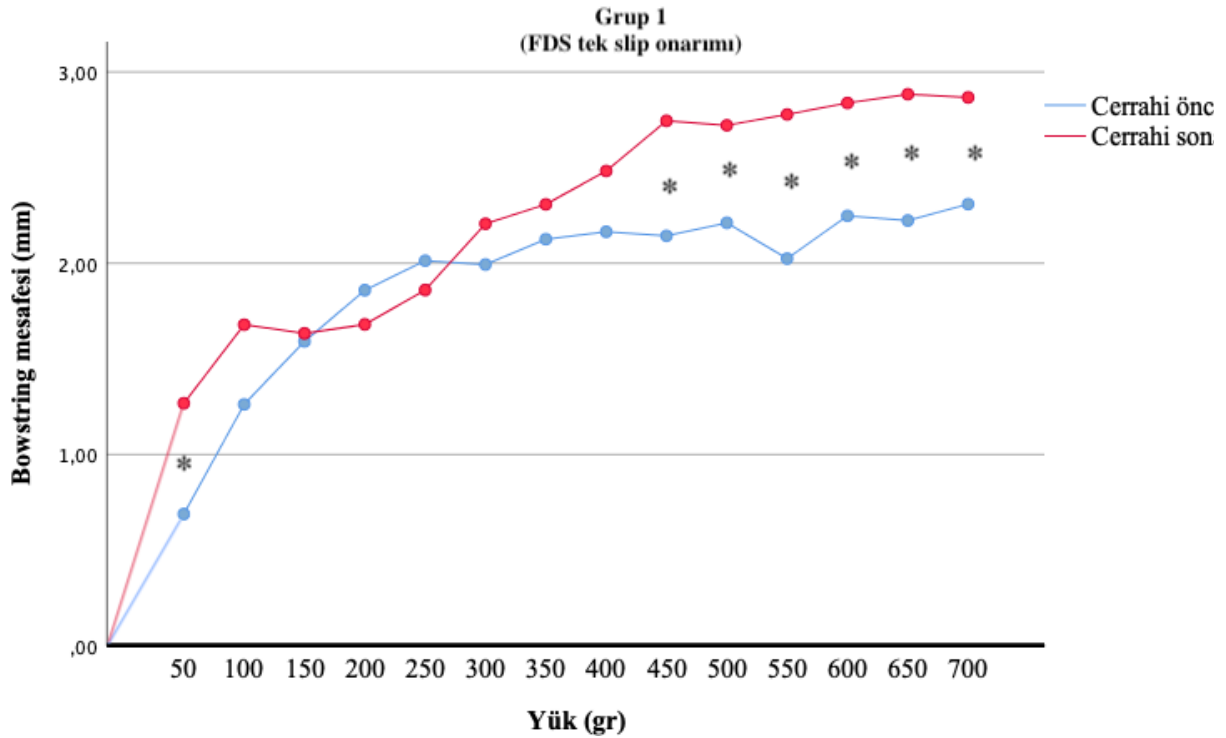
	CÖBS	CSBS	Değişim oranı	P değeri
FDS tek slip onarımı (grup 1)	1,91 \pm 0,66	2,28 \pm 0,93	%24,97 \pm 15,84	<0,001
A2 pulley gevşetmesi (grup 2)	1,94 \pm 0,64	3,78 \pm 0,96	%87,5 \pm 61,85	<0,001
Kapandji pulley plasti (grup 3)	2,64 \pm 1,15	2,42 \pm 0,88	%1,19 \pm 23,96	<0,001
V-Y pulley plasti (grup 4)	2,26 \pm 0,82	2,63 \pm 0,98	%25,03 \pm 10,87	<0,001

CÖBS: Cerrahi önceki bowstring mesafesi ortalaması, CSBS: Cerrahi sonrası bowstring mesafesi ortalaması

Tablo 5: FDS tek slip onarım grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi.

Güç	Grup 1 (FDS tek slip onarımı)		
	CÖBS	CSBS	P değeri
50	0,69 ± 0,3	1,27 ± 0,68	0,028
100	1,26 ± 0,51	1,68 ± 1,15	0,218
150	1,6 ± 0,54	1,63 ± 0,97	0,871
200	1,86 ± 0,49	1,68 ± 0,78	0,337
250	2,01 ± 0,46	1,86 ± 0,74	0,446
300	1,99 ± 0,47	2,21 ± 0,85	0,431
350	2,13 ± 0,49	2,31 ± 0,77	0,457
400	2,16 ± 0,52	2,48 ± 0,75	0,133
450	2,14 ± 0,49	2,74 ± 0,75	0,01
500	2,21 ± 0,51	2,72 ± 0,71	0,007
550	2,02 ± 0,81	2,78 ± 0,68	0,044
600	2,25 ± 0,55	2,84 ± 0,8	0,02
650	2,22 ± 0,44	2,88 ± 0,72	0,004
700	2,31 ± 0,5	2,87 ± 0,67	0,002

CÖBS: Cerrahi önceki bowstring mesafesi ortalaması, CSBS: Cerrahi sonrası bowstring mesafesi ortalaması.

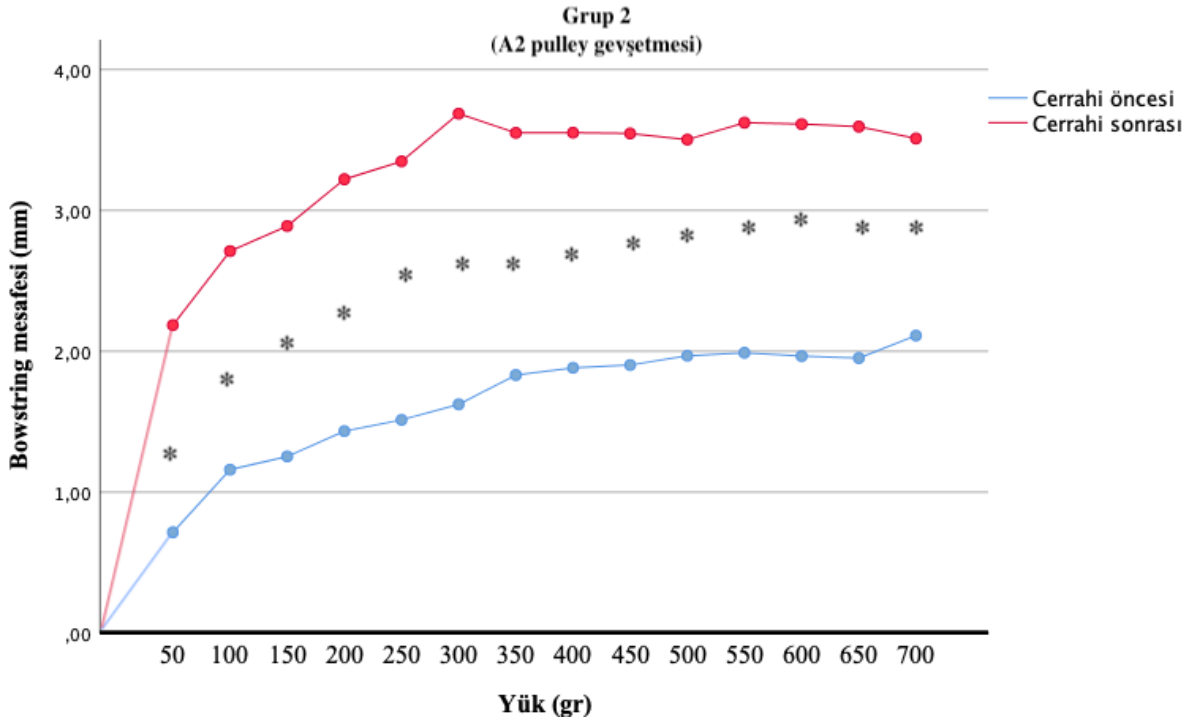


Şekil 8: FDS tek slip onarım grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring göstermektedir. * işareti p değeri <0,05.

Tablo 6: A2 pulley gevşetme grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi.

Güç	Grup 2 (A2 pulley gevşetmesi)		
	CÖBS	CSBS	P değeri
50	0,86 \mp 0,61	2,48 \mp 0,94	<0,001
100	1,34 \mp 0,54	3,02 \mp 1,22	0,005
150	1,47 \mp 0,54	3,31 \mp 1,21	0,003
200	1,67 \mp 0,6	3,67 \mp 1,12	0,002
250	1,77 \mp 0,47	3,79 \mp 1,02	0,001
300	1,91 \mp 0,51	4,21 \mp 0,94	<0,001
350	2,14 \mp 0,46	4,04 \mp 0,96	0,001
400	2,18 \mp 0,5	4,03 \mp 0,79	0,001
450	2,24 \mp 0,42	4,04 \mp 0,65	<0,001
500	2,29 \mp 0,48	3,97 \mp 0,69	0,001
550	2,29 \mp 0,36	4,13 \mp 0,6	<0,001
600	2,28 \mp 0,42	4,07 \mp 0,51	<0,001
650	2,29 \mp 0,53	4,08 \mp 0,5	<0,001
700	2,35 \mp 0,49	4,05 \mp 0,51	<0,001

CÖBS: Cerrahi önceki bowstring mesafesi ortalaması, CSBS: Cerrahi sonrası bowstring mesafesi ortalaması.

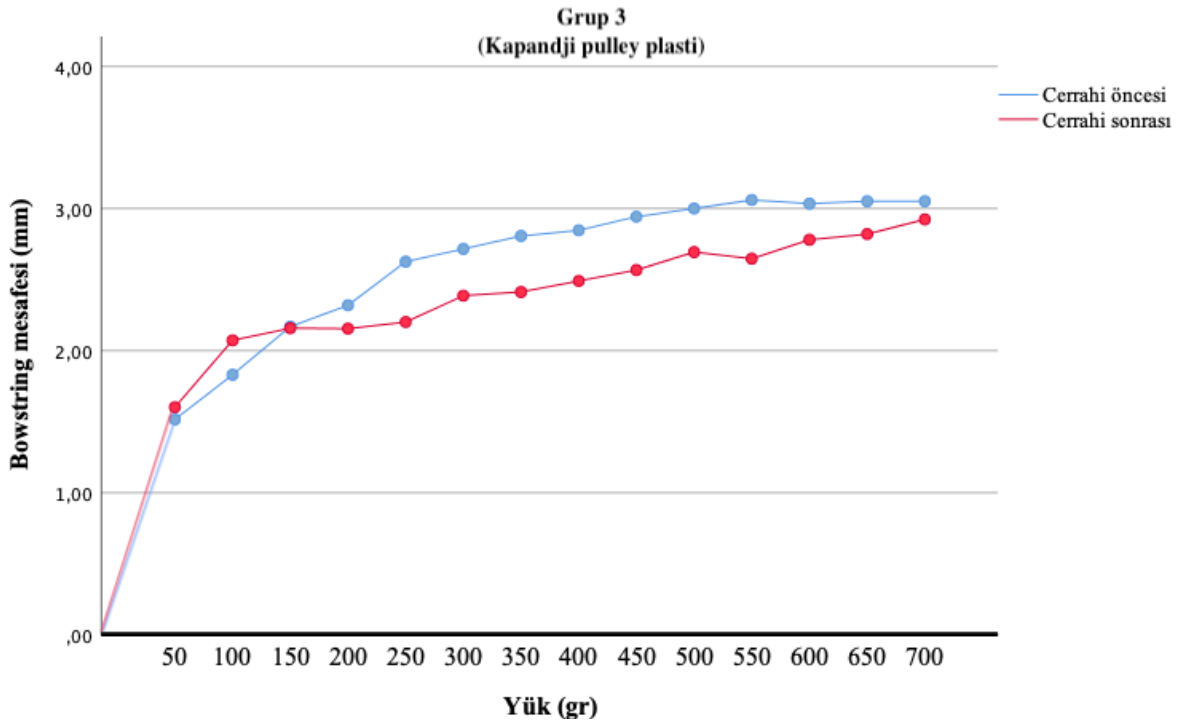


Şekil 9: A2 pulley gevşetme grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring göstermektedir. * işareti p değeri <0,05.

Tablo 7: Kapandji pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi.

Güç	Grup 3 (Kapandji pulley plasti)		
	CÖBS	CSBS	P değeri
50	1,52 ± 0,73	1,6 ± 0,67	0,57
100	1,83 ± 0,96	2,07 ± 0,79	0,36
150	2,17 ± 1,05	2,16 ± 0,68	0,96
200	2,32 ± 1,24	2,15 ± 0,85	0,55
250	2,63 ± 1,23	2,2 ± 0,83	0,18
300	2,72 ± 1,14	2,39 ± 0,7	0,25
350	2,81 ± 1,17	2,41 ± 0,69	0,09
400	2,85 ± 1,15	2,49 ± 0,76	0,11
450	2,94 ± 1,12	2,57 ± 0,94	0,05
500	3 ± 1,15	2,69 ± 0,97	0,14
550	3,06 ± 1,13	2,65 ± 0,93	0,11
600	3,03 ± 1,16	2,78 ± 1,05	0,28
650	3,05 ± 1,08	2,82 ± 0,97	0,25
700	3,05 ± 1,07	2,92 ± 0,94	0,59

CÖBS: Cerrahi önceki bowstring mesafesi ortalaması, CSBS: Cerrahi sonrası bowstring mesafesi ortalaması.

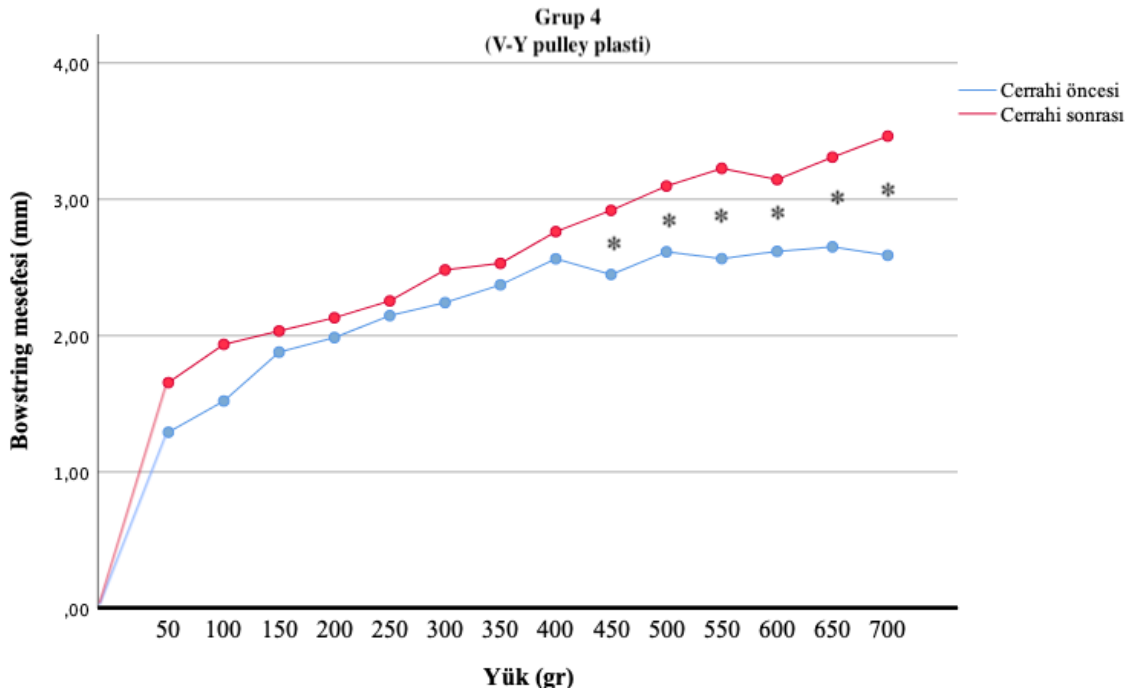


Şekil 10: Kapandji pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring göstermektedir. * işareti p değeri <0,05.

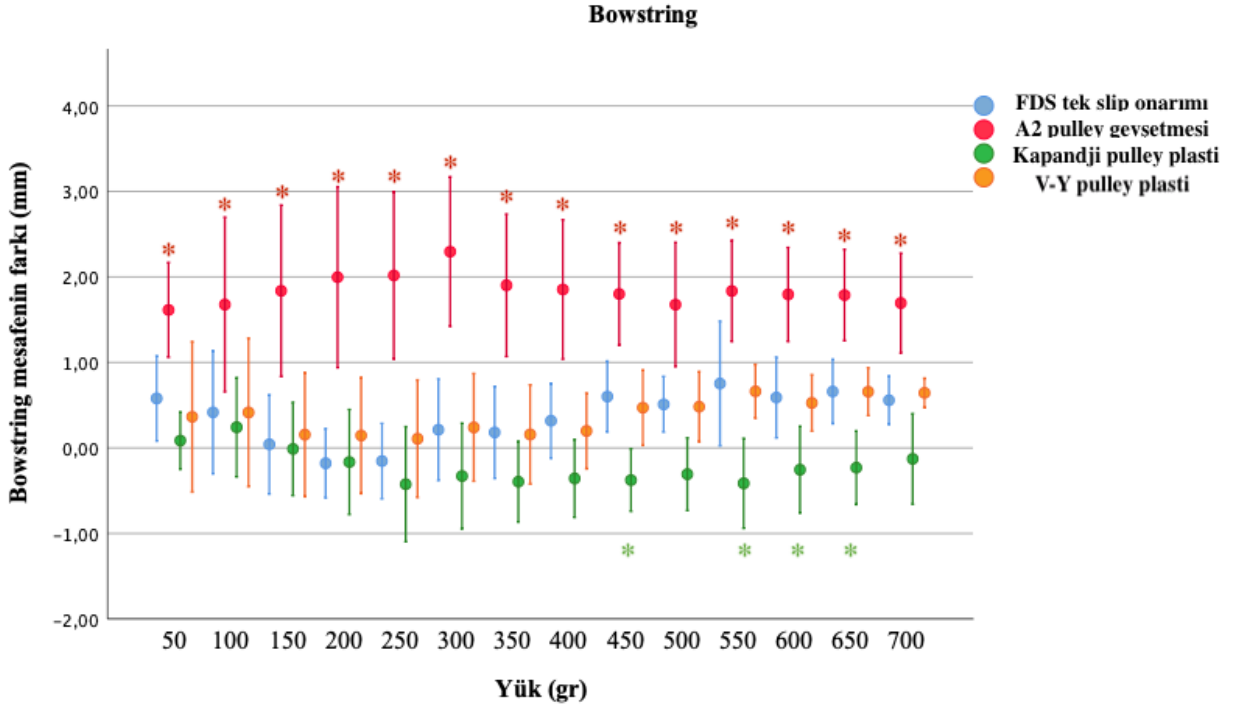
Tablo 8: V-y pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring değerlendirilmesi.

Güç	Grup 4 (V-Y pulley plasti)		
	CÖBS	CSBS	P değeri
50	1,29 ± 0,68	1,66 ± 0,96	0,367
100	1,52 ± 0,74	1,94 ± 0,9	0,301
150	1,88 ± 0,6	2,03 ± 0,99	0,634
200	1,99 ± 0,62	2,13 ± 1,03	0,634
250	2,15 ± 0,7	2,25 ± 1,04	0,727
300	2,24 ± 0,78	2,48 ± 0,89	0,405
350	2,37 ± 0,8	2,53 ± 0,87	0,548
400	2,56 ± 0,83	2,76 ± 0,72	0,33
450	2,45 ± 0,77	2,92 ± 0,67	0,039
500	2,61 ± 0,83	3,1 ± 0,8	0,027
550	2,56 ± 0,74	3,23 ± 0,83	0,001
600	2,62 ± 0,72	3,14 ± 0,79	0,006
650	2,65 ± 0,72	3,31 ± 0,74	0,001
700	2,73 ± 0,75	3,37 ± 0,77	<0,001

CÖBS: Cerrahi önceki bowstring mesafesi ortalaması, CSBS: Cerrahi sonrası bowstring mesafesi ortalaması.



Şekil 11: V-Y pulley plasti grubunda cerrahi öncesi ve sonrası bowstring göstermektedir. * işareti p değeri <0,05.



Şekil 12: Farklı yüklerdeki bowstring mesafesi farkının gruplar arasındaki ilişkisini göstermektedir. Kırmızı * işareti 2. grubun bowstring mesafesi farkının diğer gruplara göre istatistiksel anlamlı farklı olduğunu göstermektedir. Yeşil * işareti 3. grubun bowstring mesafesi farkının 2.ve 4.gruba göre istatistiksel anlamlı farklı olduğunu göstermektedir.

4.4. A2 pulley yetmezliği

A2 pulleyin uzunluğunun ortalaması ikinci parmakta $14,67 \pm 2,84$ mm üçüncü parmakta $17,46 \pm 2,31$ mm ve dördüncü parmakta $15,81 \pm 2,25$ mm bulundu. 3 parmağın A2 pulley uzunluğunun ortalaması gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (tablo 5). A2 pulley uzunluğunun ortalaması 1. grupta $15,67 \pm 1,99$ mm, ikinci grupta $15,13 \pm 3,18$ mm, üçüncü grupta $16,27 \pm 3,07$ mm ve dördüncü grupta $16,87 \pm 2,41$ mm bulundu. A2 pulley uzunluğuna bakıldığında gruplar arasında anlamlı fark bulunamadı ($p = 0.56$) (tablo 6).

Birinci grupta (müdahale edilmemiş pulley) A2 pulley yetmezlik kuvvetinin ortalaması $449.33 \pm 86,94$ N en yüksek bulundu. İkinci grupta (A2 pulley gevşetmesi) A2 pulley yetmezlik kuvvetinin ortalaması $252.28 \pm 77,53$ N ikinci en yüksek bulundu. Üçüncü grupta, Kapandji

yöntemiyle rekonstrüksiyon yapılan A2 pulleyin yetmezlik kuvvetinin ortalaması $107.67 \pm 34,59$ N en düşük bulundu. Dördüncü grupta, V-Y plasti yöntemiyle rekonstrüksiyon yapılan A2 pulleyin yetmezlik kuvvetinin ortalaması $156.11 \pm 42,52$ N bulundu (şekil 13). Bütün gruplara ikili karşılaştırma yapıldığında istatistiksel anlamlı fark bulundu ($p < 0,001$).

Tablo 9: 3 farklı parmakta A2 pulley uzunluğu ortalamalarının gruplar arasındaki dağılımı.

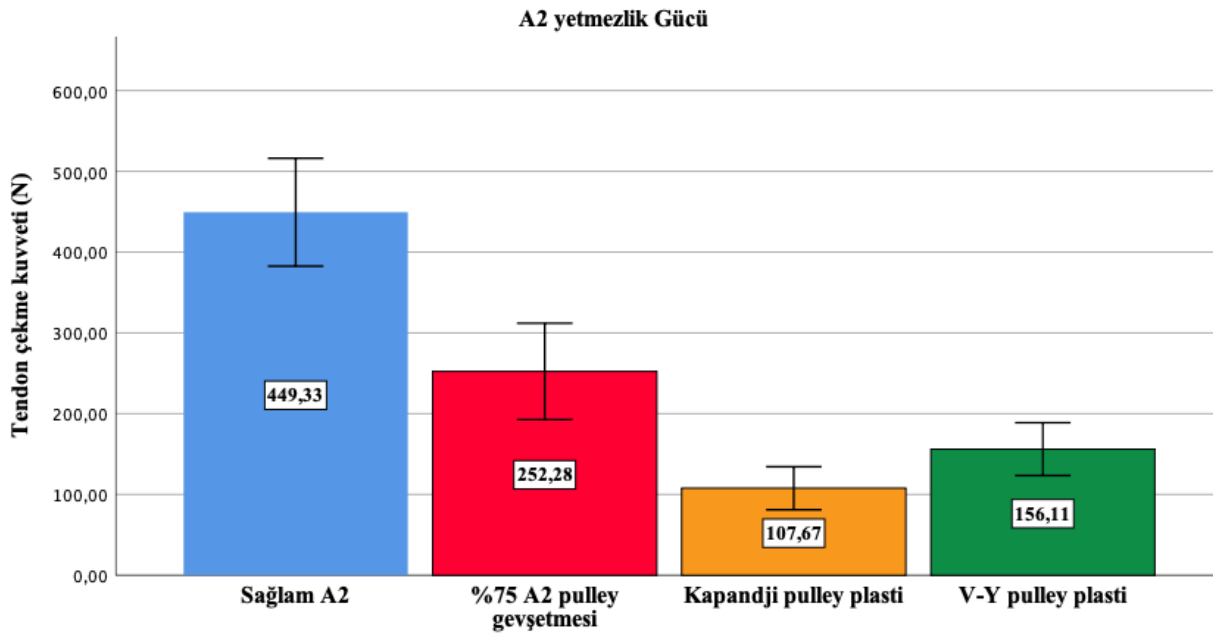
	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	P değeri (Gruplar arası)
İkinci parmak	$12,9 \pm 0,9$	$12,91 \pm 2,5$	$14,58 \pm 3,41$	$15,96 \pm 2,83$	0,45
Üçüncü parmak	$16,66 \pm 1,1$	$17,2 \pm 3,54$	$17,58 \pm 2,83$	$18,4 \pm 2,29$	0,87
Dördüncü parmak	$15,1 \pm 1,28$	$15,27 \pm 2,8$	$16,66 \pm 3,34$	$16,23 \pm 2,14$	0,85

Grup 1 (sağlam A2 pulley), grup 2 (%75 A2 pulley gevşetmesi), grup 3 (Kapandji pulley plasti), grup 4 (V-Y pulley plasti).

Tablo 10: Farklı cerrahi gruplarda A2 pulley uzunluğunun ve A2 pulley yetmezlik kuvveti ortalamaları.

	A2 uzunluğunun ortalaması	p değeri (Gruplar arası)	A2 yetmezlik ortalaması	P değeri (Gruplar arası)
Grup 1	15,67 ± 1,99	0,56	449,33 ± 82,29	<0,001
Grup 2	15,13 ± 3,18		252,28 ± 73,39	
Grup 3	16,27 ± 3,07		107,67 ± 32,74	
Grup 4	16,87 ± 2,41		156,11 ± 40,25	

Grup 1 (sağlam A2 pulley), grup 2 (%75 A2 pulley gevşetmesi), grup 3 (Kapandji pulley plasti), grup 4 (V-Y pulley plasti).



Şekil 13: Farklı gruplarda A2 yetmezlik kuvveti gösterilmektedir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Kayma katsayısının parmağın fleksiyon hareketine karşı direnç gücü olduğu bilinmektedir. Direnç gücü arttıkça parmağın fleksiyon hareketinin azaldığı gösterilmiştir (98). Bizim çalışmamızda zon 2 fleksör tendon yaralanması modelinde kullanılan farklı cerrahi yöntemlerinde kayma katsayısı ve PİPMF açısının değişiminde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. FDS tek slip onarım grubunda PİPMF açısının diğer yöntemlere göre daha az azalmış olsa da istatistiksel olarak anlamlı değildi. V-Y pulley plasti yönteminde fleksiyona katsayısı açısından diğer yöntemlere göre daha az artma görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. Bowstring mesafesi değişiminde gevşetme yöntemi bazalden (FDS tek slip onarımı) anlamlı fark gösterirken, özellikle V-Y pulley plasti ve Kapandji yönteminde çoğu yüklerde anlamlı fark bulunamadı. FDS tek slip onarım grubu A2 pulleyin anatomik özellikleri değişmediği için yetmezlik deneyinde en yüksek direnci gösterdi.

Deneysel çalışmalarda A2 pulleye müdahale etmeden FDP tendonu ile birlikte her iki FDS tendonu onarıldığında kayma direncinin arttığı gösterilmiştir (8,23,99). Kayma katsayısının artması parmak hareket genişliğini kısıtlayabilmektedir. Kayma katsayısı arttıkça tendon onarım bölgesine binen yük de artmaktadır. Bu durum adezyon oluşmasına ve onarım yetmezliğine yol açabilmektedir. Deneysel çalışmalarda kayma direncinin azaltılması amacıyla FDS tek slip onarımı, FDS tendonunun A2 pulley dışında onarılması veya pulley plasti gibi uygulamalar gibi araştırılmıştır (8,99).

Zhao ve arkadaşları tarafından yapılan kadavra çalışmasında iki farklı FDP onarım tekniği ile FDS tek slip onarımı araştırılmıştır. FDS tek slip onarımında, FDS çift slip onarımına göre direnç gücünün iki farklı FDP onarım tekniğinde %35 ve %47 azaldığı gösterilmiştir (127). Tang ve arkadaşları tarafından fleksiyon için gereken güç ve ekskürsiyon verimliliği kadavra parmaklarında araştırılmıştır. Zon 2’de farklı bölgelerde FDS eksizyonu yapılmıştır. FDS tendonu A2 pulley altında eksize edildiğinde parmak fleksiyonu için gereken güç ve ekskürsiyon verimliliğinin anlamlı biçimde azaldığı gösterilmiştir (128).

Hwang ve arkadaşları yapılan kadavra çalışmasında FDS tek slip onarımında fleksiyon direnç gücünün FDS çift slip onarımına göre azaldığı gösterilmiştir (129). FDS tendonu A2 pulley dışında onarıldığında maksimum fleksiyon açısı kaybı olmadan kayma direncinin azaldığı gösterilmiştir (99). Tarif edilen farklı FDS tendon onarım yöntemlerinde parmak fleksiyon direnç gücünün ve parmak fleksiyon hareketinin kaybının azaldığı gösterilmiştir.

Çalışmamızda FDS tek slip onarımında bazal değerlere göre $\%3,17 \mp 7,92$ parmak fleksiyon hareket kaybı ve $\%21,46 \mp 44,41$ kayma katsayısının artışı kaydedilmiştir. FDS tek slip onarımı diğer yöntemlere göre daha az parmak fleksiyon hareketi kaybı göstermesine rağmen istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Kayma direncinde gücünde, V-Y pulley plasti yönteminden sonra ikinci en az artma görülmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Tendon onarımı sonrası harekete karşı direnci azaltmak amacıyla pulley hacimini arttırma teknikleri tarif edilmiştir (18,19). Tang ve arkadaşları tarafından yapılan tavuklar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda tendon onarım sonrası fleksör pulleye iki farklı teknik uygulanarak tendon ekskürsyonu ve fleksiyona karşı direnç gücü araştırılmıştır. Tendon ekskürsyonunun sağlam bırakılmış pulley grubuna göre tamamen eksize edilmiş pulley ve pulley plasti gruplarında sırasıyla $\%20$ ve $\%24$ arttığı gösterilmiştir. Fleksiyona karşı direnç gücünün, sağlam bırakılmış pulley grubuna göre tamamen eksize edilmiş pulley ve pulley plasti gruplarında sırasıyla $\%40$ ve $\%34$ azaldığı gösterilmiştir (130).

Tang ve arkadaşlarının tavuklar üzerinde yaptığı çalışmalarda FDS tek slip onarımı, pulleyin tamamen eksizyonu ve Kapandji pulley plasti yöntemleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada yöntemlerin tendon ekskürsyonu ve fleksiyona karşı direnç gücü üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Kapandji pulley plasti yönteminde fleksiyon direnç gücü azalmış izlese de pulleyin tamamen eksize edildiği yöntemde daha iyi sonuçlar gösterilmiştir (23). Bu çalışmada pulley plasti yöntemi sonrası oluşan adezyon nedeniyle mükemmel sonuçlar elde edilemediği bildirilmiştir.

Kadavra çalışmalarında zon 2 fleksör tendon yaralanma modelinde FDS tek slip onarımı ile Kapandji pulley plasti yöntemi karşılaştırılmıştır. Kapandji pulley plasti yönteminde diğer yöntem gibi direnç gücünün azaldığı ve tendon ekskürsyonun iyi olduğu gösterilmiştir (8). Fakat A2 pulley uzunluğunun azaldığı ve pulleyin travmaya maruz hesaba katılırsa, FDS tek slip onarımının daha iyi olduğu düşünülebilir.

İn vivo çalışmalarda FDS tek slip onarımının pulley plastiye göre fleksiyon direnç gücünün azalması ve tendon ekskürsiyonun artması açısından daha iyi sonuçları gösterilmiştir (23). Çalışmamızda daha önce kayma direnci ve parmak fleksiyon açısı açısından biyomekanik olarak test edilmemiş bir yöntem olan V-Y pulley plasti yöntemi araştırılmıştır (6). Çalışmamızda parmak fleksiyon hareketinin V-Y pulley plasti ve Kapandji pulley plasti yöntemlerinde bazalden sırasıyla %8,33 \pm 3,29 ve %7,35 \pm 5,02 daha az olsa da FDS tek slip onarımı ve gevşetme yöntemi ile karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Kayma katsayısı için V-Y pulley plasti ve Kapandji pulley plasti yöntemlerinde bazalden sırasıyla %26,8 \pm 35,35 ve %20,39 \pm 28,78 artma görülse de FDS tek slip onarımı ve gevşetme yöntemine göre istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Kayma direnci gücü açısından, V-Y pulley plasti yönteminin diğer yöntemlere göre en az artış gösteren yöntem olduğu gösterilmiştir.

Zon 2 fleksör tendon yaralanması olgularında A2 pulley gevşetmesi kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem onarılmış fleksör tendonunun pulleye takılmadan yeterli ekskürsiyona sahip olması için kullanılabilir (22). Mason 1940 yılında onarılan tendon dış çapı ve fleksör kılıfın iç çapı arasındaki farklılığı araştırmıştır. Onarım bölgesine yakın fleksör kılıfı uygun uzunlukta eksize etmiştir (131). Bu yöntem, merkezi dikişin pulley içinde rahat hareket etmesi için Strickland tarafından 1986'da tarif edilmiştir (132). El fonksiyonu ve yeterli tendon ekskürsiyonunun sağlanması için A2 ve A4 pulleyin olması gerekmektedir. Kwai Ben tarafından yapılan klinik çalışmada 126 FDP yaralanması olgusunun %64'üne A2 ve A4 pulley parsiyel gevşetmesi yapılmıştır (22). Bu çalışmada gevşetme yöntemiyle iyi sonuçlar bildirilmesine rağmen gevşetmenin kesin miktarından ve yerinden bahsedilmemiştir.

Tanaka tarafından yapılan kadavra çalışmasında kademeli olarak distaldan proksimale A2 pulley gevşetmesi araştırılmış. Kayma direnci değişiminde farklı gevşetme oranları (%25, %50, %75) arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Proksimal falanksın proksimal kısmının eğimli olması ve A2 pulley distal kısmında FDS'nin ikiye ayrılması nedeniyle A2 pulleyin distal %25'i bırakıldığında kayma direncinin anlamlı biçimde arttığı gösterilmiştir (133). Bu çalışmada A2 pulleyin distal veya proksimal %50'si korunduğunda yeterli pulley gücü sağlandığı ve kayma gücünde çok az artma olduğu sonucu vurgulanmıştır.

Tomaino ve arkadaşları tarafından yapılan kadavra çalışmasında fleksör tendona müdahale etmeden yapılan pulley gevşetmesinin parmağın fleksiyon açısına etkisi araştırılmıştır. A2 pulleyin %50'si ve %75'i gevşetildiğinde parmağın fleksiyon açısının sırasıyla %3 ve %5

azaldığı gösterilmiştir. Fleksiyon direnç gücü A2 pulleyin %50'si ve %75'i gevşetildiğinde sırasıyla %30 ve %46 arttığı gösterilmiştir (56). Mitsionis tarafından yapılan çalışmada A2 pulleyin %75'i gevşetildiğinde 8 ∓ 4 derece fleksiyon kaybı gösterilmiştir (57).

Kadavra çalışmasında transvers ve oblik pulley gevşetmesi ile kayma direnç gücü arasındaki ilişki araştırılmıştır. İki farklı gevşetme şekli ve sağlam A2 pulley arasında anlamlı fark bulunamamıştır. FDS iki slipinin, FDP tendonu çevresinde ikinci bir fleksör kılıf oluşturması nedeniyle yöntemler arasında anlamlı fark bulunamadığı bildirilmiştir (134).

Bahsedilen çalışmalarda zon 2 fleksör tendon yaralanması olgularında yeterli tendon ekskürsiyonu ve el fonksiyonu elde etmek için pulley gevşetme yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmamızda FDS çift slip ve FDP tendon onarım modelinde A2 pulleyin %75'nin gevşetilmesi sonrasında PİPMF açısının $\%12,82 \mp 10,94$ azaldığı gösterilmiştir. Çalışmamız PİPMF açısının azalması açısından literatürdeki diğer sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda kayma katsayısının $\%62,71 \mp 116,9$ arttığı gösterildi. Bu sonuç çalışmamızda literatürdeki diğer çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda pulley gevşetme yönteminde diğer yöntemlere göre kayma katsayısında en çok artış ve PİPMF en çok açısında azalma izlenmesine rağmen bu istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır.

Bowstring mesafesinin değişmesi tendon ekskürsiyonu ve fleksiyon için gereken gücü etkilemektedir. Bu nedenle bowstring mesafesi parmak hareket genişliğini ve el fonksiyonlarını etkilemektedir. Kaya tırmanıcılarında pulley sisteminin kapalı yaralanmaları sonrası endikasyonlar ve fonksiyonel sonuçları araştırılmıştır (135–137). Kapalı yaralanmalarda A2 pulleyin tamamen bozulması (3. yaralanma seviyesi) veya çoklu pulley bozulması (4. yaralanma seviyesi) için cerrahi tedavi önerilmektedir (135). Bu klinik çalışmalar ne zaman bowstring semptomu oluştuğunu ve el fonksiyonunun bozulduğunu açıklamayı başaramamıştır.

Klauser ve arkadaşları tarafından pulley yaralanmalarının teşhisinde ultrason kullanılmıştır. Kapalı A2 pulley yaralanması olgularında bowstringin ortalamasında $3,1 \pm 0,05$ mm bildirilmiş ve parmak maksimum fleksiyonuyla ($5,1 \pm 1,5$ mm) artma gösterilmiştir. Bir kadavra çalışmasında FDS tendonu A2 pulley dışında onarıldığında maksimum bowstring mesafesi (5 ± 2) mm olarak kayıt edilmiştir (99). Çalışmamızda pulley gevşetme yönteminde bowstring mesafesi $3,78 \mp 0,96$ mm gösterilmiştir.

Kaya tırmanıcılarının dahil edildiği çalışmada fleksör tendon yaralanması olmadığı için kayma direnci sorunları ile karşılaşılmamıştır fakat zon 2 fleksör tendon yaralanması olgularında yeterli tendon ekskürsiyonunu sağlayabilmek için bowstring mesafesinin artması tolere edilebilir. Ayrıca her FDS çift slip ve FDP onarım ile kazanılan güç bowstring oluşmasının getirdiği olumsuz etkiyi dengeleyebilir (99).

Michael tarafından FDS tek slip onarımı sonrası bowstring mesafesinin değişmediği bildirilmiştir (99). Çalışmamızda FDS tek slip onarım grubunda A2 pulley anatomisinin bozulmamasına rağmen bowstring mesafesinin $\%24,97 \pm 15,84$ arttığı gösterilmiştir. Fleksör tendon kılıfında boşluk oluşturulması ve FDS radial slibinin sublukse edilmesi nedeniyle bowstring mesafesinde artan yüklerle anlamlı artış izlenmiştir. A2 pulley gevşetme grubunda bütün yüklerde anlamlı artış bulunmuştur. Kapandji grubunda farklı yüklerde anlamlı değişim bulunmamıştır. V-Y Pulley plasti grubunda da FDS tek slip onarımı grubu gibi artan yüklerde anlamlı artış gözlenmiştir.

Bowstring mesafesi değişimi açısından bakıldığında 3 grupta arasında (FDS tek slip onarımı, Kapandji pulley plasti ve V-Y pulley plasti) birçok yükte anlamlı fark bulunamamıştır. Kapandji yönteminde bowstring mesafesi değişiminde diğer 2 gruba göre 450, 550, 600 ve 650 gr yüklerinde anlamlı azalma gösterilmiştir. Bu veriden yola çıkarak Kapandji yönteminin artan yüklerde pulleyde yeterli boşluk yaratamadığı düşünülmüştür. Buna bağlı Kapandji pulley plasti yönteminde, V-Y pulley plasti ve FDS tek slip onarım yöntemine göre kayma direncinin daha da arttığı gözlenmiştir. A2 gevşetme yönteminde diğer yöntemlere göre bütün yüklerde anlamlı fark bulunmuştur. A2 pulley gevşetme yönteminde artmış bowstring mesafesi gösterilmesine rağmen yapılan klinik ve kadavra çalışmalarında bowstring mesafesinin hala düşük olduğu gösterilmiştir (99,137).

Fleksör tendonun en iyi şekilde fonksiyon göstermesi için A2 ve A4 pulleyler son derece önemli bir yapılardır (138,139). Deneysel çalışmalarda izole A2 pulley gevşetmesi ile parmağın fleksiyon hareket genişliğinde $\%10$ ve daha az azalma gösterilmiştir (139,140). Pulleyin kademeli gevşetilmesi ve pulley plasti yöntemlerinde A2 pulleyin yetmezlik kuvveti araştırılmıştır (6,57). Bu çalışmalarda zon 2 fleksör tendon onarımı sonrasında el fonksiyonunu sağlayabilmek için gerekli A2 pulley yetmezlik kuvvetleri açıklanmıştır. Schuind tarafından olguların tendon güçleri farklı pozisyonlarda test edilmiştir (96). Aktif parmak hareketi (34 N), kavrama (63 N), lateral sıkıştırma (65 N) ve parmak ucu sıkıştırma (118 N) kuvvetleri kayıt edilmiştir. Bahsedilen güçlere göre çalışmamızda A2 pulley gevşetme ve V-Y pulley plasti yöntemlerinde kayıt edilen kuvvetler

güvenli aralık içerisinde. Kapandji pulley plasti yönteminde pulley yetmezlik kuvvetinin, parmak ucu sıkıştırma kuvvet hariç güvenli aralık içinde olmadığı gösterilmiştir. Diğer çalışmalar gibi bu çalışmada da maksimum kuvvet test edilmiş A2 pulley gevşetmesi ve V-Y pulley plasti yöntemlerinin güvenli olduğunu gösterilmiştir (6,57).

Manske ve Lester tarafından yapılan biyomekanik deneyde parmak pulley sisteminin kuvveti incelenmiştir (141). Çalışmada A1 (310 N), A4 (193 N) ve A2 (137 N) pulley kuvvetleri bulunmuştur. 3. parmaktaki pulleyin kuvveti 2. ve 4. parmaklardan daha yüksek bulunmuş. Aksine Lin tarafından A2 pulleyin kuvveti (407 N) A4 pulleyden (210 N) daha yüksek bulunmuştur (142). Mitsionis tarafından yapılan fonksiyonel modelde pulley yetmezlik kuvveti sağlam A2 pulleyde (409 \pm 131N) ve %75 gevşetilmiş A2 pulleyde (224 \pm 73 N) bulunmuştur (57). Tanaka tarafından yapılan doğrudan çekmeye dayalı kadavra modelinde %25 distalden gevşetilmiş A2 pulleyin yetmezlik kuvveti (160 \pm 65,1 N) %25 proksimalden gevşetilmiş A2 pulleyin yetmezlik kuvvetine (96,7 \pm 34,7 N) göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur (133). Tanaka tarafından yapılan çalışmada A2 pulleyin yeterli güç sağlayabilmesi için pulleyin %50 proksimalinin korunması önerilmiştir. Dona tarafından yapılan fonksiyonel kadavra modelinde V-Y pulley plasti yetmezlik kuvvetinin ortalaması 234 \pm 73 N bulunmuştur. Bu yöntem bozulmadan korunması için A1 pulleyin varlığının son derece önemli olduğu belirtilmiştir. Klinik pratikte V-Y pulley plasti yöntemi uygulandığında A1 pulleyin sağlam bırakılması önerilmiştir.

Bizim çalışmamızda fonksiyonel kadavra modeli kullanılarak dört farklı yöntem araştırılmıştır. Sağlam A2 pulleyin yetmezlik kuvvetinin ortalaması 449,33 \pm 82,29 N, %75 gevşetilmiş A2 pulleyin yetmezlik gücünün ortalaması 252,28 \pm 73,39 N ve V-Y pulley plasti yetmezlik gücünün ortalaması 156,11 \pm 40,25 bulunmuştur. Çalışmamızda sağlam ve gevşetilmiş A2 pulley yetmezlik gücü literatüre göre benzer sonuçlar gösterirken V-Y pulley plasti yetmezlik gücü literatüre göre daha az bulunmuştur. Kapandji pulley plasti yöntemi yetmezlik açısından daha önce test edilmemiştir. Çalışmamızda dört onarım yöntem arasında Kapandji pulley plasti yöntemi en az dayanıklı yöntem olarak gözlenmiştir (pulley yetmezlik gücü 107,67 \pm 32,74 N). Kapandji yönteminde pulley insizyonunun tendon ile paralel olmasının yetmezlik kuvvetinin azalmasında bir etken olduğu düşünülmektedir. Aksine V-Y pulley plasti yönteminde pulley insizyonu fleksör tendonla 45-90 derece açı oluşturmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre Kapandji pulley plasti yapılan olgularda erken dönem ağır el işleri başlanılmaması önerilmektedir.

Deneysel modelimizde parmağın volar yumuşak dokularının eksize edilmiş olmasına rağmen A2 pulley gevşetmesi ve V-Y pulley plasti yeterli güç sağlamıştır. Kapandji pulley plasti yöntemi yetmezlik açısından sınırdadır bulunduğundan uygulanacak fizik tedavi protokolü sırasında dikkatli olunmalıdır.

Pulley plasti teknikleri tendonun vinkula beslenme sisteminin bozulmaması, bowstring mesafesinin artmaması ve cerrahi sahanın genişlemesi gibi avantajlar sağlayabilmektedir. Ancak pulleye uygulanan cerrahi işlem sonucu adezyon oluşumu artabilmektedir. İn vivo çalışmada pulleye yapılan cerrahi uygulamanın adezyonu artırıp olumsuz sonuçlara neden olduğu gösterilmiştir (23). Pulley plasti yöntemleri zaman ve tecrübe gerektiren bir uygulamalardır. Çalışmamızda pulley plasti yöntemin biyomekanik özellikleri kadavrada incelenmiştir. Bu yöntemlerin canlı hayvan deneylerinde detaylı şekilde incelenmesi önerilmektedir.

FDS tek slip onarım tekniğinde A2 pulleyin anatomisi bozulmadan ve bowstring mesafesi artmadan tendon onarımı yapılabilmektedir. Bu yöntem uygulanırken vinkula sistemine hasar verilmesi sonucu FDP tendonun iyileşmesi etkilenebilmektedir (10,11). Biyomekanik çalışmalarda A2 distalinde FDS bırakılarak vinkula sistemi bozulmadan direnç gücü azalması sağlanabildiği kanıtlanmıştır (128). Teorik olarak FDS tendonun gücünün azalacağı düşünülse de bunun klinik yansımaları araştırılmamıştır.

Pulley gevşetme yöntemi FDS tendonu feda edilmeden onarım yapılmasına imkan sağlayabilmektedir. Ancak bu yöntemde pulleyin zayıflamasına ve bowstring oluşmasına yol açabilmektedir. Çalışmamızda pulley gevşetme yönteminde, FDS tek slip onarımı ve pulley plasti yöntemleri kadar kayma direnci gücü azalması ve parmak fleksiyon hareketinin korunması elde edilememesine rağmen bu yöntemin sonuçları iyi el fonksiyonu sağlayabilmektedir (22).

Çalışmamızda tıpkı diğer canlı olmayan kadavra çalışmaları gibi cerrahi sonrası iyileşmenin olumlu veya olumsuz sonuçları gösterilememiştir. Kayma yüzeyinin restorasyonu veya adezyon oluşumu gibi sonuçları etkileyebilecek faktörler ancak canlı deneylerde gösterilebilmektedir. FDS tek slip onarımı ve pulley gevşetme yönteminde adezyonun azalmasına bağlı klinik sonuçların daha iyi olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda A2 pulleye herhangi bir müdahale yapılmadan FDS çift slip ve FDP tendonu onarılmış bir grup bulunmamaktadır. Her uygulamada kayma direnci ve bunun fleksiyon

açısını ne kadar etkilediği gösterilmiştir. Bu çalışma sabit tendon onarım yönteminde dört farklı tekniği karşılaştırmak için tasarlanmıştır.

Bowstring mesafesinin ölçüm yönteminde yumuşak doku ile kemik arasındaki mesafe hesaplandı. Yumuşak doku manipülasyonu ile ölçümlerin minimal de olsa değişebileceğini düşünülmektedir. Ayrıca FDS tek slip eksizyonunun sonrası FDS radial slipinde havalanması izlenmiştir.

Deneyin ikinci aşaması onarılmış tendon üzerinde yapılmıştır. Onarım bölgesi çift Krackow tekniği kullanılarak güçlü dikiş (ultrabraid 2-0 smith & nephew) ile güçlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalara benzer bulunmuştur.

BÖLÜM 6

SONUÇ

Dört cerrahi yöntem arasında kayma direnç gücü değişimi ve maksimum fleksiyon açısının değişimi açısından anlamlı fark yoktur. A2 pulley gevşetme yönteminde bowstring mesafesi anlamlı olarak yüksektir. FDS tek slip onarım yöntemiyle pulley anatomisi bozulmadan yeterli kayma direnç gücü azalması ve fleksiyon açısının korunması sağlanabilmektedir. Bu yöntemde FDS tendon gücünün kaybı ve vinkula sistemin bozulmasının klinik sonuçlara etkisinin araştırılması önerilmektedir.

FDS tek slip onarımı, A2 pulley gevşetmesi ve V-Y pulley plasti yöntemleri yeterli pulley gücü sağlayabilmektedir. Kapandji pulley plasti yöntemi yeterli pulley gücü sağlayamadığı için postoperatif rehabilitasyon protokolünde dikkatli olunması önerilmektedir.

BÖLÜM 7

Kaynaklar

1. Hill C, Riaz M, Mozzam A, Brennen MD. A regional audit of hand and wrist injuries. A study of 4873 injuries. *J Hand Surg Br.* 1998 Apr;23(2):196–200.
2. Strickland JW. Development of Flexor Tendon Surgery 25yrs of Progress. *J Hand Surg Am.* 2000;25:214–35.
3. Bunnell S. Surgery of the Hand. In: *Surgery of the hand.* 1944. p. xvii–734.
4. Baktir A, Türk CY, Kabak Ş, Şahin V, Kardaş Y. Flexor tendon repair in zone 2 followed by early active mobilization. *J Hand Surg Eur Vol.* 1996;21(5):624–8.
5. Tang JB, Shi D. Subdivision of flexor tendon “no man’s land” and different treatment methods in each sub-zone. A preliminary report. *Chin Med J (Engl).* 1992 Jan;105(1):60–8.
6. Dona E, Walsh WR. Flexor tendon pulley V-Y plasty: An alternative to pulley venting or resection. *J Hand Surg Am.* 2006;31(2):133–7.
7. Paillard PJ, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, An KN. Gliding resistance after FDP and FDS tendon repair in zone II: An in vitro study. *Acta Orthop Scand.* 2002;73(4):465–70.
8. Paillard PJ, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, An KN. Pulley plasty versus resection of one slip of the flexor digitorum superficialis after repair of both flexor tendons in zone II: a biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 Nov;84(11):2039–45.
9. Tsuge K, Ikuta Y, Matsuishi Y. Repair of flexor tendons by intratendinous tendon suture. *J Hand Surg Am [Internet].* 1977;2(6):436–40.
10. Amadio PC, Hunter JM, Jaeger SH, Wehbe MA, Schneider LH. The effect of vincular injury on the results of flexor tendon surgery in zone 2. *J Hand Surg Am.* 1985 Sep;10(5):626–32.
11. Lundborg G, Myrhage R. The Vascularization and structure of the human digital tendon sheath as related to flexor tendon function. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1977;11(05188):195–203.
12. Tubiana R. Results and complications of flexor tendon grafting. *Orthop Clin North Am.* 1973;4(4):877–83.
13. Ferlic DC, Clayton ML. Flexor tenosynovectomy in the rheumatoid finger. *J Hand Surg Am [Internet].* 1978;3(4):364–7.
14. Lister GD, Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E. Primary flexor tendon repair followed by immediate controlled mobilization. *J Hand Surg Am [Internet].* 1977;2(6):441–51. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(77\)80025-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(77)80025-7)
15. Kleinert HE. Report of the Committee on Tendon Injuries. *J Hand Surg Am [Internet].* 1983;8(5):794–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(83\)80275-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(83)80275-5)
16. Tang JB. Flexor tendon repair in zone 2C. *J Hand Surg Br.* 1994 Feb;19(1):72–5.
17. Hu Q, Wang SH, HU Q. Adhesion formation following primary tendon repair in zone 2C: An experimental study. *Chinese J Hand Surg.* 1993;9(1):32–5.

18. Kapandji IA. [Reconstructive augmentation of the metacarpal tendons]. *Ann Chir la main organe Off des Soc Chir la main*. 1983;2(3):281–2.
19. Messina A, Messina JC. The direct midlateral approach with lateral enlargement of the pulley system for repair of flexor tendons in fingers. *J Hand Surg Br*. 1996 Aug;21(4):463–8.
20. Van Heest AE, House J, Krivit W, Walker K. Surgical treatment of carpal tunnel syndrome and trigger digits in children with mucopolysaccharide storage disorders. *J Hand Surg Am*. 1998;23(2):236–43.
21. Ben LK, Elliot D. In order to repair flexor tendon injuries in zones 1. *J Hand Surg Am*. 1997;23B(5):649–54.
22. Kwai Ben I, Elliot D. “Venting” or partial lateral release of the A2 and A4 pulleys after repair of zone 2 flexor tendon injuries. *J Hand Surg Br*. 1998 Oct;23(5):649–54.
23. Tang JB, Xie RG, Cao Y, Ke ZS, Xu Y. A2 pulley incision or one slip of the superficialis improves flexor tendon repairs. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;(456):121–7.
24. ADAMSON JE, WILSON JN. The history of flexor-tendon grafting. *J Bone Joint Surg Am*. 1961 Jul;43-A:709–16.
25. Bunnell S. Repair of tendons in the fingers and description of two new instruments. *Surg Gynecol Obs*. 1918;26:103–10.
26. Garlock JH. REPAIR OF WOUNDS OF THE FLEXOR TENDONS OF THE HAND. *Ann Surg*. 1926 Jan;83(1):111–22.
27. Manske PR. History of flexor tendon repair. *Hand Clin*. 2005 May;21(2):123–7.
28. Bunnell S. Primary repair of severed tendons the use of stainless steel wire. *Am J Surg*. 1940;47(2):502–16.
29. Boyes JH. Immediate vs delayed repair of the digital flexor tendons. *Ann West Med Surg*. 1947;1(4):145–52.
30. BOYES JH. Flexor-tendon grafts in the fingers and thumb: An evaluation of end results. *JBJS*. 1950;32(3):489–531.
31. HAUGE MF. The results of tendon suture of the hand; a review of 500 patients. *Acta Orthop Scand*. 1955;24(3):258–70.
32. VAN’T HOF A, HEIPLE KG. Flexor-Tendon Injuries of the Fingers and Thumb: A Comparative Study. *JBJS*. 1958;40(2):256–322.
33. Boyes JH. Discussion of Van’t Hof, Heiple paper. *J Bone Jt Surg*. 1958;40(262):322.
34. SILER VE. Primary tenorrhaphy of the flexor tendons in the hand. *JBJS*. 1950;32(1):218–25.
35. Posch JL. Primary tenorrhaphies and tendon grafting procedures in hand injuries. *AMA Arch Surg*. 1956;73(4):609–24.
36. Carter SJ, Mersheimer WL. Deferred primary tendon repair. Results in 27 cases. *Ann Surg*. 1966;164(5):913.
37. Lindsay WK, McDougall EP. Direct digital flexor tendon repair. *Plast Reconstr Surg*. 1960;26(6):613–21.
38. Verdan CE. Primary repair of flexor tendons. *JBJS*. 1960;42(4):647–57.

39. Kleinert HE. Primary repair of lacerated flexor tendons in "no man's land". *J Bone Jt Surg A*. 1967;49:577.
40. Manske PR, Bridwell K, Lesker PA. Nutrient pathways to flexor tendons of chickens using tritiated proline. *J Hand Surg Am*. 1978 Jul;3(4):352–7.
41. Manske PR, Bridwell K, Whiteside LA, Lesker PA. Nutrition of flexor tendons in monkeys. *Clin Orthop Relat Res*. 1978;(136):294–8.
42. Manske PR, Lesker PA. Nutrient pathways of flexor tendons in primates. *J Hand Surg Am*. 1982;7(5):436–44.
43. LINDSAY WK, THOMSON HG. Digital flexor tendons: an experimental study. Part I. The significance of each component of the flexor mechanism in tendon healing. *Br J Plast Surg*. 1960 Jan;12:289–316.
44. Lindsay WK, McDougall EP. Digital flexor tendons: An experimental study: Part III The fate of autogenous digital flexor tendon grafts. *Br J Plast Surg*. 1960;13:293–304.
45. Lundborg G. Experimental flexor tendon healing without adhesion formation—a new concept of tendon nutrition and intrinsic healing mechanisms: a preliminary report. *Hand*. 1976;8(3):235–8.
46. Lundborg G, Hansson H-A, Rank F, Rydevik B. Superficial repair of severed flexor tendons in synovial environment: an experimental, ultrastructural study on cellular mechanisms. *J Hand Surg Am*. 1980;5(5):451–61.
47. Potenza AD, Herte MC. The synovial cavity as a "tissue culture in situ"—science or nonsense? *J Hand Surg Am*. 1982;7(2):196–9.
48. Chow SP, Hooper G, Chan CW. The healing of freeze-dried rabbit flexor tendon in a synovial fluid environment. *Hand*. 1983;(2):136–42.
49. Manske PR, Gelberman RH, JS VB, Lesker PA. Intrinsic flexor-tendon repair. A morphological study in vitro. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66(3):385–96.
50. Gelberman RH, Manske PR, Berg JS Vande, Lesker PA, Akeson WH. Flexor tendon repair in vitro: a comparative histologic study of the rabbit, chicken, dog, and monkey. *J Orthop Res*. 1984;2(1):39–48.
51. Beatty E. Upper limb tissue differentiation in the human embryo. *Hand Clin*. 1985;1(3):391–403.
52. Van Heest AE. Congenital disorders of the hand and upper extremity. *Pediatr Clin North Am*. 1996 Oct;43(5):1113–33.
53. Zafonte B, Rendulic D, Szabo RM. Flexor pulley system: anatomy, injury, and management. *J Hand Surg Am*. 2014;39(12):2525–32.
54. Doyle JR. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulley system: a current review. *J Hand Surg Am*. 1989;14(2):349–51.
55. Peterson WW, Manske PR, Bollinger BA, Lesker PA, McCarthy JA. Effect of pulley excision on flexor tendon biomechanics. *J Orthop Res*. 1986;4(1):96–101.
56. Tomaino M, Mitsionis G, Bastidas J, Grewal R, Pfaeffle J. The effect of partial excision of the A2 and A4 pulleys on the biomechanics of finger flexion. *J Hand Surg Br Eur Vol*. 1998;23(1):50–2.
57. Mitsionis G, Bastidas JA, Grewal R, Pfaeffle HJ, Fischer KJ, Tomaino MM. Feasibility of

- partial A2 and A4 pulley excision: effect on finger flexor tendon biomechanics. *J Hand Surg Am.* 1999;24(2):310–4.
58. Bayat A, Shaaban H, Giakas G, Lees VC. The pulley system of the thumb: anatomic and biomechanical study. *J Hand Surg Am.* 2002;27(4):628–35.
 59. Schubert MF, Shah VS, Craig CL, Zeller JL. Varied anatomy of the thumb pulley system: implications for successful trigger thumb release. *J Hand Surg Am.* 2012;37(11):2278–85.
 60. Zissimos AG, Szabo RM, Yinger KE, Sharkey NA. Biomechanics of the thumb flexor pulley system. *J Hand Surg Am.* 1994;19(3):475–9.
 61. Brockis JG. The blood supply of the flexor and extensor tendons of the fingers in man. *J Bone Joint Surg Br.* 1953;35(1):131–8.
 62. Peacock Jr EE. A study of the circulation in normal tendons and healing grafts. *Ann Surg.* 1959;149(3):415.
 63. Gelberman RH. Flexor tendon physiology: tendon nutrition and cellular activity in injury and repair. *Instr Course Lect.* 1985;34:351–60.
 64. Edwards DA. The blood supply and lymphatic drainage of tendons. *J Anat.* 1946 Jul;80(Pt 3):147-152.2.
 65. JW S. BLOOD SUPPLY OF TENDONS. *Am J Surg.* 1965;109:272–6.
 66. Caplan HS, Hunter JM, Merklin RJ. Intrinsic vascularization of flexor tendons. In: *Symposium on Tendon Surgery in the Hand American Academy of Orthopaedic Surgeons Saint Louis, The CV Mosby Company.* 1975. p. 48–58.
 67. Schmidt-Rohlfing B, Graf J, Schneider U, Niethard FU. The blood supply of the Achilles tendon. *Int Orthop.* 1992;16(1):29–31.
 68. PULVERTAFT RG. Tendon grafts for flexor tendon injuries in the fingers and thumb; a study of technique and results. *J Bone Joint Surg Br.* 1956 Feb;38-B(1):175–94.
 69. BOYES JH, STARK HH. Flexor-tendon grafts in the fingers and thumb: a study of factors influencing results in 1000 cases. *JBJS.* 1971;53(7):1332–42.
 70. Lundborg Gör, Holm S, Myrhage R. The role of the synovial fluid and tendon sheath for flexor tendon nutrition. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1980;14(1):99–107.
 71. Gillard GC, Merrilees MJ, Bell-Booth PG, Reilly HC, Flint MH. The proteoglycan content and the axial periodicity of collagen in tendon. *Biochem J.* 1977;163(1):145–51.
 72. Cohen MJ, Kaplan L. Histology and ultrastructure of the human flexor tendon sheath. *J Hand Surg Am.* 1987;12(1):25–9.
 73. Kirkendall DT, Garrett WE. Function and biomechanics of tendons. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7(2):62–6.
 74. Kannus P. Structure of the tendon connective tissue. *Scand J Med Sci Sports.* 2000;10(6):312–20.
 75. Hess GP, Cappiello WL, Poole RM, Hunter SC. Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sport Med.* 1989;8(6):371–84.
 76. David L, Grood ES, Noyes FR, Zernicke RE. Biomechanics of ligaments and tendons. *Exerc Sport Sci Rev.* 1978;6(1):125–82.
 77. Karpakka JA. Effects of physical activity and inactivity on collagen synthesis in rat

- skeletal muscle and tendon. 1993;
78. Kannus P, Jozsa L, Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kvist M, Natri A, et al. Location and distribution of non-collagenous matrix proteins in musculoskeletal tissues of rat. *Histochem J.* 1998;30(11):799–810.
 79. Williams JGP. Achilles tendon lesions in sport. *Sport Med.* 1986;3(2):114–35.
 80. O’Brien M. Structure and metabolism of tendons. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7(2):55–61.
 81. Józsa L, Bálint JB, Réffy A, Demel Z. Histochemical and ultrastructural study of adult human tendon. *Acta Histochem.* 1979;65(2):250–7.
 82. Kannus P, Jozsa L. Histopathological changes preceding spontaneous rupture of a tendon. A controlled study of 891 patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73(10):1507–25.
 83. Józsa LG. Human tendons: anatomy, physiology and pathology. *Hum Kinet.* 1997;
 84. VERDAN CE. Half a century of flexor-tendon surgery: current status and changing philosophies. *JBJS.* 1972;54(3):472–91.
 85. Manske PR, Lesker PA, Gelberman RH, Rucinsky TE. Intrinsic restoration of the flexor tendon surface in the nonhuman primate. *J Hand Surg Am.* 1985;10(5):632–7.
 86. Klein MB, Pham H, Yalamanchi N, Chang J. Flexor tendon wound healing in vitro: the effect of lactate on tendon cell proliferation and collagen production. *J Hand Surg Am.* 2001;26(5):847–54.
 87. Sharma P, Maffulli N. The future: rehabilitation, gene therapy, optimization of healing. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(2):383–97.
 88. Riley GP, Cox M, Harrall RL, Clements S, Hazleman BL. Inhibition of tendon cell proliferation and matrix glycosaminoglycan synthesis by non-steroidal anti-inflammatory drugs in vitro. *J Hand Surg Br Eur Vol.* 2001;26(3):224–8.
 89. Marsolais D, Côté CH, Frenette J. Neutrophils and macrophages accumulate sequentially following Achilles tendon injury. *J Orthop Res.* 2001;19(6):1203–9.
 90. Gibson DR. Increased oxygen tension on wound metabolism and collagen synthesis. In: *Surg Forum.* 1997. p. 696–9.
 91. Garner WL, McDonald JA, Koo M, Kuhn 3rd C, Weeks PM. Identification of the collagen-producing cells in healing flexor tendons. *Plast Reconstr Surg.* 1989;83(5):875–9.
 92. Gelberman RH, Steinberg D, Amiel D, Akeson W. Fibroblast chemotaxis after tendon repair. *J Hand Surg Am.* 1991;16(4):686–93.
 93. Wiig M, Abrahamsson S-O, Lundborg G. Tendon repair—cellular activities in rabbit deep flexor tendons and surrounding synovial sheaths and the effects of hyaluronan: an experimental study in vivo and in vitro. *J Hand Surg Am.* 1997;22(5):818–25.
 94. Oshiro W, Lou J, Xing X, Tu Y, Manske PR. Flexor tendon healing in the rat: a histologic and gene expression study. *J Hand Surg Am.* 2003;28(5):814–23.
 95. Bruns J, Kampen J, Kahrs J, Plitz W. Achilles tendon rupture: experimental results on spontaneous repair in a sheep-model. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2000;8(6):364–9.
 96. Schuind F, Garcia-Elias M, Cooney WP 3rd, An KN. Flexor tendon forces: in vivo measurements. *J Hand Surg Am.* 1992 Mar;17(2):291–8.

97. Gelberman RH, Boyer MI, Brodt MD, Winters SC, Silva MJ. The effect of gap formation at the repair site on the strength and excursion of intrasynovial flexor tendons. An experimental study on the early stages of tendon-healing in dogs. *J Bone Joint Surg Am.* 1999 Jul;81(7):975–82.
98. Hasslund S, Jacobson JA, Dadali T, Basile P, Ulrich-Vinther M, Søballe K, et al. Adhesions in a murine flexor tendon graft model: autograft versus allograft reconstruction. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc.* 2008 Jun;26(6):824–33.
99. Geary MB, English C, Yaseen Z, Stanbury S, Awad H, Elfar JC. Flexor digitorum superficialis repair outside the A2 pulley after zone II laceration: gliding and bowstringing. *J Hand Surg Am.* 2015 Apr;40(4):653–9.
100. Rawson S, Cartmell S, Wong J. Suture techniques for tendon repair; a comparative review. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013 Aug;3(3):220–8.
101. Pruitt DL, Manske PR, Fink B. Cyclic stress analysis of flexor tendon repair. *J Hand Surg Am.* 1991 Jul;16(4):701–7.
102. McLarney E, Hoffman H, Wolfe SW. Biomechanical analysis of the cruciate four-strand flexor tendon repair. *J Hand Surg Am.* 1999 Mar;24(2):295–301.
103. Mason ML, Shearon CG. The process of tendon repair: An experimental study of tendon suture and tendon graft. *Arch Surg.* 1932;25(4):615–92.
104. Dona E, Gianoutsos MP, Walsh WR. Optimizing biomechanical performance of the 4-strand cruciate flexor tendon repair. *J Hand Surg Am.* 2004;29(4):571–80.
105. Kubota H, Aoki M, Pruitt DL, Manske PR. Mechanical properties of various circumferential tendon suture techniques. *J Hand Surg Br.* 1996 Aug;21(4):474–80.
106. Pennington DG. The locking loop tendon suture. *Plast Reconstr Surg.* 1979;63(5):648–52.
107. Tanaka T, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, Yang C, An K-N. Gliding characteristics and gap formation for locking and grasping tendon repairs: a biomechanical study in a human cadaver model. *J Hand Surg Am.* 2004;29(1):6–14.
108. Taras JS, Raphael JS, Marczyk SC, Bauerle WB. Evaluation of suture caliber in flexor tendon repair. *J Hand Surg Am.* 2001 Nov;26(6):1100–4.
109. BRUNER JM. Incisions for plastic and reconstructive (non-septic) surgery of the hand. *Br J Plast Surg.* 1951 Apr;4(1):48–55.
110. Sourmelis SG, McGrouther DA. Retrieval of the retracted flexor tendon. *J Hand Surg Br.* 1987 Feb;12(1):109–11.
111. Scott W, Wolfe MD, William C, Pederson MD, Scott H, Kozin MD MSCM. Green's operative hand surgery. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017. 199 p.
112. Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in zone II: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg Am.* 1980;5(6):537–43.
113. Chow JA, Thomes LJ, Dovel S, Milnor WH, Seyfer AE, Smith AC. A combined regimen of controlled motion following flexor tendon repair in "no man's land". *Plast Reconstr Surg.* 1987;79(3):447–55.
114. Silfverskiöld KL, May EJ. Gap formation after flexor tendon repair in zone II: results with a new controlled motion programme. *Scand J Plast Reconstr Surg hand Surg.* 1993;27(4):263–8.

115. Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E, Stormo A. Primary repair of flexor tendons. *Orthop Clin North Am.* 1973;4(4):865–76.
116. Slattery PG, McGrouther DA. A modified Kleinert controlled mobilization splint following flexor tendon repair. *J Hand Surg Am.* 1984;9(2):217–8.
117. Duran R. Controlled passive motion following flexor tendon repair in zones 2 and 3. In: *American Academy of Orthopaedic Surgeons: Symposium on tendon surgery in the hand.* CV Mosby; 1975. p. 105–14.
118. Gratton P. Early active mobilization after flexor tendon repairs. *J hand Ther Off J Am Soc Hand Ther.* 1993;6(4):285–9.
119. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. *J Hand Surg Am.* 1994 Jan;19(1):53–60.
120. Ting J. Tendon injuries across the world. *Injury.* 2006;37:1036–42.
121. Elliot D, Moiemens NS, Flemming AFS, Harris SB, Foster AJ. The rupture rate of acute flexor tendon repairs mobilized by the controlled active motion regimen. *J Hand Surg Am.* 1994;19(5):607–12.
122. Manske PR. Flexor tendon healing. *J Hand Surg Am.* 1988;13(3):237–45.
123. Langlais F, Gibon Y, Canciani JP, Thomine JM. [Primary suturing of zone II flexor tendons (103 digits). Results and Kleinert's limitations]. *Ann Chir la main organe Off des Soc Chir la main.* 1986;5(4):301–14.
124. Tang JB, Xie RG. Effect of A3 pulley and adjacent sheath integrity on tendon excursion and bowstringing. *J Hand Surg Am.* 2001;26(5):855–61.
125. Brenner E. Human body preservation - old and new techniques. *J Anat.* 2014 Mar;224(3):316–44.
126. Stanbury SJ, English C, Yaseen Z, Reed JD, Chen T, Awad H, et al. The Effect of Pulley Reconstruction on Maximum Flexion, Bowstringing, and Gliding Coefficient in the Setting of Zone II Repair of FDS and FDP: a Cadaveric Investigation. *Hand (N Y).* 2014 Mar;9(1):99–104.
127. Zhao C, Amadio PC, Zobitz ME, An K-N. Resection of the flexor digitorum superficialis reduces gliding resistance after zone II flexor digitorum profundus repair in vitro. *J Hand Surg Am.* 2002 Mar;27(2):316–21.
128. Tang JB, Xu Y, Chen F. Impact of flexor digitorum superficialis on gliding function of the flexor digitorum profundus according to regions in zone II. *J Hand Surg Am.* 2003 Sep;28(5):838–44.
129. Hwang MD, Pettrone S, Trumble TE. Work of flexion related to different suture materials after flexor digitorum profundus and flexor digitorum superficialis tendon repair in zone II: a biomechanical study. *J Hand Surg Am.* 2009 Apr;34(4):700–4.
130. Tang JB, Wang YH, Gu YT, Chen F. Effect of pulley integrity on excursions and work of flexion in healing flexor tendons. *J Hand Surg Am.* 2001 Mar;26(2):347–53.
131. Mason ML. Primary and secondary tendon suture. A discussion of the significance of technique in tendon surgery. *Surg Gynecol Obs.* 1940;70:392–402.
132. Strickland JW. Flexor tendon injuries. Part 2. Flexor tendon repair. *Orthop Rev.* 1986 Nov;15(11):701–21.

133. Tanaka T, Amadio PC, Zhao C, Zobitz ME, An K-N. The effect of partial A2 pulley excision on gliding resistance and pulley strength in vitro. *J Hand Surg Am.* 2004 Sep;29(5):877–83.
134. Moriya T, Thoreson AR, Zhao C, An K-N, Amadio PC. The effects of oblique or transverse partial excision of the A2 pulley on gliding resistance during cyclic motion following zone II flexor digitorum profundus repair in a cadaveric model. *J Hand Surg Am.* 2012 Aug;37(8):1634–8.
135. Schöffl VR, Schöffl I. Injuries to the finger flexor pulley system in rock climbers: current concepts. *J Hand Surg Am.* 2006 Apr;31(4):647–54.
136. Gabl M, Rangger C, Lutz M, Fink C, Rudisch A, Pechlaner S. Disruption of the finger flexor pulley system in elite rock climbers. *Am J Sports Med.* 1998;26(5):651–5.
137. Klausner A, Bodner G, Frauscher F, Gabl M, Zur Nedden D. Finger injuries in extreme rock climbers. Assessment of high-resolution ultrasonography. *Am J Sports Med.* 1999;27(6):733–7.
138. Idler RS. Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons. *Hand Clin.* 1985 Feb;1(1):3–11.
139. Lin GT, Amadio PC, An KN, Cooney WP. Functional anatomy of the human digital flexor pulley system. *J Hand Surg Am.* 1989 Nov;14(6):949–56.
140. Tang JB. The double sheath system and tendon gliding in zone 2C. *J Hand Surg Am.* 1995;20(3):281–5.
141. Manske PR, Lesker PA. Strength of human pulleys. *Hand.* 1977 Jun;9(2):147–52.
142. Lin GT, Cooney WP, Amadio PC, An KN. Mechanical properties of human pulleys. *J Hand Surg Br.* 1990 Nov;15(4):429–34.

BÖLÜM 8

EKLER

EK-1: Etik kurul onay belgesi

Biyomekanik kadavra çalışması olarak tasarlanan bu çalışmaya Ege Üniversite Tıbbi Araştırmalar Etik kurulundan onay aldıktan sonra başlanmıştır (21-5T/89). Çalışmamız, skafolunat bağ yaralanması modelinde kullanılan, pulley ve tendonları sağlam 12 adet üst ekstremitte kadavrası üzerinde gerçekleştirilmiştir.



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı
Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-99166796-050.06.04-165024 382-
Konu : Onay Kararı 21-5T/89

18.05.2021

Sayın Doç. Dr. Hüseyin GÜNAY
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Kurulumuza başvurusunu yaptığınız " **Zon iki fleksör tendon yaralanmalarında A2 pulley plasti ile diğer cerrahi yöntemlerin karşılaştırılması (deneysel ve biyomekanik kadavra çalışması)** " konulu araştırmanıza ilişkin Kurulumuz onay kararı ekte sunulmaktadır.

Varsa **Biyolojik Materyal Transfer Formu'nun** imzaları tamamlanarak Kurulumuza iletilmesi gerekmektedir. 10.04.2016 tarih ve 29680 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Tıbbi Laboratuvarlar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmeliğin 34. maddesinde "**yurtdışına tetkik amaçlı numune gönderme yetkisi sadece ruhsatlı tıbbi laboratuvarlara aittir**" ifadesi yer almakta olup bu madde Klinik Araştırmalar için de yürürlüğe girmiştir. Gönderilen insan kaynaklı biyolojik materyal klinik araştırma için gönderilse bile ruhsatlı bir tıbbi laboratuvar aracılığı ile <http://numunetransfer.saglik.gov.tr> adresindeki numune transfer yazılımı kullanılarak gönderilmesi konusuna dikkat edilmelidir.

Yazımın bir örneğinin diğer araştırma merkezlerine ve destekleyiciye iletilmesi hususunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Güzide AKSU
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSRH327LF2

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/ego-universitesi-edy>

Belge için: Hülde TATAR
Unvanı: Şef



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
TIBBİ ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

Microsoft Teams Programı ile Teletoplantı gerçekleştirilmiştir.

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Zon iki fleksör tendon yaralanmalarında A2 pulley plasti ile diğer cerrahi yöntemlerin karşılaştırılması (deneysel ve biyomekanik kadavra çalışması)
	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Hüseyin GÜNAY
	YARDIMCI ARAŞTIRMACILAR	Dr. Omar Ayad Abdullah Aljasim
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
	DESTEKLEYİCİ	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi
	ARAŞTIRMA BAŞVURU FORMU	
BİLGİLENDİRME FORMU		
VERİ İZLEME FORMU/ ANKET	<input type="checkbox"/>	
ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	
DiĞER	<input type="checkbox"/>	

KARAR BİLGİLERİ	Karar Nu: 21-5T/89	Tarih: 06.05.2021
-----------------	--------------------	-------------------

Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmacının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak Kurulumuzca incelenmiş, **araştırma giderlerinin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda** araştırmaya başlanmasının etik açıdan uygun bulunduğuna toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.

EGE ÜNİVERSİTESİ TIBBİ ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	Ege Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Güzide AKSU

Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza
Prof. Dr. Güzide AKSU Başkan	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Doç. Dr. Tolga AKŞİT (Başkan Yardımcısı)	Antrenörlük Eğitimi - Hareket ve Antrenman Bilimleri	Ege Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Hareket ve Antrenman Bilimleri AD	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Ceyda KABAROĞLU Üye (Raportör)	Klinik Biyokimya	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya A.D. Klinik Biyokimya B.D.		<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Dr. Öğr. Üyesi Aysun EKŞİOĞLU Üye	Ebelik AD.	Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Anabilim Dalı	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	ONLINE KATILMADI
Prof. Dr. Zeliha KERRY Üye	Farmakoloji	Ege Üniversitesi Eczaoluk Fakültesi Farmakoloji AD	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI
Prof. Dr. Aliye MANDIRACIOĞLU Üye	Halk Sağlığı AD	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı:
Prof. Dr. Güzide AK



ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAY BELGESİ

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Zon iki fleksör tendon yaralanmalarında A2 pulley plasti ile diğer cerrahi yöntemlerin karşılaştırılması (deneysel ve biyomekanik kadavra çalışması)
-----------------------	--

KARAR BİLGİLERİ		Karar Nu: 21-ST/89					
Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeligi	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki (*)	Katılım (**)	İmza	
Prof. Dr. Eyüp Sabri ERCAN Üye	Çocuk Ruh Sağlığı	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	ONLINE KATILMADI	
Prof. Dr. Çağdaş EKER Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Prof. Dr. H. Oya TÜRKÖĞLU Üye	Periodontoloji	Ege Üniversitesi Diş Hek. Fakültesi Periodontoloji A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Prof. Dr. Meltem SEZİŞ DEMİRCİ Üye	İç Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları A.D.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Prof. Dr. Şafak DAĞHAN Üye	Halk Sağlığı Hemşireliği AD.	Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Halk Sağlığı Hemşireliği AD.	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Doç. Dr. Ahmet ÖZGÜRYENİEL Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	ONLINE KATILMADI	
Doç. Dr. Banu SARSIK KUMBARACI	Tıbbi Patoloji	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji Anabilim Dalı	K	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Doç. Dr. Mustafa Nuri Deniz	Anestezi	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	
Doç. Dr. Tahir ATİK Üye	Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları A.D. Çocuk	E	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	<input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> H	ONLINE KATILDI	

- * Araştırma ile İlişki
** Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı:
Prof. Dr. Güzide AKSU

Beyin Kodu Rev. Tarihi / No su: Sayfa
22 28.04.2011-05 2/2

EK-2: Çalışma orijinallik raporu

Ege Üniv. Evrak Tarih ve Sayısı: 26.05.2021-E.173204



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı
Asistan Bürosu

Sayı : E-71437136-900-173204
Konu : Dr. Omar Ayad Abdullah ALJASIM

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 21.05.2021 tarihli ve 167929 sayılı yazı.

Anabilim Dalınızda tıpta uzmanlık öğrencisi olarak görev yapmakta olan Dr. Omar Ayad Abdullah ALJASIM'ın "Zon İki Fleksör Tendon Yaralanmalarında A2 Pulley Plasti İle Diğer Cerrahi Yöntemlerin Karşılaştırılması (Deneysel Ve Biyomekanik Kadavra Çalışması)" konulu tezi, Tez Çalışması Benzerlik Tespit Yazılım Programı'nda incelenmiş olup tez savunma sınavına girmesi, Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Cemil GÜRGÜN
Dekan

Ek:1 adet tez

Dağıtım:
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
Başkanlığına
Sayın Doç. Dr. Hüseyin GÜNAY

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSDH5AAK2Z

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/ege-universitesi-ebys>

Bilgi için: Duygu DEMİR
Unvanı: Veri Kayıt Elemanı



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ZON İKİ FLEKSÖR TENDON YARALANMALARINDA A2 PULLEY PLASTİ İLE DİĞER CERRAHİ YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI (DENEYSEL VE BİYOMEKANİK KADAVRA ÇALIŞMASI)

ORJİNALLİK RAPORU

%3 BENZERLİK ENDEKSİ	%3 İNTERNET KAYNAKLARI	%1 YAYINLAR	%1 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	----------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	http://promoting-accountability-with-a-new-generation-of-logic-modelscms.gov/www. İnternet Kaynağı	%1
2	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
3	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
4	aycaozgulsaglik.blogspot.com İnternet Kaynağı	<%1
5	813e2aa8-714f-4d41-90ec-13bf6ce2b13e.filesusr.com İnternet Kaynağı	<%1
6	Submitted to Selçuk Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
7	Submitted to Kirikkale University Öğrenci Ödevi	<%1
8	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1

9	sbk2017.org İnternet Kaynağı	<% 1
10	Submitted to Dumlupınar University Öğrenci Ödevi	<% 1
11	Submitted to Pamukkale Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<% 1
12	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1
13	"Sözlü Sunum Özetleri / Abstracts Of Oral Presentations", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 Yayın	<% 1
14	worldwidescience.org İnternet Kaynağı	<% 1
15	library.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
16	www.settoretecnico.figc.it İnternet Kaynağı	<% 1
17	jyx.jyu.fi İnternet Kaynağı	<% 1
18	www.isfaw2019.isfaw.org İnternet Kaynağı	<% 1
19	www.jpmps.org İnternet Kaynağı	<% 1

20	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
21	CAN, Aslı Gençay, ÇELİK, Canan, ÖZER, Mustafa and KAHVECİOĞLU, Serdar. "Hemodiyalize Giren Son Dönem Böbrek Yetmezliği Hastalarında Üst Ekstremitte Problemleri ve Fonksiyonları", Galenos Yayınevi, 2017. Yayın	<% 1
22	G Banfi. "Could platelet rich plasma have effects on systemic circulating growth factors and cytokine release in orthopaedic applications?", British Journal of Sports Medicine, 10/1/2006 Yayın	<% 1
23	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
24	kutuphane.pamukkale.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
25	neuraldevelopment.biomedcentral.com İnternet Kaynağı	<% 1
26	www.tgkdc.dergisi.org İnternet Kaynağı	<% 1
27	"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 Yayın	<% 1

28

www.selcukmedj.org
İnternet Kaynağı

<% 1

Alıntılarını çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< 5 words

Bibliyografyayı Çıkart

Üzerinde