



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

I-III. BÖLGE FLEKSÖR TENDON YARALANMALARINDA  
ELEKTROMİYOGRAFİK (EMG) BİOFEEDBACK  
EĞİTİMİNİN ELEKTRİKSEL KAS AKTİVİTESİ VE  
FONKSİYONEL DURUMA ETKİSİ

Umut ERASLAN

Mart 2019  
DENİZLİ

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

I-III. BÖLGE FLEKSÖR TENDON YARALANMALARINDA  
ELEKTROMİYOGRAFİK (EMG) BİOFEEDBACK EĞİTİMİNİN  
ELEKTRİKSEL KAS AKTİVİTESİ VE FONKSİYONEL DURUMA  
ETKİSİ

FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

Umut ERASLAN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali KİTİŞ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Ahmet Fahir DEMİRKAN

Denizli, 2019

Pamukkale Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uygulama Esasları Yönergesi Madde 24-(2) “Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora öğrencileri için: Doktora tez savunma sınavından önce, doktora bilim alanında kendisinin yazar olduğu uluslararası atıf indeksleri kapsamında yer alan bir dergide basılmış ya da basılmak üzere kesin kabulü yapılmış en az bir makalesi olan öğrenciler tez savunma sınavına alınır. Yüksek lisans tezinin yayın haline getirilmiş olması bu kapsamda değerlendirilmez. Bu ek koşulu yerine getirmeyen öğrenciler, tez savunma sınavına alınmazlar” gereğince yapılan yayın/yayınların listesi aşağıdadır (Tam metin/metinleri ekte sunulmuştur):

Ek-1. Kitis A, **Eraslan U**, Koc V, Giresun F, Usta H. Investigation of disability level, leisure satisfaction, and quality of life in disabled employees. **Soc Work Public Health** 2017; 32(2): 94-101.

Ek-2. Buker N, **Eraslan U**, Kitis A, Kiter AE, Akkaya S, Sutcu G. Is quality of life related to risk of falling, fear of falling, and functional status in patients with hip arthroplasty? **Physiother Res Int** 2019; Mar 20: e1772. [Epub ahead of print].

## DOKTORA TEZİ ONAY FORMU

Uzm. Fzt. Umut ERASLAN tarafından Prof. Dr. Ali KİTİŞ yönetiminde hazırlanan "I-III. Bölge Fleksör Tendon Yaralanmalarında Elektromiyografik (EMG) Biofeedback Eğitiminin Elektriksel Kas Aktivitesi ve Fonksiyonel Duruma Etkisi" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Filiz CAN  
Hacettepe Üniversitesi



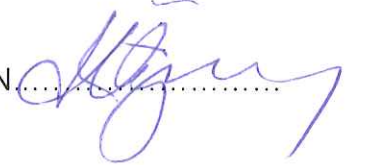
Üye: Prof. Dr. Nihal GELECEK  
Dokuz Eylül Üniversitesi



Üye (Danışman): Prof. Dr. Ali KİTİŞ  
Pamukkale Üniversitesi



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Hakan ÖZCAN  
Pamukkale Üniversitesi



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emre BASKAN  
Pamukkale Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
27./03/2019 tarih ve ...13..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

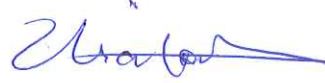
  
Prof. Dr. Hakan AKÇA

Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Umut ERASLAN

İmza :



## ÖZET

### I-III. BÖLGE FLEKSÖR TENDON YARALANMALARINDA ELEKTROMİYOGRAFİK (EMG) BİOFEEDBACK EĞİTİMİNİN ELEKTRİKSEL KAS AKTİVİTESİ VE FONKSİYONEL DURUMA ETKİSİ

Umut ERASLAN  
Doktora Tezi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD  
Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Ali KİTİŞ

Mart 2019, 72 Sayfa

**Amaç:** Bu araştırmada I-III. bölge fleksör tendon yaralanmalarında kassal aktivitedeki artışla tendon kaymasını fasilite edeceği düşünülerek erken pasif hareket protokolüne ek olarak uygulanan EMG biofeedback eğitiminin elektriksel kas aktivitesi (EKA) ve fonksiyonel duruma olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Prospektif randomize kontrollü olarak planlanan araştırmaya I-III. bölge fleksör tendon yaralanmaları nedeniyle opere edilen olgulardan alınma ölçütlerine uyanlar dahil edildi. Olgular rastgele sayılar tablosu kullanılarak, blok randomizasyon yöntemiyle her biri 11 olgudan oluşan 2 gruba ayrıldı. Birinci gruba erken pasif hareket yöntemine (modifiye Duran protokolü) ek olarak EMG biofeedback eğitimi uygulanırken, ikinci grup sadece erken pasif hareket yöntemi ile takip edildi. Tedavi programı haftada 3 gün, 12 hafta boyunca, aynı fizyoterapist tarafından yapıldı. Postoperatif 5,12 ve 24. haftalarda eklem hareket açıklığı (EHA) ve EKA değerlendirilerek olgulara Michigan EI Sonuç Anketi (MESA) uygulandı. Ayrıca 12 ve 24. haftalarda kavrama kuvveti ile 1, 5, 12 ve 24. haftalarda Görsel Analog Skalası (GAS) ile algılanan ağrı şiddeti değerlendirildi. İki grubun karşılaştırılması için Mann-Whitney U Testi kullanıldı.

**Bulgular:** Araştırmaya katılan toplam 22 olgudan 8'i kadın (%36.4), 14'ü erkekti (%63.6). Olguların yaş ortalaması  $34.27 \pm 10.42$  (18-56) yılıdır. Yaralanan parmak sayısı Grup 1'de 11, Grup 2'de 15'tir. Total Aktif Hareket (TAH) sınıflamasına göre 24. haftada iyi skoruna sahip parmak oranı Grup 1'de %45.5, Grup 2'de %33.3; modifiye Strickland sınıflamasına göre ise iyi ve mükemmel skoruna sahip parmak oranı Grup 1'de %81.8, Grup 2'de %73.3'tür. İki grubun 1, 5, 12 ve 24. hafta GAS sonuçları; 5, 12 ve 24. hafta EHA, EKA ve MESA değerleri ile 12 ve 24. hafta kavrama kuvveti değerleri arasında anlamlı bir fark mevcut değildir ( $p > 0.05$ ).

**Sonuç:** EMG biofeedback eğitiminin erken pasif hareket yöntemine göre fonksiyonel durum üzerindeki etkisi açısından bir üstünlüğü yoktu. Ancak aktif harekete başlanan dönemde etkili ve yeterli bir tendon kayma miktarı elde etmede erken pasif hareket yöntemine ek olarak uygulanan EMG biofeedback eğitiminin hasta motivasyonunu artıracak görüşündeyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Tendon yaralanmaları, Rehabilitasyon, Biofeedback

**ABSTRACT****THE EFFECT OF ELECTROMYOGRAPHIC (EMG) BIOFEEDBACK TRAINING ON ELECTRICAL MUSCLE ACTIVITY AND FUNCTIONAL STATUS IN ZONE I-III FLEXOR TENDON INJURIES**

ERASLAN, Umut

PhD. Thesis in Physical Therapy and Rehabilitation

Supervisor: Prof. Ali KITIS (PT, PhD.)

March 2019, 72 Pages

**Aim:** The aim of the study was to investigate the effect of electromyographic (EMG) biofeedback training applied with the assumption that it will facilitate the tendon gliding with the increase in muscular activity and in addition to early passive motion protocol on electrical muscle activity (EMA) and functional status in zone I-III flexor tendon injuries.

**Materials and Methods:** Cases who underwent surgery for flexor tendon injuries in zone I-III and met the inclusion criteria were included in this prospective randomized controlled trial. Cases were randomly divided into two groups of 11 cases each by block randomization, using table of random numbers. In the first group, EMG biofeedback training was applied in addition to the early passive motion method (modified Duran protocol), while the second group was followed only by early passive motion method. The treatment program was performed by the same physiotherapist three times a week, for 12 weeks. At the postoperative 5th, 12th and 24th weeks, joint range of motion (ROM) and EMA were evaluated, and the Michigan Hand Outcome Questionnaire (MHQ) was administered to the patients. In addition, the grip strength at 12th and 24th weeks, and the perceived pain intensity by Visual Analogue Scale (VAS) at 1st, 5th, 12th and 24th weeks were assessed. The Mann-Whitney U Test was used to compare the two groups.

**Results:** Of the 22 cases included in the study, 8 were female (36.4%) and 14 were male (63.6%). The mean age of the cases was  $34.27 \pm 10.42$  (18-56) years. The number of injured fingers was 11 in Group 1 and 15 in Group 2. According to the Total Active Movement (TAM) classification at 24th week, the ratio of fingers with good score was 45.5% in Group 1 and 33.3% in Group 2, and in modified Strickland's classification the ratio of fingers with good and excellent scores was 81.8% in Group 1 and 73.3% in Group 2. There was no significant difference between the two groups in terms of VAS results at 1st, 5th, 12th and 24th weeks, the ROM, EMA and MHQ scores at 5th, 12th and 24th weeks, and the grip strength at 12th and 24th weeks ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** EMG biofeedback training was not superior to early passive motion method in terms of the effect on early functional status. However, we believe that EMG biofeedback training applied in addition to early passive motion method will increase patient motivation to obtain an effective and sufficient tendon gliding during the active movement period.

**Keywords:** Tendon injuries, Rehabilitation, Biofeedback

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında bana destek olan, bilgi ve tecrübesiyle beni aydınlatan, öğrencisi olmaktan onur duyduğum, bilimsel çalışma anlayışını her daim örnek alacağım tez danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali KİTİŞ'e,

Tezimin her aşamasında değerli görüşleriyle beni yönlendiren, bilgi ve deneyimleriyle bana destek olan ikinci danışmanım sayın Prof. Dr. Ahmet Fahir DEMİRKAN'a,

Tezimin planlanmasında değerli görüşleriyle beni aydınlatan, şu an aramızda olmamasından dolayı büyük üzüntü duyduğum merhum Prof. Dr. Attila OĞUZHANOĞLU'na,

Tez çalışmam için gerekli vakaların yönlendirilmesinde ve tez çalışma sürecime değerli katkılarından dolayı Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı öğretim üyesi Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Hakan ÖZCAN'a,

Bana akademisyenliği sevdiren, lisansüstü eğitimim boyunca desteğini her daim hissettiğim, bilgi ve tecrübesini benden hiçbir zaman esirgemeyen yüksek lisans danışman hocam sayın Prof. Dr. Nihal GELECEK'e,

Tez çalışmama aldığım vakalar hakkındaki tüm sorularımı yanıtlayan başta Uzm. Dr. Mehmet Rauf KOÇ olmak üzere, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı ile Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı'nın asistanlarına,

Doktora eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana destek olan tüm hocalarıma,

Berber çalıştığımız ünitenin sorumluluklarına dair destekleriyle tez çalışmam için gerekli zamanın sağlanmasında bana yardımcı olan mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Hande USTA ve Arş. Gör. Merve SARILİPEK'e,

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan, beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, her daim desteklerini hissettiğim en kıymetli varlığım olan aileme; anneme, babama ve ablalarımın en içten teşekkürlerimi sunarım.



## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>viii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Amaç.....	2
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>3</b>
2.1. Tendon Yapısı ve Mekanik Özellikleri.....	3
2.2. Fleksör Tendonların Anatomisi.....	7
2.2.1. Transvers karpal ligament.....	9
2.2.2. Palmar aponöz pulley .....	9
2.2.3. Dijital fibro-osseöz kanal .....	10
2.3. Fleksör Tendonların ve Pulley Sisteminin Biyomekaniği.....	13
2.4. Fleksör Tendonların Beslenmesi .....	16
2.5. Fleksör Tendonların İyileşmesi.....	17
2.6. Fleksör Tendon Yaralanmalarında Tanı .....	19
2.7. Fleksör Tendon Cerrahisi .....	20
2.7.1. Endikasyon ve kontrendikasyonlar.....	20
2.7.2. Cerrahi teknik ve genel hususlar .....	21
2.7.3. Tendon tamirinin prensipleri.....	22
2.7.4. I-III. bölge akut fleksör tendon yaralanmalarının tedavisi.....	24
2.7.4.1. I. bölge .....	24
2.7.4.2. II. bölge .....	25
2.7.4.3. III. bölge .....	25
2.7.5. Parsiyel fleksör tendon yaralanmaları .....	26
2.8. Fleksör Tendon Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon .....	26

2.8.1. Rehabilitasyon protokolleri .....	27
2.8.2. Modifiye Duran protokolü .....	30
2.9. El Rehabilitasyonunda EMG Biofeedback Kullanımı.....	31
2.9.1. Tanım ve tarihçe .....	31
2.9.2. Amaç ve strateji .....	32
2.9.3. EMG biofeedback ekipmanları .....	33
2.9.4. Klinik uygulamalar.....	33
2.10. Postoperatif Değerlendirme .....	36
2.11. Hipotezler.....	37
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>38</b>
3.1. Araştırmanın Tipi.....	38
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	38
3.3. Katılımcılar .....	38
3.4. Değerlendirme.....	40
3.4.1. Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi .....	40
3.4.2. Elektriksel kas aktivitesinin ölçümü .....	41
3.4.3. Kavrama kuvvetinin değerlendirilmesi.....	41
3.4.4. Ağrı değerlendirmesi.....	42
3.4.5. El fonksiyonelliğinin değerlendirilmesi.....	42
3.5. Tedavi Programı.....	43
3.5.1. Cerrahi teknik.....	43
3.5.2. Rehabilitasyon programı .....	43
3.6. İstatistiksel Analiz.....	49
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>50</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>56</b>
<b>6. SONUÇ .....</b>	<b>65</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>66</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>72</b>
<b>9. EKLER</b>	
Ek-1. Yayın Beyanı	
Ek-2. Yayın Beyanı	
Ek-3. Etik Kurul Onayı	
Ek-4. Değerlendirme Formu	
Ek-5. Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 2.1</b> Temel tendon yapısı .....	5
<b>Şekil 2.2</b> Tendonun mekanik testlere yanıtını temsil eden stres-gerilim eğrisi .....	6
<b>Şekil 2.3</b> Fleksör pulley anatomisi .....	11
<b>Şekil 2.4</b> Fleksör tendonların anatomik bölgeleri .....	13
<b>Şekil 2.5</b> Tendonun eklem üzerindeki moment gösterimi.....	15
<b>Şekil 2.6</b> Dijital kılıf içindeki fleksör tendonların kanlanması .....	17
<b>Şekil 2.7</b> İyileşme ve rehabilitasyonu etkileyen faktörler .....	27
<b>Şekil 3.1</b> Olguların çalışmaya alınma süreci .....	40
<b>Şekil 3.2</b> Aktif eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi .....	41
<b>Şekil 3.3</b> Kaba ve ince kavrama kuvvetinin ölçümü .....	42
<b>Şekil 3.4</b> Dorsal blok splinti .....	43
<b>Şekil 3.5</b> Splint içi egzersizler .....	44
<b>Şekil 3.6</b> Bandaj uygulaması .....	44
<b>Şekil 3.7</b> Aktif blok egzersizleri .....	45
<b>Şekil 3.8</b> FDS kası (A) ve FDP kası (B) yüzeysel elektrot yerleşimleri.....	46
<b>Şekil 3.9</b> Başlangıç kassal aktivite düzeyinin belirlenmesini gösteren ekran görüntüsü .....	46
<b>Şekil 3.10</b> FDS kası (A) ve FDP kası (B) EMG biofeedback eğitimi .....	47
<b>Şekil 3.11</b> EMG biofeedback eğitim seansını gösteren ekran görüntüsü .....	47
<b>Şekil 3.12</b> Tendon kaydırma egzersizleri.....	48
<b>Şekil 3.13</b> El bileği aktif egzersizleri .....	48
<b>Şekil 3.14</b> Dirençli el egzersizleri.....	48

## TABLOLAR DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 4.1</b> Grupların tanımlayıcı verileri.....	50
<b>Tablo 4.2</b> Grupların yaş, çalışma süresi ve tüketilen sigara miktarlarının karşılaştırılması .....	51
<b>Tablo 4.3</b> Grup 1 ve Grup 2'deki olguların yaralanmaya ilişkin verileri.....	51
<b>Tablo 4.4</b> Grupların EHA değerlerinin TAH ve modifiye Strickland skorlarına göre sınıflandırılması .....	52
<b>Tablo 4.5</b> Grup 1'deki olguların 5, 12 ve 24. hafta EHA, EKA ve MESA değerlerinin karşılaştırılması .....	52
<b>Tablo 4.6</b> Grup 1'deki olguların 12 ve 24. hafta kavrama kuvveti değerlerinin karşılaştırılması .....	53
<b>Tablo 4.7</b> Grup 2'deki olguların 5, 12 ve 24. hafta EHA, EKA ve MESA değerlerinin karşılaştırılması .....	53
<b>Tablo 4.8</b> Grup 2'deki olguların 12 ve 24. hafta kavrama kuvveti değerlerinin karşılaştırılması .....	54
<b>Tablo 4.9</b> Algılanan ağrı şiddetinin gruplar arasında karşılaştırılması .....	54
<b>Tablo 4.10</b> EHA, EKA ve MESA'nın gruplar arasında karşılaştırılması .....	55
<b>Tablo 4.11</b> Kavrama kuvvetinin gruplar arasında karşılaştırılması .....	55

## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm.....	Santimetre
DASH.....	Kol, omuz ve el sorunları anketi
DİF.....	Distal interfalangeal eklem
dk.....	Dakika
EHA.....	Eklem hareket açıklığı
EKA.....	Elektriksel kas aktivitesi
EMG.....	Elektromiyografik
FDP.....	Fleksör digitorum profundus
FDS.....	Fleksör digitorum superfisialis
FPL.....	Fleksör pollisis longus
GAS.....	Görsel analog skalası
GYA.....	Günlük yaşam aktivitesi
İF.....	İnterfalangeal eklem
kg.....	Kilogram
MESA.....	Michigan el sonuç anketi
MKF.....	Metakarpofalangeal eklem
mm.....	Milimetre
MPa.....	Megapaskal
n.....	Sayı
PA.....	Palmar aponöroz
PİF.....	Proksimal interfalangeal eklem
Q-DASH.....	DASH kısa formu
TAH.....	Total aktif hareket
TPH.....	Total pasif hareket
UPBD.....	Uygulamalı Psikofizyoloji ve Biofeedback Derneği
VBP.....	Vinkulum brevis profundus
VBS.....	Vinkulum brevis superfisialis
VLP.....	Vinkulum longus profundus
VLS.....	Vinkulum longus superfisialis
$\bar{x} \pm SS$ .....	Aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma
$\mu V$ .....	Mikrovolt

## 1. GİRİŞ

Fleksör tendon yaralanmaları, tendonlar cilde yakın seyrettiği için sık görülmekle birlikte genelde kesi sonucu oluşmaktadır (Griffin vd 2012). Fleksör tendon yaralanmalarından sonra parmakların fonksiyonel restorasyonu el cerrahisinde önemli bir problem olmaya devam etmektedir (Tang 2005). Cerrahi tendon tamirinin başarısı büyük ölçüde fizyoterapi programının uygulanmasına bağlıdır. Erken fizyoterapi fleksör tendon yaralanmalarından sonra hastaların tedavisinde önemli bir faktördür (Rrecaj vd 2014).

Fleksör tendon tamiri sonrası el rehabilitasyonunun amaçları el mobilitesinin sağlanması, adezyon ve gap (boşluk) formasyonunun önlenmesi, tendon kaymasının devam ettirilmesi, kasların kuvvetlendirilmesi ve elin fonksiyonelliğinin restore edilmesidir (Farzad vd 2014, Rrecaj vd 2014, Klifto vd 2018). İyileşme süreci boyunca tendonun kayma hareketi devam ettirilmelidir. Bu, tendon adezyonlarının önlenmesi ve intrinsik tendon iyileşmesi açısından önemlidir (Kannas vd 2015). Bu kazanımlar, önemli klinik ve fonksiyonel problemlerin görüldüğü I-III. bölge yaralanmalarında özellikle önem arz etmektedir.

Rehabilitasyon alanında kullanılan çok sayıda protokol yayınlanmış olmasına rağmen, en iyi fonksiyonel sonuca ulaştıran ideal protokol hala tartışılmaktadır (Griffin vd 2012). Farklı postoperatif tedavi seçenekleri erken veya geç pasif hareket ve aktif hareket olarak çeşitlilik göstermektedir (Quadlbauer vd 2016). Protokol seçimi tamirin kuvvetine ve kişisel faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte çoğu olguda kontrollü hareket protokolü uygulanmaktadır. Fleksör tendonların erken hareketi adezyonların azalmasını, tensil kuvvetin, tendon kaymasının ve intrinsik iyileşmenin gelişmesini sağlamaktadır (Neumeister vd 2014). Tendon tamiri sonrası postoperatif protokoller incelendiğinde, pasif hareket protokollerinde rüptür riskinin anlamlı olarak düşük olduğu, eklem hareket kısıtlılığı riskinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir (Starr vd 2013, Lutsky vd 2015). Kontrollü pasif hareket protokolü tendonlarda önemli bir yüklenmeye neden olmadan, peritendinöz adezyonların azalması için yeterli olan 3-5 milimetre (mm)'lik tendon ekskürsiyonunu sağladığı için fleksör tendon yaralanmaları sonrasında güvenle ve sıklıkla kullanılmaktadır (Kannas vd 2015).

Biofeedback, elektronik bir cihazla internal fizyolojik aktivitenin görsel ve işitsel sinyaller halinde görülmesini sağlayan bir tekniktir. Elektromiyografik (EMG) biofeedback, iskelet kasındaki aktivitenin izlemine sağlamakla birlikte el yaralanmalı hastalarda kassal fasilitasyon, gevşeme veya bunların kombinasyonunu sağlamak amacıyla kullanılabilir. Tendon kesisi sonrası cerrahi tamir dahil olmak üzere çeşitli el problemlerinde EMG biofeedback eğitiminden yararlanılabilmektedir (Blackmore vd 2011). Ancak özellikle tendon tamiri sonrasında EMG biofeedback eğitimine ilişkin bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Bu eğitim kassal fasilitasyonla aktif eklem hareketinin artmasını, ayrıca yeterli tendon kaymasının sağlanabilmesi için aktif kas kontraksiyonunun optimize edilmesini sağlayabilmektedir. Fleksör tendon yaralanması sonrası kas kontraksiyonunun kalitesi ve miktarının bilinmesi, değerlendirme açısından da objektif bir bilgi sağlayacaktır. Buradan yola çıkarak bu araştırmada I-III. bölge fleksör tendon yaralanması sonrasında EMG biofeedback eğitiminin elektriksel kas aktivitesi (EKA) ve fonksiyonel duruma olan etkisi incelenmiştir.

### **1.1. Amaç**

Bu araştırmada I-III. bölge fleksör tendon yaralanması sonrasında erken pasif hareket protokolüne ek olarak uygulanan EMG biofeedback eğitiminin EKA ve fonksiyonel duruma olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

Tarihsel olarak fleksör tendon yaralanmalarının cerrahi tedavisi her zaman tartışmalara neden olmuştur. 1960'lardan önce özellikle II. bölgede olmak üzere, parmaklardaki tendon onarımları genel olarak kötü sonuçlar nedeniyle nadiren gerçekleştirilmekteydi. II. bölgede primer tendon tamiri ilk olarak 1967'de yapılmış ve bu tarihten sonra kullanılan bu cerrahi teknik dünya genelinde uygulanmaya başlamıştır. Bununla birlikte araştırmalar tendon tamirinin kuvvetini artırmak için farklı suture konfigürasyonları, kor suture sayısı, suture materyalleri, fleksör tendon iyileşmesi ve fonksiyonun en üst düzeye çıkarılması için postoperatif rehabilitasyon protokolleri üzerine odaklanmıştır (Singh vd 2015). Son yıllarda yapılan araştırmalar cerrahi tamir sonrası tendon stabilitesini ve intratendinöz iyileşmeyi artıran, klinik iyileşmeyi sağlamak için ekstratendinöz fibrozisi azaltan biyolojik faktörler üzerine odaklanmış, iyileşen tendonların mekanik ve histolojik özelliklerinin anlaşılmasında önemli gelişmeler elde edilmiştir (Dy ve Daluiski 2014, Myer ve Fowler 2016).

Cerrahi teknik ve postoperatif rehabilitasyon protokollerindeki gelişmelere rağmen, fleksör tendon yaralanması sonrası başarılı bir sonuca ulaşmak zor olabilmektedir (Dy vd 2012, Sammer ve Chung 2014). Birçok kazanıma rağmen sertlik, skar ve fonksiyonel etkilenim sorunları devam etmektedir (Taras vd 2011). Başarılı bir sonuç için tendon yaralanması ve iyileşmesinin biyolojik prensiplerinin tam olarak anlaşılması, normal ve patolojik fleksör tendon anatomisi hakkında ayrıntılı bir bilgi, cerrahi tekniklere dikkat, özenli bir postoperatif rehabilitasyon protokolü ve cerrah, terapist ve hastanın protokolün yürütülmesinde motive olması gerekmektedir (Lutsky vd 2015).

### 2.1. Tendon Yapısı ve Mekanik Özellikleri

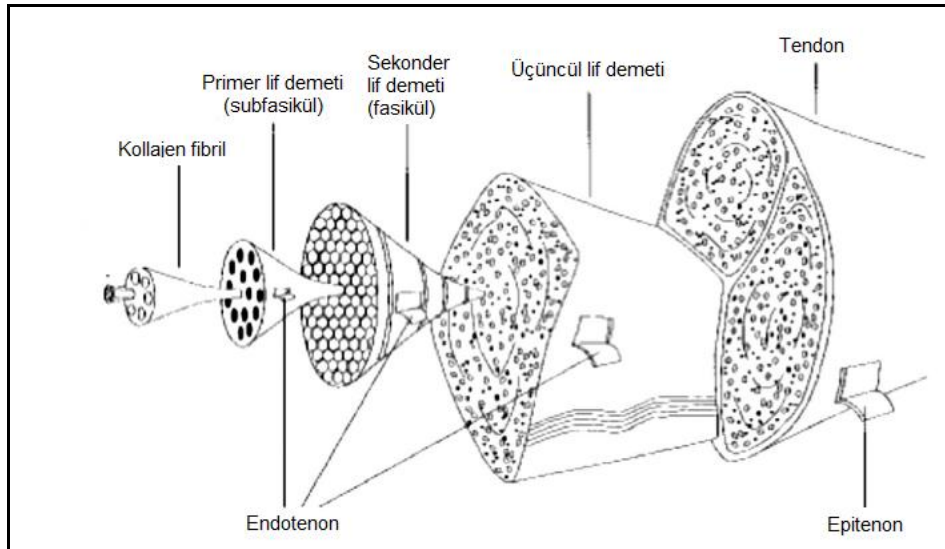
Tendonun biyomekanik özellikleri moleküler organizasyonu, morfolojisi ve hücresel diziliminden kaynaklanır. Tendon hücresel ve hücresel olmayan öğelerden oluşur. Hücresel bileşen ağırlıklı olarak kollajen üretimi ve ekstrasellüler matriksin



yeniden düzenlenmesinde rolü olan iğ şeklindeki fibroblastlardan oluşur. Ekstrasellüler matriks ise esas olarak su (sıvı ağırlığın %60-80'i), kollajen (kuru ağırlığın %86'sı), proteoglikanlar (kuru ağırlığın %1-5'i) ve elastin (kuru ağırlığın %2'si) içerir (Lin vd 2004). Tendonun kuvveti kollajen lifler, esnekliği ise elastin tarafından sağlanmaktadır (Goodman ve Choueka 2005, Singh vd 2015).

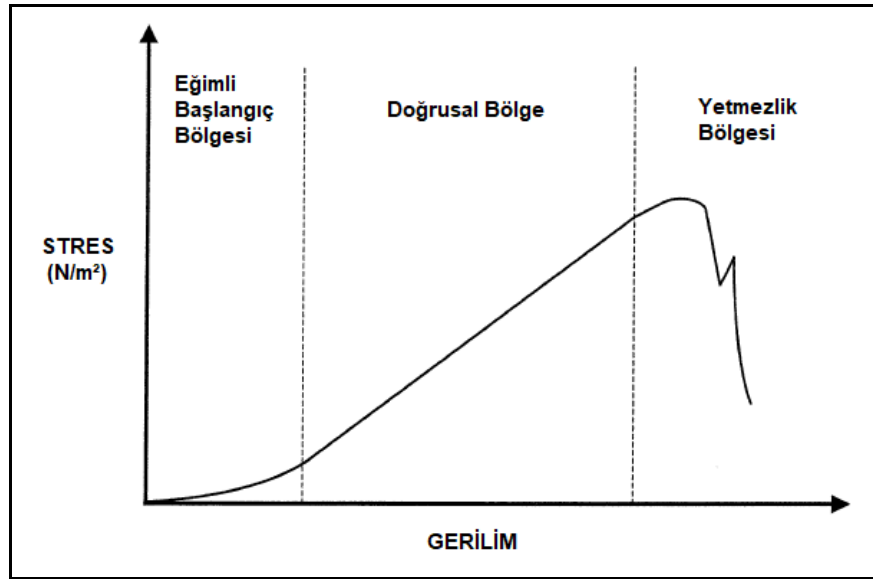
Ekstrasellüler matriksin ana komponenti kollajendir. Tendonlar temel olarak tip I kollajenden oluşurken, tendonu çevreleyen endotenon ve epitenon primer olarak tip III kollajenden meydana gelir. Kollajen lifler longitudinal bir dizilime sahiptir ve tendon uzun hattına paraleldir. Kollajen, tendon içinde bulunan tenositler tarafından sentezlenir ve salınır. Salındıktan sonra kollajen lifler üçlü sarmallar şeklinde düzenlenir, güç ve stabilite artışı için çapraz bağlantı yaparlar. Çapraz bağlantı tendonun uzunluğu boyunca değişir ve farklı mekanik özelliklere katkıda bulunur. Muskulotendinöz bileşkede ve tendon-kemik bağlantısında tendonun merkezi kısmından daha az çapraz bağlantı ve daha fazla hücresellik vardır. En yüksek kuvvet tendonun orta kısmında, ardından tendon-kemik sonlanmasında ve en az kuvvetse kas-tendon bileşkesindedir. Çevreleyen ekstrasellüler matriksin kollajen lifler arasında kayma ve liflere fonksiyonel stabilite sağlamada yardımcı olduğu düşünülmektedir (Goodman ve Choueka 2005, Singh vd 2015, Myer ve Fowler 2016).

Beş çapraz bağlı kollajen molekülü bir mikrofibril oluşturur. Mikrofibril grupları birleşerek subfibrilleri, subfibriller birleşerek de daha geniş fibrilleri meydana getirirler. Fibriller, nonorganik matriksi meydana getirmek için proteoglikanlar ve su ile birlikte paralel demetler halinde sıkı bir şekilde dizilmiştir. Tendon fasikülleri gevşek bir bağ dokusu olan endotenon ile birbirine bağlanır. Bu fasiküller tendon oluşturmak için sinovyal sıvıyı üreten sinovyal bir membran olan epitenon içinde birbirine bağlanır (Şekil 2.1). Fibroblastlara lenfatik, vasküler ve nöral destek sağlayan elementler endotenon içinde bulunur. Epitenon ise lenf damarları ve sinirler için kan damarlarını içerir. Tendon kılıfı, kılıf içindeki tendonun kaymasına yardımcı olmak için lubrikasyon sağlayan sinovyal hücrelerle kaplıdır. Elin dışında tendonlar genel olarak bir kılıfın içinde yer almaz; endotenon ve epitenona vasküler destek sağlayan elemanları içeren sürekli bir paratenon ile kaplıdır (Lin vd 2004, Goodman ve Choueka 2005, Myer ve Fowler 2016).



**Şekil 2.1** Temel tendon yapısı (Myer ve Fowler 2016)

Adından da anlaşıldığı üzere tendon germek anlamına gelen Latince “tendere” sözcüğünden türemiştir ve gerilimin iletilmesini sağlar. Bu özellikten primer olarak kollajen sorumludur ve stres-gerilim eğrisi tendonunki ile hemen hemen aynıdır. Tendonun mekanik özellikleri, stres-gerilim eğrisinin analizi ile ortaya çıkar (Şekil 2.2). Bu eğri üç bölgeye sahiptir: eğimli başlangıç bölgesi, doğrusal bölge ve yetmezlik bölgesi. Erken yüklenme fazı olan başlangıç bölgesi, stres etki etmeden önce moleküler düzeyde kollajenin gevşek ve tendonun gergin olduğu dönemi tanımlar. Doğrusal bölge, belirli bir yük (veya stres) için sabit bir uzamayı (veya gerilmeyi) gösterir. Bu eğim veya stresin gerilime oranı, tendonun temel bir özelliğini temsil eder: Young’ın esneklik modülü. Son bölge, elastik sınır (materyalin yükte azalma ile uzamaya başladığı nokta) ve yetmezlik noktası (materyalin bütünlüğünün bozulduğu nokta) dahil olmak üzere geri dönüşsüz değişikliklerin olduğu alanları içerir. Stres-gerilim eğrisinin altındaki toplam alan, testte absorbe edilen toplam enerjidir. İnsan tendonunun Young modülü 1200–1800 Megapaskal (MPa) arasında değişirken, nihai güç 50-150 MPa arasında değişir. Materyalin yetmezliğe uğradığı deformasyon noktası olan nihai gerilimin insan tendonunda başlangıç uzunluğunun %9-35'i kadar bir artışla değiştiği hesaplanmıştır (Goodman ve Choueka 2005, Singh vd 2015).



**Şekil 2.2** Tendonun mekanik testlere yanıtını temsil eden stres-gerilim eğrisi (Goodman ve Choueka 2005)

Tendon mekaniğinin basit doğrusal analizi, tendonun hız ve zamana bağlı özelliklerini, en önemlisi viskoelastisitesini ihmal eder. Viskoelastisitenin iki ana parametresinden ilki başlangıçta büyük, ardından küçük artışlarda uzama ile karakterize, sabit bir yük altında dokunun zamana bağlı uzamasıdır. Diğeri, stres gevşemesi ise doku sabit bir uzamaya maruz kaldığında sergilenen yükteki eş zamanlı azalmadır. Tendonun viskoelastik özellikleri harekete karşı direnci arttırmaktadır (Goodman ve Choueka 2005, Singh vd 2015).

Tendonun mekanik davranışı tekrarlanan yükler boyunca değişir. Tekrarlı yükleme sırasında, dokunun uzamasını sürdürmek için zamana bağlı uzama ve yüklenmenin olmadığı süreç boyunca da dokunun orijinal uzunluğuna dönmesini önlemek için friksiyon eğilimi vardır. Zamanla ardışık uzama miktarları arasında giderek daha az fark görülür. Ayrıca her devirdeki yükleme ve yüklenmesiz periyot arasında bir eşitsizlik durumu mevcuttur. Döngünün kolları arasındaki bu alan histerez (gecikme) olarak adlandırılır ve her döngü içindeki doku tarafından emilen enerjiyi temsil eder (Goodman ve Choueka 2005).

Davranışsal, fizyolojik ve patolojik diğer bazı faktörler tendonun mekanik özelliklerini etkileyebilir. Egzersiz kollajen sentezine katkıda bulunur ve kollajen fibrillerinin uzunluğunu etkileyerek tendonun gücünü artırır. Öte yandan immobilizasyon dönemlerinin tendonun esneklik modülü ve gerilme direncinde azalmaya neden olduğu gösterilmiştir; immobilizasyon süresi ne kadar uzun olursa azalma da o kadar fazla olmaktadır. Hasta yaşı da tendon kalitesine katkıda bulunabilir. Tendon kesit alanı iskelet olgunluğuna kadar artar ve yaşlılıkta azalır. Yaşlanmayla

tendon kollajen, proteoglikan ve su içeriği azalır, sonuç olarak da tendon küçülür, zayıflar ve yaralanmaya daha yatkın hale gelir. Diyabet gibi hastalık durumları da tendon sağlığını etkiler. İn vivo çalışmalarda kollajen çapraz bağlantısının glikoza bağlı olarak arttığı gösterilmiştir (Goodman ve Choueka 2005, Singh vd 2015).

## 2.2. Fleksör Tendonların Anatomisi

Fleksör digitorum profundus (FDP) ulnanın proksimal volar ve medial yüzeylerinden, interosseöz membrandan ve bazen proksimal radiustan, radial tüberositasın hemen distalinden başlar. Fleksör pollicis longus (FPL) ile birlikte FDP, proksimal önkol fleksör kompartmanında derin kas tabakasını oluşturur. Tek kas gövdesi önkolda distal olarak ilerlerken orta önkolda radial ve ulnar demetlere ayrılır (Taras vd 2011, Dy ve Daluiski 2014). Önkolun distal üçte birinde, muskulotendinöz bileşkede radial demet işaret parmağının ve ulnar demet ulnar üç parmağın profundus tendonunu oluşturur. Ulnar demet kaslarının ayrılması zordur ve birbirine bağlantılı yapıları tendinöz kısımlarına kadar devam eder. Karpal tünel seviyesinde liflerde meydana gelen çapraz bağlantılar tendonları birbirine daha da bağlantılı hale getirir. Karpal tünelden geçen profundus tendonları tünelin tabanında yer alır. Karpal tünelden düz, transvers bir sıra halinde, fleksör digitorum superficialis (FDS) tendonlarının derininden geçerler. FDP tendonlarının tümü ortak bir kas gövdesinden çıkarken, işaret parmağı tendonu ayrı olarak ortaya çıkabilir (Goodman ve Choueka 2005, Taras vd 2011, Lutsky vd 2015).

Karpal tüneli geçtikten sonra, profundus tendonları parmaklara ayrılır. Lumbrikal kaslar bu seviyeden orjin alır. Bu noktada iki ulnar lumbrikal kas bipennat olduğundan ve her biri iki FDP tendonundan orjin aldığından üçüncü, dördüncü ve beşinci tendonların birbirine daha fazla bağlantılı olduğu görülür. Profundus tendonları, metakarpofalangeal (MKF) eklem seviyesinde superficialis tendonlarının derininde fleksör kılıfa girer. Orta proksimal falanks seviyesinde profundus tendonu iki kola ayrılan superficialis tendonunun arasından geçerken daha palmarde yer alır. Distal falanksın palmar tabanında sonlanmak üzere distale doğru devam eder. Median sinirin anterior interosseöz dalı işaret parmağına, bazen de orta parmağa giden FDP'yi inerve eder. Ulnar sinir ise yüzük ve küçük parmakların FDP'sini inerve eder (Goodman ve Choueka 2005, Taras vd 2011, Lutsky vd 2015).

Ekstrinsik parmak fleksiyon sisteminin en önemli iş gücünü FDP karşılamaktadır. FDP parmağın her üç eklemine fleksiyon yaptırabilme özelliğine sahip tek tendondur; bu şekilde parmağın kuvvetinin çoğunu sağlar. MKF, proksimal

interfalangeal (PİF) ve distal interfalangeal (DİF) eklemleri katettiği için, FDP her eklem üzerinde bir moment koluna sahiptir ve tork uygulayarak eklemlere fleksiyon yaptırabilir. FDP'nin fleksiyon oluşturma mekanizması her eklemdede farklı olup, DİF'de primer, PİF ve MKF'de sekonder fleksör olarak fonksiyon görür. DİF'de fleksiyon distal falanksta doğrudan sonlanma sonucu oluşur. PİF eklemdede fleksiyon başka yollarla sağlanır. FDP, PİF üzerinde bir moment koluna sahip olduğundan, kısalmasıyla bir fleksiyon kuvveti uygular. Fleksiyonda ikincil bir faktör fleksör kılıf ve ekstansör tendon arasındaki fibröz bağlantı olan spiral oblik retinaküler ligamenttir. PİF'i geçerken, oblik retinaküler bağ, rotasyon ekseninin volarine uzanır; böylece DİF fleksiyonu ile spiral oblik retinaküler ligamentte oluşan gerilimle, PİF fleksiyonu gerçekleşir. FDP'nin MKF ekleme fleksiyon yaptırabilme yeteneği belirgin görünse de, MKF fleksiyonunun başlatılmasındaki rolü tartışma konusu olmuştur. Ekstrinsik bir fleksörün proksimal falanksa doğrudan bağlantısı olmadan, muhtemelen falankslara bağlı anuler ve çapraz pulley sisteminden kuvvetlerin iletilmesi veya DİF ve PİF eklemlerde oluşturulan momentlerin yayılımı gibi alternatif bir mekanizmaya gerek duyulur (Goodman ve Choueka 2005, Singh vd 2015).

Sıklıkla sekonder bir role sahip olduğu düşünülmesine rağmen FDS, fleksör sistemin önemli bir parçasıdır ve bu durum FDS'nin yokluğunda belirgin hale gelen bir gerçektir. Bir kas gövdesine sahip olan FDP'nin aksine, FDS'nin dört bağımsız kası vardır. FDS iki ayrı baştan orjin alır. Humeroulnar baş, medial humeral epikondil ve ulna koronoid prosesinden başlar. Radial baş radius proksimal şaftından başlar. Proksimal önkolda, FDP'nin yüzeyinde, fleksör kompartmanın orta tabakasında bulunur. Önkolun orta üçte birinde dört ayrı kas tanımlanmıştır. Önkolun distal üçte birinde dört ayrı tendon görülür. Küçük parmak superfisialis varlığı değişkenlik göstermekle birlikte hastaların %21'inde olmayabilir. Karpal tünel düzeyinde orta ve yüzük parmak superfisialis tendonları, daha derinde ve periferde yer alan işaret ve küçük parmak superfisialis tendonlarının yüzeyel ve santralindedir. Profundus tendonlarının yüzeyinde yer alan FDS tendonları el bileğinde ve MKF eklemdede daha büyük bir moment koluna sahiptir (Goodman ve Choueka 2005, Taras vd 2011, Lutsky vd 2015).

MKF eklem seviyesinde superfisialis tendonu profundus tendonunun palmarinden fleksör kılıfa girer. Proksimal falanksın proksimal üçte birinde superfisialis tendonu profundus tendonunun çevresinden, FDP tendonuna göre lateral ve dorsale doğru seyreden iki dala ayrılır. Bu iki dal proksimal falanksın distali ve PİF eklemin üzerinde bulunan Camper kıvrımında, profundus tendonunun derininde ve dorsalinde yeniden birleşir (Taras vd 2011, Dy ve Daluiski 2014, Mehling vd 2014). Liflerin %50'si çaprazlaşır ve %50'si ipsilateral kalır. Superfisialis tendonu daha sonra radial ve ulnar

dallar aracılığıyla orta falanksın volar proksimal metafizine yapışır. Bu terminal seyri boyunca kemiğe daha yakın durmaktadır, bu nedenle PİF ekleminde profundustan daha küçük bir moment koluna sahiptir. Ayrıca PİF eklemin fleksiyonuyla superfisialis'in iki terminal yan dalı bowstring yapabilir, böylece moment koluna ve etkili fleksiyon yapabilme gücüne katkıda bulunabilir. Superfisialis kasının tamamı median sinir tarafından inerve edilir (Goodman ve Choueka 2005, Taras vd 2011, Lutsky vd 2015).

FPL, proksimal radius ve interosseöz membrandan orjin alır. Önkolun proksimal üçte birinde fleksör kompartmanın derin tabakasında ve dijital fleksörlerin radialinde, karpal tünel düzeyinde ise radial tabanda yer alır. Karpal tünelden geçtikten sonra, adduktör pollicis ve fleksör pollicis brevis arasından ortaya çıkarak avuç içine girer. FPL, başparmak fleksör kılıfına giren tek tendondur ve distal falanksın proksimal palmar tabanında sonlanır. Median sinirin anterior interosseöz dalı FPL'yi inerve eder (Taras vd 2011, Singh vd 2015).

Elin fleksör pulley sistemi transvers karpal ligament, palmar aponöroz (PA) pulley ve son olarak da en karmaşık ve hassas olan, bu nedenle de en çok dikkat çeken dijital fibro-osseöz kanalı içerir (Goodman ve Choueka 2005).

### **2.2.1. Transvers karpal ligament**

Transvers karpal ligamentin karpal tünel için bir çatı olmasının yanı sıra fleksör pulley görevi de gördüğü ileri sürülmüştür. Kline ve Moore ligament transeksiyonuyla, sadece el bileği fleksiyonunda olmak üzere FDS ve FDP ekssürsionuna ihtiyacın %20-25 oranında arttığını bulmuştur. Bu, 60° fleksiyon ve 30° ekstansiyonda gereken ekssürsiyonda anlamlı bir fark bulan Netcher ve arkadaşları tarafından kısmen doğrulanmıştır. Karpal tünel gevşetme sonrası görülen kavrama kuvveti zayıflığı bu pulley mekanizmasının kaybı sonucu olabilir; preoperatif kuvveti yeniden kazanmanın 3 ay sürdüğü ve ligament rekonstrüksiyonunun postoperatif kavrama kuvvetini artırdığına ilişkin raporlar mevcuttur (Goodman ve Choueka 2005).

### **2.2.2. Palmar aponöroz pulley**

1983 yılında ilk olarak Manske ve Lesker tarafından tanımlanan PA pulley, A1 pulleyin proksimalinde, MKF eklemin yaklaşık 1 santimetre (cm) proksimalinde yer alır. PA'nın transvers liflerinden oluşur, membranöz kılıfın başlangıcında yer alır ve derin transvers metakarpal ligamente yapışan vertikal septa ile kılıfın her iki tarafına tutunur. Manske ve Lesker bu bölgedeki fleksör tendonların etrafında, PA'nın transvers fasiküler lifleri ve paratendinöz bantları tarafından oluşturulan bir tünel tanımlamıştır.

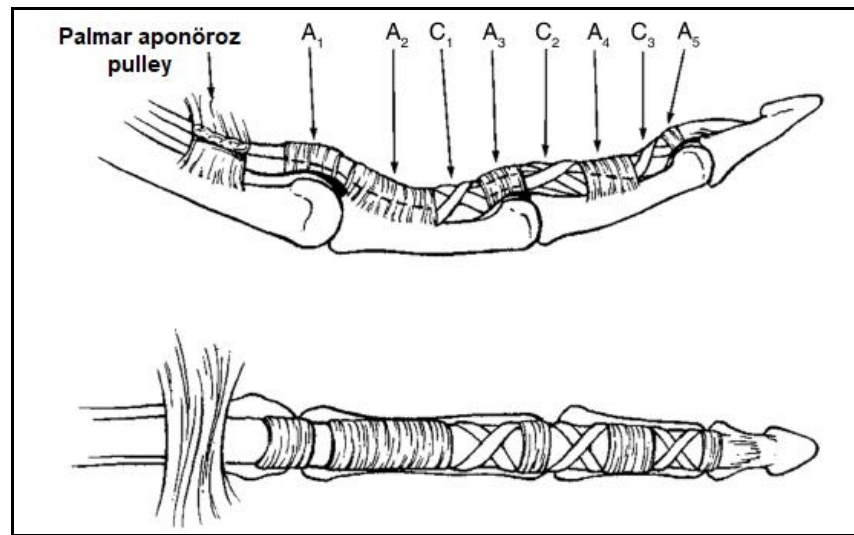
Dolye 1990 yılında bu yapının işlevinin, fleksör tendon pulley sisteminin tamamlayıcı bir parçası olarak dahil edilmesini gerektirdiğini iddia etmiştir. Phillips ve Mass 1996'da PA pulleyin proksimal anuler pulleylerden biri ya da her ikisiyle birlikte kesilmesinin ekskürsiyon etkinliğini azalttığını göstererek bu pulleyin biyomekanik önemini doğrulamıştır. PA pulleyin tek başına kesilmesi herhangi bir verimlilik parametresini etkilememiştir. Bu, PA pulleyin korunması veya A1 ya da A2 pulleyin kesilmesiyle parmak hareket açıklığının korunabildiğini bulan Manske ve Lesker'in bulgusuyla tutarlıdır (Goodman ve Choueka 2005, Taras vd 2011).

### 2.2.3. Dijital fibro-osseöz kanal

Fleksör tendonlar karpal tünelden geçer ve daha sonra bir dizi pulley yapısının altından girerek parmaklardaki fleksör tendon kılıfının oluşmasını sağlarlar. Dijital fleksör kılıf, sinovyum kaplı fibro-osseöz bir tüneldir. Bu sistem fleksör tendonları falankslara ve eklem rotasyon eksenine yakın olarak tutar, dijital fleksiyonun yapılmasında verimli mekanik fonksiyon sağlar (Momeni vd 2010, Schöffl vd 2012). Fleksör kılıf, her biri farklı işlevlere sahip olan sinovyal ve retinaküler doku bileşenlerinden oluşur. Kılıfın sinovyal bileşeni fleksör tendonu saran bir viseral veya epitenon tabakasından ve fleksör tendonların duvarlarını kaplayan bir parietal veya dış tabakadan oluşur. Bu iki tabaka kılıfın uçlarında bitişik olup, fleksör tendonları çevreleyen çift duvarlı, içi boş bir tüp oluşturur ve birlikte tendonlar için pürüzsüz bir kayma yüzeyi sağlar. İşaret, orta ve yüzük parmaklarında membranöz kılıf MKF ekleme başlar ve distal falanksta sonlanır. Başparmakta ve küçük parmakta sinovyal kılıf sırasıyla radial ve ulnar bursa olarak proksimale, karpal tünele devam eder. Sinovyal kılıf düşük sürtünmeli kayma sistemiyle birlikte tendonun beslenmesini sağlar (Taras vd 2011, Dy ve Daluiski 2014, Myer ve Fowler 2016).

Kılıfın retinaküler kısmı, sinovyal kılıfın üzerini segmental tarzda örten fibröz bantlarla karakterizedir (Şekil 2.3). Kalınlaşmış enine bantlar anuler pulley, çapraz geçişli liflerin ince esnek bölgeleri ise çapraz pulley olarak adlandırılır. Daha güçlü, daha geniş anuler pulleyler sisteme mekanik stabilite sağlar, tendonun falankslara yakın tutulmasına yardımcı olur ve belirli bir tendon ekskürsiyonu için optimal eklem fleksiyonu sağlar. Daha esnek çapraz pulleyler sisteme esneklik sağlar, parmak hareketiyle kılıfın bir miktar hareket etmesine izin verir (Taras vd 2011, Dy ve Daluiski 2014, Klifto vd 2018). Birinci anuler pulley (A1) MKF eklem volar plate yapısından ortaya çıkar. İkinci anuler pulley (A2), proksimal falanksın proksimal yarısının volar yönünden ortaya çıkar. Birinci çapraz pulley (C1), A2 pulleyden PİF eklem volar plate yapısından ortaya çıkan üçüncü anuler pulleye (A3) uzanır. Dördüncü anuler pulley

(A4) orta falanksın volarinden ortaya çıkar ve ikinci çapraz pulley (C2) ile proksimalde A3 pulleye bağlanır. Beşinci anuler pulley (A5) DİF eklemin volar plate yapısından ortaya çıkar. Üçüncü çapraz pulley (C3) ile proksimalde A4 pulleye bağlanır. Fleksör kılıfın tüm elemanları, özellikle belirsiz veya eksik olabilen A3 ve A5, tarif edildiği gibi tanımlanamayabilir. Anatomik ve klinik çalışmalar A2 ve A4 pulleylerin fleksör kılıfın en önemli komponentleri olduğunu göstermiştir, bu yapılar sistemin biyomekanik verimliliğini sağlar (Pulos ve Bozentka 2015, Klifto vd 2018). A2 ve A4, diğer pulleylerden daha uzun bir mesafe kapsar, ilişkili oldukları kemiğe sağlam bir şekilde bağlanırlar (Taras vd 2011, Lutsky vd 2015, Myer ve Fowler 2016). Daha büyük bir mesafe üzerinde önemli ölçüde sıkı bir kısıtlama sağlayan A2 ve A4 pulleyler, bowstring ve eklem hareketlerinde kayıpların önlenmesini, bu sayede fleksiyon işinin azalmasını sağlayan en önemli yapılardır. (Goodman ve Choueka 2005, Sandvall vd 2013).



**Şekil 2.3** Fleksör pulley anatomisi (Klifto vd 2018)

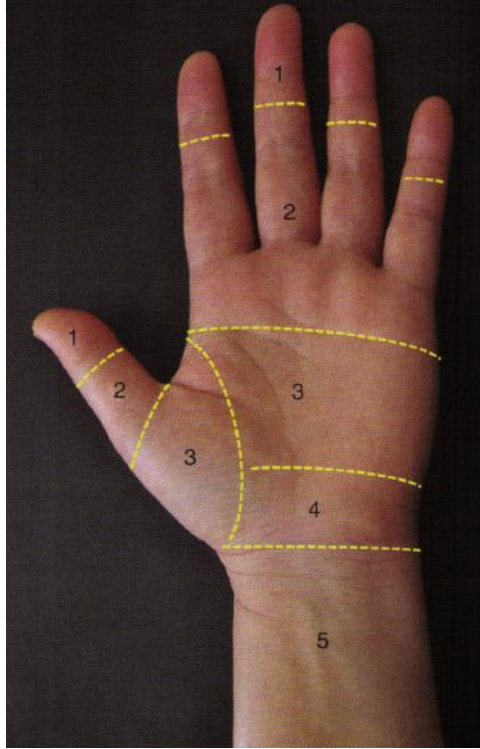
A2, A3 ve A4 pulleylerin distalinde yer alan üç çapraz pulleyin parmak fonksiyonundaki biyomekanik rollerine çok az dikkat edilmiştir. Lin ve arkadaşları bu yapıları anatomik olarak değerlendirmiş ve gerçekte %60-70 oranında çapraz (x şeklinde) olmasına rağmen, bunun dışında sadece tek bir oblik komponente sahip olduklarını bulmuşlardır. Çapraz pulleylerin parmak fleksiyonu sırasında kuvvet iletimini ayarladığı öne sürülmüştür. Tang ve arkadaşları C1 pulley de dahil olmak üzere A3 ve A2 pulleylerin arasındaki alanın kesilmesinin bowstring üzerinde sadece A3'ün kesilmesinden daha büyük bir etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Klinik gözlemler parmak fleksiyonu sırasında çapraz pulleylerin diğer anuler pulleylere benzer bir tek



anuler bant oluşturacak şekilde kollapsa uğradığını ortaya çıkarmıştır. Çapraz pulleylerdeki bu akordeon benzeri kollaps, pulley sisteminin parmağın hareket aralığı boyunca fleksör tendonlara devamlı olarak tutunmasını sağlayan mekanizma gibi görünmektedir. Bu fenomenin biyomekanik etkileri henüz araştırılmamıştır, ancak çapraz pulleyler için fleksiyon esnasında daha büyük bir role ve tüm sistemin dinamik yapısının korunmasında olası bir role sahip olduğu düşünülmektedir (Goodman ve Choueka 2005).

Başparmağın pulley sistemi diğer parmaklarınkinden farklıdır. Bir oblik ve iki anuler pulley tanımlanmıştır. Başparmağın birinci anuler pulleyi (A1) MKF eklemin palmar plate yapısından ve ikinci anuler pulleyi (A2), interfalangeal (İF) eklemin palmar plate yapısından ortaya çıkar. Oblik pulley, adduktor polllis tendonunun insersiyosu ile yakın ilişki içinde proksimal falanksta başlar ve sonlanır (Taras vd 2011).

Verdan'ın fleksör tendon sisteminin orijinal tanımına dayanarak parmak fleksör tendonları anatomik olarak 5 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2.4). I. bölge FDS tendon insersiyosunun distalinde yer alır ve sadece distal falanksın tabanına yapışan FDP tendonunu içerir. II. bölge, FDS ve FDP'nin fleksör kılıf içinde A1 pulleyden FDS'nin insersiyosuna kadar ilerlediği bölgeyi içerir. Distal palmar çizgi ile FDS'nin orta falankstaki insersiyosu arasında yer alır (Singh vd 2015). Fleksör tendonların dijital kılıfa girdiği bu bölge, bu seviyedeki fleksör tendon yaralanmalarının tedavisi ile ilişkili kötü prognoz nedeniyle Bunnell tarafından "no man's land" olarak adlandırılmıştır (Manske 2005). Bu durum 1960'larda Verdan ve Kleinert'in bu bölgedeki cerrahi sonrası klinik sonuçlarını sunmasıyla değişmiş, mevcut adlandırma "some man's land" terimine dönüşmüştür (Kleinert vd 1995). Tang, II. bölgeyi IIa - d olarak 4 kısma ayırmıştır. A2 pulleyin altındaki alan olan II-c, FDP ve FDS tendonlarının primer onarımı sonrasında tatmin edici bir fonksiyonel iyileşmenin elde edilmesinin en zor olduğu bölgedir. III. bölge karpal tünelin distal sınırı ve fleksör kılıfın A1 pulleyi arasındaki alanı içerir, distal palmar çizgiye kadar olan bölgedir. Dijital sinirlere, damarlara ve her iki fleksör tendona ek olarak, lumbrikal kaslar da bu bölgede bulunur. IV. bölge karpal tünelde transvers karpal ligamentle kaplı fleksör tendon bölümünden oluşur. Median ve ulnar sinirler ile birlikte görülen yaralanmalar bu bölgedeki fleksör tendon yaralanmaları ile ilişkili olabilir. V. bölge önkoldaki fleksör muskulotendinöz bağlantıdan transvers karpal ligamentin proksimal sınırına kadar uzanır. İlişkili nörovasküler yaralanmalar bu bölgedeki sonuçları da olumsuz etkileyebilir (Taras vd 2011, Lutsky vd 2015, Singh vd 2015).



**Şekil 2.4** Fleksör tendonların anatomik bölgeleri (Mehling vd 2014)

Başparmaktaki fleksör tendon sisteminde sadece bir fleksör tendon baz alınır. I. bölge FPL'nin insersiyon alanındadır. II. bölge başparmağın fleksör retinakulumuna denk gelir, metakarp boynundan proksimal falanksın boynuna kadar uzanır. III. bölge tenar kasların olduğu alandır. IV. bölge karpal tünel alanını temsil eder. Son olarak V. bölge FPL'nin muskulotendinöz bağlantısından transvers karpal ligamente kadar olan anatomik bölgedir (Taras vd 2011).

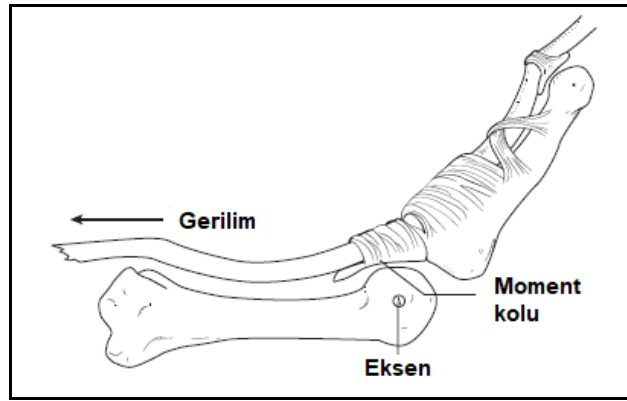
### 2.3. Fleksör Tendonların ve Pulley Sisteminin Biyomekaniği

Fleksör tendonlar hareketi oluşturmak için kas gövdesinden parmağa kuvveti iletir. Tendonun yolu boyunca kaydığı mesafe olan ekskürsion, tendonun bağlı olduğu kasın kısalabilme miktarına bağlıdır. Bir tendon ekskürsionu kontraktür ve adezyon gibi ekstrinsik faktörlerden olumsuz etkilenebilir; egzersiz ve germeyle ise arttırılabilir. Wehbe ve Hunter in vivo olarak 48 elde çalışmış, FDP için ortalama 32 mm (aralık 15-43 mm) ve FDS için ortalama 24 mm (aralık 14-37 mm) bir ekskürsion bulmuştur. Bilek hareketi, ekskürsionu FDP ve FDS için sırasıyla 50 mm ve 49 mm'ye çıkarmıştır (Goodman ve Choueka 2005). Ek olarak retinaküler kılıf bölgesinde fleksör tendon ekskürsionu kadavra örneklerinde hesaplanmıştır. DİF eklem hareketi, her 10°'lik DİF

fleksiyonu için FDS üzerinde 1 mm'lik FDP ekskürsionu sağlar. PİF eklem hareketi her 10° PİF fleksiyonu için FDS ve FDP'nin retinaküler kılıfa göre birlikte 1.3 mm ekskürsionunu sağlar. Son zamanlarda, tamir sonrası klinik hareket çalışmaları bu hesaplanmış ekskürsionun azaldığını göstermiştir. 10°'lik DİF eklem hareketi, sadece 0.3 mm'lik FDP ekskürsionu sağlarken, 10° PİF hareketi FDP ve superfisialis'te 1.2 mm'lik ekskürsion üretir. Bu, fleksör tendon onarımından sonra DİF eklem hareketinin sıklıkla neden yetersiz olduğunu açıklayabilir (Strickland 2005, Taras vd 2011).

Kullanıldığı zaman daha fazla gerilime sahip olan FDP primer parmak fleksörü olmasına rağmen, FDS daha fazla güç gerektiğinde daha aktif hale gelir. FDP'lerin kuvvetinden ziyade FDS kaslarının kuvvetinin farklı olmasıyla ilişkili olarak farklı parmaklar fleksiyonda farklı oranlarda FDP/FDS kullanır. Orta parmaktaki FDS, yüzük veya işaret parmağınkinden yaklaşık %75 daha kuvvetlidir, küçük parmak superfisialis kası ise işaret parmağının kuvvetinin sadece yarısına sahiptir (Goodman ve Choueka 2005).

Tendonun eklem rotasyon ekseninden uzaklığı, üzerinde etkili olan kuvvetleri yönlendirir. Moment kolu olarak adlandırılan bu mesafe tendonun eklem üzerinde uygulayabileceği kaldıraç gücünü belirler. Tendonun eklem üzerindeki toplam momenti gerilim ve moment kolunun ürünüdür (Şekil 2.5). Moment kolu arttıkça, yani tendon eklemden uzaklaştıkça, eklemi hareket ettirmek için daha az gerilim gerekir ve belirli bir kas kontraksiyonu eklemden daha az hareket üretir (Strickland 2005). Ancak anatomik kısıtlamalar moment kolunda limitasyona sebep olur, bu durum kuvvet üretimi ve hareket arasında bir denge sağlar. Moment kolu sabit tutulduğunda, bağımsız değişken gerilimdir. Gerilim, kas kuvvetine cevap olarak değişse de, tendon segmentleri boyunca gerilim değiştirilemez. Tendonun bir kısmında görülen gerilim tüm tendon boyunca sabittir. Bu yüzden, tek bir tendon tarafından katedilen her bir eklemden kuvvet ve torku değiştirmek için farklı eklemlerdeki moment kolu değişmelidir. FDP katettiği her eklemden farklı bir moment koluna sahiptir: el bileğinde 1.25 cm, MKF eklemden 1.0 cm, PİF VE DİF eklemlerde ise sırasıyla 0.75 ve 0.5 cm'dir. Bu, her eklemden bir tendon tarafından farklı miktarlarda tork oluşmasını sağlar, bu da daha proksimal ve büyük eklemlerde görülen momenti artırır (Goodman ve Choueka 2005).



**Şekil 2.5** Tendonun eklem üzerindeki moment gösterimi (Goodman ve Choueka 2005)

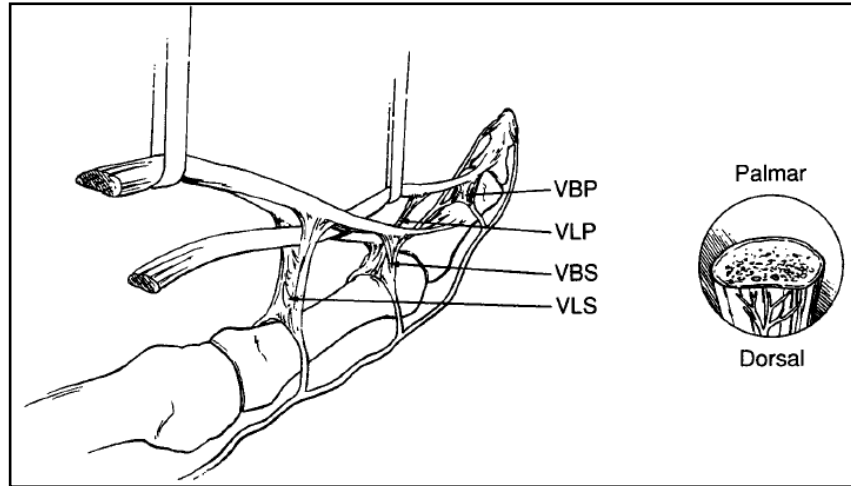
Ekskürsiyon, eklem hareketi ve moment kolu arasındaki ilişki en iyi şekilde radyan geometrik kavramıyla anlaşılmaktadır. Radyan, bir dairede yarıçap uzunluğundaki yay parçasını gören merkez açığa eşit açısal bir ölçü birimidir ve 1 radyan 57.29°'dir. Bir eklem 1 radyan yayı boyunca hareket etmesi durumunda ekskürsiyon ve moment kolları eşittir. Bu, bilinen bir moment kolu ve eklem hareketi için ekskürsiyonun tam olarak hesaplanmasına izin verir. Örneğin, MKF eklem 90°'lik normal bir arkı veya 1.57 radyan yayı vardır. Eklemi tüm hareket açıklığı boyunca hareket ettirmek için FDP (bilinen moment kolu 1 cm) 1.57 cm'lik (1.0 cm x 1.57 radyan) bir ekskürsiyona sahip olmalıdır. Bu, pulley hasarı gibi patolojik durumlarda hareket kaybının hesaplanmasını da sağlar. Pulley hasarı moment kolunda artışa neden olur; sabit kas ekskürsiyonu ile öngörülebilir bir hareket kaybına yol açar. Moment kolunun 1.0'den 1.5 cm'ye artması 30°'lik bir hareket kaybıyla sonuçlanır (Goodman ve Choueka 2005).

Fleksör tendonların kısa moment kolunun korunması, fleksör tendonların limitli ekskürsiyonunun fonksiyonel el ve parmak hareketleri için gerekli olan geniş eklem hareketlerine dönüştürülmesini sağlar. Bu sistem 3 cm'lik fleksör tendon ekskürsiyonunun 260°'lik bir hareket arkına dönüşmesini sağlar. Pulley mekanizması verimliliği sağlamak için gücü feda eder. Moment kollarının daha kısa tutulmasıyla pulleyler eklem hareketi için mevcut kuvvetin bir kısmını azaltır, fakat parmakların hassas kontrolünü kolaylaştırır. Pulleylerin yokluğu tendonlarda bowstringe yol açar, bu durum moment kolunda artışa ve belirli bir eklem boyunca kuvvet iletimine neden olmasına rağmen, eklem hareket açıklığı belirgin olarak azalacaktır. Parmakları düzleştirme yeteneği limitlenecek, bu durum eklem kontraktürlerine neden olacaktır. Lin'in hipotezine göre pulleylerin sağlam olması PİF eklem fleksiyonunun başlatılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kemik mimari boyunca fleksör tendonların

devamlılığının sağlanmasıyla, tendondaki gerilim pulleyler üzerinde anterior yönlü, kondiller üzerinde ise posterior yönlü bir basınca neden olan 3-nokta basınç sistemi oluşturur; bu sayede oluşan net etki ise parmak fleksiyonudur (Goodman ve Choueka 2005).

#### **2.4. Fleksör Tendonların Beslenmesi**

Parmaklarda hem FDP hem de FDS tendonları, vasküler perfüzyon ve sinovyal difüzyondan olmak üzere ikili beslenme desteği alırlar (Strickland 2005, Lilly ve Messer 2006). Dijital kılıfın proksimalinde longitudinal kan desteği proksimal kas dokusundan kaynaklanır ve peritenon boyunca distale taşınır. Tendon beslenmesinde sinovyal kaynak daha baskındır. Sinovyal sıvı dijital fleksör kılıfın içini kaplayan sinovyumdan üretilir ve eklem hareketi sırasında pompalanan sıvıyla birlikte, emme yoluyla tendona iletilir. Ayrıca parmak hareketi sırasında bu sıvının üretimi artar (Dy ve Daluiski 2014, Singh vd 2015). Avuç içinde intrinsik longitudinal damarlar tarafından sağlanan kan kaynağına ek olarak, tendonlar vinkulum olarak bilinen dijital arterlerden bağlantılar yoluyla doğrudan kan akımı alırlar. Her tendon uzun ve kısa olmak üzere iki adet vinkulumu sahiptir. Proksimalden distale doğru ilk olarak FDS çaprazının hemen proksimalinden çıkan ve proksimal falanktaki dijital kılıf tabanından geçen vinkulum longus superfisialis (VLS) görülür (Şekil 2.6). Vinkulum brevis superfisialis (VBS) FDS insersiyosunun yakınında, küçük üçgen askılardan oluşur. Vinkulum longus profundus (VLP) PİF eklem seviyesinde, superfisialisten çıkar. Vinkulum brevis profundus (VBP) ise FDP insersiyosunun yakınından çıkar. Her vinkulum, tendonun dorsal yüzünde sonlanır ve tendonun dorsal tarafında daha zengin bir kan kaynağı oluşturur, palmar üçte birlik alan ise nispeten avasküler kalır. Bu anatomik durum, kan akışını korumak için tendon içindeki sütürlerin palmare yerleştirilmesi tekniğine yol açmıştır. Tendonlar ayrıca proksimalde intrinsik longitudinal damarlardan, proksimal sinovyal yapıdan ve distal osseöz bağlantılarından direk kan akımı yoluyla kanlanır (Taras vd 2011, Lutsky vd 2015, Myer ve Fowler 2016).



**Şekil 2.6** Dijital kılıf içindeki fleksör tendonların kanlanması (Strickland 2000)

Ek olarak vinkuluların insersiyosu arasında her tendon hipovasküler bir bölgeye sahiptir. Bu bölgede tendonlar kılıftan pasif difüzyonla beslenir. FDS'nin hipovasküler bölgesi Camper çaprazında, VBS ile VLS arasında yer alır. FDP'nin proksimalde A2'nin olduğu bölgede, intrinsik longitudinal damarlar ve VLP arasında; distalde ise VLP ile VBP arasında olmak üzere 2 hipovasküler bölgesi vardır. Ek olarak FDP'yi insersiyosunda besleyen damarlarla VBP arasında, Ditsios'un distal dorsal hipovasküler bölgesi mevcuttur (Lutsky vd 2015).

## 2.5. Fleksör Tendonların İyileşmesi

Dijital kılıf içinde fleksör tendon iyileşmesine özgü araştırmalar yirminci yüzyılın başlarında başlamıştır (Manske 2005). Tendonun tenositler tarafından proliferasyon ve kollajen sentezi yoluyla iyileşme kapasitesi olmasına rağmen, iyileşme süreci ilk birkaç haftada yavaş ve genellikle zayıftır. Dijital fleksör tendon yaralanması sonrası fonksiyonel iyileşmedeki zorluklar, tendonun zayıf iyileşme kapasitesinden kaynaklanmaktadır (Wu ve Tang 2013). Tendon onarımları ameliyat sonrası 6-12. günlerde en zayıftır ve çoğu rüptür vakası postoperatif 10. gün dolaylarında bildirilmiştir (Pulos ve Bozentka 2015).

Tendon iyileşmesi çevre dokulardaki fibroz miktarının sınırlanmasını ancak tendon içinde iyileşmenin koordine edilmesini gerektiren karmaşık bir süreçtir. Fleksör tendonların iyileşmesi inflamatuvar, fibroblastik veya onarım ve yeniden şekillenme olmak üzere 3 ayrı fazdan oluşur. Yaralanmadan sonraki ilk haftadan başlayarak tendon ve tendon kılıfı içindeki kan damarları, yaralanma bölgesinde vazodilatatörlerin

ve proinflatuar hücrelerin toplanmasında rol oynayan bir pıhtı oluşturur. Bu hücreler yaralanma bölgesine hem lokal dokulardan hem de uzak bölgelerden göç eder. Ayrıca fagositoz yoluyla nekrotik doku, fibrin pıhtı ve hücresel debrisin yok edilmesine yardımcı olurlar. Yaralanma sonrası üçüncü haftada, tendon fibroblastik faza girer. Bu aşamada, fibroblastlar hızla proliferer olur, immatür kollajeni düzensiz bir şekilde sentezler ve ekstrasellüler matriks üretimine yardımcı olurlar. Sentezlenen ilk kollajen, tendonlarda bulunan tip I kollajenden daha zayıf olan tip III kollajendir. Tip III kollajen ve daha önce oluşan vasküler ağın kombinasyonu, tendonda skar oluşumuna yol açar, iyileşmenin son fazına girmeden önce tendonun kuvvetini azaltır. Remodeling fazı yaralanmadan 6-8 hafta sonra başlar. Bu fazda tip I kollajen lifleri tendonun uzun eksenini boyunca longitudinal bir şekilde yeniden yönlendirilir ve kollajen lifleri birbirine çapraz bağlanmaya başlayarak tendon kompleksinin gücünü artırır. Ancak maalesef tamir edilen doku sonuçta asla doğal tendona tam olarak benzememektedir. Bu fazda, tendon ve kılıf arasındaki adezyonlar daha belirgin hale gelir (Lin vd 2004, Lilly ve Messer 2006, Sammer ve Chung 2014, Myer ve Fowler 2016, Kamal ve Yao 2017).

Fleksör tendon iyileşmesi konusu geleneksel olarak tartışmalara neden olmuştur. Gözlemlenen deneysel fenomeni açıklamaya yardımcı olmak için iki teori öne sürülmüştür. Birincisi, ekstrinsik iyileşme teorisi, tendon iyileşmesinin tendonu çevreleyen fleksör kılıftan fibroblastik bir yanıt sayesinde, tendonun dışında olan hücreler yoluyla oluştuğunu ileri sürmektedir (Dy ve Daluiski 2014). Bu iyileşmede fibroblastlar ve inflammatuar hücreler peritendinöz dokudan tendona doğru hareket etmekte ve iyileşme bölgesine yayılmaktadır. Ekstrinsik iyileşme peritendinöz adezyonların oluşmasına neden olur (Schöffl vd 2012, Sammer ve Chung 2014). Bu durum tendonun kılıfa bağlanmasına neden olur ve hareketi engeller. Bu teori, tendonun tam iyileşmesini sağlamak için çevredeki peritendinöz adezyonların gerekli olduğunu varsayar, bu nedenle fleksör tendon onarımı sonrası immobilizasyonu destekler. Onarım alanındaki adezyonların deneysel klinik kanıtları bu görüşü desteklemiştir. Ekstrinsik mekanizma ile iyileşme süreci 48-72 saat arasında bir inflammatuar faz ile başlar, 4-21 gün arasında kollajen liflerin oluşumu ve 21 gün sonra skar yeniden şekillenmesi ile devam eder (Taras vd 2011, Singh vd 2015, Myer ve Fowler 2016).

İkinci teori, intrinsik iyileşme, tendonun dışındaki doku ve hücrelerin yokluğunda iyileşmenin mümkün olduğunu ileri sürmekte, hücrelerin endotenon ve epitenondan göçü ile gerçekleşmektedir (Dy ve Daluiski 2014, Sammer ve Chung 2014, Singh vd 2015). Bu kavramı destekleyen daha yeni deneysel ve klinik kanıtlar tamir edilmemiş tendonların yuvarlak uçlarını, adezyon yokluğunda tendon iyileşmesini ve izole edilmiş, hücresiz ortamlarda tendonların in vitro iyileşmesini içerir. Onarılmış tendonların

iyileşmesi, ancak peritendinöz adezyonların önlenmesi için kontrollü hareket, bu iyileşme teorisinin belirtilen avantajıdır. İntrinsik iyileşme süreci inflamatuvar faz ile, yaralanma veya tamirden 0-3 gün sonra epitenon hücre tabakalarının proliferasyonu ve kalınlaşması ile başlar. Takiben 5-7. günlerde kollajen formasyonu ve erken vasküler büyüme meydana gelir. Fibröz kallus 10 gün içinde görünür hale gelir, endotenon tenositlerinin proliferasyonu ve büyümesi 2-3 haftada gerçekleşir (Taras vd 2011, Myer ve Fowler 2016).

Her tendon iyileşme tipinin işlevi açıklık gerektirmeye devam etse de klinik durumda tendonlar muhtemelen ekstrinsik ve intrinsik hücresel aktivitenin bir kombinasyonu ile iyileşmektedir (Lin vd 2004, Lilly ve Messer 2006, Sammer ve Chung 2014). Genel olarak ekstrinsik mekanizma, intrinsik mekanizmadan daha önce etkinleşmektedir. Ayrıca ekstrinsik mekanizmanın adezyon oluşumundan sorumlu olduğu, intrinsik sistemin ise kollajen yeniden dizilimi ve çapraz bağlanmaya yardımcı olduğu düşünülmektedir. Teorik olarak intrinsik iyileşme ne kadar çok olursa, peritendinöz adezyonlar da o kadar az oluşur (Strickland 2005). Bu kavram tendon onarımı sonrası kontrollü hareket programlarının temelini oluşturmaktadır. Ayrıca onarılan tendonların erken hareketi iyileşme tipini intrinsik mekanizmaya doğru kaydırmaktadır (Taras vd 2011, Dy ve Daluiski 2014, Myer ve Fowler 2016). Cerrahi fiksasyon uygulandığında tendonların gerilim direncinde azalma olur. Tamir sonrası 6-8. haftada, kollajen liflerin yeniden dizilimiyle ve tip I kollajenin tip III kollajenin yerini almaya başlamasıyla tendonun gücü de artmaya başlar (Myer ve Fowler 2016).

## 2.6. Fleksör Tendon Yaralanmalarında Tanı

Akut yaralanmanın doğru bir şekilde teşhis edilmesi için fleksör tendon anatomisinin bilinmesi gereklidir. Koopere hastada tanı genellikle zor değildir. İF eklemlerin aktif hareketlerinin incelenmesi, fleksör aparatın yaralanan bileşenlerinin anlaşılmasına yardımcı olabilir (Dy ve Daluiski 2014). FDP'lerin kas orjininin ortak olması nedeniyle, FDS fonksiyonu diğer parmakları tamamen ekstansiyona alıp profundusları kısıtlayarak değerlendirilebilir. Superficialis'in bağımsız olarak işlev gördüğü, etkilenen parmağın PİF ekleminin tam fleksiyonu ile gösterilebilir. Bu test FDP'nin bağımsız kas gövdesi nedeniyle sıklıkla işaret parmağı için uygulanamaz. İşaret parmağı için FDS, başparmak ve işaret parmağı arasında çimdikleyici kavrama ile test edilebilir. DİF eklemi tam ekstansiyonda veya hiperekstansiyondayken işaret parmağı PİF eklem fleksiyonunun gösterilmesi, işaret parmağında superficialis



fonksiyonunun olduğunu gösterir. Küçük parmakta ise FDS varlığı değişmektedir ve hastaların %21'inde olmayabilir (Taras vd 2011).

İlgili eklemdaki hareket izole edilerek de tendonlar değerlendirilebilir. Bir parmakta MKF ve PİF fleksiyonunun yapılabilmesi FDS'nin sağlam olduğunu gösterir. FDP fonksiyonu ise DİF'in aktif fleksiyonu ile gösterilir. Bu testler sırasında hareket açığa çıkar ancak ağrı tanımlanırsa, parsiyel fleksör tendon yaralanması olasılığı düşünülmelidir (Taras vd 2011, Neumeister vd 2014, Khor vd 2016).

Koopere olmayan hastalarda veya çocuklarda ek diyagnostik bulgular yardımcı olabilir. Normal elde parmakların fleksiyon kaskadı işaret parmağından küçük parmaklara ilerledikçe artar. Normal kaskatta anormal postür veya değişiklik fleksör tendon hasarını gösterebilir. Ek olarak önkol kaslarının sıkılması parmakların fleksiyonunu göstermek için yararlı olabilir. Ayrıca el bileği ekstansiyondayken fleksör tendonlarda tenodesisi değerlendirmek, fleksör tendon hasarında parmak fleksiyon kaybını gösterir (Taras vd 2011, Dy ve Daluiski 2014, Neumeister vd 2014, Khor vd 2016).

Değerlendirme ile fleksör tendonların sağlam olduğundan emin olunmazsa ameliyathane koşulları altında eksplorasyon gerekebilir. Ek olarak diğer hasarlı yapıların saptanması için tam bir nörovasküler değerlendirmenin yapılması önemlidir. Tendon kesisinin gerçek seviyesi, yaralanma sırasındaki parmak pozisyonuna bağlıdır. Yaralanma parmak ekstansiyondayken meydana gelirse, cilt yarası ve her iki tendon kesisi aynı seviyededir. Eğer parmaklar fleksiyonda yaralanma olursa, tendon kesisi cilt kesisinin distalinde olur. Ayrıca FDP, farklı ekskürsion miktarlarından dolayı, superfisialis tendonunkinden farklı bir seviyede kesilecektir (Taras vd 2011, Khor vd 2016).

## **2.7. Fleksör Tendon Cerrahisi**

### **2.7.1. Endikasyon ve kontrendikasyonlar**

Tendon onarımında zamanlama primer, geç primer, sekonder ve geç sekonder olarak sınıflandırılabilir. Primer onarım yaralanma sonrası 12 saat içinde, gecikmiş primer onarım ise 14 gün içinde yapılan tarifi tanımlar. Postoperatif 2-4 hafta arasında yapılan tamir sekonder, bu dönemden sonra yapılan tamir ise geç sekonder olarak kabul edilmektedir (Lin vd 2004). Geçmişte, özellikle II. bölgede fleksör tendonların primer onarımının etkinliği konusunda tartışmalar olmuştur. Günümüzde bazı istisnalar dışında fleksör tendon yaralanmaları için derhal veya gecikmiş primer onarım

desteklenmektedir. Ancak fleksör tendon onarımının ideal zamanlamasına ilişkin yüksek düzey kanıt mevcut değildir (Mehling vd 2014).

Düzgün kesiler ve sınırlı ezilme tarzı yaralanmalar primer onarımın endikasyonlarıdır. Sekonder greftlemeye göre primer onarımın avantajları daha az geniş cerrahi, azalmış yetiyitimi süreleri ve normal tendon uzunluğunun restorasyonunu içerir (Taras vd 2011, Sandvall vd 2013, Dy ve Daluiski 2014). Onarımın gecikmesi aşamalı rekonstrüksiyon gerektiren uzun süreli inflamasyon, eklem sertliği, tendon retraksiyonu ve tendon kılıfında kollapsa neden olabilir (Neumeister vd 2014).

Enfeksiyon olasılığı olan ciddi kontaminasyon durumu, erken veya gecikmiş primer onarım için spesifik kontrendikasyonlar arasında yer alır. Ek olarak eş zamanlı tendon onarımı ve yumuşak doku rekonstrüksiyonu ile ilgili güncel bazı raporlar olmasına rağmen, fleksör sistem üzerinde yer alan palmar cilt kaybı genellikle tendon onarımını engeller. Primer onarımın başka bir kontrendikasyonu, pulley rekonstrüksiyonu ve bir veya iki aşamalı tendon rekonstrüksiyonunun gerekli olabileceği fleksör retinakulumda büyük hasar durumunun olmasıdır. Ancak eşlik eden kırık veya nörovasküler yaralanma tendon tamiri için mutlak bir kontrendikasyon değildir. Kırık stabilizasyonu sağlanabilirse, genellikle fleksör tendon onarımı yapılmalıdır (Taras vd 2011, Mehling vd 2014, Kamal ve Yao 2017).

### **2.7.2. Cerrahi teknik ve genel hususlar**

Fleksör tendon onarımı ideal olarak fleksör tendon sisteminin anatomisini ve cerrahi onarımın potansiyel risklerini bilen eğitimli cerrahlar tarafından gerçekleştirilir. Onarım genellikle kansız bir alanda bölgesel veya genel anestezi altında gerçekleştirilir. Geleneksel olarak turnike kullanılır (Taras vd 2011, Neumeister vd 2014). Yakın zamanda epinefrin ile lidokainin elektif enjeksiyonunun ameliyatta kullanımı bildirilmiştir. Bu "wide awake" teknik turnikeye ihtiyaç duyulmadan kansız bir alan sağlamakta, sadece lokal anestetik kullanımına izin vermektedir (Lalonde 2009). Araştırmacılar dijital enfarktüs riskinin düşük olduğunu ve onarımın hastanın aktif hareketi ile gözlemlenmesinin yararını rapor etmişlerdir (Taras vd 2011).

Cerrahın tercihine bağlı olarak, en sık kullanılan iki yöntemden biri, mid-lateral veya palmar zigzag (Bruner) insizyonları yapılır. Bruner insizyonu mükemmel bir teşhir sağlar, ancak parmağın palmar yüzeyinde skarlaşmaya neden olabilir. Midlateral insizyon teknik olarak daha zordur ve vinkulayı besleyen transvers dijital dalları etkileyebilir, ancak fleksör yüzey üzerinde skarlaşmanın daha az olması gibi bir avantaja sahiptir. Enstrümantasyonun hassas kullanımı gereklidir; fleksör tendonun

veya kılıfın sıkışması veya ezilmesi kaçınılmaz olarak daha kötü sonuçlara yol açar (Sandvall vd 2013, Dy ve Daluiski 2014, Khor vd 2016).

İdeal sütün materyali yüksek gerilim direncine sahip olmalı, gap oluşumunu önlemeli, kolay düğümlemeli ve manipüle edilebilmelidir (Wong ve Peck 2014, Singh vd 2015). Günümüzde tendon onarımı için en iyi sütün materyali seçeneği konusunda fikir birliği yoktur (Wu ve Tang 2014). Örgülü polyester, monofilament naylon ve monofilament polipropilen yaygın olarak kullanılmaktadır. Absorbe edilmeyen sütürler daha yaygın olarak kullanılmasına rağmen, absorbe edilebilir sütürlerle benzer fonksiyonel sonuçlara ve kopma oranlarına sahiptir. Tendonun volar üçte birlik kısmına yerleştirilen 3-0 veya 4-0 örgülü sentetik malzeme en popüler kor dikiş malzemesi olmasına rağmen, son zamanlarda geliştirilen 4-0 FiberWire (Arthrex, Naples, FL) da tercih edilmektedir (Taras vd 2011, Sandvall vd 2013). II. bölge fleksör tendon onarımının sonuçlarını iyileştirmek için geliştirilen paslanmaz çelik tendon onarım cihazı olan TenoFix'in (Ortheon Medical, Columbus, Ohio) kullanımı I. seviye kanıtla desteklenmektedir. Dört iplikli kor onarımına benzer sonuçlar bildirilmiştir (Taras vd 2011, Sandvall vd 2013, Klifto vd 2018).

Pek çok cerrah geleneksel olarak A2 ve A4 pulleyleri dokunulamaz olarak kabul etse de, son çalışmalar A2'nin kısmi (% 50'ye kadar) ve A4'ün tam insizyonunun fleksiyon işini azaltabileceğini ve tendon ekskürsiyonunu iyileştirebileceğini öne sürmektedir (Dy ve Daluiski 2014, Wong ve Peck 2014, Wu ve Tang 2014, Khor vd 2016, Tang 2018b). Kılıf içinde küçük cerrahi pencereler genellikle tendon uçlarını belirlemek ve kor sütürleri yerleştirmek için gerekli olmaktadır. Kılıfın sonradan onarılmasının gerekip gerekmediği tartışmalıdır (Lalonde 2011). Günümüzde kılıfın minimum kaybı durumunda 6-0 veya 7-0 monofilament sütün kullanılarak mümkün olduğunda kılıf onarımı desteklenmektedir (Taras vd 2011). Bununla birlikte, kılıf onarımı tendon kaymasında etkilenime ve artan dirence neden olabilmektedir (Lilly ve Messer 2006).

### **2.7.3. Tendon tamirinin prensipleri**

İdeal primer fleksör tendon tamirinin özellikleri tendondaki sütürlerin kolay yerleştirilmesi, güvenli sütün düğümleri, tendon uçlarının düzgün birleşmesi, onarım yerinde minimal gap oluşumu, tendon vaskülaritesinde minimal etkilenim ve tendona erken hareket stresinin uygulanmasına izin veren iyileşme boyunca yeterli güç olarak tanımlanmıştır (Strickland 2000). Fleksör tendon tamirinin kalitesini etkileyen kor sütün iplik sayısı, konfigürasyonu, boyutu ve periferik epitendinöz sütün gibi birçok değişken vardır. Bununla birlikte tamirin kuvvetini etkileyen ek faktörler sütün malzeme

özellikleri, kilitleme suturelerinin varlığı, düğüm sayısı, kor suture gerginliği ve suture derinliğidir (Neumeister vd 2014, Wu ve Tang 2014, Lutsky vd 2015, Khor vd 2016).

Kor suture iplik sayısı tamirin gücünü belirleyen en önemli faktördür. Onarım bölgesini kateden kor suture iplik sayısı arttıkça, onarımın tensil kuvvetinin de daha fazla olduğu kabul edilmektedir (Hoffmann vd 2008, Wu ve Tang 2014). Ancak optimal kor iplik sayısını tanımlayan yüksek düzey kanıt bulunmamaktadır. Çok iplikli tamirler artmış hacimli olmasına rağmen, bunun tendon kayması üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu gösterilmemiştir. Loop'lu suture kullanımı, tendona dokunma ihtiyacını azaltarak çok iplikli kor suturelerin yerleştirilmesini kolaylaştırabilir (Sandvall vd 2013, Lutsky vd 2015, Singh vd 2015). Günümüzde el cerrahları fleksör tendon tamirlerinde kavrama veya kilitleme loop'lu suturelerin kullanılması gerektiği konusunda hemfikirdir (Mitsunaga ve Szabo 2009).

İplik sayısının yanı sıra tamirin konfigürasyonu da önemlidir. İki, dört, altı ve sekiz-iplikli konfigürasyonlar tanımlanmıştır ancak optimal suture konfigürasyonu üzerinde fikir birliği sağlanamamıştır (Sandvall vd 2013, Klifto vd 2018). Kessler 2-iplikli suture tekniği, fleksör tendon onarımında tanımlandığından bu yana birçok kez modifiye edilmiş ve en popüler tamir tekniği olmuştur (Neumeister vd 2014, Singh vd 2015). Ancak tamir alanına aksiyel yük uygulandığında longitudinal komponentler uzarken transvers komponentler kısalır. Bunu önlemek için ikili-Kessler tekniği olarak önemli ölçüde daha küçük bir gap formasyonuna neden olan 4-iplikli tamir ortaya çıkmıştır. Çapraz tamir tekniğinde transvers komponent olmadığı için aksiyel yüklenmeler daha iyi tolere edilir. Güçlendirilmiş Becker (Massachusetts Genel Hastanesi Onarımı) gibi diğer güçlü tamirler ve modifikasyonlarının ise dinamik, lineer olmayan test sırasında zayıflamadığı görülmüştür. Bu özellik muhtemelen çapraz-kilitleme dikişlerine bağlıdır. Çapraz kilitleme tekniği adezyon oluşumunun daha az olmasının beklendiği durumlarda da kullanılmaktadır (Dy ve Daluiski 2014, Lutsky vd 2015, Klifto vd 2018).

Kor suture yerleşimini takiben, avantajları nedeniyle periferal epitendinöz suture'nin eklenmesi önerilmektedir. Birincisi, onarım bölgesini düzelterek hacmin azaltılmasına yardımcı olur ve gap oluşumunu önler. 3 mm'nin üzerindeki gap oluşumu tamir bölgesinin gücünü olumsuz yönde etkilemektedir. İkincisi, periferal suture'nin eklenmesi, tamir yetmezliği durumunda nihai yükün %50'sine kadar ve potansiyel olarak 50 Newton'luk güce kadar bir katkı sağlar. Tamir için güncel öneri, rüptür riskinin en aza indirilmesi için periferal bir epitendinöz suture ile kombine 4 veya daha çok iplikli bir kor suture kullanmaktır. Bir epitendinöz dikiş kullanılmıyorsa, gap oluşumunu önlemek için kor suturelerin hafif gerilmesiyle 6-iplikli bir kor onarımı tavsiye edilmektedir (Dy ve Daluiski 2014, Lutsky vd 2015, Singh vd 2015, Klifto vd 2018). Ek olarak periferik suturelerin tendonun palmarine veya palmar-laterale seyrek olarak yerleştirilmesinin

bağlantı yerini yeterince sağlamlaştıracağı belirtilmiştir. Ancak günümüzde periferik sütürler, güçlü bir kor sütür kullanıldığında bazı cerrahlar tarafından opsiyonel veya gereksiz olarak kabul edilmektedir (Tang 2018b).

Sütürlerin boyut ve derinliğinin de tamir gücünü etkilediği gösterilmiştir. Tendondaki optimal kor sütür derinliğinin, onarımın zayıflamasını önlemek için 7-10 mm arasında olması tavsiye edilmektedir (Wu ve Tang 2014, Tang 2018a). Kor sütürün ideal dorsovolar pozisyonu bilinmemekle birlikte daha dorsal yerleşimli sütürlerin daha güçlü olduğu gösterilmiştir (Mitsunaga ve Szabo 2009). Onarımın gücünü artırmanın bir başka yöntemi, dikiş loop'larının kilitlemesidir (Klifton vd 2018). Bir kilitleme loop'unun ideal boyutu, onarım gücünü en üst düzeye çıkarmak için tendonun genişliğinin %25'ini içermelidir. Bunlardan başka kor sütürün çapı da tamir gücünün önemli bir belirleyicisidir. Daha geniş çaplı sütürler, daha az çaplı sütürlere göre daha fazla kuvvete sahiptir. Daha geniş sütür avantajlı olsa da, onarımın hacmini arttırabildikleri için 3-0'dan daha kalın dikişlerden kaçınılmalıdır (Sandvall vd 2013, Dy ve Daluiski 2014, Lutsky vd 2015).

#### **2.7.4. I-III. bölge akut fleksör tendon yaralanmalarının tedavisi**

##### **2.7.4.1. I. bölge**

FDS insersiyosunun distalindeki I. bölgede sadece FDP tendonu yaralanır. Bu bölgedeki yaralanmalar kesi veya kopma (avülsiyon) şeklinde meydana gelir. Bu yaralanma genellikle genç erişkinlerde görülür ve yaralanma mekanizması genelde aktif olarak fleksiyon yapan parmağın ekstansiyona zorlanmasıdır (Klifton vd 2018). Hasta PİF eklem fleksiyonunu sürdürür fakat DİF eklem fleksiyonunu kaybeder. Bazı durumlarda tam parmak fonksiyonu onarım olmaksızın korunabilse de distal kısım uzunluğu 1 cm'den fazlaysa erken primer uç uca onarım tercih edilir. Bu özellikle elin radialinden (ince kavrama) ulnar (güçlü kavrama) tarafına doğru ilerledikçe doğrudur. Tendonun distal uzunluğunun 1 cm'den az olması, yeterli tamir kuvvetinin sağlanması için kemik aracılığıyla tendon onarımı gerektirebilir. Bunun için pull-out düğme veya sütür ankor gibi alternatif teknikler kullanılabilir. Ek olarak, küçük parmakta superfisialis bireylerin önemli bir yüzdesinde bulunmaz, bu durum küçük parmakta hasarlı FDP tendonunun onarılmasını gerektirmektedir. Erken tamir ile parmak işlevi normale yakın olabilir (Taras vd 2011, Khor vd 2016, Klifton vd 2018).

Bu yaralanma seviyesinde onarım yapılırken FDP tendonu 1 cm'den fazla ilerletilmemelidir. Bu, etkilenen parmakta kabul edilemez fleksiyon kontraktürlerinin yanı sıra, özellikle ulnar uç parmak olmak üzere komşu parmalarda fleksiyon yetersizliğine

yol açar; bu durum profundus blokajı olarak da bilinen quadriga sendromu olarak adlandırılır (Momeni vd 2010, Taras vd 2011, Klifto vd 2018). Anatomik olarak bu komplikasyon yaralanan FDP tendonunun kısalmasından kaynaklanır (Pulos ve Bozentka 2015).

#### **2.7.4.2. II. bölge**

Klasik olarak “no man’s land” olarak adlandırılan II. bölgedeki yaralanmalar maksimum işlevsellik elde etmede en büyük teknik zorluklarla ilişkilidir. Atravmatik teknik hiçbir yerde, her iki fleksör tendonun fleksör retinaküler kılıf içinde sınırlı olduğu II. bölgedekinden daha önemli değildir. FDP II. bölgede daha yüzeysel yerleşimli olduğundan FDS'den daha sık yaralanmaktadır. Bu bölgede yaralanan tendonlar vinkulum longus sağlamsa proksimalde PİF ekleme, hasarlanmışsa avuç içine doğru geri çekilebilir (Klifto vd 2018). Yara koşulları izin verdiği zaman FDP ve FDS'nin erken onarımı endike olup cerrahların çoğu bu bölgede hem FDP, hem FDS'nin onarılması gerektiğine inanmaktadır (Neumeister vd 2014, Kamal ve Yao 2017). FDS'nin onarılmasının ve korunmasının avantajları FDP'ye vinkular kan akımının, FDP için düzgün bir kayma yüzeyinin, parmağın daha güçlü fleksiyon gücüyle bağımsız hareketinin sağlanması ve PİF ekleme hiperekstansiyon deformitelerinin olasılığının azalmasıdır. Bununla birlikte hacmi azaltmak için FDS'nin bir dalı kesilerek diğer dalı onarılabilir veya FDS tamir edilmeden bırakılabilir (Taras vd 2011, Sandvall vd 2013, Wu ve Tang 2013, Dy ve Daluiski 2014). II. bölgede parsiyel FDS eksizyonunun kaymayı kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Paillard vd 2002, Zhao vd 2002). Ancak bazı yazarlar FDS tendonu tamir edilmezse, serbest uçların aşırı skar oluşumuna katkıda bulunabileceğini düşünmektedir (Momeni vd 2010).

#### **2.7.4.3. III. bölge**

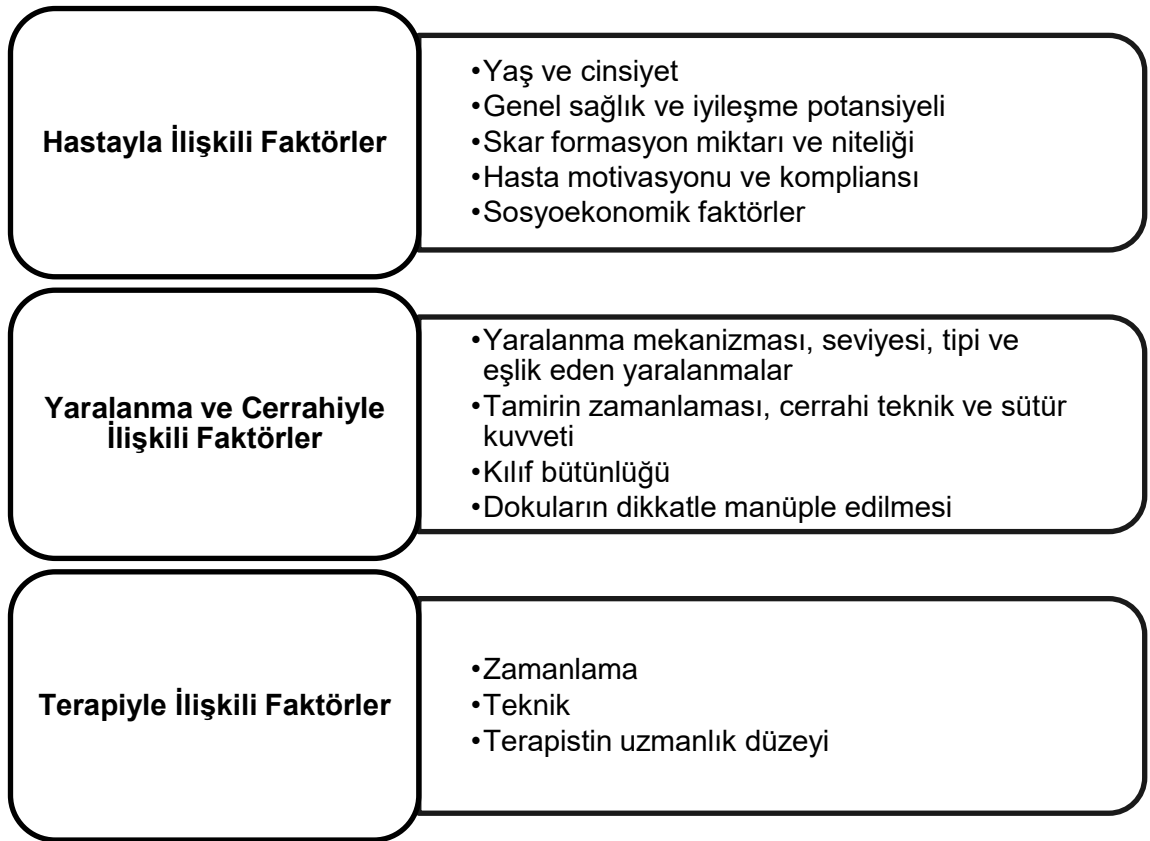
III. bölgedeki yaralanmalar iyi bir prognoza sahiptir, çünkü III. bölge fibro-osseöz kılıfın dışında yer alır ve bu nedenle adezyon oluşumuna daha az eğilimlidir. Ancak dijital sinir yaralanmalarının tendon hasarına eşlik etmesi onarımı zorlaştırmaktadır. Bu bölgede hem superfisialis hem de profundus tendonları onarılmalıdır. Gecikmiş primer onarım, yaralanmadan sonra 3 hafta veya daha fazlasına kadar yapılabilir; çünkü profundus tendonunun proksimal ucu lumbrikal kasların origosuna tutunmaktadır (Taras vd 2011, Khor vd 2016, Klifto vd 2018).

### **2.7.5. Parsiyel fleksör tendon yaralanmaları**

Parsiyel fleksör tendon kesilerinin tedavisi tartışmalıdır. Erken deneysel çalışmalar bir tendonun %60'ından fazlasının kesilmesi durumunda, stres altında rüptürün olası olduğunu göstermiştir. Tedavi edilmeyen parsiyel fleksör tendon kesilerinin bildirilen diğer komplikasyonları arasında trigger, tuzaklanma veya sekonder rüptür yer alır (Lilly ve Messer 2006). Öte yandan, bazı araştırmacılar büyük ölçüde sağlam bir tendona kor sütürlerin yerleştirilmesinin, tendonu zayıflattığını ve rüptür olasılığını artırdığını bildirmiştir. Daha yakın geçmişte araştırmacılar kısmi tendon kesisi sonrası erken kontrollü hareketin tensil kuvveti arttırdığını göstermiştir. Ancak parsiyel yaralanmalar trigger veya takılmaya neden oluyorsa onarılmalı veya tıraşlanmalı ya da sıkışan pulley gevşetilmelidir. Buna ek olarak, tendonun genişliğinin %60'ından fazlasının yırtıldığı durumlarda kısmi fleksör tendon kesilerinin onarılması önerilmektedir (Lalonde 2011, Taras vd 2011, Sandvall vd 2013, Dy ve Daluiski 2014, Kamal ve Yao 2017).

### **2.8. Fleksör Tendon Yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon**

Birçok değişken tendon onarımının sonucunu etkileyebilir. Bunlar arasında bireysel hasta karakteristikleri, yaralanma veya cerrahi ile ilgili faktörler ve terapinin özellikleri vardır (Şekil 2.7).



**Şekil 2.7** İyileşme ve rehabilitasyonu etkileyen faktörler (Oltman vd 2008, Pettengill ve Van Strien 2011, Wong ve Peck 2014, Klifto vd 2018)

### 2.8.1. Rehabilitasyon protokolleri

Postoperatif tedavinin fleksör tendon yaralanmalarının sonuçları üzerinde önemli bir etkisi vardır. İdeal rehabilitasyon protokolü adezyonların önlenmesi için yeterli ekskürsyonu sağlamalı, fakat tamir bölgesinde strese neden olmamalıdır (Starr vd 2013, Singh vd 2015). Onarım sonrası tedavinin amacı tendon kaymasını ve fonksiyonel hareket aralığını iyileştirmek için intrinsik tendon iyileşmesini artırmak ve ekstrinsik skar oluşumunu en aza indirmektir (Evans 2012). Cerrahi onarım ve iyileşme sonrası maksimum fleksör tendon ekskürsyonunu (normalde FDS tendonu için yaklaşık 28 mm, FDP tendonu için 33 mm) geri kazanma hedefi tam hareket ve normal fonksiyonun elde edilmesini sağlayacaktır (Herndon 2012). Her postoperatif tendon tedavisi aşağıdaki üç protokolden biriyle gerçekleştirilmekte olup, rehabilitasyon yaklaşımları arasındaki en önemli fark ise iyileşmenin ilk aşamalarında, ilk 3-6 hafta boyunca görülmektedir (Pettengill 2005).

**İmmobilizasyon:** Bu yaklaşım aktif ve pasif harekete başlamadan önce, genellikle 3-4 hafta boyunca tendon onarımının tamamen immobilizasyonunu içerir. Genellikle el



bileği ve MKF eklemler fleksiyonda, PİF ve DİF eklemler ekstansiyonda tutularak PİF fleksiyon kontraktürlerinin gelişmesi önlenir (Pettengill 2005). Erken hareket protokolleri, egzersiz programını ve önlemleri anlayan, motive hastalar için uygundur. Bu nedenle immobilizasyon yaşça küçük, bilişsel kusurları olan ve başka herhangi bir nedenden dolayı kompleks bir rehabilitasyon programına katılamayan ya da isteksiz olan hastalar için hala tercih edilen bir tedavi yöntemidir (Collins ve Schwarze 1991, Clancy ve Mass 2013, Neumeister vd 2014). Bu hastalar için yeterli iyileşme gerçekleşene kadar onarımın korunması daha önemlidir. Ancak tüm terapistler immobilize tendonun beceri ve özenle tedavi edilmesine hazırlıklı olmalıdır. Çünkü yoğun adezyon oluşumu nedeniyle bu onarımları mobilize etmek çok zor olabilir (Vučekovich vd 2005, Pettengill ve Van Strien 2011).

Erken pasif hareket: Erken pasif hareket protokolleri iki-iplikli tendon onarımı temel alınarak geliştirilmiştir. Her ne kadar fleksör tendon onarımının birçok yönü araştırma ile geliştirilmiş olsa da, 2 iplikli onarımın gerekli olduğu durumlar devam etmektedir (Clancy ve Mass 2013). Bu yaklaşım onarımı erkenden (genellikle ilk hafta, sıklıkla 24 saat içinde), manuel olarak (fizyoterapist veya hasta tarafından) veya dinamik fleksiyon traksiyonuyla mobilize etmeyi içerir. Pasif fleksiyon tendonu proksimale doğru iter ve sınırlı aktif veya pasif ekstansiyon tendonu distale çeker. Dikkatli uygulandığında, onarımdan birkaç gün sonra başlayan erken pasif hareketin iyi sonuçlar sağladığı gösterilmiştir. Bunun olası nedenleri ise erken hareketin kısıtlayıcı adezyon formasyonunu inhibe etmesi, intrinsik iyileşme ve sinovyal difüzyona katkıda bulunması, tendon ekskürsiyonunu iyileştirmesi ve tamir sonucu tensil kuvvette ortaya çıkan azalmayı önleyerek daha güçlü bir onarım sağlamasıdır (Pettengill ve Van Strien 2011).

İki temel erken pasif hareket protokolü bulunmaktadır. Bir yaklaşım aktif ekstansiyon ve pasif fleksiyon egzersizlerini öneren Kleinert ve arkadaşlarının, diğeri ise pasif fleksiyon ve ekstansiyon egzersizlerini öneren Duran ve Houser'ın çalışmalarına dayanır (Edsfeldt vd 2015). Her iki yaklaşımda önkol destekli bir dorsal ortez fleksör tendonları gevşetmek için MKF eklemleri ve el bileğini fleksiyonda tutar, İF eklemler ise serbest bırakılır veya ortez içinde nötral ekstansiyonuna izin verilir. Ortez parmakların pasif fleksiyonuna izin verir ancak ortezin sınırlarının ötesinde ekstansiyona izin vermez. Dinamik traksiyon tendonları gevşetmek ve istenmeyen aktif fleksiyonu önlemek için etkilenen parmağın lastik bir bantla fleksiyonda kalmasını sağlar (Pettengill ve Van Strien 2011). El uzmanları bu iki yaklaşımın birçok varyasyonu üzerinde çalışmış ve hatta Washington protokolünde olduğu gibi iki yaklaşımı kombine etmişlerdir (Collins ve Schwarze 1991, Vučekovich vd 2005,

Neiduski ve Powell 2018). Washington protokolü kontrollü pasif hareketi, kontrollü aktif ekstansiyon ile lastik bant pasif fleksiyonunu ve palmar makara sistemini içeren Kleinert splintinin modifikasyonunu kombine eden, her biri iki hafta süren üç aşamadan oluşan 6 haftalık bir protokoldür (Dovelle ve Heeter 1989). Dört parmak yöntemi olarak adlandırılan bir diğer protokolda ise kullanılan dorsal ortezin elastik bant traksiyonu palmar makaradan geçirilir ve yaralı olmasa bile dört parmağın hepsi traksiyona dahil edilir. Hasta saat başı aktif İF ekstansiyon egzersizlerini yapar. Geceleri lastik bantlar çıkarılır ve İF eklemleri ekstansiyonda tutan volar bir komponent eklenir. Ortez 4. haftada bırakılır, aktif fleksiyon ve ekstansiyon egzersizleri başlatılır (May vd 1992). Bu protokolda FDP'nin orta falanks üzerindeki ekskürsionunun 2.3 mm, proksimal falanks üzerindeki ekskürsionunun ise 11.7 mm olduğu bulunmuştur (Silfverskiöld vd 1993).

Erken aktif hareket: Bu yaklaşım onarımın (birkaç gün içinde) etkilenen fleksörün aktif kontraksiyonuyla, dikkatli ve dikkatle belirlenmiş limitler dahilinde mobilize edilmesini içerir. 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında deneysel ve klinik çalışmalarda erken aktif hareketin (postoperatif 24 saat sonra) faydalarının gösterilmesiyle erken aktif hareket protokolleri geliştirilmiştir. Erken aktif hareket yaralanmış fleksör kasın aktif kontraksiyonunu içerir, tendon proksimale doğru çekilir, bu da daha iyi bir kayma oluşturur. Literatür hızla büyümekte ve çeşitli postoperatif yaklaşımlar içermektedir. Bir yaklaşımın göreceli değerini diğerinden ayırmak ya da erken aktif hareket için uygun hastayı seçmek zor olabilir. Erken aktif hareket sadece, eğer hem terapist hem de cerrah tendon tedavisinde beceri ve deneyime sahipse, birbirleriyle yakın iletişim halindedirse, kullanılan dikiş yeterli güçteyse, hasta son derece güvenilirse ve programı tam olarak anlayabilirse uygun olur (Vucekovich vd 2005, Pettengill ve Van Strien 2011).

Çoğu erken aktif hareket programı, II. bölge yaralanmaları için geliştirilmiştir. Hemen hepsinde erken pasif hareket için kullanılanlara benzer bir dorsal blok ortezi kullanılır. Egzersizler ve egzersiz sıklığı değişir, ancak tüm programlar ilk 3-6 hafta boyunca aktif fleksiyonu sınırlayarak tendonu korur (Pettengill ve Van Strien 2011). Belfast ve Sheffield erken aktif hareket protokolleri birleştirilerek güncellenen protokolda ortez el bileğini 20°, MKF eklemleri ise 80-90° fleksiyonda tutar ve tam İF eklem ekstansiyonuna izin verir. Ortez içinde her 4 saatte bir, tüm parmaklara ikişer tekrarlı tam pasif fleksiyon, aktif fleksiyon ve aktif ekstansiyon egzersizleri uygulanır (Gratton 1993). Cannon tarafından geliştirilen protokolda iki farklı ortez kullanılır. İstirahatte kullanılan ortez el bileğini 20° ve MKF eklemleri 50° fleksiyon pozisyonunda, İF eklemleri ekstansiyonda tutar. Egzersiz ortezinde 30° el bileği ekstansiyonuna izin veren menteşeli bilek eklemi vardır. MKF eklem ekstansiyonu 60° ile sınırlıdır, İF

eklemler ise serbesttir. Hasta erken fazda, dorsal blok ortezinde saat başı modifiye Duran egzersizlerini, ardından egzersiz ortezinde yerleştir-tut parmak fleksiyonu ve sinerjistik el bileği ekstansiyon egzersizlerini yapar (Pettengill 2005). Evans ve Thompson (1993), “minimal aktif kas tendon gerilimi” kavramını kullanarak, farklı pozisyonlarda antagonistik kas-tendon ünitesinin viskoelastik direncinin üstesinden gelmek için gereken internal kuvvetleri hesaplamıştır. İki ana bulgu, fleksiyon kuvvetlerinin tam yumrukta ve bilek fleksiyonuyla belirgin artışıdır. Bu nedenle, el bileğinde 20° ekstansiyonla beraber seanslarda uygulanan yerleştir-tut parsiyel parmak fleksiyonu önerilmiştir. Silfverskiöld ve May (1994), daha önce yayınlanan erken pasif hareket protokollerine aktif tut komponenti eklemiştir. Bileğin nötral pozisyonda olması dışında ortez aynıdır. Egzersizler dört parmak programında belirtilenlere benzerdir, ancak ilgili elin parmaklarını tam fleksiyona almak için sağlam eli kullandıktan sonra, hasta 2-3 saniye (sn) boyunca ilgili parmakların fleksiyonunu korumak için aktif kas kontraksiyonu yapar. Klein (2003) tarafından önerilen protokolde ise kullanılan splintte el bileği nötral, MKF eklemler 50-70° fleksiyonda ve 4 parmak lastik bantla traksiyondadır. İF eklemler ise gece ekstansiyonda pozisyonlanır. Saat başı pasif fleksiyon ve aktif ekstansiyon egzersizlerini takiben yerleştir-aktif tut fleksiyon egzersizleri önerilmektedir.

Literatürde rehabilitasyona postoperatif 1 hafta içinde, herhangi bir zamanda başlanabileceği belirtilse de rehabilitasyonun zamanlaması, süresi, progresyonu ve optimal egzersiz frekansı konusunda uzlaşma mevcut değildir (Mitsunaga ve Szabo 2009). Ayrıca cerrahiden sonraki ilk günde egzersize başlama gereğini kanıtlayan bir veri bulunmamaktadır (Tang 2005). Bununla birlikte hareketin cerrahi sonrasında 3-5 gün ertelenmesi, inflamasyonun ve fleksiyon işinin azalması açısından desteklenmektedir (Evans 2012, Tang 2018a). İlave olarak, rehabilitasyon sırasında en iyi hareket şekli veya ideal el duruşu ile ilgili bir fikir birliği bulunmamaktadır (Edsfeldt vd 2015). En iyi hareket stratejisinin tanımlanması için randomize kontrollü çalışmalardan yeterli kanıt mevcut olmamakla birlikte erken aktif hareket protokollerinin kullanımı yönünde artan bir eğilim vardır (Thien vd 2004, Strickland 2005, Lalonde 2011).

### **2.8.2. Modifiye Duran protokolü**

Strickland ve Glogovac tarafından geliştirilen Modifiye Duran protokolü birçok terapist tarafından kullanılmaktadır (Pettengill 2005). Bu protokolde tedaviye ameliyat sonrası 3. gün veya dolaylarında başlanır. Bu kısa gecikme ödemin kontrolüyle birlikte onarılan tendonda sürtünmenin azalmasını sağlar. Ameliyat sonrası 3-5. günlerde hastanın alçısı çıkarılarak splint kullanımına başlanır (Kannas vd 2015). Bu yaklaşımda

dorsal bloklı bir orte (MKF eklemlerde 40-50° fleksiyon ve onarımın kalitesine ve diğer faktörlere bağlı olarak el bileğinde 20° ekstansiyondan 20° fleksiyona kadar tercih edilebilen pozisyon) kullanılır. Ancak lastik bant traksiyonu kullanılmaz ve İF eklemler egzersizler arasında veya gece boyunca ekstansiyonda olacak şekilde bantla sarılır. Hastalar pasif blok ve kompozit fleksiyon ve ekstansiyon ile aktif kompozit ekstansiyon egzersizlerini (tam ve daha aktif İF eklem ekstansiyonu için MKF eklemi daha fazla fleksiyonda elle bloklayarak) yaparlar. Sadece terapi sırasında dikkatli ve kontrollü simültane bilek egzersizleri için orte çıkarılır (pasif veya asistif eş zamanlı el bileği fleksiyonu ve parmak ekstansiyonu, takiben eş zamanlı el bileği ekstansiyonu ve parmak fleksiyonu). Simültane bilek egzersizlerinin yapılması yaralanma bölgesine ve bu manevranın hasta için nispi güvenliğine bağlıdır (Pettengill ve Van Strien 2011, Klifto vd 2018). Sinerjistik el bileği hareketinin genel tendon kaymasını ve ekskürsiyonunu artırdığı gösterilmiştir (Lilly ve Messer 2006).

## **2.9. EI Rehabilitasyonunda EMG Biofeedback Kullanımı**

### **2.9.1. Tanım ve tarihçe**

Basmajian biofeedback uygulamasını özel bir ekipman (genellikle elektronik) kullanarak, normal ve anormal bazı internal fizyolojik olayları görsel ve işitsel sinyaller şeklinde açığa çıkarmak, bireyin görüntülenen sinyalleri kullanarak başka türlü istemsiz veya hissedilmeyen olayları manipüle etmelerini öğretmek için kullanılan bir yöntem olarak tanımlamıştır (Blackmore vd 2011). Uygulamalı Psikofizyoloji ve Biofeedback Derneği (UPBD) ise biyolojik feedback'i "fizyolojik sistemlerin işleyiş düzeyleri hakkında psikofizyolojik kayıtlardan gerçek zamanlı bilgi" sağlayan bir süreç olarak tanımlamıştır (Horowitz 2006).

Biofeedback 1920'lerde psikofizyoloji ve elektronik alanlarından ortaya çıkmıştır. Başlangıçta EMG, sadece nöromotor fonksiyonu belirlemek için bir tanı testi olarak kullanılmıştır. Daha sonra EMG aktivitesi Biofeedback Araştırma Derneği'nin 1969 toplantısında bulunan bir terim olan *biofeedback* olarak hasta tedavi tekniklerine uygulanmıştır. Basmajian 1950'li yıllardan başlayarak 20 yıllık bir süre içinde biofeedback uygulama prensiplerini geliştirmiştir. EMG biofeedback'in babası olarak adlandırılan Basmajian'ın çalışmaları, tıp alanına nöromotor ve kas iskelet fonksiyonlarının restorasyon ve reedüksiyonunda değerli bir yardım sağlayan temeli kazandırmıştır. Biofeedback'in tedavi ve araştırma uygulamaları birçok farklı alanda gelişmeye devam etmektedir. 1969 yılında, şimdi UPBD olarak bilinen Biofeedback

Araştırma Derneği, biofeedback ilkelerinde iletişim ve sertifikasyon kaynağı olarak kurulmuştur. EMG biofeedback'e ilişkin tarihsel gelişim ve araştırmalar, biofeedback'in kullanımına yönelik stratejilerin dayandırıldığı sağlam bir temel oluşturmuştur. Rehabilitasyon alanında elli yıldan uzun bir süredir kullanılan biofeedback'in en sık kullanılan ve en çok rapor edilen yöntemi EMG biofeedback'tir (Blackmore vd 2011, Giggins vd 2013).

### 2.9.2. Amaç ve strateji

EMG biofeedback iskelet kaslarındaki elektriksel aktiviteyi izler. Gerçekte izlenen aktiviteler nöromusküler bileşkeden kastaki motor son plağa giden periferik sinir çıktılarıdır. Bu impulslar kas liflerinin motor-ünite potansiyellerini açığa çıkararak kasılmasına neden olur. İyonik membran aktivitesindeki elektriksel değişiklikler yüzey elektrotları ile tespit edilir ve EMG amplifikatörüne iletilir. Kastaki miyoelektrik aktivite görsel ve işitsel sinyallere çevrilerek iskelet kas fonksiyonunun farkındalığını arttırmak ve kasın yeniden eğitimini sağlamak için hastaya gösterilir (Blackmore vd 2011, Hartzell vd 2012, Giggins vd 2013). Biofeedback eğitiminin etkinliğinin altında yatan nörolojik mekanizmalar belirsizdir (Huang vd 2006). Bununla birlikte olası iki mekanizma öne sürülmüştür. Biofeedback eğitimiyle ya yeni yollar geliştirilmekte, ya da yardımcı bir geri besleme döngüsü mevcut serebral ve spinal yolları ateşlemektedir (Basmajian 1982).

Basmajian'ın tek bir motor ünite üzerinde bireyin kontrol sağlayabileceğini gösteren araştırmasına dayanarak, el yaralanması olanlarda EMG biofeedback'in kullanımı mümkün olduğunca çok sayıda motor ünitenin kontrolünü elde etmeye odaklanır. Motor ünite eğitimini destekleyen teori, bazı duyuşal geri bildirim mekanizmalarının istemli çabaları güçlendirdiği fikrine dayanmaktadır. Görsel ve işitsel geri bildirim, motor komutların yürütülmesinde kullanılmayan veya yetersiz kullanılan sinapsları etkinleştirdiği öne sürülmektedir. Bu sayede, sürekli eğitim yeni duyuşal bellekler oluşturabilir ve hastaların geri bildirim olmadan görevlerini yerine getirmelerine yardımcı olabilir. Genel olarak biofeedback yardımcı duyuşal girdilerle nöral plastisiteyi artırabilir (Huang vd 2006, Blackmore vd 2011).

El yaralanması olan hastalarda EMG biofeedback kassal fasilasyon, gevşeme veya kassal kokontraksiyon durumunda olduğu gibi her ikisinin kombinasyonu amacıyla kullanılır. Amputasyon, artrit, ezilme yaralanması, kırık, fokal distoni, aşırı kullanım bozuklukları, ağrı problemleri, periferik sinir hasarı, pollisizasyon, refleks sempatik distrofi, replantasyon, omurilik yaralanmaları, tendon tamirleri, tenoliz, tendon transferi ve parmak-başparmak transferi olan hastalar EMG biofeedback uygulamasından fayda

görebilir. Merkezi sinir sistemi bozuklukları olan kişiler de EMG biofeedback'ten yararlanabilirler. Ayrıca biofeedback, hastanın motivasyonu ve performansının artırılmasını ve tedavi etkinliğini değerlendirmek için objektif veriler elde edilmesini sağlar (Blackmore vd 2011).

### 2.9.3. EMG biofeedback ekipmanları

Biofeedback'ten maksimum fayda elde etmek için mevcut çeşitli ekipmanlardan müdahalenin amacına göre bir seçim yapılmalıdır. Mevcut ekipmanlar taşınabilir tek kanallı birimlerden çoklu fizyolojik izleme sahip bilgisayarlı sistemlere kadar çeşitlilik gösterir. Çoğu EMG biofeedback ekipmanının dört temel bileşen parçası vardır (Blackmore vd 2011):

1. Dönüştürücü veya algılayıcı elemanlar: Elektrotlar kas liflerinin iyonik membran aktivitesinin elektrik potansiyelini algılar. Klinik EMG biofeedback için yüzey elektrotları kullanılmaktadır.
2. Amplifikatör: Bu bileşenler sonraki işlem için sinyali büyütür.
3. Toplayıcı: Bu bileşen, sinyalin işlenmesi ve ölçülmesini, aynı zamanda bu sinyalin görsel ve/veya işitsel temsilinin sunumunun zamanlamasını sağlar.
4. Çıktı ekranı: Bu görsel-işitsel öğeler ışık serileri, grafik ekranlar veya sesler olabilir ya da diğer elektrikli ekipmanlara bağlanabilir.

### 2.9.4. Klinik uygulamalar

Uygun ekipman seçildikten sonra, aşağıdaki adımlar uygulanır:

Derinin hazırlanması ve elektrotların yerleştirilmesi: Araştırma uygulamalarında iğne elektrotlar kullanılabilmesine rağmen klinik EMG biofeedback uygulamasında yüzey elektrotları kullanılır. Yüzey elektrotları kullanıldığında cildin, iyi bir elektriksel izlemde dirence neden olan ölü deri ve yağdan oluşan yüzeysel tabakayı uzaklaştırmak için hazırlanması gerekir. Cilt hafifçe kızarıncaya kadar alkollü pamukla temizlenir. Elektrotlar yerleştirilmeden önce cildin kuru olması gerekir. İzlenen alanın deri yüzeyinde kıl varsa, kılların tıraş edilmesi elektrik bağlantısını iyileştirir. Ek olarak elektrot bölgesinde cilde az miktarda iletken jel sürülmesi izlemi iyileştirecektir. Elektrotların mümkünse kemik çıkıntıları, skar olan bölgeler ve yağlı bölgelere yerleştirilmesinden kaçınılmalıdır (Blackmore vd 2011, Giggins vd 2013).

EMG biofeedback ile iki aktif (referans) elektrot ve bir aktif olmayan (toprak) elektrot kullanılır. İki aktif elektrot kas liflerine paralel yerleştirilir. Aktif elektrotlar geniş

aralıkla yerleştirildiğinde daha fazla kas aktivitesi kaydedilmekte, gerçekleştirilen aktivite nonspesifik hale geldiğinden yanlış okuma olasılığı artmaktadır. Aktif elektrotların daha yakın yerleştirilmesi kas aktivitesinin daha doğru okunmasını sağlar ve komşu kasların istenmeden izlenmesi olasılığını azaltabilir. Aktif elektrotların önkol kaslarına 2 cm aralıkla yerleştirilmesinin çoğu hasta için etkili olduğu belirtilmiştir. Toprak elektrot elektrik artefaktını azaltmak için kullanılır ve hastanın cildine aktif elektrotlardan önce uygulanır. Kaynaklar, toprak elektrotun en uygun yerleşimi ile ilgili olarak farklılık gösterir. Toprak elektrot genellikle iki aktif elektrotun arasına veya iki elektrottan eşit uzaklığa yerleştirilir. Elektrotun boyutu ne kadar büyükse, ürettiği direnç de o kadar düşük olur. Bununla birlikte el rehabilitasyonunda, küçük boyutlu elektrotlar genellikle elektrot yerleşiminin doğruluğu için gereklidir, böylece komşu kaslar izlenmeyecektir (Blackmore vd 2011).

Hastanın pozisyonlanması: Tedavi ortamı sessiz olmalı ve dikkat dağıtıcı bir unsur bulunmamalıdır. Hastalara tedavi başlamadan önce biofeedback uygulamasına dair kapsamlı bir açıklama yapılır. Hastanın üst ekstremitesi, izlenen kasın en iyi şekilde çalışabileceği bir pozisyona yerleştirilir. Sıfır ile zayıf arasında derecelendirilmiş bir kas için yer çekiminin elimine olduğu pozisyon seçilmelidir. Kas fonksiyonu genellikle kasın uzun olduğu pozisyonda optimaldir ve hastadan tüm eklem hareket açıklığı (EHA) boyunca kas kontraksiyonu yapması istenir. Kompanzasyon meydana gelirse, ekstremitayı istenen pozisyona yerleştirerek hastanın o pozisyonda tutmasını istemek uygun kasın kullanımını kolaylaştırabilir (Blackmore vd 2011).

Başlangıç düzeyinin belirlenmesi: Kas aktivitesinin hassasiyet aralığı (düşük-yüksek), hasta kassal kontraksiyon veya gevşeme için ilk denemeleri yapmaya çalıştıkça amplifikatörde ayarlanır. Bazı biofeedback üniteleri sabit aralık seçeneğine sahipken, diğerleri izlenecek kas aktivitesi için herhangi bir aralıkta seçim olanağı sunmaktadır. Hedef daha sonra aralığın orta noktasında ayarlanır. Biofeedback seansı sırasında hasta denemelerin en az %50'si olan hedefe ulaşabilmelidir. Biofeedback seansları sırasında motor davranışların değerlendirilmesinde dört değişken dikkate alınmalıdır (Blackmore vd 2011):

1. Frekans: Yanıtın gerçekleştirilme sayısı
2. Durasyon: Yanıtın süresi (dayanıklılık)
3. Şiddet: Yanıtın büyüklüğü veya gücü
4. Latans: Yanıt alınana kadar geçen süre, gecikme

Kassal fasilitasyon için eğitim teknikleri: Hastalar belirli bir kas veya kas grubunda minimal aktif kontraksiyona sahipse, kassal fasilitasyon veya kasın yeniden eğitimi endikedir. Üst ekstremitede kas etkileniminin nedenleri kullanmama atrofisi, fokal distoni, sinir kesisi veya kompresyonu, ağrı, skar varlığı, antagonist kas kokontraksiyonu nedeniyle belirli bir hareketin izole edilememesi veya kassal kompanzasyonlar (örneğin; bilek ekstansörlerinin yerine parmak ekstansörlerinin kullanılması) olabilir. Yeniden eğitimin amacı hastanın kasın istemli kontrolünü yeniden etkinleştirmesidir. Brown ve Nahai, EMG biofeedback'in kas kuvvetlendirmede yeniden eğitime yardımcı olduğu kadar etkin olmadığını, daha uygun geri bildirim kazandıktan sonra hastanın kas kuvvetlendirme için çalışabileceğini belirtmiştir (Blackmore vd 2011).

Kassal gevşeme için eğitim teknikleri: Kassal gevşeme teknikleri anormal derecede artmış kas aktivitesi varlığında kullanılabilir. Kas aktivitesindeki bu artış bir ekstremitenin bir veya daha fazla eklemi koruma gibi durumlarda görülür. Eğitim stratejileri başlangıçta hastaların kası aktif olarak kasma ve aktivite artışı olan bu kası gevşetmesini içerir. Hastalar süreci anladıkça spesifik gevşeme eğitimi başlar. Bir kanal kullanılırsa, elektrotlar gevşemesi istenen kasın üzerine yerleştirilir. Bazı durumlarda, hem gevşemesi istenen hem de antagonisti olan kasları izlemek için iki kanal kullanılabilir. Hastalar istirahat halindeki uzuvda düşük seviyede kas aktivitesi sağlamaya çalışırlar. Bu dinlenme seviyesi sağlandığında hasta, gerilimi artmış kasta düşük seviyede kas aktivitesini sürdürürken, antagonist kas grubuyla hareket yapmaya çalışır. Eksentrik kas aktivitesi de EMG biofeedback ile izlenebilmektedir (Blackmore vd 2011).

Eğitimin değerlendirilmesi: Frekans, durasyon ve latans ölçümleri seanslar arasında karşılaştırılabilir. Böylece EMG biofeedback tedavinin etkinliğini değerlendirmek için ölçülebilir veriler sağlar. Kas aktivitesinin şiddet seviyeleri, her biofeedback seansının başlangıcında ve sonunda karşılaştırılabilir. Kas aktivitesinde tek seansta görülen %10'luk bir iyileşme, bu tedavi modalitesini kullanmaya devam edilmesinin gerekçesi olarak düşünülebilir. Seanslar arasındaki şiddet seviyelerinin karşılaştırılmasından kaçınılmalıdır. Seanslar arasında değişen elektrot yerleşimleri ve cilt hazırlığı başlangıç kas aktivitesinin farklı olmasına neden olabilir. Bir seans sırasında başlangıç istirahat aktivitesinin yüksek olması halinde, maksimum kas aktivitesinin o seansta daha yüksek görünebileceği unutulmamalıdır (Blackmore vd 2011).



## 2.10. Postoperatif Değerlendirme

Cerrah tendon tamirinden hemen sonra, cilt insizyonu kapatılmadan önce onarım alanındaki gerilimi ve onarımın gücünü gözlem yaparak değerlendirmelidir. Bunun için basit ama önemli bir test olan ekstansiyon-fleksiyon testinin kullanımı önerilmektedir. Üç aşamadan oluşan testin ilk aşamasında tamir yapılan parmağa tam ekstansiyon yaptırılarak gap oluşumu gözlemlenir. İkinci aşamada parmağın hafif-orta derece fleksiyonuyla tendonun pasif kayması, üçüncü aşamada ise parmakta tam fleksiyon sonucu tendonda bir sıkışma olup olmadığı değerlendirilir (Tang 2013).

Fleksör tendon tamirindeki gelişmelere rağmen cerrah ve terapistler fonksiyonel problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle tedavi protokollerini ve sonuçlarını değerlendirmek için birçok çalışma yapılmıştır (Oltman vd 2008). Bugüne kadar fleksör tendon fonksiyonunun değerlendirilmesi neredeyse tamamen etkilenen parmakların hareket aralığını gösteren ölçümlere dayandırılmıştır. 1950'den beri, fleksör tendon onarımlarının sonuçlarını değerlendiren yaklaşık 20 yöntem yayınlanmış olup, pulpa-distal palmar çizgi arası mesafe, ekstansiyon defisiti ve ayrı ayrı dijital eklemlerin hareket aralıklarının ölçümü gibi çeşitli ölçüm alternatifleri kullanılmıştır. Fleksör tendon onarımları en sık olarak, sonuçları mükemmel, iyi, orta ve kötü olarak kategorize eden ve oldukça evrensel bir tanımlayıcı terminolojiye dayanan bir sınıflandırma sistemi ile değerlendirilmektedir. Total Aktif Hareket (TAH), Buck-Gramcko, Louisville, Kleinert kriterleri, Tubiana sistemi ve Strickland/Glogovac formülünde bu sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. İlaveten, yakın zamanda pulpa-distal palmar çizgi arası mesafe gibi kompozit ölçümlerin kullanımından, izole eklem hareket aralıklarının kullanımına doğru bir eğilim olmuştur (Elliot ve Harris 2003, Oltman vd 2008).

Bununla birlikte cerrahi ve rehabilitasyonun başarılı olup olmadığını belirleyen başka ölçümler de vardır. Bunlardan en belirgin olanı kavrama kuvvetinin ölçümüdür. Kavrama kuvveti, tendon hasarının eldeki etkisini ortaya koymak için kullanılan kantitatif kas kuvvet ölçüm yöntemleridir (MacDermid 2005). Subjektif sonuç ölçümleri ise dolaylı bir yöntem olmasına rağmen, fleksör tendon yaralanmasından sonra hareket yeteneğinin geri kazanılma derecesini büyük oranda ölçmektedir. Bunlar, fleksör tendon hasarını takiben belli bir frekansla kullanılmamıştır, ancak bu alanda objektif değerlendirmelere ek olarak yararlı olabilirler. Çünkü fonksiyonel testlerle elde edilen sonuçlar hasta tarafından istenen sonuçları tam olarak karşılayamamakta, bu da sonuçların hastanın bakış açısından değerlendirilmesini ve hasta tarafından bildirilen sonuç ölçümlerinin kullanılmasını gerektirmektedir (Giladi ve Chung 2013). Tendon hasarına özgü validasyonu yapılmamış olmasına rağmen fleksör tendon rehabilitasyonunda kullanım alanı bulan Kol, Omuz ve El Sorunları (Disabilities of the

Arm, Shoulder and Hand - DASH) Anketinin yanı sıra, Michigan El Sonuç Anketi (MESA) de olgular tarafından bildirilen fonksiyonun değerlendirilmesinde kullanılabilir (Elliot ve Harris 2003, MacDermid 2005, Oltman vd 2008). DASH ve MESA aynı zamanda üst ekstremiteye özgü yetiyitiminin değerlendirilmesinde en sık kullanılan anketlerdir (Farzad vd 2015).

## 2.11. Hipotezler

Bu çalışmanın hipotezleri şunlardır:

H<sub>1</sub> hipotezi: I-III. bölge fleksör tendon yaralanmalı hastalarda EKA, erken pasif hareket protokolüne ek olarak EMG biofeedback eğitimi uygulanan grupta daha yüksektir.

H<sub>2</sub> hipotezi: I-III. bölge fleksör tendon yaralanmalı hastalarda fonksiyonel durum, erken pasif hareket protokolüne ek olarak EMG biofeedback eğitimi uygulanan grupta daha iyidir.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEMLER**

#### **3.1. Araştırmanın Tipi**

Araştırma prospektif randomize kontrollü olarak planlandı.

#### **3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı**

Araştırma boyunca uygulanacak olan tedavi programı ve tüm değerlendirmeler Pamukkale Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, El Rehabilitasyonu Ünitesi'nde yapıldı. Olguların tedavi programı ve değerlendirmesi Ekim 2016-Ocak 2019 tarihleri arasında tamamlandı. Çalışma için 16.08.2016 tarihinde "60116787-020/50298" sayılı karar ile Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'ndan onay alındı (Ek-3).

#### **3.3. Katılımcılar**

Araştırmaya Pamukkale Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji ile Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dallarında, I-III. bölge fleksör tendon yaralanmaları nedeniyle opere edilerek El Rehabilitasyonu Ünitesi'ne yönlendirilen 36 olgudan alınma ölçütlerine uyanlar dahil edildi.

Araştırmaya alınacak olgular rastgele sayılar tablosu kullanılarak, blok randomizasyon yöntemiyle 2 gruba ayrıldı (Aksakoğlu 2006, Kanık vd 2011). Birinci gruba erken pasif hareket yöntemine (modifiye Duran protokolü) ek olarak EMG biofeedback eğitimi uygulanırken, ikinci grup sadece erken pasif hareket yöntemi ile takip edildi. Trumble ve arkadaşlarının yaptığı çalışmadaki 6 ve 12. haftalarda ölçülen aktif eklem hareket açıklığı ortalamaları örnek alınarak yapılan güç analizinde %90

güçte, tip I hata miktarı 0.05 iken her gruba alınması gereken minimum olgu sayısı 27 olarak tespit edildi (Trumble vd 2010). Randomizasyon için blok büyüklüğü 2 olarak tercih edildi, Grup 1 ve 2 sırasıyla A ve B harfiyle kodlandı. Blok büyüklüğüne göre olası ihtimaller 1.AB ve 2.BA şeklinde sıralandı. Rastgele sayılar tablosunda herhangi bir sayı kalem ucuyla körlemesine seçildi. Tabloda sütunlar boyunca ilerlenirken 1 rakamı geldiğinde ilk hasta Grup 1'e, ikinci hasta Grup 2'ye; 2 rakamı geldiğinde ise ilk hasta Grup 2'ye, ikinci hasta Grup 1'e dahil edildi. Araştırmaya alınması gereken toplam 54 olgu gruplara atanıncaya kadar bu işleme devam edildi.

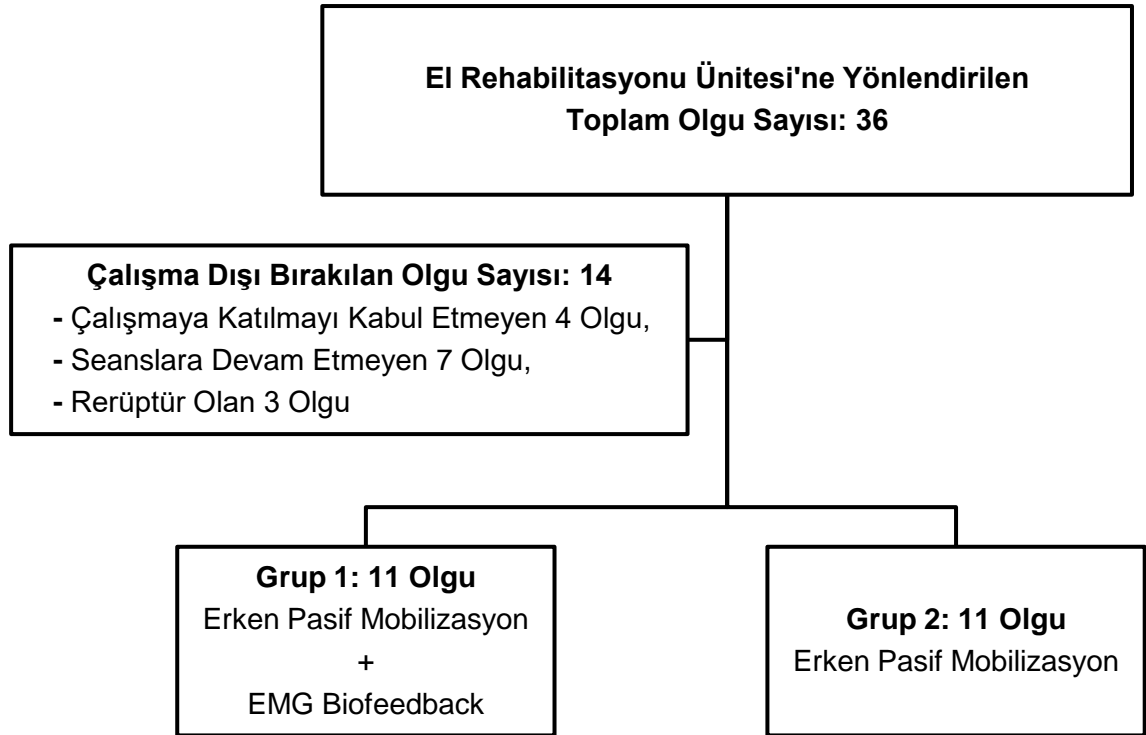
Araştırmaya alınma ölçütleri:

- Gönüllü olmak,
- İlgili ekstremitede nörolojik, ortopedik, romatolojik hastalık veya travma öyküsünün olmaması,
- Metabolik bir hastalığa bağlı (diyabet vb.) nöropati öyküsünün olmaması,
- FDS veya FDP tendonlarından en az birinin kesisi,
- Yaralanma sonrasında 2 hafta içinde FDS veya FDP tendonlarından en az birinin onarılmış olması,
- İletişim probleminin olmaması.

Araştırmaya alınmama ölçütleri:

- <18 yaş olması,
  - Hamilelik,
  - Başparmak fleksör tendon kesileri,
  - Dijital sinir yaralanması,
  - Eşlik eden fraktür, eklem kapsülü yaralanması veya cilt kaybı,
  - Ezilme tarzı yaralanma,
  - Kalp pili olan hastalar,
  - Kardiyak aritmisi olan hastalar,
  - Epilepsi hastaları.
- } (EMG Biofeedback uygulanacak olgular için)

Araştırma alınma ölçütlerine uyan 22 olgu (yaş aralığı 18-56 yıl; 8 kadın, 14 erkek) ile tamamlandı. Araştırmanın başından itibaren toplam 14 olgu çalışma dışı bırakıldı (Şekil 3.1). Olgulara çalışma hakkında detaylı bilgi verilerek, bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okuyup imzalamaları istendi.



**Şekil 3.1** Olguların çalışmaya alınma süreci

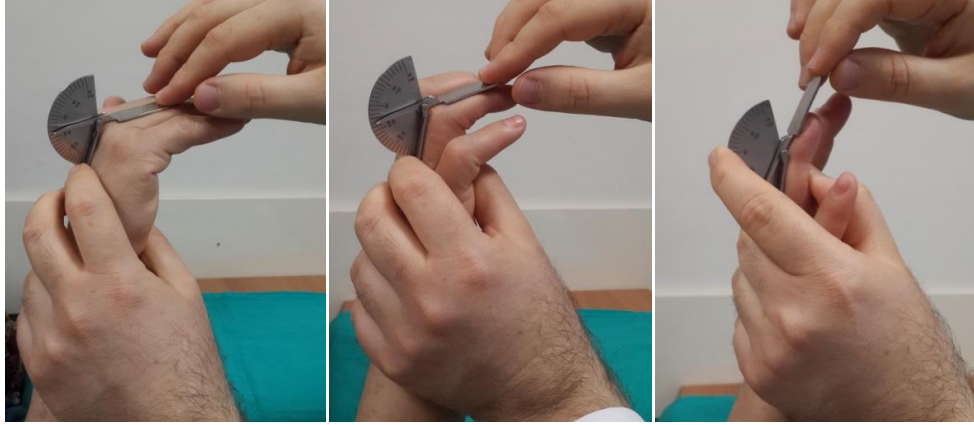
### 3.4. Değerlendirme

Çalışmanın başında olguların yaş, cinsiyet, eğitim durumu, meslek, meslekte çalışma süresi, sigara ve alkol alışkanlığı, dominant el ve etkilenen taraf, tanı, özgeçmiş, soygeçmiş, yaralanma ve ameliyat tarihi ile yaralanma öyküsüne ilişkin bilgiler kaydedildi. Postoperatif dönemde olguların EHA, EKA, kavrama kuvveti ile algılanan ağrı şiddeti değerlendirildi, olgulara MESA uygulandı. Yapılan tüm değerlendirmeler tek bir form üzerine kaydedildi (Ek-4).

#### 3.4.1. Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi

Aktif EHA, metal parmak gonyometresi ile postoperatif 5, 12 ve 24. haftalarda değerlendirildi. MKF, PİF ve DİF eklemlerin aktif fleksiyon ve ekstansiyonu önkol ve el bileği nötral pozisyondayken ölçüldü (Şekil 3.2). Sonuçların değerlendirilmesinde Amerikan El Cerrahisi Derneği tarafından oluşturulan TAH protokolü ve modifiye Strickland sınıflaması kullanıldı. TAH değerlendirmesinde ölçümler etkilenen ve sağlam taraf parmaklarda yapıldı; MKF, PİF ve DİF eklemlerin total aktif fleksiyonundan, total ekstansiyon defisiti çıkarılarak, etkilenen parmak TAH değeri, sağlam taraf parmak TAH değerine bölünerek yüzde değeri hesaplandı. Elde edilen skor mükemmel (100), iyi (>75), orta (50-75) ve kötü (<50) olarak sınıflandırıldı (Kleinert ve Verdan 1983).

Modifiye Strickland sınıflamasında PİF ve DİF eklemlerin aktif fleksiyon toplamından, ekstansiyon defisit toplamı çıkarılıp 175 ile bölüldükten sonra çıkan sonuç 100 ile çarpılarak yüzde değeri hesaplandı. Elde edilen skor mükemmel (75-100), iyi (50-74), orta (25-49) ve kötü (0-24) olarak sınıflandırıldı (Davis 2004).



**Şekil 3.2** Aktif eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi

### 3.4.2. Elektriksel kas aktivitesinin ölçümü

Her iki ekstremitede FDS ve FDP kaslarının EKA değeri EMG biofeedback cihazıyla 5, 12 ve 24. haftalarda ölçüldü. Bunun için hasta FDS kası için PİF, FDP kası için DİF eklemlerde maksimum aktif fleksiyonu, daha fazla kassal yorgunluk yaratmamak için ikişer kez, 5'er sn'lik kontraksiyon ve dinlenme periyotları şeklinde tekrarladı. Her hareket için elde edilen ortalama değer o kasın elektriksel aktivitesi olarak mikrovolt ( $\mu V$ ) cinsinden kaydedildi. Ortalama değere ilaveten her kasın kontraksiyon süresi içindeki zirve aktivite değeri de kaydedildi.

### 3.4.3. Kavrama kuvvetinin değerlendirilmesi

Kavrama kuvveti Amerikan El Terapistleri Derneği'nin önerdiği yönteme göre, postoperatif 12 ve 24. haftalarda değerlendirildi (Şekil 3.3). Kaba kavrama kuvvetinin ölçümü için Jamar el dinamometresi kullanıldı. Hasta dirsek desteği olmadan bir sandalyede oturma pozisyonunda, kol adduksiyonda ve nötral rotasyonda, dirsek 90° fleksiyonda, önkol ve el bileği ise nötral pozisyondayken ölçümler yapıldı. Dominant elden başlanarak ölçümler her iki tarafta tekrarlandı; dinlenme süresi olmaksızın 3 ölçüm yapılarak bu ölçümlerin ortalaması alındı. İnce kavrama kuvveti ölçümü Jamar dinamometresiyle, kaba kavrama kuvveti ölçümünde anlatılan yönteme göre yapıldı.

Bu ölçüm çimdikleyici, pulpa, lateral ve etkilenen parmak pulpa olmak üzere 4 farklı pozisyonda tekrarlandı (Mathiowetz vd 1984). Sonuçlar kilogram (kg) cinsinden kaydedildi.



**Şekil 3.3** Kaba ve ince kavrama kuvvetinin ölçümü

#### 3.4.4. Ağrı değerlendirilmesi

Olguların algılanan ağrı şiddeti postoperatif 1, 5, 12 ve 24. haftalarda Görsel Analog Skalası (GAS) kullanılarak değerlendirildi. "0" hiç ağrı hissetmeme durumunu, "10" ise algılanan en şiddetli ağrı düzeyini ifade etmektedir. Olgu 10 cm'lik dikey çizgi üzerinde ağrı şiddetini işaretledikten sonra ölçüm yapılarak kaydedildi. Ağrı şiddetinin uyku, istirahat ve aktivite (egzersiz) sırasındaki düzeyi sorgulandı (Farzad vd 2015).

#### 3.4.5. El fonksiyonelliğinin değerlendirilmesi

El fonksiyonelliği MESA ile değerlendirildi. Olgulara 5, 12 ve 24. haftalarda uygulanan MESA, el ve el bileğini fonksiyon, günlük yaşam aktivitesi (GYA), iş performansı, ağrı, estetik ve hasta memnuniyeti olmak üzere 6 alanda değerlendirir (Bindra vd 2003). Bu anket her iki ele yönelik toplam 63 sorudan oluşur, her soru 1-5 arasında puanlanır ve her bölümün skoru 0-100 arasında değişir. Ağrı bölümü dışında toplam skorun yüksek olması, yüksek memnuniyeti göstermektedir (Farzad vd 2015). Bu çalışmada anketten elde edilen GYA skoru ile total skor kullanıldı. Skorların hesaplanması için Microsoft Office Excel programından yararlanıldı. Anketin Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması 2011 yılında yapılmıştır (Öksüz vd 2011).

### 3.5. Tedavi Programı

#### 3.5.1. Cerrahi teknik

Araştırmaya alınan tüm olguların tendon kesileri el cerrahı tarafından yaralanmadan ortalama  $16.55 \pm 24.40$  (3-108) saat sonra onarıldı. Bölgesel (aksiller blok ile) veya genel (laringeal maske havayolu ile) anestezi altında, turnike uygulamasını takiben Bruner insizyonu ile eksplorasyon yapıldı. Tendon onarımları 4-iplikli modifiye Kessler yöntemiyle, 3.0 prolene ile kor sütürü ve 5.0 prolene ile epitendinöz sütür şeklinde yapıldı. Tendon kaymasında etkilenim olması nedeniyle A4 pulley'i gevşetilen Grup 1'deki bir olgu dışında cerrahide A2 ve A4 pulley yapıları ile tendon kılıfının korunmasına özen gösterildi.

#### 3.5.2. Rehabilitasyon programı

Modifiye Duran protokolüne göre olgular postoperatif 3-5. günlerde el bileği eklemleri  $20^\circ$ , MKF eklemleri  $50^\circ$  fleksiyonda ve İF eklemleri tam ekstansiyonda olacak şekilde termoplastik materyalden ve tek bir ortez-protez teknikeri tarafından yapılan dorsal blok splinti kullanmaya başladı (Şekil 3.4). İlk modelleme ve uygulama sonrasında olgular splint kullanımı konusunda aynı fizyoterapist tarafından eğitildi, tedavi programı boyunca her seansta splintler meydana gelebilecek olası deformasyonlar açısından kontrol edildi. Olgulara haftada 3 gün, aynı fizyoterapist tarafından egzersiz programı uygulandı. Splint içinde 10'ar tekrar olacak şekilde MKF, PİF ve DİF eklemlere pasif fleksiyon ve aktif ekstansiyon blok egzersizleri, daha sonra da kompozit pasif fleksiyon ve aktif ekstansiyon yaptırıldı (Şekil 3.5).



**Şekil 3.4** Dorsal blok splinti





**Şekil 3.5** Splint içi egzersizler

Olgulara, egzersizlere 2 saatte bir 10 tekrar olacak şekilde her gün devam etmeleri ve ödem kontrolü amacıyla elevasyon pozisyonunu korumaları önerildi. Bu program 5 hafta boyunca devam etti, 5. haftada kısmi harekete geçildi. Bu aşamada splintin sadece geceleri kullanılması önerildi. Ödem kontrolü için ilaveten el ve önkolu ardışık olarak 3 dakika (dk) sıcak, 1 dk soğuk suya daldırma şeklinde yapılan, sıcak suya daldırma ile sonlanan, toplam 15 dk'lık zıt banyo uygulaması, el-önkol klasik masajı ve bandaj uygulamasına başlandı. Parmaklar için Coban®, el-önkol için ise Tubigrip® bandaj kullanıldı (Şekil 3.6). Olgulara bandajı üç saatte bir çıkararak tedavi programını uygulamaları ve tedaviden sonra bandajı yeniden kullanmaları, gece ise bandajı tamamen çıkarmaları önerildi.



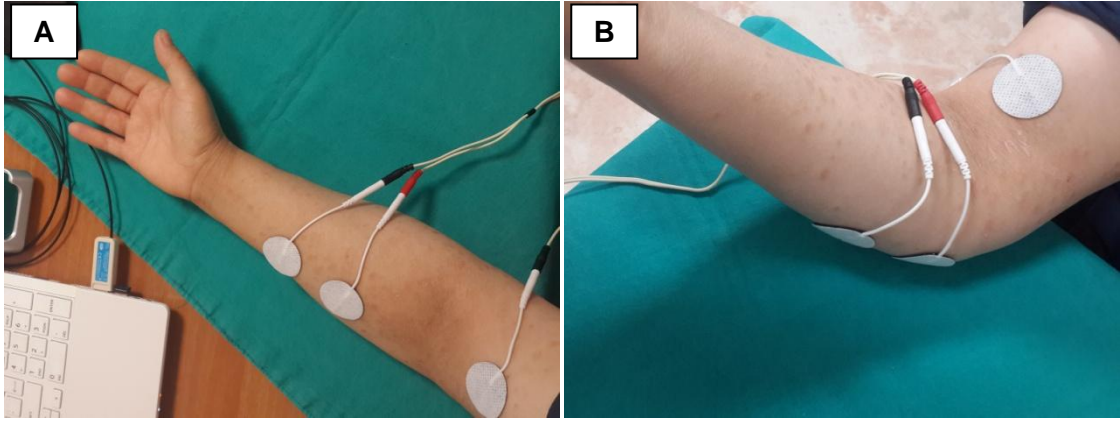
**Şekil 3.6** Bandaj uygulaması

Postoperatif 5. haftada 1. gruba ödem kontrolü ve yerçekimine karşı aktif blok egzersizlerine (Şekil 3.7) ilaveten EMG biofeedback eğitimi verildi, 2. gruba ise ödem kontrolü ve yerçekimine karşı aktif blok egzersizleri uygulandı. Splint kullanımı ameliyat sonrası 6. haftada sonlandırıldı. EMG biofeedback eğitimi iki kanallı DuoBravo N® (CE 0123, REF: 010E-090) cihazıyla yapıldı.



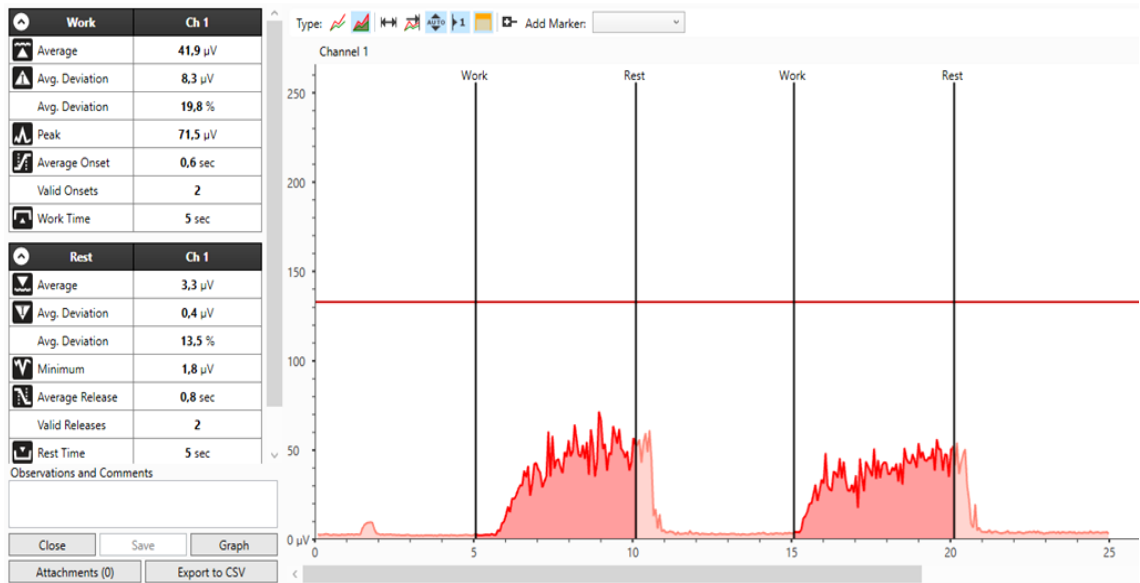
**Şekil 3.7** Aktif blok egzersizleri

Yüzeyel elektrotlar deri alkolle temizlendikten sonra FDS ve FDP kaslarına, önkol supinasyon pozisyonundayken, her kasın origo ve insersiyosu arasındaki hatta, kas liflerine paralel olacak şekilde, anatomik atlas ve palpasyon yardımıyla yerleştirildi. Aktif elektrotlar arasında 2 cm mesafe bırakıldı, toprak elektrot ise kol ön yüzüne yerleştirildi. FDS kası için hastanın el bileğinin volar yüzü kavranarak fizyoterapistin işaret parmağı biceps brachii tendonuna doğru yönlendirildi. Elektrotlar fizyoterapistin işaret parmağının uç kısmının hemen ulnar tarafına yerleştirildi (Şekil 3.8A). Hastadan PİF eklem fleksiyonu yapması istenerek önkol palpasyonu ile elektrot yerleşiminin doğruluğu kontrol edildi. FDP kası için fizyoterapistin 5. parmağı olekranona ve diğer parmakları da ulnanın şaftı boyunca yönlendirildi. Elektrotlar fizyoterapistin işaret parmağının uç kısmına, ulnar şaftın hemen medialine yerleştirildi (Şekil 3.8B). Hastadan DİF eklem fleksiyonu yapması istenerek önkol palpasyonu ile elektrot yerleşiminin doğruluğu kontrol edildi (Perotto 2005).



**Şekil 3.8** FDS kası (A) ve FDP kası (B) yüzeyel elektrot yerleşimleri

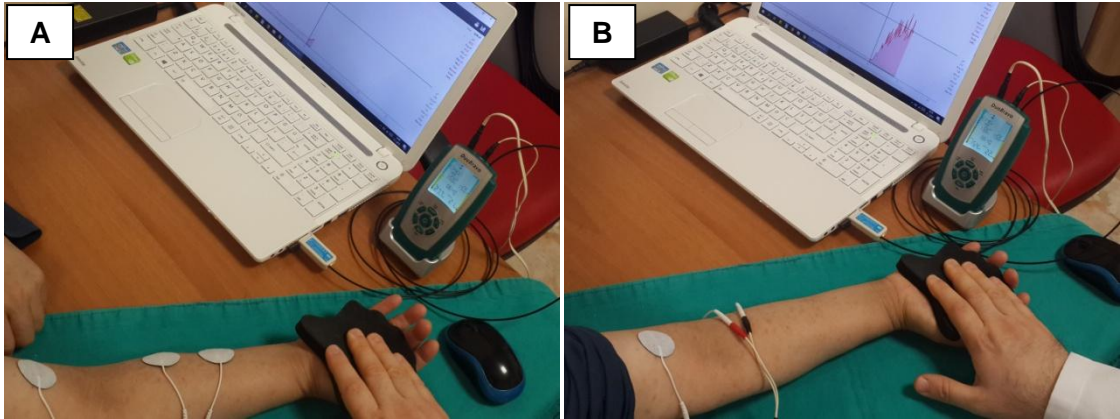
Hastanın başlangıç kassal aktivite düzeyinin belirlenmesi için hastadan FDS kası için PİF, FDP kası için DİF eklem aktif fleksiyonunu 5 sn kontraksiyon ve 5 sn dinlenme şeklinde ikişer kez tekrarlaması istendi. Her hareket için elde edilen ortalama değer, o kasın başlangıç aktivite düzeyi olarak kabul edildi (Şekil 3.9).



**Şekil 3.9** Başlangıç kassal aktivite düzeyinin belirlenmesini gösteren ekran görüntüsü

Başlangıç kassal aktivite düzeyinin 2/3'ü oranında aktif kontraksiyonla FDS ve FDP kasları için, işitsel ve görsel sinyaller kullanılarak EMG biofeedback eğitimine başlandı (Şekil 3.10A ve B). Bu eşik, seanslar ilerledikçe dereceli olarak artırıldı. Her egzersiz 10 sn kontraksiyon, 30 sn dinlenme şeklinde, 10'ar tekrarlı olarak yapıldı (Şekil 3.11) ve her seans toplam 15 dk sürdü (Blackmore vd 2011). EMG biofeedback eğitimi postoperatif 9. haftaya kadar olmak üzere 4 hafta boyunca devam etti. Her

seansta ödem kontrolü için yapılan uygulamalardan sonra EMG biofeedback eğitimi ve ardından aktif egzersizler uygulandı.



**Şekil 3.10** FDS kası (A) ve FDP kası (B) EMG biofeedback eğitimi



**Şekil 3.11** EMG biofeedback eğitim seansını gösteren ekran görüntüsü

Mevcut programa ilaveten her iki grupta 6. haftada her aşamadan sonra parmaklar tekrar ekstansiyona alınarak yapılan tendon kaydırma egzersizlerine (Şekil 3.12), 7. haftada el bileği aktif egzersizlerine (Şekil 3.13) ve 9. haftada dirençli egzersizlere (Şekil 3.14) başlandı. Dirençli eğitim yumuşaktan sertte doğru ten rengi, sarı, kırmızı veya yeşil tedavi hamurundan hastaya uygun olanı seçilerek, her egzersiz 10 tekrarlı olacak şekilde, yaklaşık 20 dk boyunca uygulandı. Olgulardan egzersizleri evde üç saatte bir tekrarlamaları istendi. Bu programa 12. haftaya kadar devam edildi.



**Şekil 3.12** Tendon kaydırma egzersizleri



**Şekil 3.13** El bileği aktif egzersizleri



**Şekil 3.14** Dirençli el egzersizleri

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Olgulardan elde edilen veriler Windows işletim sistemi altında Statistical Package for Social Science (SPSS) istatistik programının 18.0 sürümü kullanılarak analiz edildi. Ölçümle belirlenen tanımlayıcı verilerde ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) hesaplandı; sayımla belirlenen tanımlayıcı verilerde sayı (n) ve yüzde değeri (%) belirtildi. Ölçümle elde edilen verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirildi. Parametrik koşulların sağlanmaması nedeniyle grup içi karşılaştırmalarda Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve Friedman Varyans Analizi, gruplar arası karşılaştırmalarda ise Mann-Whitney U Testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak alındı.

#### 4. BULGULAR

Araştırmaya katılan toplam 22 olgudan 8'i kadın (%36.4), 14'ü erkekti (%63.6). Cinsiyet, eğitim düzeyi ve mesleklerin gruplara göre dağılımı Tablo 4.1'de görülmektedir.

**Tablo 4.1** Grupların tanımlayıcı verileri

	Grup 1 n (%)	Grup 2 n (%)
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın	3 (27.3)	5 (45.5)
Erkek	8 (72.7)	6 (54.5)
<b>Eğitim düzeyi</b>		
İlkokul	1 (9.1)	2 (18.2)
Ortaokul	3 (27.3)	1 (9.1)
Lise	5 (45.5)	5 (45.5)
Üniversite	2 (18.2)	3 (27.3)
<b>Meslek</b>		
Öğrenci	2 (18.2)	2 (18.2)
Ofis çalışanı	1 (9.1)	3 (27.3)
Tekstil işçisi	2 (18.2)	1 (9.1)
Mermer işçisi	2 (18.2)	1 (9.1)
Cam işçisi	1 (9.1)	-
Polis	1 (9.1)	-
Kurye	1 (9.1)	-
İnşaat teknikeri	1 (9.1)	-
Plastik ambalaj çalışanı	-	1 (9.1)
Esnaf	-	2 (18.2)
Ev hanımı	-	1 (9.1)

Olguların yaş ortalaması  $34.27 \pm 10.42$  (18-56) yılıdır. Grup 1'deki bir olgu (%4.5) dışında olguların tamamı sağ el dominantti. Grup 1'de 9 olgu (%81.8), Grup 2'de ise 6 olgu (%54.5) sigara içmekteydi. Grup 1'deki olguların 2'si (%18.2), Grup 2'deki olguların ise 3'ü (%27.3) alkol kullanmaktaydı. İki grup arasında yaş, çalışma süreleri ve tüketilen sigara miktarı açısından anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2** Grupların yaş, çalışma süresi ve tüketilen sigara miktarlarının karşılaştırılması

	<b>Grup 1</b> <b><math>\bar{x}\pm SS</math> (min.-maks.)</b>	<b>Grup 2</b> <b><math>\bar{x}\pm SS</math> (min.-maks.)</b>	<b>p*</b>
<b>Yaş (yıl)</b>	33.00 $\pm$ 7.73 (23-43)	35.55 $\pm$ 12.83 (18-56)	0.490
<b>Çalışma süresi (toplam yıl)</b>	13.72 $\pm$ 7.80 (3.50-25.00) (n=9)	17.00 $\pm$ 11.65 (2.00-36.00) (n=8)	0.628
<b>Sigara miktarı (paket/gün)</b>	0.58 $\pm$ 0.33 (0.25-1.00) (n=9)	0.58 $\pm$ 0.34 (0.25-1.00) (n=6)	1.000

\*Mann-Whitney U Testi

Çalışmaya katılan 22 olgunun 26 parmağında yaralanma mevcuttu. Yaralanan parmak sayısı Grup 1'de 11, Grup 2'de 15'ti. Her iki grupta da olguların çoğunluğunda (%68.18) II. bölge yaralanması mevcuttu. Grup 1'de 9 olguya (%81.8) bölgesel, 2 olguya (%18.2) genel; Grup 2'de 5 olguya (%45.5) bölgesel, 6 olguya (%54.5) genel anestezi ile müdahale edildi. FDP ve FDS tendon kesisi olan Grup 1'deki 2 olgunun (%18.2), Grup 2'de ise 1 olgunun (%9.1) FDS tendonu onarılmadı. Olguların yaralanmaya ilişkin bilgileri Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.3** Grup 1 ve Grup 2'deki olguların yaralanmaya ilişkin verileri

	<b>Grup 1</b> <b>n (%)</b>	<b>Grup 2</b> <b>n (%)</b>
<b>Etkilenen taraf</b>		
Dominant	7 (63.6)	6 (54.5)
Nondominant	4 (36.4)	5 (45.5)
<b>Tanı</b>		
FDP kesisi	5 (45.5)	1 (9.1)
FDP+FDS kesisi	6 (54.5)	10 (90.9)
<b>Etkilenen parmak</b>		
2. parmak	4 (36.4)	3 (27.3)
3. parmak	2 (18.2)	4 (36.4)
4. parmak	-	1 (9.1)
5. parmak	5 (45.5)	-
2 ve 3. parmaklar	-	1 (9.1)
4 ve 5. parmaklar	-	1 (9.1)
2-4. parmaklar	-	1 (9.1)
<b>Yaralanma bölgesi</b>		
I. bölge	2 (18.2)	1 (9.1)
II. bölge	7 (63.6)	8 (72.7)
III. bölge	2 (18.2)	2 (18.2)
<b>Yaralanma aracı</b>		
Bıçak	7 (63.6)	4 (36.4)
Cam	3 (27.3)	4 (36.4)
Metal	1 (9.1)	2 (18.2)
Balta	-	1 (9.1)

TAH ve modifiye Strickland skorlarına göre her iki grupta kötü kategorisindeki parmak sayısının 24. haftada azaldığı görülmektedir (Tablo 4.4).



**Tablo 4.4** Grupların EHA değerlerinin TAH ve modifiye Strickland skorlarına göre sınıflandırılması

	Grup 1 n (%)		Grup 2 n (%)	
	TAH	Modifiye Strickland	TAH	Modifiye Strickland
<b>5. Hafta</b>				
Mükemmel	-	-	-	-
İyi	-	2 (18.2)	-	1 (6.7)
Orta	4 (36.4)	5 (45.5)	5 (33.3)	8 (53.3)
Kötü	7 (63.6)	4 (36.4)	10 (66.7)	6 (40.0)
<b>12. Hafta</b>				
Mükemmel	-	2 (18.2)	-	-
İyi	3 (27.3)	5 (45.5)	-	6 (40.0)
Orta	7 (63.6)	2 (18.2)	13 (86.7)	7 (46.7)
Kötü	1 (9.1)	2 (18.2)	2 (13.3)	2 (13.3)
<b>24. Hafta</b>				
Mükemmel	-	3 (27.3)	-	2 (13.3)
İyi	5 (45.5)	6 (54.5)	5 (33.3)	9 (60.0)
Orta	5 (45.5)	1 (9.1)	9 (60.0)	4 (26.7)
Kötü	1 (9.1)	1 (9.1)	1 (6.7)	-

Grup 1'de 5, 12 ve 24. haftalarda yapılan EHA, EKA ve MESA ölçümlerinin sonuçları arasında anlamlı bir fark vardı ( $p < 0.05$ ). Tüm ölçüm değerlerinin 24. haftada 5 ve 12. haftaya göre daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5** Grup 1'deki olguların 5, 12 ve 24. hafta EHA, EKA ve MESA değerlerinin karşılaştırılması

	5. hafta $\bar{x} \pm SS$ (min.-maks.)	12. hafta $\bar{x} \pm SS$ (min.-maks.)	24. hafta $\bar{x} \pm SS$ (min.-maks.)	p*
<b>EHA</b>				
TAH (°)	126.00±40.37 (76.00-195.00)	194.64±40.61 (116.00-252.00)	220.91±39.77 (142.00-285.00)	0.000
TAH (%)	42.24±13.71 (24.86-64.36)	65.10±14.91 (38.16-84.91)	73.42±14.05 (46.71-92.83)	0.000
Strickland (%)	30.23±15.67 (5.71-57.14)	54.76±22.73 (16.00-85.71)	65.20±22.90 (22.30-90.86)	0.000
<b>EKA (µV)</b>				
FDS (ortalama)	22.30±9.21 (10.10-41.90)	81.91±47.48 (40.30-210.60)	103.16±43.71 (59.70-215.70)	0.000
FDS (zirve)	46.43±24.12 (15.00-85.90)	144.53±77.27 (66.60-350.50)	184.76±69.71 (102.50-348.30)	0.000
FDP (ortalama)	28.81±20.85 (5.80-85.70)	80.40±26.74 (36.10-123.10)	107.84±39.63 (55.90-184.70)	0.000
FDP (zirve)	47.23±27.06 (9.30-109.70)	137.76±43.65 (62.70-197.00)	183.61±54.80 (104.00-269.20)	0.000
<b>MESA</b>				
GYA skoru	49.30±17.63 (27.50-75.00)	82.43±19.80 (42.14-98.21)	95.65±9.13 (75.36-100.00)	0.000
Total skor	48.80±12.42 (35.00-77.36)	71.63±15.35 (45.04-97.62)	83.91±12.44 (59.50-98.30)	0.000

\*Friedman Varyans Analizi

Grup 1'de kavrama kuvvetinin 12 ve 24. haftadaki değerleri karşılaştırıldığında, lateral kavrama dışında iki ölçüm değeri arasında anlamlı bir fark olduğu görüldü ( $p<0.05$ ). Kavrama kuvveti değerleri 24. haftada, 12. haftaya göre daha yüksekti (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6** Grup 1'deki olguların 12 ve 24. hafta kavrama kuvveti değerlerinin karşılaştırılması

	12. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	24. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	p*
<b>Kavrama kuvveti (kg)</b>			
Kaba kavrama	22.70 $\pm$ 10.43 (7.70-37.70)	31.95 $\pm$ 11.42 (10.30-50.70)	0.003
Çimdikleyici kavrama	3.48 $\pm$ 1.47 (1.00-5.70)	4.35 $\pm$ 1.91 (1.30-8.70)	0.018
Pulpa kavrama	3.53 $\pm$ 1.73 (1.50-8.00)	4.41 $\pm$ 1.64 (2.50-8.10)	0.045
Lateral kavrama	5.96 $\pm$ 2.27 (3.10-10.00)	6.56 $\pm$ 1.87 (4.80-11.00)	0.285
Etkilenen parmak pulpa	2.16 $\pm$ 0.10 (1.00-4.00)	3.31 $\pm$ 1.26 (1.20-5.00)	0.008

\*Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

Grup 2'nin 5, 12 ve 24. hafta EKA, EHA ve MESA ölçümleri arasında anlamlı bir fark mevcuttu ( $p<0.05$ ). Tüm değerlerin 5. haftadan sonraki değerlendirmelerde arttığı görülmektedir (Tablo 4.7).

**Tablo 4.7** Grup 2'deki olguların 5, 12 ve 24. hafta EHA, EKA ve MESA değerlerinin karşılaştırılması

	5. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	12. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	24. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	p*
<b>EHA</b>				
TAH (°)	115.07 $\pm$ 34.13 (67.00-164.00)	169.73 $\pm$ 29.20 (123.00-212.00)	209.47 $\pm$ 35.62 (149.00-266.00)	0.000
TAH (%)	39.78 $\pm$ 12.10 (23.00-55.60)	58.20 $\pm$ 9.83 (40.73-73.87)	69.82 $\pm$ 12.00 (49.34-90.17)	0.000
Strickland (%)	25.68 $\pm$ 12.93 (9.71-54.86)	44.61 $\pm$ 14.00 (20.00-69.71)	59.81 $\pm$ 19.76 (28.00-96.57)	0.000
<b>EKA (µV)</b>				
FDS (ortalama)	29.87 $\pm$ 14.18 (9.60-50.00)	62.33 $\pm$ 33.46 (25.70-132.80)	82.34 $\pm$ 37.61 (33.10-165.50)	0.000
FDS (zirve)	67.90 $\pm$ 45.92 (17.00-169.60)	111.88 $\pm$ 63.61 (46.10-259.60)	149.63 $\pm$ 66.21 (65.00-308.70)	0.000
FDP (ortalama)	32.94 $\pm$ 17.46 (13.10-79.40)	63.33 $\pm$ 35.88 (21.30-147.20)	99.31 $\pm$ 41.11 (48.60-165.30)	0.000
FDP (zirve)	61.38 $\pm$ 32.54 (24.70-151.50)	115.87 $\pm$ 54.55 (38.50-222.00)	189.65 $\pm$ 68.06 (102.50-272.60)	0.000
<b>MESA</b>				
GYA skoru	49.38 $\pm$ 26.54 (13.93-90.36)	76.27 $\pm$ 15.20 (47.86-100.00)	89.16 $\pm$ 9.92 (75.00-100.00)	0.000
Total skor	50.06 $\pm$ 13.62 (31.77-71.17)	68.58 $\pm$ 16.48 (43.67-95.83)	79.52 $\pm$ 14.44 (52.30-100.00)	0.000

\*Friedman Varyans Analizi

Grup 2'de kavrama kuvvetinin 12 ve 24. haftalardaki değerleri arasında çimdikleyici kavrama dışında anlamlı fark vardı ( $p<0.05$ ). Tüm kavrama kuvveti değerleri 24. haftada, 12. haftaya göre daha yüksekti (Tablo 4.8).

**Tablo 4.8** Grup 2'deki olguların 12 ve 24. hafta kavrama kuvveti değerlerinin karşılaştırılması

	12. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	24. hafta $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	p*
<b>Kavrama kuvveti (kg)</b>			
Kaba kavrama	16.70 $\pm$ 9.87 (5.30-36.70)	23.94 $\pm$ 11.66 (10.30-46.00)	0.003
Çimdikleyici kavrama	2.74 $\pm$ 1.40 (0.50-4.80)	3.04 $\pm$ 1.70 (0.00-5.30)	0.079
Pulpa kavrama	2.96 $\pm$ 1.68 (0.70-6.50)	3.75 $\pm$ 1.62 (0.70-6.70)	0.005
Lateral kavrama	4.40 $\pm$ 1.50 (2.20-7.00)	5.32 $\pm$ 1.71 (3.20-8.00)	0.006
Etkilenen parmak pulpa	2.15 $\pm$ 1.24 (0.70-5.20)	2.86 $\pm$ 1.16 (0.70-6.00)	0.003

\*Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi

Her iki grubun uyku, istirahat ve aktivite sırasındaki algılanan ağrı şiddeti minimal düzeydeydi. İki grubun 1, 5, 12 ve 24. haftalardaki algılanan ağrı şiddeti arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.9).

**Tablo 4.9** Algılanan ağrı şiddetinin gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup 1 $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	Grup 2 $\bar{x}\pm SS$ (min.-maks.)	p*
<b>GAS (1. hafta)</b>			
Uyku	0.03 $\pm$ 0.10 (0.00-0.30)	0.27 $\pm$ 0.91 (0.00-3.00)	0.948
İstirahat	0.10 $\pm$ 1.15 (0.00-2.50)	1.03 $\pm$ 2.12 (0.00-7.00)	0.632
Aktivite	1.82 $\pm$ 2.65 (0.00-7.10)	1.60 $\pm$ 2.50 (0.00-8.70)	0.892
<b>GAS (5. hafta)</b>			
Uyku	0	0.44 $\pm$ 1.26 (0.00-4.20)	0.148
İstirahat	0.57 $\pm$ 1.45 (0.00-4.80)	0.02 $\pm$ 0.06 (0.00-0.20)	0.223
Aktivite	0.47 $\pm$ 1.35 (0.00-4.50)	1.16 $\pm$ 1.54 (0.00-5.00)	0.131
<b>GAS (12. hafta)</b>			
Uyku	0	0	1.000
İstirahat	0	0.21 $\pm$ 0.70 (0.00-2.30)	0.317
Aktivite	1.38 $\pm$ 2.27 (0.00-5.50)	1.00 $\pm$ 2.00 (0.00-6.00)	0.691
<b>GAS (24. hafta)</b>			
Uyku	0	0.66 $\pm$ 2.20 (0.00-7.30)	0.317
İstirahat	0	1.20 $\pm$ 2.11 (0.00-5.50)	0.070
Aktivite	0.16 $\pm$ 0.40 (0.00-1.20)	1.38 $\pm$ 3.26 (0.00-10.00)	0.845

\*Mann-Whitney U Testi

Grup 1 ve 2'nin 5, 12 ve 24. hafta EHA, EKA ve MESA değerleri (Tablo 4.10) ile 12 ve 24. hafta kavrama kuvveti değerleri (Tablo 4.11) arasında anlamlı bir fark mevcut değildi ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.10** EHA, EKA ve MESA'nın gruplar arasında karşılaştırılması

			p*
<b>EHA</b>	<b>5. hafta</b>	TAH (°)	0.467
		TAH (%)	0.551
		Strickland (%)	0.533
	<b>12. hafta</b>	TAH (°)	0.119
		TAH (%)	0.154
		Strickland (%)	0.146
	<b>24. hafta</b>	TAH (°)	0.436
		TAH (%)	0.483
		Strickland (%)	0.436
<b>EKA (µV)</b>	<b>5. hafta</b>	FDS (ortalama)	0.212
		FDS (zirve)	0.279
		FDP (ortalama)	0.279
		FDP (zirve)	0.123
	<b>12. hafta</b>	FDS (ortalama)	0.412
		FDS (zirve)	0.224
		FDP (ortalama)	0.094
		FDP (zirve)	0.341
	<b>24. hafta</b>	FDS (ortalama)	0.200
		FDS (zirve)	0.140
		FDP (ortalama)	0.490
		FDP (zirve)	0.922
<b>MESA</b>	<b>5. hafta</b>	GYA skoru	0.922
		Total skor	0.922
	<b>12. hafta</b>	GYA skoru	0.224
		Total skor	0.533
	<b>24. hafta</b>	GYA skoru	0.106
		Total skor	0.511

\*Mann-Whitney U Testi

**Tablo 4.11** Kavrama kuvvetinin gruplar arasında karşılaştırılması

			p*
<b>Kavrama kuvveti (kg) (12. hafta)</b>	Kaba kavrama	0.148	
	Çimdikleyici kavrama	0.373	
	Pulpa kavrama	0.411	
	Lateral kavrama	0.100	
	Etkilenen parmak pulpa	0.735	
<b>Kavrama kuvveti (kg) (24. hafta)</b>	Kaba kavrama	0.087	
	Çimdikleyici kavrama	0.197	
	Pulpa kavrama	0.411	
	Lateral kavrama	0.107	
	Etkilenen parmak pulpa	0.311	

\*Mann-Whitney U Testi

## 5. TARTIŞMA

Fleksör tendon yaralanmalarında cerrahi ve rehabilitasyon alanındaki gelişmelere rağmen, özellikle kompleks anatomik yapısı nedeniyle I-III. bölgelerde tamir sonrası fonksiyonel problemlerin devam etmesi, hedeflenen ve yeterli bir tendon kayma miktarına ulaşmak için yapılan uygulamaların yetersiz olabileceğini düşündürmektedir. Bu düşünceden hareketle bu çalışmada I-III. bölge fleksör tendon yaralanması sonrasında kassal aktivitedeki artışla tendon kaymasını fasilite edeceği düşünülerek erken pasif hareket protokolüne ek olarak EMG biofeedback eğitimi uygulanmıştır. Ancak çalışmanın bulgularının EMG biofeedback eğitiminin EKA'yı artırma ve iyi bir fonksiyonel durum elde edilmesini sağlama yönünde kurduğumuz hipotezleri desteklemediği görülmüştür. Erken pasif harekete ek olarak EMG biofeedback eğitimi ve sadece erken pasif hareket uygulanan gruplar ayrı ayrı incelendiğinde ise her iki grupta yapılan tedavinin sonucunda eklem hareketi, kas aktivitesi, el fonksiyonelliği ve kavrama kuvvetinde iyileşme olduğu saptanmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, uygulanan rehabilitasyon programlarının eklem hareketini artırmaya odaklandığı görülmektedir. Bununla birlikte özellikle pasif hareket protokollerinde uygulanan dinamik immobilizasyonun santral sinir sistemi üzerindeki etkilerinin bilinmesinin rehabilitasyon programlarına yön verebileceği düşünülmektedir. Bu düşüncüyü destekleyen bir araştırmada II. bölge fleksör tendon tamiri sonrası modifiye Kleinert protokolü ile rehabilitasyon takibi yapılan hastalarda dinamik immobilizasyonun serebral etkileri splint çıkarıldıktan hemen sonra (6. hafta) ve takiben 6 haftalık aktif egzersiz eğitim sürecinden sonra parmak fleksiyonu sırasında pozitron emisyon tomografisi kullanılarak değerlendirilmiştir. Fleksör hareketin kontralateralindeki serebral ventral putamenin splint çıkarıldıktan hemen sonra aktive olmadığı görülmüştür. Bu durumun fleksiyonun pasif olarak yapıldığı 6 haftalık dinamik immobilizasyon sürecinin, parmak fleksiyonunda etkili serebral kontrolün geçici kaybına neden olduğu belirtilmiştir (Stenkes vd 2010). Aktif egzersiz eğitimi sonunda putamenin yeniden aktive olmasının ise becerilerin öğrenilmesinin genel bir özelliği olduğu bildirilmiştir (Coert vd 2009). Fleksör tendon tamiri sonrası bilgi işlem hızının değerlendirildiği bir diğer çalışmada 48 sağlıklı yetişkinin ve fleksör tendon tamiri

yapılarak modifiye Kleinert protokolü ile takip edilen 12 hastanın “hareket hazırlık zamanı” 6 haftalık aralıklarla ölçülerek karşılaştırılmıştır. İlk değerlendirmede hasta ve sağlıklı grup değerleri arasında anlamlı fark bulunmazken, 6 hafta sonra yapılan ikinci değerlendirmede hasta grubun hazırlık süresinin sağlıklı gruba göre anlamlı olarak uzun olduğu saptanmıştır. Altı haftalık dinamik immobilizasyondan sonra fleksör tendon tamiri yapılan grupta, hem sağlam hem de etkilenen tarafta bilgi işlem hızının anlamlı ölçüde azaldığı görülmüştür (Stenekes vd 2008). Fleksör tendon yaralanmalı hastalar, splint çıkarıldıktan sonraki erken dönemde aktivitelerin yapılması sırasında parmaklardaki sertlik ve adezyonla açıklanamayan, selektif kullanmama nedeniyle fleksör hareketlerdeki etkin serebral kontrolün kaybına bağlı olduğu düşünülen bir beceriksizlik bildirmişlerdir (de Jong BM vd 2003). Ek olarak, özellikle ince kavrama sırasında farklı fleksör komutlar gerektiğinden, fleksör tendon yaralanması sonrası dinamik immobilizasyon sürecinde bu tür aktif hareketlerin yokluğunun hareketlerde verimsizliğe yol açabileceği belirtilmiştir (Coert vd 2009). Bununla birlikte tendon tamiri sonrasında santral aktivasyonu artırmaya yönelik herhangi bir yöntemin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İlaveten Simard ve Basmajian, bir motor cevabın kalitesinin duyu algısının kalitesine bağlı olduğunu ifade etmiştir. Abildness'e göre de EMG biofeedback sinyalleri, terapistin gözlemiyle oluşturulan sinyallerden daha hassas yanıtları ortaya çıkararak yetersiz propriosepsiyon sinyallerinin yerine geçebilmektedir (Blackmore vd 2011). Ancak EMG biofeedback eğitiminin tendon yaralanmalarından sonra santral etkilerini gösteren bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda da EMG biofeedback eğitiminin etkinliğine dair anlamlı sonuçlar elde edilmemiştir. Bunlara rağmen dinamik immobilizasyona bağlı santral aktivasyonun azaldığını gösteren çalışmalar, özellikle proprioseptörlerin uyarılarak eklem pozisyon ve hareketine ilişkin görsel ve işitsel sinyallerle santral farkındalığı artıran EMG biofeedback eğitiminin, kassal aktivitede fasilitasyon rolüne ek olarak tendon yaralanmalarında rehabilitasyon programlarını destekleyebilme olasılığını düşündürmüştür.

Literatürde tendon yaralanmalarında EMG biofeedback eğitimiyle ilgili olarak bulunan tek çalışma Hirasawa vd (1986) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada ekstansör pollisis longus tendonunda tenorafi veya transfer sonrası fonksiyonel eğitime rağmen başparmak ekstansiyon hareketinde zayıflık olan 5 hastaya 4 ile 12 hafta boyunca EMG biofeedback uygulanmıştır. Tendon tamirinden eğitimin başlamasına kadar geçen süre 1 ay ile 20 yıl arasında değişiklik göstermiştir. Her seans 20-30 dk sürmüş, kontraksiyon ve dinlenme süreleri 5'er dk olarak ayarlanmıştır. Çalışmanın sonucunda vakaların kas kuvveti ve eklem hareketinin arttığı görülmüş, EMG biofeedback eğitiminin tek başına değil, diğer konvansiyonel tedavi yöntemleriyle birlikte kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışma, metodolojik özellikleri açısından

çalışmamızla kıyaslanabilir nitelikte olmamasına rağmen tenorafi uygulanan olgularda kas kuvveti ve eklem hareket açıklığının artışı çalışmamızın sonuçlarıyla uyumludur. Araştırmamızda EMG biofeedback eğitimi uygulanan olgularda da bu parametreler ve ilaveten EKA daha iyi düzeye gelmiştir. Ayrıca takip boyunca değerlendirmelerin ortak bir zamanda yapılmış olması ve araştırmaya kontrol grubu dahil edilmesi sonuçların güvenilirliğini artırmaktadır. Yapılan değerlendirmelerin yanı sıra EMG biofeedback eğitimine alınan olguların geri bildirimleri, bu eğitimle ilgili olumlu görüşler kazanmamızı sağlamıştır. Özellikle eğitimin ilk seanslarında, eklem hareketinin belirgin olmaması nedeniyle aktif hareketin gerçekleştiğinden tam olarak emin olamayan hastaların ekranda kas aktivitesini gördükten sonra hareketin oluştuğuna ikna olduklarını ifade etmeleri, hastalara egzersizlerin yapılması konusunda da önemli bir motivasyon sağlamış olabilir. Literatürde tendon yaralanmalarında EKA değerlendirmesi ve EMG biofeedback eğitiminde optimal kontraksiyon ve dinlenme sürelerini bildiren bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızda her kas için, 5'er sn'lik kontraksiyon ve dinlenme periyotlarının ikişer kez tekrarlanmasıyla yapılan EKA değerlendirmesinde kontraksiyon süresini daha kısa tutarak kaslarda yorgunluk yaratmamayı ve ikinci kontraksiyonun ortalamaya dahil edilmesiyle daha güvenilir bir sonuç elde etmeyi hedefledik. Ek olarak kasların eğitiminin 10 sn kontraksiyon ve 30 sn dinlenme şeklinde uygulanmış olmasının, her tekrardaki dinlenme süresi sayesinde daha verimli bir kontraksiyon alınmasını sağladığını düşünmekteyiz. EMG biofeedback grubunda eğitimle elde edilmeye çalışılan kas aktivitesindeki gelişmeyle birlikte tendon fonksiyonundaki iyileşmeyi gözlemlemenin fizyoterapist için de önemli bir avantaj olduğu söylenebilir. İlaveten çalışmamızda EMG biofeedback eğitiminde kullanılan yüzeysel elektrotlar, anatomik kaynaklar referans alınarak belirlenen bölgelere ve palpasyonla doğrulandıktan sonra yerleştirilmiştir. Ayrıca elektrot yerleşim bölgelerinin hareket eden eklemden uzak olması, dokuların hareketiyle yüzeysel elektrotların yer değiştirme olasılığını azaltmıştır. Ancak önkol kaslarının birbirine yakın ve derin yerleşimli olmasının, çalışmamızdaki hedef kasların eğitiminde olumsuz bir faktör olabileceği de dikkate alınmalıdır.

Fleksör tendon yaralanmalarıyla ilgili literatür incelendiğinde anatomik bölge, cerrahi teknik, rehabilitasyon yöntemi ve değerlendirme parametrelerindeki belirgin farklılıklar nedeniyle sonuçların genellenmesi ve ortak bir fikir birliğine varılmasının zor olduğu görülmektedir. Bununla birlikte fleksör tendon tamiri sonrası rehabilitasyonla ilgili çalışmaların çoğunluğunda erken pasif hareket veya erken aktif hareket protokollerinin sonuçları incelenmiş veya bu iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır. Fleksör tendon tamiri sonrasında rehabilitasyon protokollerinin incelendiği sistematik bir derlemeye erken pasif veya aktif hareketin uygulandığı 34 makale dahil edilmiştir. Dahil

edilen çalışmaların %53'ünde erken pasif hareket, %32'sinde erken aktif hareket protokolü uygulanmış, %15'inde ise erken pasif ve aktif hareket protokollerinin sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada Duran veya Kleinert protokolleriyle erken pasif hareket yönteminin uygulandığı 1598 tendon tamirinde 57 rüptür (%4) ve 149 parmakta (%9) EHA'da kayıp; erken aktif hareket protokolüyle takip edilen 1412 tamirde ise 75 rüptür (%5) ve 80 parmakta (%6) EHA kaybı olduğu rapor edilmiştir. Araştırmanın sonucunda pasif protokollerde aktif protokollere kıyasla rüptür riskinin anlamlı olarak düşük, ancak eklem hareketinde kayıp riskinin anlamlı olarak yüksek olduğu görülmüştür (Starr vd 2013). Bir başka sistematik derlemede ise II. bölge fleksör tendon yaralanmalarında rehabilitasyon protokollerinin sonuçları incelenmiştir. Pasif ve aktif hareket protokollerini içeren 15 makalenin dahil edildiği çalışmada ortalama rüptür oranının kombine Kleinert ve Duran protokolünde en düşük (%2.3) ve Kleinert protokolünde en yüksek (%7.1) olduğu, ancak bu farkın anlamlı olmadığı saptanmıştır. Strickland ve Buck-Gramcko skorlarına göre mükemmel ve iyi kategorisindeki en yüksek parmak oranı ise kombine Kleinert ve Duran protokolü ile erken aktif hareket protokollerinde görülmüştür (Chesney vd 2011). Çalışmamızda ise 3 olgu tendonda yeniden rüptür nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır. Ancak rüptürün rehabilitasyon seanslarında gerçekleşmemiş olması, tedavi programından bağımsız olarak, hastanın terapist tarafından önerilen talimatlara uymaması nedeniyle oluştuğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte 12 ve 24. haftada tam EHA derecelerine ulaşılmasa da MESA skorlarının özellikle Grup 1'de ve 24. haftada oldukça yüksek olması, hasta açısından fonksiyonel sonuçların tatmin edici olduğunu göstermektedir. Karjalainen vd (2018) tarafından yapılan çalışmada da açısız hareket ölçümüne göre yapılan sınıflamaların hastanın kendi durumuna ilişkin bakış açısını yansıtmadığı vurgulanmıştır. I-V. bölge arasındaki yaralanmaya bağlı fleksör tendon tamiri yapılarak aktif rehabilitasyon protokolü ile takip edilen 49 hastanın, tamirden ortalama 38 ay sonra değerlendirildiği bu çalışmada objektif olarak ölçülen etkilenim ile subjektif olarak algılanan yetiyitimi arasındaki ilişki incelenmiştir. DİF eklem aktif hareketi ve parmakların TAH değerinin GAS ve DASH ile değerlendirilen algılanan fonksiyonel durumla ilişkili olduğu bulunmuştur. Çalışmada fleksör tendon tamirlerinin sonuçlarının değerlendirilmesinde EHA ölçümü ve DASH anketinin kullanılması önerilmiştir. Çalışmamızda salt objektif değerlendirmelerin hasta perspektifini yansıtmayacağı düşünülerek olguların ek olarak MESA ile değerlendirilmiş olması bu görüşü desteklemektedir.

Rigo ve Røkkum (2016) I, II ve III. bölgelerde fleksör tendon yaralanması olan 291 hastanın 356 parmağının tamir sonuçlarını retrospektif olarak incelemiştir. Hastaların büyük çoğunluğu (263 olgu) modifiye Kleinert protokolüne göre, bir kısmı ise



(28 olgu) erken aktif hareket protokolü ile tedavi edilmiş ve tüm vakalar Kleinert splinti kullanmıştır. Strickland skoruna göre 8. haftada parmakların %30'unun, ortalama 7 ay sonra yapılan son değerlendirmede ise parmakların %48'inin mükemmel veya iyi kategorisinde olduğu görülmüştür. Aktif dijital hareketin belirleyicilerinin tanımlandığı bu çalışmada yaş, sigara kullanımı, IC ve IIC alt bölgeleri arasındaki yaralanmalar, küçük parmakta etkilenim, yumuşak doku hasarının genişliği, eşlik eden kas iskelet sistemi yaralanmaları, geç cerrahi, 2-iplikli Kessler tamir tekniğinin kullanılması ve eşlik eden kesi durumunda FDS'nin rezeksiyonu veya tedavi edilmeden bırakılması gibi değişkenlerin negatif belirleyici olduğu bulunmuştur. Çetin vd (2001) ise I-V. bölgelerde fleksör tendon yaralanması olan 34 olguyu (74 parmak) yaklaşık 13 hafta boyunca modifiye Kleinert ve modifiye Duran protokollerinin kombinasyonu ile takip ettikleri çalışmalarında yaş, yaralanma bölgesi ve splintin kullanım süresi gibi faktörlerin TAH sonuçları üzerinde anlamlı etkisi olduğu; cinsiyet, yaralanan parmak sayısı, yaralanma mekanizması ve ilişkili yaralanmaların ise TAH sonuçlarını etkilemediği sonucuna varmıştır. Araştırmamız daha az sayıda vakayla yapılmış olmasına rağmen son değerlendirmede modifiye Strickland skoruna göre parmakların %77'sinin mükemmel veya iyi olduğu bulunmuştur. Bu farkın, olguların haftada 3 seans rehabilitasyon programına alınmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızdaki gruplar karşılaştırıldığında yaş ve tüketilen sigara miktarı açısından iki grup arasında fark olmaması, her iki gruptaki II. bölge yaralanma oranının birbirine çok yakın olması, tüm olgularda 4-iplikli tamir tekniğiyle primer onarım yapılması ve splint kullanım sürelerinin aynı olması, bu değişkenlerin sonuçlarımızı etkileyebilecek kafa karıştırıcı faktörler olmadığını göstermektedir.

II. bölge fleksör tendon tamiri sonrası modifiye Duran protokolünün klinik sonuçlarının incelendiği bir diğer çalışmaya retrospektif olarak yaş ortalaması 30 yıl olan 33 olgu (43 parmak) dahil edilmiştir. Dört dikişli merkezi çapraz dikiş tekniğiyle opere edilen olgular postoperatif 28. günde ve 10 hafta süren tedavinin sonunda DASH kısa formu (Q-DASH), TAH formülü ve ağrı için GAS ile değerlendirilmiş, ayrıca olgulara ödem ölçümü yapılmıştır. Tedavi sonrasında olguların Q-DASH, ağrı ve ödem sonuçlarında anlamlı iyileşme saptanmış, TAH skorlarına göre ise 39 parmağın orta, iyi veya mükemmel kategorisinde yer aldığı görülmüştür (Büyükturan vd 2018). İstirahat halinde, egzersiz aralarında ve kısmi hareket sürecinde splint içinde İF eklemlerin ekstansiyonda tutulması ve bu nedenle özellikle PİF eklemlerde fleksiyon kontraktürü riskini azaltması nedeniyle modifiye Duran protokolünü tercih ettiğimiz çalışmamızda fonksiyonel iyileşme açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Her iki grupta EHA, EKA, MESA ve kavrama kuvveti sonuçlarında anlamlı iyileşme sağlanmıştır. Tendon tamirlerinden sonra primer bir yakınma olmamasına rağmen, ek problemlerin göz ardı

edilmemesi nedeniyle değerlendirilen algılanan ağrı şiddeti skorlarının ise her iki grupta, tüm haftalarda minimum düzeyde olması, tedavi programının ağrı durumundan etkilenmediğini göstermektedir. Ek olarak 12 ve 24. hafta EHA, EKA, MESA ve kavrama kuvveti değerlerinin anlamlı olmamasına rağmen Grup 1'de Grup 2'ye göre daha yüksek olmasının, Grup 1'de ilaveten uygulanan 4 haftalık EMG biofeedback eğitiminden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ancak bu olasılığın yanı sıra Grup 2'deki olgularda FDP ve FDS kesisi birlikte olan parmak sayısının daha fazla olması ve birden fazla parmakta etkilenim olan vakaların Grup 2'de yer alması, literatürde yaralanma bölgesi ve etkilenen tendon gibi değişkenlerin Strickland skoru üzerinde bir etkisi olmadığı (Quadlbauer vd 2016), yaralanan parmak sayısının ise TAH sonuçlarını etkilemediği (Çetin vd 2001) gösterilmiş olmasına rağmen, sonuçların yorumlanmasında dikkate alınması gereken faktörlerdendir. Cerrahi teknikle ilişkili olarak eldeki pulley sisteminin korunması ve FDS onarımına ilişkin literatürde bir fikir birliği olmamasına rağmen, çalışmamızdaki tüm vakalarda postoperatif dönemde etkin bir hareketin sağlanması için pulleyler korunmuş ve tendon kaymasının olumsuz etkileneceği düşünülen vakalarda FDS onarımı yapılmamıştır. Cerrahi sırasında tendon kaymasını olumsuz etkileyebilecek faktörlerin dikkate alınması, hastalarımızın postoperatif rehabilitasyon sürecinde önemli bir avantaj sağlamıştır.

II. bölgedeki fleksör tendon kesisi 2-iplikli modifiye Kessler kor sütürü kullanılarak onarılan ve modifiye Kleinert splintiyle kombine pasif hareket uygulanan olgularda fonksiyonel sonuçların retrospektif olarak değerlendirildiği bir çalışmaya 16 hasta (21 parmak) dahil edilmiştir. Tüm olgular pasif fleksiyon ve lastik banda karşı aktif ekstansiyon ile kontrollü pasif fleksiyon-ekstansiyon egzersizlerinden oluşan bir rehabilitasyon programı ile takip edilmiştir. Fonksiyonel sonuçlar Buck-Gramcko II skoruna göre değerlendirilmiş, ayrıca kavrama kuvveti ölçümü yapılmıştır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre ortalama 130 gün rehabilitasyon uygulanan olguların %81'inde fonksiyonel sınıflamaya göre mükemmel-iyi arası sonuçlar elde edilmiş, ortalama kavrama kuvvetinin ise sağlam tarafın %78'i olduğu saptanmıştır (Chan vd 2006). Çalışmamızda ise modifiye Strickland skorlarına göre yapılan sınıflamada benzer iyileşme oranı görülmekle birlikte daha rijit bir sınıflama sistemi olan TAH skoruna göre iki grupta iyi kategorisindeki parmak sayısı daha azdır. Ancak MKF eklemin ve kontralateral parmağın değerlendirmeye dahil edilmesi nedeniyle TAH skorlarının elde edilmesinin vakaların gelişimini izlemede ek bilgi sağlayabileceği düşüncesindeyiz. İlaveten çalışmamızda kavrama kuvveti sonuçları gruplar arasında karşılaştırılmış olmakla birlikte 12 ve 24. hafta kaba ve ince kavrama sonuçlarının Grup 1'de daha yüksek olduğu görülmüştür. Kas kuvvetiyle doğrudan ilişkili olmasa da EMG

biofeedback eğitimiyle kassal aktivasyondaki artışın, proprioseptif girdi sayesinde kuvvetteki artışı fasilite etmiş olabileceği mümkün görünmektedir.

Kitiş vd (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise II. bölge fleksör tendon yaralanması nedeniyle primer onarım yapılan 192 hastadan 98'ine (137 parmak) pasif fleksiyon ve aktif ekstansiyon egzersizleriyle modifiye Kleinert protokolü, 94'üne (126 parmak) ise pasif fleksiyon ve pasif ekstansiyon egzersizleriyle kontrollü pasif hareket protokolü uygulanmış ve tüm hastalar postoperatif 12. haftada değerlendirilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. TAH skoruna göre modifiye Kleinert protokolü uygulanan grupta 14 parmakta (%10), pasif hareket grubunda ise 19 parmakta (%15) iyi sonucuna ulaşılmıştır. Ortalama kavrama kuvvetinin ise modifiye Kleinert protokolü uygulanan grupta 34 kg, pasif hareket grubunda ise 30 kg olduğu görülmüştür. Çalışmamıza daha az sayıda olgu dahil edilmiştir; ancak TAH skoruna göre iyi sonucun oranı 12. haftada Grup 1'de, 24. haftada ise her iki grupta bu çalışmada elde edilen sonuca göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızdaki kavrama kuvveti sonuçlarının ise 12 ve 24. haftalarda, her iki grupta da bu çalışmada elde edilen sonuca göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak 24. haftada kavrama kuvvetinde 12. haftaya göre her iki grupta görülen anlamlı artış, uygulanan tedavinin ve 9. haftadan itibaren programa eklenen dirençli eğitimin kavrama kuvveti açısından tatmin edici olduğunu düşündürmektedir.

Fleksör tendon tamirlerinde yaralanma mekanizmasının da sonuçları etkileyebileceği bilinmektedir. Starnes vd (2012), yaptıkları çalışmada II. bölge fleksör tendon tamiri sonrasında klinik sonuçları yaralanma mekanizmasına göre değerlendirmiştir. Minimum 12 ay, ortalama 4 yıl takip edilen vakalar retrospektif olarak çalışmaya dahil edilmiş ve yaralanma mekanizmasına göre testere, fan ve ezilmeye bağlı parçalanma şeklinde yaralanması olan grup ve bıçak, cam veya metalle oluşan temiz yaralanmalı kesi grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Parçalanma grubuna 17 parmağı yaralanan 13 olgu, kesi grubuna ise 24 parmağı yaralanan 21 olgu alınmıştır. Son değerlendirmede PİF ve DİF eklemlerde total pasif hareket (TPH) ve TAH ile kuvvet ölçümleri yapılmış, DASH anketi uygulanmış ve postoperatif tendon rüptürü ile sekonder cerrahi gereken hasta yüzdesi kaydedilmiştir. Çalışmanın sonucunda TPH ve TAH değerlerinin parçalanma grubunda anlamlı olarak düşük olduğu, kuvvet, DASH skoru ve tendon rüptür oranı açısından ise iki grup arasında fark olmadığı görülmüştür. Sekonder cerrahi oranıysa parçalanma grubunda daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda yaralanma mekanizmasının etkilerine ilişkin istatistiksel bir inceleme ya da yaralanma ciddiyeti ve yaralanmaya bağlı etkilenen yapılara ait bir değerlendirme yapılmadı. Ancak yaralanmanın her iki grupta benzer yaralanma etkenlerinden kaynaklı ve benzer mekanizmalarla gerçekleşmiş olması, yaralanma mekanizmasının iki grup arasındaki karşılaştırma sonucunu etkilememesi olasılığını düşündürmektedir.

Fleksör tendon tamiri sonrası erken pasif hareketin sonuçlarını değerlendiren bir diğer çalışmada I ve II. bölgelerde fleksör tendon yaralanması olan 115 olgu retrospektif olarak analiz edilmiştir. Zechner tekniğiyle iki-iplikli onarım yapılan olgular postoperatif ilk günden itibaren kombine modifiye Kleinert ve Duran protokolüne göre 12 hafta boyunca ve gerekliyse daha sonra rehabilitasyon programına alınmıştır. Ortalama 7 ay takip edilen hastaların son değerlendirmelerinde modifiye Strickland sınıflamasına göre %75 oranında mükemmel ve iyi kategorisinde olduğu görülmüştür (Quadlbauer vd 2016). Bu bulgu, çalışmamızda 24. haftada yapılan son değerlendirmenin sonuçlarıyla uyumludur. Postoperatif sürenin iyileşme üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, her olgunun cerrahi sonrası farklı zamanlarda değerlendirilmesinin sonuçların yorumlanmasında olumsuz bir faktör olabileceği görülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda olguların tüm değerlendirmeleri ortak zamanlarda yapılmıştır. Çalışmamızda değerlendirme zamanlarının tendonun iyileşme sürecine göre ve tüm olgular için ortak olarak planlanmasının, literatüre önemli bir katkı sağladığını düşünüyoruz. Postoperatif 12. hafta değerlendirme sonuçlarının verildiği bir çalışmada ise I ve II. bölgede 4-iplikli kor sütür ve kilitleme loop'ları ile fleksör tendon tamiri gerçekleştirilen 132 hastadan (159 parmak) toplanan veriler retrospektif olarak analiz edilmiştir. Erken pasif hareket protokolü uygulanan 138 parmak ve kontrollü aktif hareket rehabilitasyon protokolü uygulanan 21 parmakta sonuçlar karşılaştırılmıştır. Cerrahiden sonra 4. haftada TAH değerleri açısından iki grup arasında aktif hareket lehine anlamlı fark saptanırken, 12. haftada iki protokol arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Postoperatif 12. haftada pasif hareket grubunda olguların %53'ünün, aktif hareket grubunda ise %63'ünün sonuçları mükemmel veya iyi olarak değerlendirilmiştir. Pasif hareket uygulanan grubun sonuçları dikkate alındığında bu çalışmadaki sonucun, çalışmamızın 12. hafta TAH sonuçlarına göre sadece Grup 1'de parmakların %27'sinde elde edilen iyi sonuçla uyumlu olmadığı görülmektedir.

II. bölge yaralanmalarında 4-iplikli modifiye Kessler kor sütür tekniğinin sonuçlarını retrospektif olarak inceleyen güncel bir çalışmada ortalama 5 ay modifiye Kleinert protokolü ile takip edilen 89 hastanın 128 parmağı Strickland skoruna göre değerlendirilmiş, 117 parmakta (%91.4) mükemmel ve iyi sonucuna ulaşılmış, 3 parmakta (%2.3) ise rüptür oluşmuştur. Ayrıca 13 parmağın (%10.1) PİF eklemde 20°nin üzerinde eklem kontraktürü meydana gelmiştir. Bu çalışmada ilk 24 saatte yapılan onarımlarda sonuçların daha iyi olduğu görülmüştür. Dört-iplikli modifiye Kessler kor sütür tekniği ve modifiye Kleinert protokolü ile takipte tatmin edici gelişmeler sağlandığı sonucuna varılmıştır (Güntürk vd 2018). Çalışmamızda tüm vakalarda primer onarım yapılmıştır. PİF eklemde fleksiyon kontraktürü gelişen vakamız bulunmamaktadır. Bu sonucun modifiye Duran protokolünde kullanılan splintle

ilişkili olduğu görüşünderiz. Çalışmamızda kullanılan statik splint İF eklemlerin egzersiz aralarında ve gece boyunca ekstansiyonda kalmasını sağlamıştır. Nitekim literatürde dinamik traksiyon içeren splintlerin PİF eklemlerde fleksiyon kontraktürü oluşumuna neden olabileceği belirtilmiştir (Chinchalkar vd 2016). Ayrıca kullandığımız splintte fleksör tendonlar üzerindeki gerilimi azaltmak için literatürle uyumlu olarak el bileği 20° ve MKF eklemler 50° fleksiyonda pozisyonlanmıştır. Ek olarak MKF eklemlere uygulanan fleksiyonun intrinsik kasların gevşetilmesini sağlayarak PİF eklem fleksiyon kontraktür riskini azalttığı da bildirilmiştir (Pulos ve Bozentka 2015). Bu sonuçlar da bizim sonuçlarımızı desteklemektedir.

Fleksör tendon tamiri sonrası Kleinert protokolü ile erken pasif hareket uygulanan olgularda rehabilitasyon sonuçlarını retrospektif olarak inceleyen bir başka çalışmaya tüm bölgelerde (I-V) yaralanması olan 35 olgu (69 parmak) dahil edilmiştir. Parmakların 54'ünde (%78.3) FDS ve FDP, 15'inde (%21.7) ise FPL yaralanması olduğu belirtilmiştir. FDS ve FDP yaralanması olan parmaklarda 6 haftalık rehabilitasyon sonunda postoperatif 1. haftadaki başlangıç değerine göre MKF, PİF ve DİF ortalama fleksiyonunda anlamlı bir gelişme olduğu, TAH skorlarında ise parmakların %96'sında mükemmel ve iyi sonuçlara ulaşıldığı saptanmıştır (Hundozi vd 2013). Çalışmamızda postoperatif 1. hafta eklem hareketi değerlendirmesi yapılmamıştır; ancak olgularımızın 12 ve 24. haftalarda EHA sonuçları her iki grupta 5. haftaya göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmadan farklı olarak 12 ve 24. haftada tüm değerlendirmeler yeniden yapılmıştır. Fleksör tendon tamirleri sonrasında özellikle geç dönemde yapılacak değerlendirmelerin hastaların durumunu ve uygulanan rehabilitasyon programının etkilerini daha iyi yansıtacağı görüşünderiz.

Araştırmamızın güçlü yanları prospektif randomize kontrollü olarak planlanması, tüm değerlendirmelerin ortak bir zamanda yapılması, splint kontrolü ve tüm rehabilitasyon sürecinin aynı fizyoterapist tarafından gerçekleştirilmesi, fleksör tendon yaralanmalı hastalarda uzun dönem takip sonuçlarını içermesi, her iki grupta da hastaların haftada 3 seans tedaviye alınmaları, ayrıca eklem hareketi dışında olgularda iyileşmenin tamamen görülmesini sağlayacak kas aktivitesi, kavrama kuvveti ve hastalar tarafından algılanan fonksiyonel durumu yansıtan ek parametrelerin değerlendirmeye alınmış olmasıdır. Araştırmamızın zayıf yönleri ise çalışmaya başlamadan önce güç analizinde belirlenen vaka sayısına ulaşamamış olması, araştırmaya alınan vakalardaki yaralanma bölgelerinin tek bir bölgeyle sınırlı olmayıp, I-III. bölge yaralanmalarını içermesidir.

## 6. SONUÇ

I-III. bölge fleksör tendon yaralanması sonrasında erken pasif hareket protokolüne ek olarak uygulanan EMG biofeedback eğitiminin EKA ve fonksiyonel duruma olan etkisinin incelendiği bu araştırmada;

1. Kassal aktivitedeki artışla tendon kaymasını fasilite edeceği düşünülerek erken pasif harekete ek olarak uygulanan EMG biofeedback eğitiminin EHA, EKA, MESA ve kavrama kuvveti açısından erken pasif hareket yöntemine göre ek bir yararının bulunmadığı,
2. Her iki yöntemin EHA, EKA, MESA ve kavrama kuvveti sonuçlarının gelişmesinde etkili olduğu,
3. EMG biofeedback eğitiminin, kontrollü pasif veya aktif hareket yöntemlerini destekleyici olarak etkili ve yeterli bir tendon kayması elde etmede, hasta motivasyonunu artırmada yarar sağlayabilecek ek bir yöntem olabileceği sonucuna varılmıştır.

EMG biofeedback eğitiminin fleksör tendon yaralanmalarında erken pasif hareket yöntemine göre bir üstünlüğü olmamasına rağmen, özellikle aktif harekete başlanan dönemde mevcut kassal aktiviteyi görsel ve işitsel feedback ile göstererek etkili bir tendon kaymasının sağlanmasında hastaların motivasyonlarını artırabilecek ve tedavi sonuçlarını olumlu yönde etkileyebilecek bir yöntem olduğu görüşündeyiz. Bununla birlikte EMG biofeedback eğitiminin tendon kayması üzerindeki etkisini objektif olarak değerlendiren, daha uzun takip süreli deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır. Çalışmamızın ise bu konuda yapılacak deneysel çalışmalara öncülük edebileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca EMG biofeedback eğitiminde uygun sonuçların elde edilmesini sağlayan ideal bir protokolün olmaması nedeniyle, çalışmamızın el ve önkol yaralanmalarından sonra uygulama tekniği açısından önemli veriler içeren bir kaynak olabileceği görüşündeyiz.

## 7. KAYNAKLAR

- Aksakoğlu G. Sağlıkta araştırma ve çözümlenme. **DEÜ Rektörlük Basımevi**, İzmir, 2006.
- Basmajian JV. Clinical use of biofeedback in rehabilitation. **Psychosomatics** 1982; 23(1): 67-73.
- Bindra RR, Dias JJ, Heras-Palau C, Amadio PC, Chung KC, Burke FD. Assessing outcome after hand surgery: the current state. **J Hand Surg Br** 2003; 28(4): 289-294.
- Blackmore SM, Williams DA, Wolf SL. "The use of biofeedback in hand rehabilitation", Rehabilitation of the hand and upper extremity, Eds. Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J, Amadio PC, **Elsevier Mosby**, Philadelphia, 2011: s.e227-e242.
- Büyükturan Ö, Ceylan İ, Erden Z, Erçetin Ö. Zon 2 fleksör tendon yaralanmalarında modifiye Duran protokolünün klinik sonuçları. **Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation** 2018; 5(3): 150-157.
- Chan TK, Ho CO, Lee WK, Fung YK, Law YF, Tsang CY. Functional outcome of the hand following flexor tendon repair at the 'no man's land'. **J Orthop Surg (Hong Kong)** 2006; 14(2): 178-183.
- Chesney A, Chauhan A, Kattan A, Farrokhyar F, Thoma A. Systematic review of flexor tendon rehabilitation protocols in zone II of the hand. **Plast Reconstr Surg** 2011; 127(4): 1583-1592.
- Clancy SP, Mass DP. Current flexor and extensor tendon motion regimens: a summary. **Hand Clin** 2013; 29(2): 295-309.
- Coert JH, Stenekes MW, Paans AM, Nicolai JP, De Jong BM. Clinical implications of cerebral reorganisation after primary digital flexor tendon repair. **J Hand Surg Eur Vol** 2009; 34(4): 444-448.
- Collins DC, Schwarze L. Early progressive resistance following immobilization of flexor tendon repairs. **J Hand Ther** 1991; 4(3): 111-116.
- Çetin A, Dinçer F, Keçik A, Çetin M. Rehabilitation of flexor tendon injuries by use of a combined regimen of modified Kleinert and modified Duran techniques. **Am J Phys Med Rehabil** 2001; 80(10): 721-728.
- Chinchalkar SJ, Larocerie-Salgado J, Suh N. Pathomechanics and management of secondary complications associated with tendon adhesions following flexor tendon repair in zone II. **J Hand Microsurg** 2016; 8(2): 70-79.
- Davis TRC. "The hand", Outcome measures in orthopaedics and orthopaedic trauma, Eds. Pynsent PB, Fairbank JC, Carr AJ, **CRC Press**, Florida, 2004: s.209-223.
- de Jong BM, Coert JH, Stenekes MW, Leenders KL, Paans AM, Nicolai JP. Cerebral reorganisation of human hand movement following dynamic immobilisation. **Neuroreport** 2003; 14(13): 1693-1696.
- Dovelle S, Heeter PK. The Washington Regimen: rehabilitation of the hand following flexor tendon injuries. **Phys Ther** 1989; 69(12): 1034-1040.

Dy CJ, Daluiski A. Update on zone II flexor tendon injuries. *J Am Acad Orthop Surg* 2014; 22(12): 791-799.

Dy CJ, Hernandez-Soria A, Ma Y, Roberts TR, Daluiski A. Complications after flexor tendon repair: a systematic review and meta-analysis. *J Hand Surg Am* 2012; 37(3): 543-551.e1.

Edsfeldt S, Rempel D, Kursa K, Diao E, Lattanza L. In vivo flexor tendon forces generated during different rehabilitation exercises. *J Hand Surg Eur Vol* 2015; 40(7): 705-710.

Elliot D, Harris SB. The assessment of flexor tendon function after primary tendon repair. *Hand Clin* 2003; 19(3): 495-503.

Evans RB. Managing the injured tendon: current concepts. *J Hand Ther* 2012; 25(2): 173-190.

Evans RB, Thompson DE. The application of force to the healing tendon. *J Hand Ther* 1993; 6(4): 266-284.

Farzad M, Asgari A, Dashab F, Layeghi F, Karimlou M, Hosseini SA, Rassafiani M. Does disability correlate with impairment after hand injury? *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473(11): 3470-3476.

Farzad M, Layeghi F, Asgari A, Ring DC, Karimlou M, Hosseini SA. A prospective randomized controlled trial of controlled passive mobilization vs. place and active hold exercises after zone 2 flexor tendon repair. *Hand Surg* 2014; 19(1): 53-59.

Frueh FS, Kunz VS, Gravestock IJ, Held L, Haefeli M, Giovanoli P, Calcagni M. Primary flexor tendon repair in zones 1 and 2: early passive mobilization versus controlled active motion. *J Hand Surg Am* 2014; 39(7): 1344-1350.

Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil* 2013; 10: 60.

Giladi AM, Chung KC. Measuring outcomes in hand surgery. *Clin Plastic Surg* 2013; 40(2): 313-322

Goodman HJ, Choueka J. Biomechanics of the flexor tendons. *Hand Clin* 2005; 21(2): 129-149.

Gratton P. Early active mobilization after flexor tendon repairs. *J Hand Ther* 1993; 6(4): 285-289.

Griffin M, Hindocha S, Jordan D, Saleh M, Khan W. An overview of the management of flexor tendon injuries. *Open Orthop J* 2012; 6: 28-35.

Güntürk ÖB, Kayalar M, Kaplan İ, Uludağ A, Özaksar K, Keleşoğlu B. Results of 4-strand modified Kessler core suture and epitendinous interlocking suture followed by modified Kleinert protocol for flexor tendon repairs in zone 2. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2018; 52(5): 382-386.

Hartzell TL, Rubinstein R, Herman M. Therapeutic modalities-an updated review for the hand surgeon. *J Hand Surg Am* 2012; 37(3): 597-621.



Herndon JH. The best practice for rehabilitation after flexor tendon repair remains elusive: commentary on an article by Jan-Wiebe H. Korstanje, MSc, PhD, et al.: "Ultrasonographic assessment of flexor tendon mobilization: effect of different protocols on tendon excursion". **J Bone Joint Surg Am** 2012; 94(5): e32.

Hirasawa Y, Uchiza Y, Küswetter W. EMG-biofeedback therapy for rupture of the extensor pollicis longus tendon. **Arch Orthop Trauma Surg** 1986; 104(6): 342-345.

Hoffmann GL, Büchler U, Vögelin E. Clinical results of flexor tendon repair in zone II using a six-strand double-loop technique compared with a two-strand technique. **J Hand Surg Eur Vol** 2008; 33(4): 418-23.

Horowitz S. Biofeedback applications: A survey of clinical research. **Altern Complement Ther** 2006; 12(6): 275-281.

Huang H, Wolf SL, He J. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. **J Neuroeng Rehabil** 2006 ;3: 11.

Hundozi H, Murtezani A, Hysenaj V, Hysenaj V, Mustafa A. Rehabilitation after surgery repair of flexor tendon injuries of the hand with Kleinert early passive mobilization protocol. **Med Arch** 2013; 67(2): 115-119.

Kamal RN, Yao J. Evidence-based medicine: surgical management of flexor tendon lacerations. **Plast Reconstr Surg** 2017; 140(1): 130e-139e.

Kanık EA, Taşdelen B, Erdoğan S. Klinik denemelerde randomizasyon. **Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi** 2011; 24: 149-155.

Kannas S, Jeardeau TA, Bishop AT. Rehabilitation following zone II flexor tendon repairs. **Tech Hand Up Extrem Surg** 2015; 19(1): 2-10.

Karjalainen T, Jokinen K, Sebastin SJ, Luukkala T, Kangasniemi OP, Reito A. Correlations among objectively measured impairment, outcome classification systems, and subjectively perceived disability after flexor tendon repair. **J Hand Surg Am** 2018; Aug 13. [Epub ahead of print].

Khor WS, Langer MF, Wong R, Zhou R, Peck F, Wong JK. Improving outcomes in tendon repair: a critical look at the evidence for flexor tendon repair and rehabilitation. **Plast Reconstr Surg** 2016; 138(6): 1045e-1058e.

Kitis A, Buker N, Kara IG. Comparison of two methods of controlled mobilisation of repaired flexor tendons in zone 2. **Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg** 2009; 43(3): 160-165.

Klein L. Early active motion flexor tendon protocol using one splint. **J Hand Ther** 2003; 16(3): 199-206.

Kleinert HE, Spokevicius S, Papas NH. History of flexor tendon repair. **J Hand Surg Am** 1995; 20(3 Pt 2): 46-52.

Kleinert HE, Verdant C. Report of the committee on tendon injuries. **J Hand Surg Am** 1983; 8(5 Pt 2): 794-798.

Klifto CS, Capo JT, Sapienza A, Yang SS, Paksima N. Flexor tendon injuries. **J Am Acad Orthop Surg** 2018; 26(2): e26-e35.

- Lalonde DH. Wide awake flexor tendon repair. *Plast Reconstr Surg* 2009; 123(2): 623-625.
- Lalonde DH. An evidence-based approach to flexor tendon laceration repair. *Plast Reconstr Surg* 2011; 127(2): 885-890.
- Libberecht K, Lafaire C, Van Hee R. Evaluation and functional assessment of flexor tendon repair in the hand. *Acta Chir Belg* 2006; 106(5): 560-565.
- Lilly SI, Messer TM. Complications after treatment of flexor tendon injuries. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14(7): 387-396.
- Lin TW, Cardenas L, Soslowsky LJ. Biomechanics of tendon injury and repair. *J Biomech* 2004; 37(6): 865-877.
- Lutsky KF, Giang EL, Matzon JL. Flexor tendon injury, repair and rehabilitation. *Orthop Clin North Am* 2015; 46(1): 67-76.
- MacDermid JC. Measurement of health outcomes following tendon and nerve repair. *J Hand Ther* 2005; 18(2): 297-312.
- Manske PR. History of flexor tendon repair. *Hand Clin* 2005; 21(2): 123-127.
- Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am* 1984; 9(2): 222-226.
- May EJ, Silfverskiöld KL, Sollerman CJ. Controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II: a prospective comparison of three methods. *J Hand Surg Am* 1992; 17(5): 942-952.
- Mehling IM, Arsalan-Werner A, Sauerbier M. Evidence-based flexor tendon repair. *Clin Plast Surg* 2014; 41(3): 513-523.
- Mitsunaga KA, Szabo RM. "What is the best method of rehabilitation after flexor tendon repair in zone II: passive mobilization or early active motion? What is the best suture configuration for repair of flexor tendon lacerations?", Evidence-Based Orthopaedics: The Best Answers to Clinical Questions, Ed. Wright JG, *Elsevier Saunders*, Philadelphia, 2009: s.91-103.
- Momeni A, Grauel E, Chang J. Complications after flexor tendon injuries. *Hand Clin* 2010; 26(2): 179-189.
- Myer C, Fowler JR. Flexor tendon repair: healing, biomechanics, and suture configurations. *Orthop Clin North Am* 2016; 47(1): 219-226.
- Neiduski RL, Powell RK. Flexor tendon rehabilitation in the 21st century: A systematic review. *J Hand Ther* 2018; Dec 10. [Epub ahead of print].
- Neumeister MW, Amalfi A, Neumeister E. Evidence-based medicine: Flexor tendon repair. *Plast Reconstr Surg* 2014; 133(5): 1222-1233.
- Oltman R, Neises G, Scheible D, Mehrtens G, Grüneberg C. ICF components of corresponding outcome measures in flexor tendon rehabilitation - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2008; 9: 139.

Öksüz Ç, Akel BS, Oskay D, Leblebicioğlu G, Hayran KM. Cross-cultural adaptation, validation, and reliability process of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire in a Turkish population. *J Hand Surg Am* 2011; 36(A): 486-487.

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; 84-A(11): 2039-2045.

Perotto AO. Anatomic guide for the electromyographer - the limbs and trunk, **Charles C Thomas**, Illinois, 2005, s.362.

Pettengill KM. The evolution of early mobilization of the repaired flexor tendon. *J Hand Ther* 2005; 18(2): 157-168.

Pettengill K, Van Strien G. "Postoperative management of flexor tendon injuries", Rehabilitation of the hand and upper extremity, Eds. Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J, Amadio PC, **Elsevier Mosby**, Philadelphia, 2011: s.457-478.

Pulos N, Bozentka DJ. Management of complications of flexor tendon injuries. *Hand Clin* 2015; 31(2): 293-299.

Quadlbauer S, Pezzeri Ch, Jurkowitsch J, Reb P, Beer T, Leixnering M. Early passive movement in flexor tendon injuries of the hand. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016; 136(2): 285-293.

Rigo IZ, Røkkum M. Predictors of outcome after primary flexor tendon repair in zone 1, 2 and 3. *J Hand Surg Eur Vol* 2016; 41(8): 793-801.

Rrecaj S, Martinaj M, Murtezani A, Ibrahim-Kaçuri D, Haxhiu B, Zatriqi V. Physical therapy and splinting after flexor tendon repair in zone II. *Med Arch* 2014; 68(2): 128-131.

Sammer DM, Chung KC. Advances in the healing of flexor tendon injuries. *Wound Repair Regen* 2014; 22 Suppl 1: 25-29.

Sandvall BK, Kuhlman-Wood K, Recor C, Friedrich JB. Flexor tendon repair, rehabilitation, and reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 2013; 132(6): 1493-1503.

Schöffl V, Heid A, Küpper T. Tendon injuries of the hand. *World J Orthop* 2012; 3(6): 62-69.

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; 19(1): 53-60.

Silfverskiöld KL, May EJ, Törnvall AH. Tendon excursions after flexor tendon repair in zone II: Results with a new controlled-motion program. *J Hand Surg Am* 1993; 18(3): 403-410.

Singh R, Rymer B, Theobald P, Thomas PB. A review of current concepts in flexor tendon repair: physiology, biomechanics, surgical technique and rehabilitation. *Orthop Rev* 2015; 7(4): 101-105.

Starnes T, Saunders RJ, Means KR Jr. Clinical outcomes of zone II flexor tendon repair depending on mechanism of injury. *J Hand Surg Am* 2012; 37(12): 2532-2540.

Starr HM, Snoddy M, Hammond KE, Seiler JG III. Flexor tendon repair rehabilitation protocols: a systematic review. **J Hand Surg Am** 2013; 38(9): 1712-1717.e1-14.

Stenekes MW, Van der Sluis CK, Nicolai JP, Geertzen JH, Mulder T. Changes in speed of information processing in the brain following tendon repair. **J Hand Surg Eur Vol** 2008; 33(6): 760-764.

Stenekes MW, Coert JH, Nicolai JP, Mulder T, Geertzen JH, Paans AM, de Jong BM. Cerebral consequences of dynamic immobilisation after primary digital flexor tendon repair. **J Plast Reconstr Aesthet Surg** 2010; 63(12): 1953-1961.

Strickland JW. Development of flexor tendon surgery: Twenty-five years of progress. **J Hand Surg Am** 2000; 25(2): 214-235.

Strickland JW. The scientific basis for advances in flexor tendon surgery. **J Hand Ther** 2005; 18(2): 94-110.

Tang JB. Clinical outcomes associated with flexor tendon repair. **Hand Clin** 2005; 21(2): 199-210.

Tang JB. Outcomes and evaluation of flexor tendon repair. **Hand Clin** 2013; 29(2): 251-259.

Tang JB. New developments are improving flexor tendon repair. **Plast Reconstr Surg** 2018a; 141(6): 1427-1437.

Tang JB. Recent evolutions in flexor tendon repairs and rehabilitation. **J Hand Surg Eur Vol** 2018b; 43(5): 469-473.

Taras JS, Martyak GG, Steelman PJ. "Primary care of flexor tendon injuries", Rehabilitation of the hand and upper extremity, Eds. Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J, Amadio PC, **Elsevier Mosby**, Philadelphia, 2011: s.445-456.

Thien TB, Becker JH, Theis JC. Rehabilitation after surgery for flexor tendon injuries in the hand. **Cochrane Database Syst Rev** 2004; (4): CD003979.

Trumble TE, Vedder NB, Seiler JG, Hanel DP, Diao E, Pettrone S. Zone-II flexor tendon repair: a randomized prospective trial of active place-and-hold therapy compared with passive motion therapy. **J Bone Joint Surg Am** 2010; 92(6): 1381-1389.

Vucekovich K, Gallardo G, Fiala K. Rehabilitation after flexor tendon repair, reconstruction, and tenolysis. **Hand Clin** 2005; 21(2): 257-265.

Wong JK, Peck F. Improving results of flexor tendon repair and rehabilitation. **Plast Reconstr Surg** 2014; 134(6): 913e-925e.

Wu YF, Tang JB. Tendon healing, edema, and resistance to flexor tendon gliding: clinical implications. **Hand Clin** 2013; 29(2): 167-178.

Wu YF, Tang JB. Recent developments in flexor tendon repair techniques and factors influencing strength of the tendon repair. **J Hand Surg Eur Vol** 2014; 39(1): 6-19.

Zhao C, Amadio PC, Zobitz ME, An KN. Resection of the flexor digitorum superficialis reduces gliding resistance after zone II flexor digitorum profundus repair in vitro. **J Hand Surg Am** 2002; 27(2): 316-321.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Hatay'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Hatay'da tamamladı. 2008 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'ndan birincilikle mezun olarak Fizyoterapist ünvanını aldı. Aynı yıl özel eğitim merkezinde çalışmaya başladı. 2008 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimini 2011 yılında tamamladı. 2012-2013 yılları arasında askerlik görevini Türk Silahlı Kuvvetleri Rehabilitasyon ve Bakım Merkezi, Ortopedik Rehabilitasyon Ünitesi'nde yedek subay olarak yerine getirdi. 2014 yılında Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı ile Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'na araştırma görevlisi olarak atanarak Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Ortopedik rehabilitasyon ve mesleki rehabilitasyon alanlarında çalışmalarına devam etmektedir.

## **9. EKLER**

## Investigation of Disability Level, Leisure Satisfaction, and Quality of Life in Disabled Employees

Ali Kitis<sup>a</sup>, Umut Eraslan<sup>a</sup>, Vural Koc<sup>b</sup>, Ferudun Giresun<sup>b</sup>, and Hande Usta<sup>a</sup>

<sup>a</sup>School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Denizli, Turkey; <sup>b</sup>Turkish Employment Agency (ISKUR), Denizli, Turkey

### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the disability level, leisure satisfaction, and quality of life in employees who were disabled. Six hundred twenty-seven employees who were disabled were included in this study and classified according to age, gender and disability level. In quality of life, there was significant difference between genders and age groups ( $p < .05$ ). There was no significant difference neither in leisure satisfaction nor in disability level between groups ( $p > .05$ ). In disability assessment, males were better and there was a significant difference in leisure satisfaction ( $p < .05$ ). Age, gender, and disability level were important factors affecting disability, leisure satisfaction, and quality of life among employees who were disabled.



### KEYWORDS

disability; leisure satisfaction; quality of life; employment

### Introduction

It is acknowledged that people who are disabled have limitations in many spheres of life in the social and economic sense. Disability status limits participation in work life. Unemployment of people who are disabled increases financial burden on the societal level and reduces their social activity levels and quality of life (Hoving et al., 2013; Lewis, Dobbs, & Biddle, 2013; Zaim Gokbay, Ergen, & Ozdemir, 2011). As unemployment is a significant cause of social isolation, employment is particularly important for people who are disabled (Lewis et al., 2013; Zaim Gokbay et al., 2011). Working with a social status gives a meaning to their lives and also makes them economically independent. Employment leads to social participation of individuals, increases their quality of life, and consequently decreases their identity problems (Jones & Crews, 2013; Lidal, Huynh, & Biering-Sørensen, 2007; Schönherr, Groothoff, Mulder, & Eisma, 2005; Zaim Gokbay et al., 2011).

*Disability* is a comprehensive term consisting of functional and structural disorders on a body and limitations of activity or participation. It is known that social participation brings several benefits concerning health (World Health Organization [WHO], 2001a). Some studies report that social participation is associated with recovery in survival rate. Similarly social participation is associated with low rates of patients with chronic health problems; positive results with cardiovascular, endocrine, and immune system; increase in quality of life; and improvement of overall mental health. Potential benefits of social participation with regard to health are also valid for individuals with chronic health problems. It is considered that working is related to social participation, because people who are disabled can have better financial status by working (Callander & Schofield, 2013). Nevertheless satisfaction levels of people who are disabled concerning occupational status are generally low. This may result from working in unsatisfactory and low-quality jobs (Schönherr et al., 2005). This situation may negatively affect social participation levels of people who are disabled.

**CONTACT** Umut Eraslan, Msc. PT  [ueraslan@pau.edu.tr](mailto:ueraslan@pau.edu.tr)  Pamukkale University, School of Physical Therapy and Rehabilitation, Üniversite Caddesi, No. 11/A, 20070, Pamukkale, Denizli, Turkey.

*Leisure time activity* is defined as an independent concept different from activity of daily living (ADL) and experiences like working or living independently; it reflects social interaction of individuals (Van Naarden Braun, Yeargin-Allsopp, & Lollar, 2006). In terms of disability, reintegration of leisure time activities is a significant aim of their rehabilitation process. Active participation in activities and particular roles are strongly associated with health and well-being; in addition high levels of social activity result in an increase of quality of life (Schönherr et al., 2005). However, leisure activities can be limited due to the factors concerning sociodemographic background and functional conditions of people who are disabled (Van Naarden Braun et al., 2006). For this reason, evaluation of leisure activities, which are among significant components of occupational therapy, among the people who are disabled is very important.

The ultimate aim of rehabilitation might be considered as the achievement of acceptable quality of life (Schönherr et al., 2005). Quality of life indications, as they define the perception of an individual's life satisfaction or his or her own productivity, provide significant information (Salkever, 2000).

Several studies compare health conditions and social participation results including occupations of people who are disabled and individuals who are not disabled; however, they fail to consider the effects of severity of disability (Jones & Crews, 2013). The aim of this study was to investigate the disability level, leisure satisfaction level, and quality of life in employees who were disabled.

## Method

This cross-sectional research includes employed people who are disabled and registered to the Turkish Employment Agency (ISKUR) database in the Denizli province and who are compatible with the research criteria. Individuals with verbal and written communication capacities, who agreed to participate and answer questions, were included in this study. Individuals with advanced mental and cognitive problems or communication difficulties were excluded.

In the early stages of the research, an evaluation form was sent to 1,876 people who are disabled. The form consisted of questions about their demographic features, medical background, working conditions and also disability level, leisure time activity satisfaction, and quality of life. Nine hundred forty-nine employees voluntarily filled the questionnaire. Nevertheless, the research included 627 employees, whose forms were complete and who were compatible with the research criteria. The study protocol was approved by the Ethics Committee of Pamukkale University (60116787-020/59258).

Demographic features included age, gender, marital status, and education level; medical background consisted of diagnosis, disability level, and use of assistive device; working condition referred to sector, daily working period, period for rest, total number of working years, monthly income, and spouse's employment status.

World Health Organization Disability Assessment Schedule, Second Version (WHO-DAS II) was used to evaluate disability level of employees who were disabled (WHO, 2001b). This questionnaire consists of six chapters and a total number of 36 questions. The questionnaire aims to analyze to what extent the participants can achieve in terms of understanding and communicating, mobility, self-care, interpersonal interactions, life activities, and participation to social life. Each question included scores between 1 and 5.

Leisure time activity satisfaction of participants was assessed through Leisure Satisfaction Scale (LSS) (Beard & Ragheb, 1980). LSS determines an individual's perception about the level of his or her needs to be satisfied in his or her leisure time. It consists of six subscales (psychological, educational, social, relaxation, physiological, and aesthetical dimensions) and 39 questions in total. A 5-point Likert-type scale is employed in evaluation of each question.

In assessment of quality of life, Short-Form of General Health Questionnaire (SF-36) was used (Ware & Sherbourne, 1992). The scale consists of 36 questions. It helps to evaluate eight dimensions including physical functioning, role limitations due to physical problems, role limitations due to emotional problems, vitality, general mental health, social functioning, bodily pain, and general health perceptions. Each question has scores ranging between 0 and 100. Higher scores indicate better health conditions.



To compare disability level, leisure time activity satisfaction, and quality of life, participants were classified according to age, gender, and disability level. Employees who were disabled were divided into three groups according to age (18–30, 31–40, 40 and older), two groups according to gender (male and female), two groups according to disability level that was mentioned in committee report (40%–60%, 61% and more).

Data acquired from participants were recorded in Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 18.0 for Windows. Mean and standard deviation were calculated for metadata, which were determined by measurement. Number and percentage values were demonstrated for metadata, which were determined by counting. To compare disability level, leisure time activity satisfaction, and quality of life of employees who were disabled according to age, one-way ANOVA, to compare these variables according to gender and disability level, independent samples *t* test was used. Significance level (*p* value) was considered as  $p < .05$ .

## Results

Table 1 demonstrates findings about demographic features of participants, Table 2 indicates their medical backgrounds, and Table 3 shows their working conditions.

Quality of life, leisure satisfaction, and disability level of participants according to gender, disability level, and age are shown on Table 4, 5, and 6, respectively.

## Discussion

According to Turkey Disability Research, it was reported that participation in labor force for men who are disabled was about 5 times more than for women who are disabled (Turkish Statistical Institute, 2009). This study also indicated that number of women who were employed and disabled were much fewer than men who were disabled.

This study found out that men who were disabled had lower level of disability level than women. Men were at better levels in subparameters of disability level assessment such as understanding and

Table 1. Demographic Characteristics of Participants.

Parameters	<i>M</i> ± <i>SD</i> (Min-Max)
Age (year)	34.00 ± 8.15 (18–57)
Disability level (%)	50.41 ± 10.28 (40–95)
Duration of employment (year)	11.15 ± 7.28 (0.12–40)
Duration of current work (year)	5.56 ± 5.12 (0.08–28)
	<i>n</i> (%)
Age groups	
18–30	211 (33.7)
31–40	274 (43.7)
41 or older	142 (22.6)
Sex	
Female	123 (19.6)
Male	504 (80.4)
Education level	
Illiterate	30 (4.8)
Literate	14 (2.2)
Primary school	257 (41.0)
Secondary school	113 (18.0)
High school	187 (29.8)
University	26 (4.1)
Marital status	
Single	192 (30.6)
Married	409 (65.2)
Divorced	26 (4.1)

Table 2. Medical History of Participants.

Parameters	<i>n</i> (%)
Diagnosis	
Hematopoietic system	25 (4.0)
Respiratory system	14 (2.2)
Internal diseases	22 (3.5)
Urogenital system	3 (0.5)
Endocrine system	18 (2.9)
Digestive system	4 (0.6)
Skin problems	2 (0.3)
Vision problems	83 (13.2)
Otorhinolaryngology system	131 (20.9)
Musculoskeletal system	131 (20.9)
Nervous system	40 (6.4)
Mental health disorders	49 (7.8)
Mental and behavioral disorders	61 (9.7)
Burn	17 (2.7)
Cardiovascular system	16 (2.6)
Other problems	11 (1.8)
Disability Level	
40% – 60%	553 (88.2)
61% or more	74 (11.8)
Assistive device	
Yes	119 (19.0)
No	508 (81.0)
Assistive device used during work	
Yes	109 (17.4)
No	518 (82.6)

communicating, and social participation. Factors influencing this result were not analyzed, however we think that men could be more advantageous due to their overall education opportunities particularly for understanding and communicating. The high level of social participation might demonstrate that outside of work, men are more independent in different spheres of daily life, and consequently they might be less affected by factors that hinder social activities. Despite their employment status, women

Table 3. Working Conditions of the Participants.

Parameters	<i>n</i> (%)
Sector	
Textile	371 (59.2)
Chemical industry	27 (4.3)
Trade	12 (1.9)
Food industry	33 (5.4)
Metal-mining industry	34 (5.4)
Automotive industry	10 (1.6)
Transportation	4 (0.6)
Glass industry	11 (1.8)
Building industry	36 (5.7)
Energy industry	12 (1.9)
Office work	22 (3.5)
Cleaning	36 (5.7)
Cable industry	19 (3.0)
Monthly income	
1,000 TL and lower	504 (80.4)
1,001 – 2,000 TL	115 (18.3)
2,001 and higher	8 (1.3)
Work status of spouse	
Employed	159 (25.4)
Unemployed	250 (39.9)
No spouse	218 (34.8)

Note. TL = Turkish lira.

Table 4. Quality of Life, Leisure Satisfaction, and Disability Level of Participants According to Gender.

Gender	Female (n = 23)	Male (n = 504)	p <sup>a</sup>
	M ± SD	M ± SD	
Age	32.29 ± 7.81	34.42 ± 8.19	0.009**
Disability level	51.03 ± 9.69	50.26 ± 10.43	0.453
SF-36			
Physical functioning	66.87 ± 29.34	67.92 ± 27.02	0.703
Role physical	68.50 ± 34.60	68.17 ± 35.05	0.926
Role emotional	66.67 ± 34.94	65.09 ± 36.52	0.666
Vitality	54.23 ± 21.78	57.78 ± 21.55	0.102
Mental health	57.43 ± 19.01	58.78 ± 19.00	0.480
Social functioning	63.11 ± 24.27	68.50 ± 24.07	0.027*
Bodily pain	64.31 ± 25.65	68.97 ± 26.28	0.077
General health	48.66 ± 20.63	51.18 ± 23.06	0.268
LSS			
Psychological dimension	3.25 ± 0.92	3.40 ± 0.98	0.143
Educational dimension	3.50 ± 0.95	3.52 ± 1.04	0.876
Social dimension	3.29 ± 0.90	3.37 ± 1.03	0.424
Relaxation dimension	3.56 ± 1.07	3.62 ± 1.09	0.537
Physiological dimension	3.07 ± 0.95	3.20 ± 1.04	0.202
Aesthetical dimension	3.14 ± 1.09	3.28 ± 1.13	0.245
Total	3.36 ± 1.11	3.39 ± 0.91	0.766
WHO-DAS II			
Understanding and communicating	52.09 ± 19.02	48.27 ± 18.42	0.041*
Mobility	51.58 ± 20.94	50.15 ± 20.79	0.495
Self-care	55.36 ± 22.58	53.14 ± 20.84	0.299
Interpersonal interactions	48.53 ± 18.50	47.57 ± 19.52	0.623
Life activities	52.88 ± 21.58	50.50 ± 19.70	0.238
Participation	48.16 ± 13.35	43.85 ± 15.58	0.005**
Total	51.28 ± 14.28	48.83 ± 14.92	0.100

Note. SF-36 = Short-Form of General Health Questionnaire; LSS = Leisure Satisfaction Scale; WHO-DAS II = World Health Organization Disability Assessment Schedule, Second Version.

<sup>a</sup>Independent samples *t* test.

\**p* < .05. \*\**p* < .01.

Table 5. Quality of Life, Leisure Satisfaction, and Disability Level of Participants According to Disability Level.

Disability Levels	40%–60% (n = 553)	61% and Above (n = 74)	p <sup>a</sup>
	M ± SD	M ± SD	
Age	34.32 ± 8.09	31.64 ± 8.30	0.008**
SF-36			
Physical functioning	68.32 ± 27.46	63.18 ± 27.28	0.131
Role physical	69.00 ± 34.88	62.61 ± 35.07	0.141
Role emotional	65.51 ± 36.89	64.64 ± 30.72	0.847
Vitality	57.52 ± 21.88	53.85 ± 19.44	0.171
Mental health	58.85 ± 18.64	56.05 ± 21.41	0.235
Social functioning	68.20 ± 24.04	61.72 ± 24.69	0.030*
Bodily pain	68.14 ± 26.00	67.47 ± 27.84	0.837
General health	51.14 ± 22.69	47.30 ± 21.82	0.170
LSS			
Psychological dimension	3.38 ± 0.97	3.31 ± 0.96	0.549
Educational dimension	3.53 ± 1.03	3.37 ± 0.97	0.204
Social dimension	3.36 ± 1.01	3.27 ± 0.93	0.456
Relaxation dimension	3.62 ± 1.09	3.56 ± 1.05	0.684
Physiological dimension	3.18 ± 1.01	3.12 ± 1.10	0.628
Aesthetical dimension	3.25 ± 1.12	3.28 ± 1.17	0.777
Total	3.40 ± 0.96	3.31 ± 0.87	0.456
WHO-DAS II			
Understanding and communicating	49.20 ± 18.55	47.69 ± 18.92	0.513
Mobility	50.68 ± 20.86	48.51 ± 20.50	0.400
Self-care	53.84 ± 21.05	51.57 ± 22.30	0.387
Interpersonal interactions	47.91 ± 19.34	46.62 ± 19.21	0.589
Life activities	51.02 ± 20.11	50.53 ± 20.10	0.843
Participation	44.93 ± 15.22	42.91 ± 15.57	0.285
Total	49.49 ± 14.69	47.97 ± 15.72	0.406

Note. SF-36 = Short-Form of General Health Questionnaire; LSS = Leisure Satisfaction Scale; WHO-DAS II = World Health Organization Disability Assessment Schedule, Second Version.

<sup>a</sup>Independent samples *t* test.

\**p* < .05. \*\**p* < .01.

Table 6. Quality of Life, Leisure Satisfaction, and Disability Level of Participants According to Age.

Parameters	F	p <sup>a</sup>
Age	1587.007	0.000***
Disability level	7.484	0.001**
SF-36		
Physical functioning	14.514	0.000***
Role physical	0.738	0.478
Role emotional	2.897	0.056
Vitality	6.262	0.002**
Mental health	3.508	0.031*
Social functioning	1.809	0.165
Bodily pain	10.611	0.000***
General health	11.187	0.000***
LSS		
Psychological dimension	2.528	0.081
Educational dimension	1.736	0.177
Social dimension	1.812	0.164
Relaxation dimension	1.991	0.137
Physiological dimension	2.624	0.073
Aesthetical dimension	4.124	0.017*
Total	3.330	0.036*
WHO-DAS II		
Understanding and communicating	1.225	0.294
Mobility	1.359	0.258
Self-care	1.415	0.244
Interpersonal interactions	2.792	0.062
Life activities	2.114	0.122
Participation	0.234	0.792
Total	0.179	0.836

Note. SF-36 = Short-Form of General Health Questionnaire; LSS = Leisure Satisfaction Scale; WHO-DAS II = World Health Organization Disability Assessment Schedule, Second Version.

<sup>a</sup>Variance Analysis (ANOVA).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ . \*\*\* $p < .001$ .

who were disabled were found insufficient for social participation; this shows that there should be more considerable supports for women. According to Callander and Schofield (2013), people who are disabled, who work in any area, have considerably higher rates for participation to social and cultural activities than those who are unemployed. However, our research only dealt with working individuals; therefore no such comparison was made. On the other hand, our results are in similar with study of Sinalkar, Kunwar, Kunte, and Balte (2015) that evaluated disability level according to gender. In this study, which analyzed 227 individuals at age 60 and older, it was reported that women had higher disability prevalence than men, and the most influenced area of disability was mobility. In this study disability level was found higher among women than men. Nevertheless, the above-mentioned participants were in different age groups, and their employment status was not evaluated. This situation makes it difficult to compare results.

In evaluating disability, though there was not a significant difference between age groups, younger groups had better levels in terms of mobility and self-care. This result is partially similar with Chang et al.'s (2015) study. This study investigated 865 people who are disabled, whose disability is due to a neurological disease. It was founded that more than 50% of the participants had greatest difficulties about life activities and mobility. It was identified that people who are disabled of older ages had difficulties in most of the ADL. Different from this study, Chang et al.'s study evaluated individuals who are age 60 and older, and it did not take employment status into consideration. In addition, this study found out that individuals with lower disability levels (40%–60%, according to the committee report) had higher disability levels according to the WHO-DAS II. This was not the expected outcome, but this fact might result from the low number of people who were disabled in a group, whose disability level is high. The comparison of employees who were disabled according to gender and disability level

indicated no significant differences between their leisure satisfactions. The comparisons according to gender demonstrated that individuals between ages 18 and 30 had higher rates for aesthetic dimension and overall satisfaction level in evaluation of leisure satisfaction. This difference makes us think that leisure satisfaction level among employees who are disabled decreases with advancing ages; therefore leisure time activities in rehabilitation programs should be supported. Participation in leisure time activities is closely related to an individual's functional status. For this reason, improvement of leisure time activities leads to an increase of life satisfaction levels of people who are disabled. Schönherr et al. (2005) investigated participation in occupational and leisure activities in individuals with spinal cord injuries before and after the injury and evaluated their satisfaction with participation levels. Among 57 participants of this study, 60% restarted working but with a considerable decrease in working hours. It was identified that the loss in working time was compensated by leisure time activities and voluntary work, and a majority of the participants (67%) were generally satisfied with their lives. This result supports the view that working and leisure time activities result in better life satisfaction.

In terms of quality of life evaluation, men were in a better position than women concerning social function. With regard to our social features, this result was expected. Social functions were found better among individuals with lower percentage of disability than those with higher rates. This result indicates that individuals with lower disability level are more independent; however more efforts are needed to improve social function of individuals with higher disability level. By comparison of different age groups, it was observed that individuals between ages 18 and 30, despite their higher disability level, had better scores, in physical functioning, vitality, mental health, pain, and general health results concerning quality of life. In consideration of positive impacts of employment, we think that this result is connected to employment of people who are disabled at younger ages. This result shows that employment policies have been fruitful and calls for further efforts about the issue. The relevant literature lacks sufficient data about quality of life of people who are disabled and employed. Eggleton, Robertson, Ryan, and Kober (1999) evaluated individuals with mental disability in terms of the impacts of working on quality of life and reported that the employed had better quality of life than the unemployed. This study emphasizes positive impacts of working on quality of life. However, this study compared quality of life of people who are disabled according to age, gender, and disability level. As there are not enough data about quality of life of employees who are disabled, this study presents noteworthy information.

### Limitations

Individuals participating in this study were working in different sectors and their disability groups were different; this constitutes a negative situation in terms of interpretation of results. Another limitation of this study is the use of cross-sectional data.

### Conclusion

In conclusion, it can be said that among employees who are disabled, factors like age, gender, and disability level affect disability level, leisure satisfaction level, and quality of life results. This result provides important information in defining prior groups for rehabilitation of employees who are disabled. In addition, routine evaluation of these factors that are associated with functional conditions of employees who are disabled will facilitate determination of individuals' needs and to focus on these needs during rehabilitation implementations.

### References

- Beard, J. G., & Ragheb, M. G. (1980). Measuring leisure satisfaction. *Journal of Leisure Research*, 12(1), 20–33.
- Callander, E., & Schofield, D. J. (2013). The relationship between employment and social participation among Australians with a disabling chronic health condition: A cross-sectional analysis. *BMJ Open*, 3, e002054.

- Chang, K. H., Liao, H. F., Yen, C. F., Hwang, A. W., Chi, W. C., Escorpizo, R., & Liou, T. H. (2015). Association between muscle power impairment and WHODAS 2.0 in older adults with physical disability in Taiwan. *Disability and Rehabilitation*, 37(8), 712–720.
- Eggleton, I., Robertson, S., Ryan, J., & Kober, R. (1999). The impact of employment on the quality of life of people with an intellectual disability. *Journal of Vocational Rehabilitation*, 13, 95–107.
- Hoving, J. L., van Zwieten, M. C., van der Meer, M., Sluiter, J. K., & Frings-Dresen, M. H. (2013). Work participation and arthritis: A systematic overview of challenges, adaptations and opportunities for interventions. *Rheumatology*, 52(7), 1254–1264.
- Jones, G. C., & Crews, J. E. (2013). Health disparities among workers and nonworkers with functional limitations: Implications for improving employment in the United States. *Disability and Rehabilitation*, 35(17), 1479–1490.
- Lewis, R., Dobbs, L., & Biddle, P. (2013). “If this wasn’t here I probably wouldn’t be”: Disabled workers’ views of employment support. *Disability and Society*, 28(8), 1089–1103.
- Lidal, I. B., Huynh, T. K., & Biering-Sørensen, F. (2007). Return to work following spinal cord injury: A review. *Disability and Rehabilitation*, 29(17), 1341–1375.
- Salkever, D. S. (2000). Activity status, life satisfaction and perceived productivity for young adults with developmental disabilities. *Journal of Rehabilitation*, 66(3), 4–13.
- Schönherr, M. C., Groothoff, J. W., Mulder, G. A., & Eisma, W. H. (2005). Participation and satisfaction after spinal cord injury: Results of a vocational and leisure outcome study. *Spinal Cord*, 43(4), 241–248.
- Sinalkar, D. R., Kunwar, R., Kunte, R., & Balte, M. (2015). A cross-sectional study of gender differentials in disability assessed on World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0 among rural elderly of Maharashtra. *Medical Journal of Dr. D.Y. Patil University*, 8(5), 594–598.
- Turkish Statistical Institute. (2009). *2002 Turkey Disability Survey*. Ankara, Turkey: Turkish Statistical Institute Publications.
- Van Naarden Braun, K., Yeargin-Allsopp, M., & Lollar, D. (2006). Factors associated with leisure activity among young adults with developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 27(5), 567–583.
- Ware, J. E., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item Short Form Health Survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Medical Care*, 30, 473–483.
- World Health Organization. (2001a). *International classification of functioning, disability and health*. Geneva, Switzerland: Author.
- World Health Organization. (2001b). *WHO Disability Assessment Schedule II (WHO-DAS II)*. Geneva, Switzerland: Author.
- Zaim Gokbay, I., Ergen, A., & Ozdemir, N. (2011). Engelli Bireylerin Istihdamina Yonelik Bir Vaka Calismasi: “Engelsiz Egitim” [A case study to the employment of disabled people: “Education without obstacles”]. *Oneri*, 9(36), 1–8.

# Is quality of life related to risk of falling, fear of falling, and functional status in patients with hip arthroplasty?

Nihal Buker<sup>1</sup> | Umur Eraslan<sup>1</sup>  | Ali Kitis<sup>1</sup> | Ahmet Esat Kiter<sup>2</sup> | Semih Akkaya<sup>3</sup> | Gulsah Sutcu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Denizli, Turkey

<sup>2</sup>Department of Orthopedics and Traumatology, Medical Faculty of Pamukkale University, Denizli, Turkey

<sup>3</sup>Department of Orthopedics and Traumatology, Denizli Cerrahi Hastanesi, Denizli, Turkey

<sup>4</sup>Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Hacettepe University, Ankara, Turkey

#### Correspondence

Umur Eraslan, PT, MSc., School of Physical Therapy and Rehabilitation, Pamukkale University, Denizli 20070, Turkey.  
Email: [ueraslan@pau.edu.tr](mailto:ueraslan@pau.edu.tr)

#### Abstract

**Objective:** The aim of the study was to investigate the relation between health-related quality of life and risk of falling, fear of falling, and functional status in patients with hip arthroplasty.

**Methods:** In this cross-sectional study, 48 hips of 45 patients who aged between 33 and 79 ( $53.56 \pm 12.50$ ) years and had cementless total hip arthroplasty between 2010 and 2014 were evaluated. Twenty-seven of the patients participated in the study were female (60.0%) and 18 were male (40.0%). Health-related quality of life with Nottingham Health Profile, function of the hip joint with Harris Hip Score, risk of falling with Performance-Oriented Motion Assessment I, and fear of falling with Falls Efficacy Scale were assessed. In addition, chair stand test, 40-m walk test, stair-climb test, and single leg stance test were carried out. In analysing the relationships between these parameters, Pearson correlation analysis was employed. The level of significance was considered as  $p < 0.05$ .

**Results:** Among the cases, who were evaluated  $87.10 \pm 45.22$  (22.43–214.71) weeks after the operation, a significant correlation was found between health-related quality of life and risk of falling, function of hip joint, and functional tests ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The evaluation of the factors related to health-related quality of life in hip arthroplasty patients may help identify patient needs and guide the rehabilitation process.

#### KEYWORDS

falls, hip replacement arthroplasty, quality of life, recovery of function

## 1 | INTRODUCTION

Hip arthroplasty is performed very commonly worldwide with more than one million operations carried out every year (Judd et al., 2014; Shan, Shan, Graham, & Saxena, 2014). It provides a long-term, secure, and effective solution in reducing pain and restoring function (Nagai, Ikutomo, Yamada, Tsuboyama, & Masuhara, 2014; Slaven, 2012; Trudelle-Jackson, Emerson, & Smith, 2002). However, with parameters

such as technical outcomes and pain, mobility, and physical function, only surgical success can be assessed. These results can not reflect the patient's post-operative situation clearly. Therefore, patient-based assessments have gained importance recently (Šantić, Leđović, Šestan, Jurdana, & Marinović, 2012; Shan et al., 2014). One of the most important of these is patient-reported health-related quality of life (HRQoL), which has been reported to be used in a research and clinical practice setting (Bagarić et al., 2014). HRQoL is an indicator of general well-

being and also an important parameter in health services for a patient (Lin, Chang, Lee, Yang, & Tsauo, 2015).

In hip arthroplasty patients, decrease in joint function and muscle strength increases risk for falling, and patients might experience fear of falling during activities of daily living (ADL) resulting from permanent impacts on joint function (Lugade, Klausmeier, Jewett, Collis, & Chou, 2008; Nagai et al., 2014). Investigation of the relationship of these parameters with HRQoL may be important in terms of improving quality of life. In the literature, the relation between HRQoL and functional status has been assessed in patients with hip arthroplasty (Mariconda, Galasso, Costa, Recano, & Cerbasi, 2011). However, to our knowledge, there is no study evaluating the relation of quality of life to fall risk and fear. This study, therefore, was aimed to investigate the relation of HRQoL to functional status, risk of falling, and fear of falling in hip arthroplasty patients.

## 2 | METHODS

### 2.1 | Study design

This was a cross-sectional study. Patients who underwent hip arthroplasty surgery between 2010 and 2014 were called, and those who agreed to participate in the study were evaluated. The study protocol was approved by the Institutional Review Board (60116787-020/49571). Written informed consent of patients was obtained before the study was conducted.

### 2.2 | Participants

This study included 45 patients who aged between 33 and 79 ( $53.56 \pm 12.50$ ) years and volunteered to participate in this study. Patients who had undergone revision surgery and had vestibular, neurological, psychological, or cognitive disorders were excluded.

Based on an a priori power analysis, it was determined that a sample size of at least 69 participants was required to observe a medium between groups effect size (Cohen's  $f = 0.30$ ) with an alpha level of 0.05 and power of 0.80 (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007).

### 2.3 | Procedure

The same physiotherapist assessed the patients, and all assessments lasted about an hour for each participant. Descriptive data of the patients (age, gender, body mass index, marital status, education status, and occupation; diagnosis, history, medication, habits, operation information, post-operative weight-bearing condition, etc. in the context of their medical history) were recorded by a preliminary form.

Pain and satisfaction levels were evaluated by Visual Analogue Scale (VAS). Perceived pain levels were investigated during sleeping, resting, and activity (Huskisson, 1974; McCormack, David, & Sheather, 1988).

HRQoL was assessed by the Turkish version of the Nottingham Health Profile. This questionnaire, which questions the perceived

physical, emotional, and social health condition, consisted of 38 yes-no questions with six subtitles: energy level, pain, emotional reaction, social isolation, sleep, and physical activity. The overall score was calculated separately for each parameter, and then, the Nottingham Health Profile total score was obtained from the sum of the scores of these six parameters. In this study, the total score was used (Tarsuslu, Yümin, Öztürk, & Yümin, 2010).

Harris Hip Score (HHS) was used to assess functional status of hip joint. HHS is a 10-point scale consisting of the sections of pain, function, deformity status, and range of joint motion. The maximum score of the scale is 100. The scores are categorized in the following ways: 0-40 refers to bad, 41-60 refers to medium, 61-70 refers to good, 71-85 refers to very good, and 86-100 refers to perfect (Küçükdeveci, 2011).

The Turkish version of Performance-Oriented Motion Assessment I was employed in assessment of risk of falling. It consists of two categories: balance and walking tests. The balance score consists of nine questions with a total maximum score of 16. The walking score consists of eight questions with a total maximum score of 12. The total score of this scale is 28. The scores between 25 and 28 are considered low; the scores between 19 and 24 are considered medium, and the scores below 19 refer to high risk of falling (Yücel et al., 2012).

Patients' fear of falling was assessed by Falls Efficacy Scale. It has a total number of 10 questions. The scores of the questions range from 1 (*I trust completely*) to 10 (*I do not trust at all*). The scale questions self-confidence of patients concerning their performance during ADL without falling (Tuncay, Özdiñçler, & Erdinçler, 2011).

The chair stand test evaluates lower body strength, in addition to ability to sit on a chair and stand from it. In this test, the cases were requested to stand up from a 43-cm-high chair, while they were in sitting position, with their arms crossed in front of the body. The number of repetitions in 30 s was recorded (Bennell, Dobson, & Hinman, 2011).

During 40-m walk test, the patients were asked to walk 40-m distance in a comfortable speed and in a secure way; the results were recorded in seconds (Bennell et al., 2011).

On stair-climb tests, patients were asked to ascend and descend nine steps (step height 20 cm). The duration was recorded in seconds (Bennell et al., 2011).

During single leg stance test, patients were evaluated when their eyes were open, their arms were free, and barefooted standing on the affected extremity (Ceceli et al., 2007). Timing began when untested extremity was elevated. Test was ended in situations such as displacement of the fixed extremity, elevated extremity's contact with the ground or the possibility of fall, and duration was recorded in seconds.

All patients were included in the early physiotherapy programme on the first post-operative day. Inpatient physiotherapy programme consisted of patient education about precautions, exercise training, and mobilization. All patients were discharged with home exercise programme and were called to the clinic for physiotherapy control every 2 weeks, until the post-operative third month.



**TABLE 1** Demographic characteristics and medical history of the patients

	Mean ± SD (min.–max.)
Body weight (kg)	75.60 ± 12.00 (50–115)
Height (m)	1.63 ± 0.08 (1.50–1.78)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	28.50 ± 4.02 (19.78–42.24)
Rehabilitation process	
Inpatient physiotherapy time (day)	8.97 ± 2.69 (5.0–19.0)
Time to start post-operative mobilization (day)	2.51 ± 0.89 (1.0–5.0)
	n (%)
Preoperative diagnosis	
Coxarthrosis	31 (64.6)
Avascular necrosis of the femoral head	7 (14.6)
Developmental hip dysplasia	10 (20.8)
Rehabilitation process	
Inpatient physiotherapy and home programme	45 (100.0)
Extremity dominance	
Right	45 (100.0)
Affected side	
Right	25 (55.6)
Left	17 (37.8)
Bilateral	3 (6.6)

Note. SD: standard deviation; BMI: body mass index.

Data acquired from participants were recorded in Statistical Package for Social Sciences version 18.0 for Windows. Mean and standard deviation were calculated for descriptive data, which were determined through measurements whereas numbers and percentage value were presented for descriptive data that were determined by counting. In analysing the relationship between HRQoL and fear of falling, risk of falling, and functional status, Pearson correlation analysis was employed. The level of significance was considered as  $p < 0.05$ .

### 3 | RESULTS

Twenty-seven of the participating cases were females (60.0%), and 18 of them were males (40.0%). Forty-eight hips of 45 patients with cementless total hip arthroplasty were evaluated 87.10 ± 45.22 (22.43–214.71) weeks after the operation. Descriptive features and medical information of the cases were presented in Table 1.

In terms of the mobility status of cases, in early post-operative period, 44 patients (91.6%) started full, 3 patients (6.3%) partial, and 1 patient (2.1%) touchdown weight-bearing. They reached full weight-bearing 90.80 ± 126.38 (10–900) days after the operation. Three patients (6.3%) continued to use walking sticks as walking aids. In addition, 9 cases defined pain during sleep, 8 during rest, and 28 during walking, and pain level was moderate on VAS as seen in Table 2.

**TABLE 2** Values of perception of pain, satisfaction levels, fear of falling, risk of falling, health-related quality of life, and functional status of the patients

	Mean ± SD (min.–max.)
Pain perception (VAS)	
During sleep	4.93 ± 2.76 (1.8–8.3)
During rest	5.34 ± 2.00 (2.5–8.8)
During walking	4.67 ± 2.33 (1.4–9.1)
Patient satisfaction level	9.68 ± 1.07 (4.8–10.0)
FES score	20.90 ± 19.50 (10–99)
POMA-I total score	24.02 ± 4.80 (8–28)
HHS total score	79.54 ± 16.90 (0.08–96.08)
NHP total score	175.57 ± 111.80 (12.6–476.4)
Functional performance tests	
Chair stand test (repetition/30 s)	9.00 ± 2.12 (4–14)
40-m walk test (seconds)	43.70 ± 11.87 (12.3–90.1)
Stair climb test (seconds)	19.45 ± 12.00 (9.0–78.0)
Single leg stance test (seconds)	8.82 ± 9.20 (0.9–41.9)
	n (%)
POMA-I fall risk category	
Low	31 (68.9)
Moderate	8 (17.8)
High	6 (13.3)
HHS category	
Poor	1 (2.1)
Fair	5 (10.4)
Good	1 (2.1)
Very good	21 (43.8)
Excellent	20 (41.6)

Note. FES: Falls Efficacy Scale; POMA-I: Performance-Oriented Motion Assessment I; HHS: Harris Hip Score; NHP: Nottingham Health Profile; s: seconds; VAS: Visual Analogue Scale.

Results concerning perception of pain, satisfaction levels, fear of falling, risk of falling, HRQoL, and functional status of the cases on post-operative period and the relationship between HRQoL and fear of falling, risk of falling, and functional status are presented in Tables 2 and 3, respectively.

**TABLE 3** The relationship between functional status of hip joint and fear of falling, risk of falling, quality of life, and functional performance tests

Parameters	r	p <sup>a</sup>
NHP score		
FES score	0.131	0.390
POMA-I score	-0.589	0.000
HHS	-0.256	0.000
Functional performance tests		
Chair stand test (repetition/30 s)	-0.351	0.021
40-m walk test (seconds)	0.520	0.000
Stair climb test (seconds)	0.377	0.017
Single leg stance test (seconds)	-0.226	0.155

Note. NHP: Nottingham Health Profile; FES: Falls Efficacy Scale; POMA-I: Performance-Oriented Motion Assessment I; HHS: Harris Hip Score.

Bold entries were used to show statistical significance.

<sup>a</sup>Pearson correlation analysis was used.

## 4 | DISCUSSION

In this study, important parameters such as fear and risk of falling, and functional status, which affect HRQoL, were assessed. Risk of falling, function of the hip joint, and functional performance were found to be correlated with HRQoL. Although short-term HRQoL is reported to be good after hip arthroplasty in the literature, the knowledge of factors concerning HRQoL plays an important role in determination of patients' needs (Rat et al., 2010; Shan et al., 2014).

Fear of falling is a common problem that is observed among geriatrics and directly restricts certain ADLs in older adults. It has been well investigated in older people, but little is known about it after hip arthroplasty (Nagai et al., 2018; Nagai et al., 2014). Additionally, because there is limited study investigating relationship between fear of falling and HRQoL after hip arthroplasty, examining the relationship between these parameters is important. The assessment of patients' fear of falling is significant in prevention strategies for functional disability, which may affect the HRQoL of the patient. Nagai et al. (2014) concluded that fear of falling was associated with poor functional outcome after total hip arthroplasty. In addition, fear of falling is reported as a risk factor leading to activity limitations in older individuals (Nagai et al., 2018). In our study, there was no correlation between fear of falling and HRQoL. However, the level of fear of falling was low. Good functional status seen in the majority of cases may support this result. The low mean age of the cases was a favourable condition for fear of falling. However, due to the wide range of age, it was not possible to make a definite comment on the age factor when discussing this relationship.

Ikutomo, Nagai, Nakagawa, and Masuhara (2015) reported that 77 out of 214 posttotal hip arthroplasty patients had fallen at least once in the past year, and the incidence of falls was 36%. This result indicates that the evaluation of the risk of falling in patients with hip arthroplasty is important. In our study, the risk of falling assessed by Performance-Oriented Motion Assessment I was low in most cases. One of the most important findings of this study is the relationship between quality of life and risk of falling. It is also important to know the risk of falling depending on the relation of quality of life, especially with physical function, social, and occupational participation. The result obtained in this study also suggests that the risk of falling associated with balance and walking skills should be taken into account in improving the quality of life.

This research demonstrated that function of the hip joint was associated with quality of life, which might be the result of good functional status in HHS despite moderate level of pain, high satisfaction level, lower scores at fear of falling, and risk of falling. This result indicated that improvement of patients' functional status might result in increase of quality of life. Mariconda et al.'s (2011) research findings support our results. These researchers assessed quality of life and function and emphasized that hip function is the major determinant of HRQoL, particularly its physical component. In addition, radiographic, range of joint motion, and self-reported measures may not be sufficient to define functional mobility. For this reason, the use of physical performance tests provides information to define patients who are under risk for

limited functional mobility (Judd et al., 2014; Slaven, 2012). In our study, the most relevant performance tests with ADL were used, and it was seen that functional performance was related to quality of life (except single leg stance). This result shows that in addition to hip function, it is important to evaluate activities such as standing up from chair, walking, and climbing stairs, which are important in everyday life, together with quality of life in patients with hip arthroplasty. Besides all these, different preoperative diagnoses of the cases and assessment in different post-operative periods were disadvantageous situations for comments on the functional status.

As a result of this study, it was observed that HRQoL was related to risk of falling and functional status. This result is important for knowing the parameters to be considered for improving the HRQoL in patients after hip arthroplasty. Finally, we can conclude that evaluation of the patients with a holistic approach taking into account patient satisfaction, ADL, occupational, and social activities could help to guide intervention strategy. However, further studies with homogeneity in important variables that may affect the functional status such as preoperative diagnosis, evaluation time, and age are necessary for a clearer interpretation of the obtained results.

### 4.1 | Limitations

The different post-operative periods of the cases included in the study negatively affected the interpretation of the results. Assessment of patients at the same post-operative period can lead to clearer conclusions. In addition, making follow-up evaluations of the cases at different times may provide great benefits in terms of verifying the results obtained.

### 4.2 | Implications for physiotherapy practice

In patients with hip arthroplasty besides reduction in functionality, an increase in risk of falling and fear of falling may adversely affect the quality of life. Therefore, evaluation of these parameters is important in order to know the factors affecting the quality of life.

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

### ORCID

Umut Eraslan  <https://orcid.org/0000-0002-2428-8411>

### REFERENCES

- Bagarić, I., Šarac, H., Borovac, J. A., Vlak, T., Bekavac, J., & Hebrang, A. (2014). Primary total hip arthroplasty: Health related quality of life outcomes. *International Orthopaedics*, 38(3), 495–501. <https://doi.org/10.1007/s00264-013-2142-8>
- Bennell, K., Dobson, F., & Hinman, R. (2011). Measures of physical performance assessments: Self-paced walk test (SPWT), stair climb test (SCT), six-minute walk test (6MWT), chair stand test (CST), timed up & go (TUG), sock test, lift and carry test (LCT), and car task. *Arthritis Care & Research*, 63(S11), S350–S370. <https://doi.org/10.1002/acr.20538>

- Ceceli, E., Kocaoglu, S., Guven, D., Okumus, M., Gokoğlu, F., & Yorgancıoğlu, R. (2007). The relation between balance, age and functional status in geriatric patients. *Turkish Journal of Geriatrics*, 10(4), 169–172.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Huskisson, E. C. (1974). Measurement of pain. *The Lancet*, 304(7889), 1127–1131. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(74\)90884-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(74)90884-8)
- Ikutomo, H., Nagai, K., Nakagawa, N., & Masuhara, K. (2015). Falls in patients after total hip arthroplasty in Japan. *Journal of Orthopaedic Science*, 20(4), 663–668. <https://doi.org/10.1007/s00776-015-0715-7>
- Judd, D. L., Dennis, D. A., Thomas, A. C., Wolfe, P., Dayton, M. R., & Stevens-Lapsley, J. E. (2014). Muscle strength and functional recovery during the first year after THA. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 472(2), 654–664. <https://doi.org/10.1007/s11999-013-3136-y>
- Küçükdeveci, A. A. (2011). Functional assessment measures in osteoarthritis. *Turkish Journal of Geriatrics*, 14(2), 37–44.
- Lin, S. I., Chang, K. C., Lee, H. C., Yang, Y. C., & Tsauo, J. Y. (2015). Problems and fall risk determinants of quality of life in older adults with increased risk of falling. *Geriatrics & Gerontology International*, 15(5), 579–587. <https://doi.org/10.1111/ggi.12320>
- Lugade, V., Klausmeier, V., Jewett, B., Collis, D., & Chou, L. S. (2008). Short-term recovery of balance control after total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(12), 3051. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0488-9-3058>
- Mariconda, M., Galasso, O., Costa, G. G., Recano, P., & Cerbasi, S. (2011). Quality of life and functionality after total hip arthroplasty: A long-term follow-up study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 12(1), 222. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-222>
- McCormack, H. M., David, J. D. L., & Sheather, S. (1988). Clinical applications of visual analogue scales: A critical review. *Psychological Medicine*, 18(4), 1007–1019. <https://doi.org/10.1017/s0033291700009934>
- Nagai, K., Ikutomo, H., Tagomori, K., Miura, N., Tsuboyama, T., & Masuhara, K. (2018). Fear of falling restricts activities of daily living after total hip arthroplasty: A one-year longitudinal study. *Clinical Gerontologist*, 41(4), 308–314. <https://doi.org/10.1080/07317115.2017.1364682>
- Nagai, K., Ikutomo, H., Yamada, M., Tsuboyama, T., & Masuhara, K. (2014). Fear of falling during activities of daily living after total hip arthroplasty in Japanese women: A cross-sectional study. *Physiotherapy*, 100(4), 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.10.006>
- Rat, A. C., Guillemin, F., Osnowycz, G., Delagoutte, J. P., Cuny, C., Mainard, D., & Baumann, C. (2010). Total hip or knee replacement for osteoarthritis: Mid-and long-term quality of life. *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*, 62(1), 54–62. <https://doi.org/10.1002/acr.20014>
- Šantić, V., Legović, D., Šestan, B., Jurđana, H., & Marinović, M. (2012). Measuring improvement following total hip and knee arthroplasty using the SF-36 Health Survey. *Collegium Anthropologicum*, 36(1), 207–212.
- Shan, L., Shan, B., Graham, D., & Saxena, A. (2014). Total hip replacement: A systematic review and meta-analysis on mid-term quality of life. *Osteoarthritis and Cartilage*, 22(3), 389–406. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.12.006>
- Slaven, E. J. (2012). Prediction of functional outcome at six months following total hip arthroplasty. *Physical Therapy*, 92(11), 1386–1394. <https://doi.org/10.2522/ptj.20110484>
- Tarsuslu, T., Yümin, E. T., Öztürk, A., & Yümin, M. (2010). The relation between health-related quality of life and pain, depression, anxiety, and functional independence in persons with chronic physical disability. *Agri: Agri (Algoloji) Derneğinin Yayın Organidir- the Journal of the Turkish Society of Algology*, 22(1), 30–36.
- Trudelle-Jackson, E., Emerson, R., & Smith, S. (2002). Outcomes of total hip arthroplasty: A study of patients one year postsurgery. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(6), 260–267. <https://doi.org/10.2519/jospt.2002.32.6.260>
- Tuncay, S. U., Özdiçler, A. R., & Erdinler, D. S. (2011). The effect of risk factors for falls on activities of daily living and quality of life in geriatric patients. *Turkish Journal of Geriatrics*, 14(3), 245–252.
- Yücel, S. D., Şahin, F., Doğu, B., Şahin, T., Kuran, B., & Gürsakal, S. (2012). Reliability and validity of the Turkish version of the Performance-Oriented Mobility Assessment I. *European Review of Aging and Physical Activity*, 9(2), 149–159. <https://doi.org/10.1007/s11556-012-0096-2>

**How to cite this article:** Buker N, Eraslan U, Kitis A, Kiter AE, Akkaya S, Sutcu G. Is quality of life related to risk of falling, fear of falling, and functional status in patients with hip arthroplasty? *Physiother Res Int*. 2019:e1772. <https://doi.org/10.1002/pri.1772>

## Ek-3. Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 17/08/2016-E.50298



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik  
Kurulu

Sayı :60116787-020/50298  
Konu :Başvurumuz hk.

17/08/2016

Sayın Doç. Dr. Ali KİTİŞ

İlgi :11.08.2016 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**I-III. Bölge Fleksör Tendon Yaralanmalarında Elektromiyografik (EMG) Biofeedback Eğitiminin Elektriksel Kas Aktivitesi ve Fonksiyonel Duruma Etkisi**" konulu çalışmanız **16.08.2016 tarih ve 16 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan

**Ek-4. Değerlendirme Formu**

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON YÜKSEKOKULU  
EL REHABİLİTASYONU ÜNİTESİ DEğERLENDİRME FORMU**

**Etkilenen taraf:**

**Tarih:**

**Dominant el:**

**Telefon:**

**Adı-Soyadı:**

**Adres:**

**Yaş:**

**Eğitim Düzeyi:**

**Cinsiyet:** ( ) Kadın ( ) Erkek

**Meslek:**

**Meslekte çalışma süresi:**

**Sigara alışkanlığı:** ( ) Yok ( ) Var Miktarı:

**Alkol alışkanlığı:** ( ) Yok ( ) Var Miktarı:

**Özgeçmiş:**

**Soygeçmiş:**

**Tanı:**

**Yaralanma tarihi:**

**Yaralanma saati:**

**Yaralanma öyküsü:**

**Ameliyat tarihi:**

**Splint başlama tarihi:**

**Eğitim başlama tarihi:**

**Ameliyat notu:**

**Sütür tekniği:**

**Sütür materyali:**



ALGILANAN AĞRI ŐİDDEŦİ (GAS)

Uyku	İstirahat	Aktivite
<b>Lokalizasyon:</b> <b>Postop 1. Hafta</b>		

Uyku	İstirahat	Aktivite
<b>Lokalizasyon:</b> <b>Postop 5. Hafta</b>		

Uyku	İstirahat	Aktivite
<b>Lokalizasyon:</b> <b>Postop 12. Hafta</b>		

Uyku	İstirahat	Aktivite
<b>Lokalizasyon:</b> <b>Postop 24. Hafta</b>		

## MICHIGAN EL SONUÇ ANKETİ (MESA)

**Hastanın Adı Soyadı:**

**Tarih:**

**Bilgilendirme:** Bu anket elleriniz ve sağlığınızla ilgili görüşlerinizi sorgulamaktadır. Bu bilgi nasıl hissettiğinizi ve sıklıkla yaptığımız işlerinizi ne kadar iyi gerçekleştirebildiğinizi anlamamızı sağlayacaktır.

**HER** bir soruyu belirtildiği şekilde işaretleyerek cevaplayınız. Eğer bir soruyu nasıl cevaplayacağınızdan emin değilseniz lütfen verebileceğiniz en iyi cevabı veriniz.

**I.** Aşağıdaki sorular elinizin/bileğinizin geçen hafta içinde nasıl işlev gördüğü ile ilgilidir (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz). Eliniz/bileğiniz ile ilgili hiçbir probleminiz olmasa bile lütfen **TÜM** soruları cevaplayınız.

A- Aşağıdaki sorular **sağ** el/bileğiniz ile ilgilidir.

	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf	Çok Zayıf
1-Genel olarak, <b>sağ</b> eliniz ne kadar iyi çalıştı?	1	2	3	4	5
2- <b>Sağ</b> parmaklarınız ne kadar iyi hareket etti?	1	2	3	4	5
3- <b>Sağ</b> bileğiniz ne kadar iyi hareket etti?	1	2	3	4	5
4- <b>Sağ</b> elinizin kuvveti nasıldı?	1	2	3	4	5
5- <b>Sağ</b> elinizde duyu (his)nasıldı?	1	2	3	4	5

B- Aşağıdaki sorular **sol** el/bileğiniz ile ilgilidir.

	Çok İyi	İyi	Orta	Zayıf	Çok Zayıf
1-Genel olarak, <b>sol</b> eliniz ne kadar iyi çalıştı?	1	2	3	4	5
2- <b>Sol</b> parmaklarınız ne kadar iyi hareket etti?	1	2	3	4	5
3- <b>Sol</b> bileğiniz ne kadar iyi hareket etti?	1	2	3	4	5
4- <b>Sol</b> elinizin kuvveti nasıldı?	1	2	3	4	5
5- <b>Sol</b> elinizde duyu (his)nasıldı?	1	2	3	4	5

**II.** Aşağıdaki sorular **geçen hafta içinde** ellerinizin bazı işleri yapma yeteneği ile ilgilidir (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz). Eğer o işi hiç yapmadıysanız, lütfen yaptığınızda oluşabilecek zorluğu tahmin ediniz.

A- **Sağ elinizi** kullanarak aşağıdaki aktiviteleri yapmak sizin için ne kadar zordu?

	Hiç zor değil	Biraz zor	Orta derecede zor	Oldukça zor	Çok zor
1-Kapı kolu çevirmek	1	2	3	4	5
2-Bozuk para toplamak	1	2	3	4	5
3-Su dolu bir bardağı tutmak	1	2	3	4	5
4-Kilit açmak için anahtar çevirmek	1	2	3	4	5
5-Tava tutmak	1	2	3	4	5



B- **Sol elinizi** kullanarak aşağıdaki aktiviteleri yapmak sizin için ne kadar zordu?

	Hiç zor değil	Biraz zor	Orta derecede zor	Oldukça zor	Çok zor
1-Kapı kolu çevirmek	1	2	3	4	5
2-Bozuk para toplamak	1	2	3	4	5
3-Su dolu bir bardağı tutmak	1	2	3	4	5
4-Kilit açmak için anahtar çevirmek	1	2	3	4	5
5-Tava tutmak	1	2	3	4	5

C. **Her iki elinizi** kullanarak aşağıdaki aktiviteleri yapmak sizin için ne kadar zordu?

	Hiç zor değil	Biraz zor	Orta derecede zor	Oldukça zor	Çok zor
1-Kavanoz açmak	1	2	3	4	5
2-Gömlek /bluz düğmesi ilikleme	1	2	3	4	5
3-Çatal ve bıçak kullanarak yemek yemek	1	2	3	4	5
4-Alişveriş poşeti taşımak	1	2	3	4	5
5-Bulaşık yıkamak	1	2	3	4	5
6-Saç yıkamak	1	2	3	4	5
7-Ayakkabı bağı bağlamak /fiyonk yapmak	1	2	3	4	5

III. Aşağıdaki sorular geçen hafta içinde normal işinizde ( ev işi ve okul çalışmalarını dahil) nasıl çalıştığınız ile ilgilidir. (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz).

	Her zaman	Sıklıkla	Bazen	Nadiren	Hiç
1-Elleriniz/bileklerinizdeki problemler nedeniyle işinizi ne sıklıkla yapamadınız?	1	2	3	4	5
2-Elleriniz/bileklerinizdeki problem nedeniyle çalışma gününüzü ne sıklıkla kısaltmak zorunda kaldınız?	1	2	3	4	5
3-Elleriniz/bileklerinizdeki problem nedeniyle işyerinizde işleri ne sıklıkla ağırdan almak zorunda kaldınız?	1	2	3	4	5
4-Elleriniz/bileklerinizdeki problem nedeniyle işinizde ne sıklıkla daha az başarı gösteriyorsunuz?	1	2	3	4	5
5-Elleriniz/bileklerinizdeki problem yüzünden işlerinizi yapmanız ne sıklıkla daha uzun sürüyor?	1	2	3	4	5

**IV.** Aşağıdaki sorular elinizde/bileğinizde **geçen hafta içinde** ne kadar **ağrınız** olduğu ile ilgilidir. (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz).

**1-** El/bileğinizde ne sıklıkla **ağrınız** var?

1. Her zaman                      3. Bazen                      5. Hiçbir zaman

2. Sıklıkla                      4. Nadiren

Eğer yukarıdaki **IV-A1** sorusuna **hiçbir zaman** diye cevap verdiyseniz lütfen aşağıdaki soruları atlayın ve diğer sayfaya geçin.

**2-** El/bileğinizdeki ağrıyı tanımlayın

1. Çok az                      3. Orta                      5. Çok şiddetli

2. Az                      4. Şiddetli

	Her zaman	Sıklıkla	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman
1-El/bileğinizdeki ağrı uykunuzu ne sıklıkla etkiliyor?	1	2	3	4	5
2-El/bileğinizdeki ağrı ne sıklıkla günlük yaşamınıza engel oluyor?	1	2	3	4	5
3-El/bileğinizdeki ağrı sizi ne sıklıkla mutsuz ediyor?	1	2	3	4	5

**V. A-** Aşağıdaki sorular **geçen hafta içerisinde sağ** elinizin görünüşü ile ilgilidir. (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz).

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1- <b>Sağ</b> elimin görünüşünden tatmin oluyorum	1	2	3	4	5
2- <b>Sağ</b> elimin görünüşü bazen toplum içinde rahatsız olmama neden oluyor	1	2	3	4	5
3- <b>Sağ</b> elimin görünüşü içimi karartıyor	1	2	3	4	5
4- <b>Sağ</b> elimin görünüşü günlük sosyal yaşamımı etkiliyor	1	2	3	4	5

**B-** Aşağıdaki sorular **geçen hafta içerisinde sol** elinizin görünüşü ile ilgilidir. (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz).

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1- <b>Sol</b> elimin görünüşünden tatmin oluyorum	1	2	3	4	5
2- <b>Sol</b> elimin görünüşü bazen toplum içinde rahatsız olmama neden oluyor	1	2	3	4	5
3- <b>Sol</b> elimin görünüşü içimi karartıyor	1	2	3	4	5
4- <b>Sol</b> elimin görünüşü günlük sosyal yaşamımı etkiliyor	1	2	3	4	5

**VI- A.** Aşağıdaki sorular **sağ** eliniz/bileğinizin **geçen hafta içerisinde** sizi ne kadar tatmin ettiği ile ilgilidir. (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz).

	Çok Memnun Ediyor	Memnun Ediyor	Ne Memnun Ediyor Ne Memnun Etmiyor	Memnun Etmiyor	Hiç Memnun Etmiyor
1- <b>Sağ</b> elin genel fonksiyonu	1	2	3	4	5
2- <b>Sağ</b> el parmaklarının hareketi	1	2	3	4	5
3- <b>Sağ</b> el bileğinin hareketi	1	2	3	4	5
4- <b>Sağ</b> elin kuvveti	1	2	3	4	5
5- <b>Sağ</b> elin ağrı düzeyi	1	2	3	4	5
6- <b>Sağ</b> elin duyusu	1	2	3	4	5

**B-** Aşağıdaki sorular **sol** eliniz/bileğinizin **geçen hafta içerisinde** sizi ne kadar tatmin ettiği ile ilgilidir. (lütfen her soru için bir cevabı işaretleyiniz).

	Çok Memnun Ediyor	Memnun Ediyor	Ne Memnun Ediyor Ne Memnun Etmiyor	Memnun Etmiyor	Hiç Memnun Etmiyor
1- <b>Sol</b> elin genel fonksiyonu	1	2	3	4	5
2- <b>Sol</b> el parmaklarının hareketi	1	2	3	4	5
3- <b>Sol</b> el bileğinin hareketi	1	2	3	4	5
4- <b>Sol</b> elin kuvveti	1	2	3	4	5
5- <b>Sol</b> elin ağrı düzeyi	1	2	3	4	5
6- <b>Sol</b> elin duyusu	1	2	3	4	5

## Ek-5. Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

### Resim Çekimi ve Kullanımı Yayın Hakkı Devir Sözleşmesi Formu

Çalışma sırasında çekilmiş fotoğraflarımın gereği halinde, kimlik bilgilerim verilmeyecek şekilde GÖZLERİ AÇIK/KAPALI olarak bilimsel çalışmalar, tezler, eğitim faaliyetleri ve bilimsel yayınlar için kullanılmasına İZİN VERDİĞİMİ beyan ederim.

Akademik çalışmalarda yayınlanacak resimlerimin yazım ve yayın kurallarına uygun olarak hazırlanıp sunulmasından Proje yürütücüsü sorumludur (17/01/2019).

Gönüllü / Hasta Adı Soyadı: *Cenret Toşkin*

İzni veren kişi (Gönüllü / Hasta ya da velisi / vasisi)\* Adı Soyadı İMZA: *Kendisi\**

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ Adı Soyadı İMZA: *Prof. Dr. Ali KATİP*

\*NOT: Reşit olmayan bireyler adına aileleri tarafından imzalanacaktır.