



**BEZMİÂLEM**  
VAKIF ÜNİVERSİTESİ

T. C.

BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ

ANABİLİM DALI

**AYAKTAN ELE SERBEST  
VASKÜLARİZE EKLEM TRANSFERİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ  
DR. İSMAİL MELİH KUZU

TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. ETHEM GÜNEREN

İSTANBUL, 2016

## TEŞEKKÜR

Beş yıllık asistanlık sürecim boyunca, cerrahi ve hayat tecrübesini benimle paylaşarak bana pek çok şey öğreten, tüm yoğunluğuna rağmen bilimsel ve mesleki konularda yol gösterme ve öğretme çabası içerisinde olan, tükenmeyen enerjisiyle hep daha iyiye ve ileriye yönelik çabalamayı öğreten değerli hocam Prof. Dr. Ethem GÜNEREN'e,

Tüm uzmanlık eğitimimde dürüstlüğü, nezaketi ve vicdanı ile iyi bir insan, mesleki yetkinliğiyle iyi bir hekim olmayı gösteren, güzel günlerde olduğu kadar zor günlerde de destek olan, adaletli ve bilimsel yaklaşımıyla ne zaman kapısını çalsam yardımını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Selma Sönmez ERGÜN'e,

Asistanlık hayatımın ilk yarısında beraber çalışma fırsatı bulduğum, bu zaman diliminde ve sonrasında da bana yeni ufuklar gösteren, cerrahide tüm zorluklara rağmen vazgeçmemek gerektiğini öğreten ağabeyim Doç. Dr. Mehmet Veli KARAALTIN'a,

Tez çalışmasının gerçekleşmesinde büyük katkısı olan, yardımsever ve misafiperver yaklaşımlarıyla büyük emek sarfeden, başta hocam Doç. Dr. Kahraman ÖZTÜRK olmak üzere Baltalimanı Kemik Hastalıkları EAH, El Cerrahisi Kliniği'nin tüm doktor ve çalışanlarına,

Tüm asistanlığım boyunca deneyimlerini benimle paylaşan, teorik bilgisiyle de yol gösteren ağabeyim Op. Dr. Kemalettin YILDIZ'a ve asistanlığımın son yıllarında tanıdığım, bilimsel ve cerrahi yönlerden katkısını esirgemeyen ağabeyim Op. Dr. Osman KELAHHMETOĞLU'na

Bu yola ilk çıktığımdan beri, bana rehberlik yapan, yol gösteren ve pek çok şey öğreten başta ağabeyim Op. Dr. Emre Gönenç BAYGÖL olmak üzere ağabeylerim Op. Dr. Mustafa Aykut ÖZPÜR, Op. Dr. Çetin DUYGU ve Op. Dr. Hacı Ömer SAĞIR'a,

Asistanlığımın ilk gününden beri yanımda olan, birlikte üzüldüğüm, birlikte sevindiğim, ilk pansumanı, ilk viziti ve daha pek çok ilki bana öğreten ve asistanlığımın tüm basamaklarında bana yol gösterici olan, ayrıca tez çalışmamın uygulanmasında da büyük katkısı olan ağabeyim Op. Dr. Reşit Burak KAYAN'a,

Asistanlık yıllarımı paylaştığım, iyi günde kötü günde beraber olduğum, yine birlikte üzüldüğüm birlikte sevindiğim, özverili çalışmalarıyla kahrımı çeken kardeşlerim Dr. Onur AKMAN, Dr. Mustafa Ekrem GÜLEŞ ve Dr. Mustafa ÜNAL'a,

Asistanlığım boyunca bir şekilde yolumuzun kesiştiği, emekleriyle eğitimimde rol almış olan, serviste, acilde, poliklinikte ve ameliyathanede beraber çalıştığım tüm değerli hemşire, sekreter ve personellerimize,

Başta, her zaman önce iyi bir insan ve hekim olmayı öğütleyen annem Fatma KUZU, desteğini sürekli hissettiren babam Mustafa KUZU ve tüm problemlerimde yanımda olan kardeşim Seçil KUZU olmak üzere beni bugünlere getiren, maddi ve manevi yönlerden katkılarını esirgemeyen sevgili aileme,

Beni plastik cerrahiye yönlendiren eniştem Dr. H. Murat ÇAKMAK'a,

Zorlandığım anlarda yanımda olan tüm dostlarıma, ayrıca sevgisi ve içtenliğiyle hayatımı kolaylaştıran, tezin tasarım ve denetiminde de aktif katkısı olan Sultan ŞİMŞEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. İsmail Melih KUZU

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	III
KISALTMALAR DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLOLAR LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VII
ABSTRACT (İNGİLİZCE ÖZET).....	VIII
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>4</b>
2.1 Dünyada ve Ülkemizde El Cerrahisinin Kısa Tarihçesi.....	4
2.2 Fonksiyonel El Anatomisi.....	9
2.3 Parmak Hareketleri.....	15
2.4 Falanks Kırık İyileşmesi.....	21
2.5 Eklem İçi ve Kompleks Falanks Kırıklarının Sınıflama, Tedavi ve Komplikasyonları.....	23
2.6 Sekel ile İyileşme ve Rekonstrüksiyon Seçenekleri.....	26
<b>3. VASKÜLARİZE EKLEM TRANSFERİ.....</b>	<b>29</b>
3.1 Tanım ve Tarihçe.....	29
3.2 Endikasyonları ve Cerrahi Hazırlık.....	31
3.3 Anatomi.....	32
3.4 Ameliyat Tekniği ve Literatürdeki Uygulamalar.....	35
<b>4. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>39</b>
<b>5. BULGULAR.....</b>	<b>41</b>
5.1 Olgu Örnekleri.....	46
<b>6. TARTIŞMA.....</b>	<b>52</b>
<b>7. SONUÇ.....</b>	<b>55</b>
<b>8. KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>
<b>9. EKLER.....</b>	<b>62</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

- APB: Abdüktör Pollicis Brevis  
APL: Abdüktör Pollicis Longus  
ARİF: Açık Redüksiyon İnternal Fiksasyon  
ASSH: Amerikan El Cerrahi Derneği (American Society for Surgery of the Hand)  
D: 1, 2, 3, 4, 5. Parmak (Digit)  
DASH: Kol, Omuz ve El Sorunları (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)  
DİF: Distal İnterfalangeal  
ECRB: Ekstansör Carpi Radialis Brevis  
ECRL: Ekstansör Carpi Radialis Longus  
ECU: Ekstansör Carpi Ulnaris  
EDC: Ekstansör Digitorum Communis  
EDM: Ekstansör Digiti Minimi  
EİP: Ekstansör İndicis Proprius  
EPB: Ekstansör Pollicis Brevis  
EPL: Ekstansör Pollicis Longus  
FDMA: 1. Dorsal Metatarsal Arter (First Dorsal Metatarsal Artery)  
FDP: Fleksör Digitorum Profundus  
FDS: Fleksör Digitorum Superficialis  
FPL: Fleksör Pollicis Longus  
FPMA: 1. Plantar Metatarsal Arter (First Plantar Metatarsal Artery)  
FTR: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon  
İF: İnterfalangeal  
MKF: Metakarpofalangeal  
MTF: Metatarsofalangeal  
ORL: Oblik Retinaküler Ligaman  
PİF: Proksimal İnterfalangeal  
ROM: Hareket Açıklığı (Range of Motion)  
TKL: Transvers Karpal Ligaman

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Elin Temel Birimleri

Şekil 2: 4. ve 5. Karpometakarpal Eklem Hareketleri

Şekil 3: İntermetakarpal Bağlar (üst), Kollateral Bağların Ekstansiyon (orta) ve Fleksiyon (alt) Halindeki Duruşları

Şekil 4: PİF Eklem Volar Plaka Anatomisi

Şekil 5: Duyusal ve Motor Serebral Korteks Modelleri

Şekil 6: Duyusal ve Motor Homunculus Modelleri

Şekil 7: Cleland ve Grayson Ligamanları

Şekil 8: El Bileği Seviyesinden Anatomik Kesit ve Tendinöz Yapıların Yerleşimi

Şekil 9: Askı Bağı (Pulley) Sistemi

Şekil 10: Kısa ve Uzun Vinculum

Şekil 11: Dorsal Kompartmanlar

Şekil 12: Ekstansör Hood, Retinaküler Ligaman ve İntrinsik Kas Tendonlarının Görünümü

Şekil 13: İntrinsik Kaslar

Şekil 14: Ligamentotaksis Yöntemi

Şekil 15: Proksimal Falanks Kondil Kırıklarında London Sınıflaması

Şekil 16: Proksimal Falanks Kondil Kırıklarında Weiss ve Hastings Sınıflaması

Şekil 17: Orta Falanks Bazis Kırıklarında Seno Sınıflaması

Şekil 18: PİF Eklem İçi Kırıkların Tedavisinde Tanımlanmış Yöntemlere Örnek Uygulamalar

Şekil 19: Artrodez Açıları

Şekil 20: Eklem Protezi Komplikasyon Örneği

Şekil 21: Ayak 2. Parmağının Arteriyel Varyasyonları

Şekil 22: Ekstansör Lag (kayıp/eksik)

Şekil 23: Kimerik Eklem Flebi Tasarımı

Şekil 24: Çift Eklem Transferi (Aynı pedikül üzerinden MTF ve PİF eklem)

Şekil 25: Çift Eklem Transferi (Farklı pedikül üzerinden MTF ve PİF eklem)

Şekil 26: Çift Eklem Transferi (Aynı pedikül üzerinden iki PİF eklem)

Şekil 27: Gonyometre ile ROM Ölçümü

Şekil 28: Dinamometre ile Kavrama Gücü Ölçümü

Şekil 29: Alıcı Parmakların Dağılımı

Şekil 30: Kullanılan Fiksasyon Teknikleri

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Dünyada El Cerrahisi Tarihçesi

Tablo 2: Türkiye’de El Cerrahisi Tarihçesi

Tablo 3: PİF Eklem İçi Kırıkların Tedavisinde Tanımlanmış Yöntemler

Tablo 4: Eklem Transferi Tarihçesi

Tablo 5: Olgu Sonuçları -1-

Tablo 6: Olgu Sonuçları -2-



## ÖZET

El, vücudumuzun en karmaşık organlarından biridir ve insanların çevresiyle olan etkileşim ve iletişimde etkin bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, el parmakları vücudun en sık yaralanan organıdır. Bu yaralanmalar içerisinde, elin küçük eklemleriyle iştirakli yaralanmalar göreceli olarak nadir görülmelerine rağmen, tedavisi ve iyileşme süreci zorlu yaralanmalardır. İdeal tedaviyle bile çoğunlukla sekel bırakarak iyileşirler. Bu sekel, el fonksiyonlarını bozarak mesleki faaliyetleri ve günlük yaşam kalitesini kötü yönde etkilemektedir.

Eldeki, sekel ile iyileşmiş, hareketi kısıtlı, kontrakte, deforme, ağrılı artroz ve sertlik içeren proksimal interfalangeal (PİF) eklemlerin rekonstrüksiyonu tarih boyunca plastik cerrahları zorlayan bir süreç olagelmıştır.

Rekonstrüksiyon alternatiflerinden, artrodez hareketsiz bir eklem dezavantajını taşıırken, hareketli alternatif olan eklem protezleri, bölgenin ince yumuşak doku örtüsü ve hassas anatomisinden ötürü potansiyel komplikasyonları beraberinde getirmektedir. Özellikle genç ve aktif çalışan olgularda, uzun dönemde aşınma, protez gevşemesi, eklem dislokasyonu ve enfeksiyon gibi sorunlar sıklıkla ortaya çıkmaktadır.

Ayak 2. parmağının donör alan olarak kullanıldığı serbest vaskülarize eklem transferi, otojen dokuyla kompozit rekonstrüksiyona izin vermesi, yeterli stabilite ve eklem hareket açıklığı sağlaması, sentetik materyallerin uzun dönem dezavantajlarını taşımaması, çocuklarda epifiz plağının transferiyle büyüme potansiyelini koruması ve minimal donör alan morbiditesi nedeniyle el parmaklarının rekonstrüksiyonunda önemli seçeneklerden biridir.

Çalışmamızda ayaktan ele serbest vaskülarize (PİF) eklem transferi yapılan 7 olgu incelendi. Olguların ameliyat öncesi ve sonrası (1. yılda), aktif-pasif eklem hareket açıklıklığı (ROM), kavrama (grip) ve pinch kuvvetleri ölçüldü, ayrıca DASH anketi uygulanarak cerrahinin, hastanın günlük yaşamına ve mesleki faaliyetlerine etkisi değerlendirildi.

Ortalama değerlere bakıldığında, aktif hareket açıklığının (ROM) ameliyat öncesi  $3,6^{\circ}$  iken ameliyat sonrası  $24,1^{\circ}$ 'e; yine pasif hareket açıklığının  $11,9^{\circ}$ 'dan  $31,6^{\circ}$ 'ya yükseldiği görüldü. Kavrama kuvvetinde 52,1 pound'dan 58,6 pound'a; pinch kuvvetinde ise 5,1 pound'dan 5,9 pound'a yükselme saptandı. DASH skorlarının ortalamasındaki 41,3'ten 30,3'e olan gerilemeyle, fonksiyonel olarak iyileşme ve başarı sağlandığı lehine yorum yapılabilir.

Uygun endikasyon, dikkatli planlama ve özenli cerrahi teknikle, hastaların günlük aktivitelerinde ve mesleki fonksiyonlarında yaşam kalitesini artıran bir sonuç alınabileceği gösterildi.



## ABSTRACT

Hand is one of the most complicated structures in the human body. It plays a very important role in human communication and interaction with the environment. Therefore it is the most commonly injured organ of the body. Involvement of the small joint of the hand in these injuries is relatively rare. But the recovery period and treatment of the small joint traumas are pretty challenging. Even with the ideal treatment they may heal with sequelae frequently. These sequelae often result in global hand dysfunction, impairment of daily life activities and disabilities in work-related activities.

Throughout history, reconstruction of proximal interphalangeal (PIP) joints, which are dysfunctional, deformed, painful, stiff, contracted and lacking motion has been a challenging entity for plastic and reconstructive surgeons.

Arthrodesis as one of the reconstructive options has the disadvantage of immobile reconstruction. Because of the thin soft tissue coverage and delicate anatomy of the region, the mobile alternative joint arthroplasty and implants frequently bring with potential complications such as infection, implant loosening, joint contractures and dislocation.

Free vascularized transfer of the PIP joint from second toe is one of major alternatives for finger joint reconstruction, especially for young and active patients. It has sufficient stability and range of motion, lacks long-term disadvantages of joint implants thereby allows autogenous reconstruction with a composite flap. Other advantages are growth potential due to transfer of epiphyseal growth plates in children and minimal donor area morbidity.

In our study we analyzed 7 cases of free vascularized PIP joint transfer. The measurements for active and passive range of motion (ROM), grip and pinch strength has been done preoperatively and 1-year postoperatively. The functional change in daily life quality and work-related activities were evaluated with DASH questionnaire.

Comparing preoperative and postoperative mean values active ROM and passive ROM increased from  $3,6^{\circ}$  to  $24,1^{\circ}$  and from  $11,9^{\circ}$  to  $31,6^{\circ}$ , respectively. Mean grip and pinch strength increased from 52,1 lbs. to 58,6 lbs. and from 5,1 lbs. to 5,9 lbs., respectively. Mean preoperative and postoperative DASH-scores were 41,3 and 30,3. These declining average DASH-scores are interpreted as improved functional status.

With these results it has been shown that free vascularized joint transfer improves patients' daily life quality and work-related activities via providing a functional joint if performed with appropriate indications, careful planning and meticulous surgical execution.

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsan eli, insan beyni gibi, diğer canlılara göre üstün bir gelişme gösterir. Görme, işitme, koku alma gibi fonksiyonlarda insanın en üstün olmak gibi bir iddiası yokken; beyin gelişiminde ve el becerisinde insan, en üstün canlı olma iddiasını savunabilir [1].

El, kavrama ve tutma işlevlerine sahip, çok parmaklı anatomisi sayesinde karmaşık işlevleri yerine getirebilmeyi sağlayan, vücudun en hareketli ve becerikli organıdır. Ayrıca içerdiği yoğun sinir uçlarıyla taktıl algı (feedback) ve dokunma hissinin en önemli kaynağıdır; günlük yaşam aktiviteleri ve mesleki faaliyetlerde de kritik önem taşımaktadır. İnsanların çevresiyle olan etkileşim ve iletişimde etkin rol oynamaktadır ve bu rolü nedeniyle vücudun en sık yaralanan organıdır [2, 3].

Bu yaralanmalar içinde, el parmak kırıkları sıklıkla görülmelerine rağmen; elin eklem içi, çok parçalı, deplase falanks kırıkları ve kırıklı çıkıkları göreceli olarak nadir görülmektedir [2]. Özellikle parmak interfalangeal (İF) eklemi ile iştirakli kırıklar, potansiyel olarak kötü kaynama, kırık sonrası kontraktürler, kalıcı deformite, instabilite, eklem sertliği, kalıcı ağrı ve eklem hareketlerinde kısıtlılık gibi majör komplikasyonlara sahiptir. Eşlik eden yumuşak doku yaralanmalarında, açık kırıklarda ve parçalı kırıklarda prognoz daha kötüdür [2, 4-7].

Proksimal, distal ve başparmak interfalangeal eklemi içeren kırıkların ve kırıklı çıkıkların tedavisi hala tartışmalıdır [4, 8-11]. Kapalı redüksiyon sonrası immobilizasyon yüksek oranda eklem sertliği ile sonuçlanır. Sertliği önlemek ve hasar görmüş eklem kıkırdağının rejenerasyonunu hızlandırmak için erken kontrollü hareket tercih edilmelidir [4, 12]. Bunnell, elde eklem sertliğiyle ilgili “El cerrahisinde daima mevcut olan tehlike, elin sertleşme eğilimi ve bu eğilimin işlevsiz pozisyona doğru olmasıdır.” (“*An ever-present menace in hand surgery is the decided tendency for the hand to stiffen and to stiffen in the position of nonfunction.*”) demiştir [12, 13]. Açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ARİF), tam anatomik redüksiyon sağlamasına rağmen, aşırı periartiküler yumuşak doku diseksiyonu gerektirir. Bu durum eklem sertliği ile sonuçlanabilir [11, 14]. Çok parçalı, deplase, eklem içi falanks kırıklarının tedavisinde sorunlar ve tartışmalı noktalar mevcuttur [15, 16]. Yüksek enerjili travma nedeni ile oluşan çoğu vakada aşırı intra-artiküler ve subkondral parçalanmadan dolayı anatomik restorasyon imkansız olabilmektedir [2, 6]. Ayrıca eklem içi çok parçalı,

deplase falanks kırıklarında, kırık redüksiyonu ve eklem yüzeyinde devamlılığı sağlayan; bu esnada erken harekete izin veren tedavi yöntemi olarak çeşitli traksiyon sistemleri tanımlanmıştır [2, 6, 17, 18]. Tüm bu yöntemlere rağmen, bu tip yaralanmalarda sekel ile iyileşme kaçınılmaz olabilmektedir. Bu sekel çoğunlukla eklem sertliği, hareket kısıtlılığı, ağırlı artroz, instabilite ve kalıcı deformite olarak ortaya çıkmaktadır.

Sekel ile iyileşmiş bir parmağın rekonstrüksiyonu ise Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi ve El Cerrahisi'nin zorlu alanlarından biridir. Bu amaçla birçok cerrahi yöntem denenmiş olup bunların bir kısmı güvenilir yöntem olarak, halen kullanılmaktadır.

Elin proksimal interfalangeal (PIF) eklem rekonstrüksiyonu için tanımlanan yöntemlerden artrodez, her ne kadar ağrısız ve stabil bir iyileşme sağlasa da hareketsiz eklem dezavantajı taşımaktadır. Özellikle, ulnar taraftaki 3 parmağın PIF ekleminden sadece birinde yapılan artrodez kavrama gücünü ciddi oranda azalttığı için son seçenek olarak kullanılmalıdır [19]. Hareketli alternatif olan eklem protezi ise, yabancı cisim reaksiyonu, bölgenin ince yumuşak doku örtüsü nedeniyle ekspozisyon riski, uzun dönemde deformite ve instabilite gibi yüksek komplikasyon oranlarına sahiptir. Bu nedenle özellikle genç ve aktif hastalarda kullanımı kısıtlanmaktadır [19, 20].

Vaskülarize olmayan eklem transferleri de osteokartilajinöz bir kompozit greft uygulaması olarak denenmiştir. Fakat, iskemi ve doku nekrozu ile oluşan yoğun dejenerasyon sonrası osseöz yapılar canlı kemik dokusuna transforme olurken; eklem yüzeyindeki hyalin kırıkdağın fibröz kırıkdağ şeklinde iyileşmesi nedeniyle fonksiyonel olmayan sonuçlarla karşılaşmıştır [21].

Sınırlı donör alan ve donör alan morbiditesinden kaçınmak için bazı yazarlar, hayvan modelleri üzerinde deneysel olarak allogreft kullanımını araştırmıştır [22]. Bu deneylerde, uygun immunsüpresan kullanımı ile fonksiyonel sonuçlar elde edilirken, immunsüpresyon kesildiğinde immun reaksiyona sekonder oluşan vasküler rejeksiyon ve kartilaj harabiyeti nedeniyle 6-8 ayda fonksiyon kaybı gelişmektedir [23].

Serbest vaskülarize eklem transferi ise, otojen doku ile kompozit onarım sağlayabilmesi, deformiteyi düzeltici olması, uzun dönemde ağrısız, dayanıklı ve hareketli bir seçenek olması sebebiyle elin küçük eklemlerinin rekonstrüksiyonunda önemli alternatiflerden biri haline gelmiştir. Çocuklarda epifiz plağının transferi ile büyüme potansiyelinin devam ettirilebilmesi de bu yöntemin avantajlarından [24, 25].

Çalışmamızda ayaktan ele serbest vaskülarize eklem transferinin el hareketleri ve fonksiyonlarına etkisi objektif olarak aktif ve pasif hareket açıklığı (ROM), kavrama (grip) ve pinch kuvveti ölçümleriyle değerlendirildi. Yapılan ameliyatın, hastanın günlük yaşam aktiviteleri ve mesleki faaliyetlerine etkisi ise, ameliyat öncesi ve sonrası yapılan anketler ile değerlendirilerek subjektif olarak hayat kalitesindeki değişimler saptandı. Hastaların uzun dönem (post-op 1 yıl) sonuçları analiz edilerek serbest vaskülarize eklem transferinin el fonksiyonlarına etkisini ortaya koymak ve elde edilen sonuçları literatürle karşılaştırmak hedeflendi.

Yapılmış çalışmalara bakıldığında, serbest eklem transferinin, hareket açıklığına ve kavrama kuvvetine olan ölçülebilen etkilerinin birkaç kez incelendiği [26-28], fakat transferin hastanın günlük yaşam ve mesleki fonksiyonlarına etkisinin, kabul görmüş bir değerlendirme testiyle araştırılmadığını görmekteyiz [26]. “Kol, Omuz ve El Sorunları” (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) (DASH) anketinin uygulanması ve sonuçlarının yorumlanması ile literatüre katkı sağlanması amaçlandı.

Tezin ilk bölümünde el cerrahisi, el-parmak anatomisi ve hareketleri, parmağın biyomekanik özellikleri ve eklem içi parmak kırıklarının klinik seyri üzerinde duruldu. İkinci bölümde ise serbest vaskülarize eklem transferinin tarihçesi, uygulama tekniği ve olgular değerlendirilerek elde edilen bulgular yorumlandı.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Dünyada ve Ülkemizde El Cerrahisinin Kısa Tarihçesi

El cerrahisinin tarihçesine bakıldığında Hipokrat (M. Ö. 460-370), Charles Bell (1774-1842) ve Chédiak Steindler (1878-1959) ile İkinci Dünya Savaşı sonrası modern el cerrahisinin öncüsü olan Sterling Bunnell (1882-1959) en önemli isimler olarak göze çarparlar.

El cerrahisine ilişkin ilk belgeler Hipokrat'a uzanmaktadır. Hipokrat el yaralanmalarında özel pansuman gerekliliği, cerrahi araçların kullanılma yöntemleri, elin fonksiyonel pozisyonda atellenmesi, oppozisyon fonksiyonu ve korunması, el bilek kırıklarında redüksiyon yöntemleri konularında görüşler dile getirmiştir. Yine Hipokrat tarafından, "Yara kenarları tazelandikten sonra yarayı dikiş ve onu bal emdirilmiş bezlerle örtünüz" denilerek debridmanın ilk tanımı yapılmıştır [5]. Turnike, 1718'de Jean Louis Petit (1674-1750) tarafından icat edilmiştir ve 1864'te Joseph Lister (1827-1912) tarafından kullanımının yaygınlaştırılmasıyla cerrahi teknik kolaylaşmış; amputasyon gibi ilkel yöntemler yerini daha modern ameliyatlara bırakmıştır [29]. El anatomisi ve cerrahisini beraberce konu alan ilk kitaplardan biri olan "An Essay on the Hand, its Mechanism and Vital Endowments as Evincing Design" Charles Bell (1774-1842) tarafından yazılmıştır [30].

19. yüzyılın ikinci yarısında asepsi ve antisepsinin tanımlanmasıyla tüm cerrahi branşlara paralel olarak, el cerrahisi de gelişmeye başlamıştır. Almanya'da Carl Nicoladoni (1847-1902), pediküllü teknikle ilk ayaktan ele başparmak transferini ("*toe-to-thumb*") yaparak (1897) el cerrahisinin gelişiminde öncülük etmiştir. ABD'li Alexis Carrel damar anastomozlarına dair çalışmasıyla 1912 yılında Nobel ödülünü almış ve mikrocerrahi girişimlerinin başlamasına öncülük etmiştir [29]. 1930'larda, İngiltere'de Herbert Seddon (1903-1977), sinir tamiri ve greftlemesinin temellerini ortaya koydu [5]. Sterling Bunnell 1944'te el cerrahisinin en önemli kitaplarından biri olarak kabul edilen "Surgery of Hand" adlı eserini yayınlamıştır [13]. Bunnell, el cerrahisinin diğer dallarla entegrasyonu ve gelişmesi için önemli çalışmalar yapmıştır.

İkinci Dünya Savaşı'nda el cerrahisinin gelişmesinde en büyük katkılardan birini de Norman Thomas Kirk (1888-1960) yapmıştır. Kirk ortopedist olmasına rağmen, el cerrahi merkezinin plastik cerrahi servislerinde bir birim olmasını ve gerekli görüldüğünde ortopedistlerin ve beyin cerrahlarının katkı sağlayabileceği şekilde düzenlenmesini

savunmuştur [5]. Savaş sonrası Bunnell başkanlığında American Society for Surgery of the Hand (ASSH) kurulmuştur (1945). ASSH'nin 35 kurucusundan 14'ü genel cerrah, 13'ü plastik cerrah ve 8'i ortopedisti.

1958 yılında bir plastik cerrahi toplantısında, Claude Verdan (1909-2006) fleksör yüz zon 2'deki yaralanmaların, "yasak bölge" ("*No Man's Land*") olarak tanımlanmasını reddettiğini yayınlamıştır. Bu bölgenin artık plastik cerrahların bölgesi olduğunu ve yaralanmış fleksör tendonları o zamana kadar görülmemiş bir başarı ile onardığını göstermiştir [31]. Bu sonuçlar bazı cerrahlar tarafından şüpheyle karşılanırsa da benzer sonuçlara Harold Kleinert (1921-2003) tarafından da ulaşılmış ve 1967'de ASSH'de rapor edilmiştir [32].

Mikrovasküler cerrahinin gelişiminde dönüm noktası, 1960 yılında operatif mikroskopun Jacobson ve Suarez tarafından damar anastomozunda kullanılmasıdır. Mikrovasküler anastomoz terimi ilk defa Jacobson tarafından kullanılmıştır [33]. Mikroskobun kullanımının getirdiği bu büyük başarı dikkatleri bu konuya yöneltmiştir. Lee ve Fisher 1961'de mikroskop yardımıyla sıçanda portokaval anastomoz yapmışlardır [34]. Mikrovasküler anastomozun deneysel çalışmalardaki bu başarısı, kısa sürede klinik kullanıma girmesini sağladı. 1963 yılında Kleinert subtotal ampute bir başparmakta revaskülarizasyon olgusunu yayınlamıştır [35]. 1964 yılında Harry J. Buncke (1922-2008) tavşan kulağında 1 mm çaplı damar anastomozu yaparak başarılı kulak replantasyonu gerçekleştirmiştir. Buncke aynı zamanda mikrovasküler anastomozda naylon dikiş kullanan ilk çalışmacı olmuştur. Bu dikişleri garajında ipliğin ucunda çelik eriterek üretmiştir. Daha sonra Buncke'nin yardımcılarıyla bir firma, bugün mikrocerrahi anastomozda yaygın olarak kullanılan farklı çaplardaki iğneye sahip dikiş materyallerinin seri üretimini gerçekleştirmeye başlamıştır [36]. Komatsu ve Tamai 1965 yılında ilk başarılı parmak replantasyonunu yaparak 1968'de olgularını yayınlamışlardır [37]. 1966'da Buncke bir maymuna ilk kez ayaktan ele serbest parmak transferi ameliyatını gerçekleştirdi [38]. İnsanda ilk ayaktan ele serbest parmak transferi ise 1968'de John Robey Cobbett (1930-2016) tarafından yapıldı [39] ve olgunun ameliyat sonrası 30. yıl bulguları 2000 yılında yayınlandı [40]. El cerrahisinin tarihçesi tabloda özetlenmiştir (Tablo 1).



Ülkemizde ise modern cerrahinin kuruluşunda önemli isimlerinden biri Cerrah Cemil Paşa'dır (Prof. Dr. Cemil Topuzlu) (1866-1958), 1890'da Fransa'da cerrahi eğitimini tamamlayarak ülkeye dönmüş, orada gördüğü antisepsi ve asepsi ilkelerini uygulayarak, cerrahi mortalite ve morbiditeyi önemli ölçüde azaltmıştır. Topuzlu, birçok cerrahi girişimi ilk kez yapan isim olduğundan, ülkemizde modern cerrahinin kurucusu olarak kabul edilebilir. 1950'li yıllara kadar Türkiye'de el yaralanmaları olguları genellikle genel cerrahlara giderdi ve çok kez de bunlara bir şey yapılamazdı. Genel Cerrahi disiplini içinde plastik cerrahiye de sempati gösteren Prof. Dr. Halit Ziya Konuralp ve Prof. Dr. Cihat Borçbakan geniş uğraşı alanı içinde, el cerrahisi ile özel ilgisi olan öncülerimizden sayılabilir [5, 41]. 1961 yılında Cihat Borçbakan ve Halit Ziya Konuralp'in yer aldığı 15 cerrah tarafından "Türk Plastik Cerrahi Derneği" resmen kurulmuştur [41]. Ülkemizde modern anlamda el cerrahisi tarihi incelendiğinde Rıdvan Ege, Merih Eroğlu, Ayan Gülgönen ve Türker Özkan'ı da anmak gereklidir [5, 41]. Türkiye'de, ilk başarılı parmak replantasyonunu Ayan Gülgönen 1978 yılında İstanbul Tıp Fakültesi'nde yapmıştır ve yurt dışındaki uygulamaları göz önüne alarak, bu işin bir ekip işi olması nedeniyle 1980 yılında İstanbul Özel Fransız Pasteur Hastanesi'nde rehabilitasyonu da içeren geniş bir el cerrahisi ekibi oluşturmuştur [5]. İlk başarılı ayaktan ele parmak transferi (1978), ilk serbest ileum transferi (1978), ilk serbest groin flep (1978), ilk lenfatiko-venöz anostomoz (1979), ilk el replantasyonu (1981), ilk fonksiyonel serbest kas transferi (1982), ilk kol replantasyonu (1983) ve ilk serbest önkol flebi (1984) aynı ekip tarafından yapılmıştır. İlk ileri el cerrahisi kursu, 2-4 Haziran 1980 tarihinde Türk – Fransız Ortak Kongresi sırasında Vakıf Gureba Hastanesi salonlarında Dr. Ayan Gülgönen tarafından düzenlenmiştir[41]. 1980 yılında Onur Erol tarafından Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Deneysel Mikrocerrahi Laboratuvarı kurulmuştur. Türkiye'de El Cerrahisi Bilim Dalı ilk defa 23 Ekim 1991'de Metin Erer tarafından İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Plastik ve Rekonstrüktif Cerrahi Anabilim Dalı bünyesinde kurulmuştur. Ülkemizde el cerrahisinin tarihçesi tabloda özetlenmiştir (Tablo 2).





**Halit Ziya Konuralp Cihat Borçukan**  
(1904-2005)  
(1912-1991)  
**Türk Plastik Cerrahi Derneği'nin**  
**kurulması**



**Onur Erol**  
(1939- )  
Hacettepe Üniversitesi Tıp  
Fakültesi'nde Deneysel Mik-  
rocerrahi Laboratuvarı'nı ku-  
rulması



**Ayan Gülgönen**  
(1937-2016)  
ilk el cerrahisi kursunun  
Yakıf Güreba Hastanesi'nde  
Ayan Gülgönen tarafından  
düzenlenmesi



Plastik cerrahi bir ekip işi olduğundan, yurtdışındaki çalışmaları da göz  
önüne alarak, Ayan Gülgönen 1980 yılında İstanbul'daki Fransız Pas-  
teur Hastanesi'nde bir ekip kurmuştur. 1980 öncesinde ise İstanbul Tıp  
Fakültesi bünyesinde çalışmalarda bulunmuşlardır.

**Ayan Gülgönen ve Ekibi**

Ustae: Tülay Özer, Türker Özkan, Ayan Gülgönen, Oya Bayrı,  
Özer Dursun  
Altta: Avni Kocamaz, Nuri Baş, Kemal Yüce



**C. Metin Erer** **Türker Özkan**  
(1952- ) (1950- )  
Metin Erer ile İstanbul Üniversitesi İs-  
tambul Tıp Fakültesi Plastik ve Rekons-  
trüktif Cerrahi Anabilim Dalı bünyesinde  
"El Cerrahisi Bilim Dalı" kurulması



1961

1980

1981

1982

1983

1984

1986

1991

**Türkiye'de**

**1978**

-ilk başarılı parmak replan-  
tasyonu

-ilk serbest ilium transferi  
-ilk başarılı ayakta ele sar-  
best parmak transferi  
-ilk serbest groin flep

**1979**

-ilk lenfatiko-venöz anasto-  
moz

**1981**

-ilk el replantasyonu

**1982**

-ilk fonksiyonel serbest kas  
transferi

**1983**

-ilk kol replantasyonu

**1984**

-ilk serbest ön kol flebi

**1986**

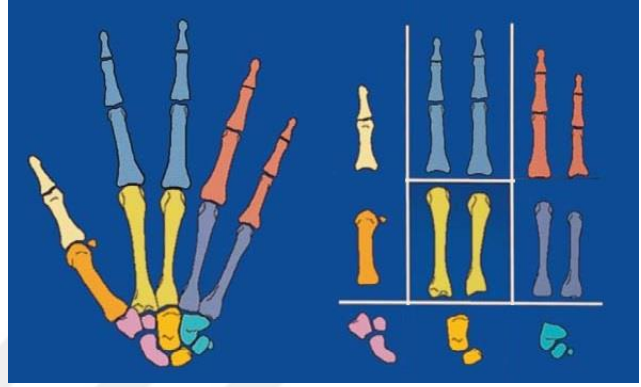
-ilk latissimus dorsi serbest  
flebi

Tablo 2: Türkiye'de El Cerrahisi Tarihçesi

## 2.2. Fonksiyonel El Anatomisi

Elin karmaşık ve şaşırtıcı anatomisini öğrenme süreci, plastik cerrahlar için belki de hayat boyu devam etmektedir. Tanı, tedavi ve başarılı cerrahi süreci için detaylı anatomi bilgisi olmazsa olmazlardandır.

Elin yapısal temeli, dört birim halinde düzenlenmiş 19 adet kemik ve el bileğinden meydana gelir. Fonksiyonel yapılar, tek bir sabit birim (8 adet karpal kemik, 2. ve 3. parmak ve metakapları) ve buradan temel alan 3 hareketli birimden oluşur. Bu 3 hareketli birimden ilki oppozisyon özelliğine sahip bir başparmak, ikincisi kavrama özelliğine sahip ulnar taraftaki 4. ve 5. parmaklar, sonuncusu ise el bileğidir (Şekil 1) [42].



Şekil 1: Elin Temel Birimleri

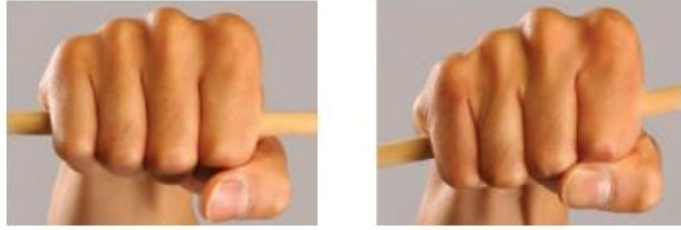
El bileğinde 8 adet karpal kemik bulunur ve bunlar arasındaki hareket oldukça kısıtlıdır. 7 karpal kemik el bileği fonksiyonuna katkı sağlarken pisiform kemik FCU tendonu içinde bulunur. Karpal kemikler, 2 sıra halinde, 4 tane proksimalde ve 4 adet de distalde dizilirler. Distal karpal kemikler, 2. ve 3. metakarp tabanlarına sıkıca bağlanarak, elin sabit birimine katılırlar. Diğer tüm birimler, bu sabit birimle bağlantılı olarak hareket eder. El bileğinde ekstansiyon ve fleksiyonunun büyük bölümü radyokarpal eklem, lateral medial deviasyonu ise midkarpal eklem tarafından yapılır [43].

Başparmak, elin en hareketli ve en uyum sağlayan birimi olup, trapeziumla sellar tipteki karpometakarpal eklemi oluşturarak sabit birime bağlanır. Birinci metakarp tabanına yapışan APL ve tenar intrinsek kaslar ile stabilizasyonu sağlanırken, intrinsek ve ekstrinsek kasların karmaşık harmonisiyle kontrol edilir. Bu harmoni, insana oppozisyon işlevine sahip bir başparmak sağlar. Oppozisyon yapabilen bir başparmak ünitesinin oluşumu, belki de insanın evrimsel süreçte kazandığı, iki ayak üstüne kalkarak yürümekten sonra en önemli gelişmedir [44].

Sabit birimin bir uzantısı olarak kabul edilen 2. ve 3. parmak falanksları ise özellikle tutma hareketinde görev alırlar. 2. parmak metakarpı, proksimalde trapezoide sıkıca bağlanmış olmasına rağmen, metakarpofalangeal (MKF), proksimal interfalangeal (PIF) ve distal interfalangeal (DİF) eklemleri diğer parmaklardan daha fazla fonksiyonel özelliğe sahiptir.

Böylece 2. parmak, ince beceri isteyen işlerde başparmakla beraber uyumlu halde çalışabilir. 3. parmak metakarpı, kapitatum ile proksimalde sabit birime sıkıca yapışır. 3. parmağın arada bir fonksiyonu vardır; başparmak ile hassas tutma hareketini yerine getirirken, 4.ve 5.parmakla beraber güçlü kavrama fonksiyonunu yerine getirir.

Elin yapısına, ulnar taraftan katılan 4. ve 5. parmak ve metakarpları ise, güçlü kavrama ile ilişkilidir. Bu birim kısmen hareket edebilen 4. ve 5. metakaplar ile oldukça hareketli olan 4. ve 5. parmakların falankslarından oluşur. 4. karpometakarpal eklem  $15^{\circ}$  ve 5. karpometakarpal eklem ise  $25^{\circ}$  fleksiyon/ekstansiyon hareketliliği vardır (Şekil 2). Bu da palmar yüzünde tutmaya, 4. ve 5. parmakların başparmak ile pulpa-pulpa temasına ve opozisyonuna izin verir.



Şekil 2: 4. ve 5. Karpometakarpal Eklem Hareketleri

El bilek eklemi ise insan vücudundaki en karmaşık eklemdir. Karpal kompleksin mekaniğini anlamak için birçok tanımlama önerilmiş olmasına rağmen, klinik olarak hiç biri basitçe karpalları proksimal (skafoïd, lunat, trikuetrum ve pisiform) ve distal (trapezium, trapezoid, kapitatum ve hamatum) sıra olarak ayırmaktan daha yararlı değildir. Karpal kemikler arası çok sınırlı bir hareket açıklığı vardır ve elin pozisyon alması radyokarpal (el bileği) eklemindeki fleksiyon ve ekstansiyon yeteneği ile sağlanır [43].

Parmakların başarılı uyum sağlayabilme becerisinin temelinde, MKF, PİF ve DİF eklemlerde bağımsız fleksiyon ve ekstansiyon yeteneklerine ilave olarak; MKF eklemleri ekstansiyona getirerek, kollateral bağlarını gevşetip, interosseöz kontrollü medial lateral deviasyon yapabilme kabiliyetleri yatar. MKF, PİF ve DİF eklemler basit menteşeler olmasına karşın, zayıf bağlantılı MKF eklemler ile sıkı bağlantılı PİF-DİF eklemler arasında çok önemli yapısal farklılıklar vardır [43].

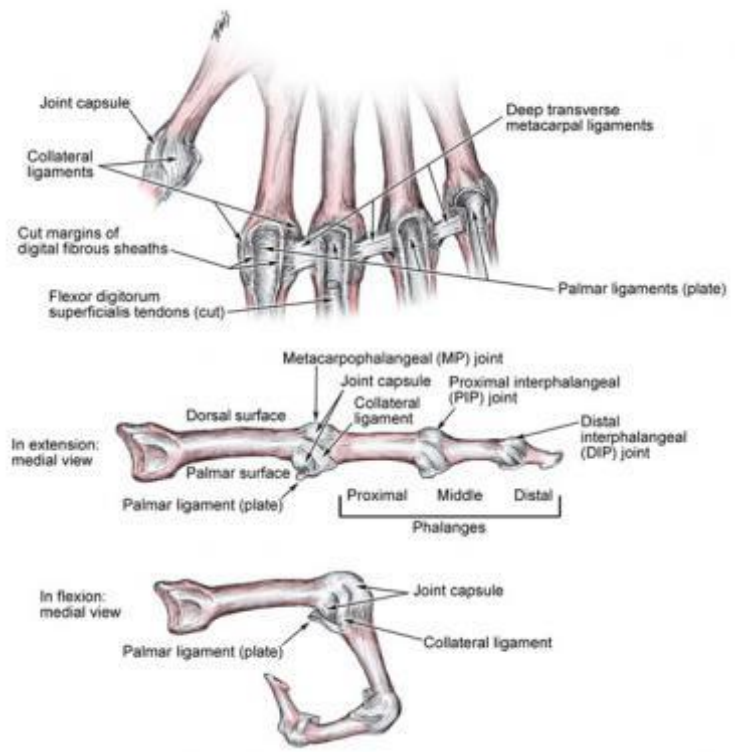
MKF eklemlerin kollateral bağları, metakarp boynunun dorsal yüzünde girintili bir alandan başlar, oblik olarak distale gider ve proksimal falanks tabanında volar plakaların yapışma yerine yakın yapışırlar (şekil). Bu yapılanma, MKF eklem ekstansiyonda iken, bu bağların gevşek kalmasına ve MKF eklem fleksiyona geldiğinde metakarp başının geniş kondilleri üzerinde bu sağlam bağların gerilmesine neden olur. MKF eklem ekstansiyonda iken, parmak stabilitesi temel olarak, eklem her iki yanından geçen interosseöz kaslara dayanır [43].

MKF eklemlerin birbirleri arasındaki bağlar, sıklıkla intermetakarpal bağlar olarak ifade edilir ve aslında intrakapsüler bağlardır. Bunların, metakarplarla herhangi bir bağlantıları yoktur. Metakarpofalangeal volar plakalar ve intrakapsüller bağlar avuç içini çaprazlayan güçlü ve devamlılık gösteren bir konnektif doku oluştururlar (Şekil 3) [43].

Gevşek yapıdaki MKF eklemlerden farklı olarak, PİF-DİF eklemler, yanlarında ikinci bir lateral destek olacak bir kas veya tendinöz yapıya sahip değildir. Sıkı yapıdaki bu eklemler, tüm hareket açıklıkları boyunca stabilite için yalnız bağ yapılarından destek alırlar. PİF-DİF eklemlerin kollateral bağları, eklem hareket açıklığı boyunca aynı gerginliğe sahiptir ve çok iyi bir stabilite sağlar. Eğer bir PİF eklem, 120 dereceden fazla fleksiyona gelirse, kollateral bağlar proksimal falanksın kondillerinin hemen proksimalindeki boynuna vertikal hale gelir. Bu durumda kalır ve kısalırsa, eklem akut fleksiyon kontraktürü gelişir (Şekil 3) [12].

PİF-DİF eklemler ekstansiyondayken stabiliteye ek bir destek, eklem hem proksimal hem distaline bağlı olan volar plakalar tarafından sağlanır. Falanks başının simetrik şekli, kollateral bağların eklem rotasyon aksının merkezinde olması ile birleşince eklem fleksiyon ve ekstansiyonunda bağlarda çok az bir gerginlik farkı olmasına neden olur. Normalde tüm hareket açıklığı boyunca PİF-DİF eklemlerde mükemmel bir lateral stabilite mevcuttur.

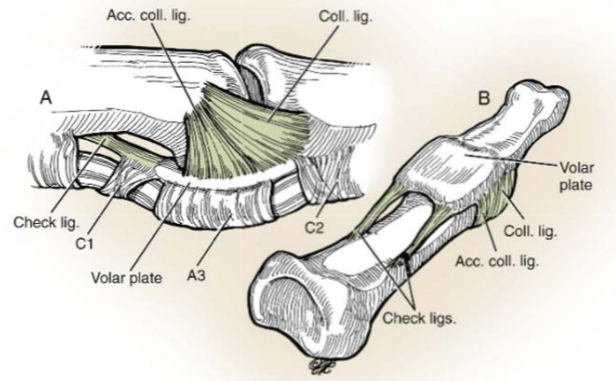
MKF eklemlerin volar plakaları ile PİF-DİF eklemlerin volar plakaları arasında belirgin bir farklılık vardır. Volar plaka, parmak eklem kapsülünün özelleşmiş fibrakartilaj yapıdaki volar bölümüdür ve eklem boşluğunu fleksör tendonlardan ayırır. MKF eklemlerde volar plaka, sadece distaldeki proksimal falanksın tabanına sıkıca yapışmıştır ve eklem hareketleriyle, proksimaldeki metakarp başının altındaki yumuşak dokuya doğru kayma



Şekil 3: İntermetakarpal Bağlar (üst), Kollateral Bağların Ekstansiyon (orta) ve Fleksiyon (alt) Halindeki Duruşları



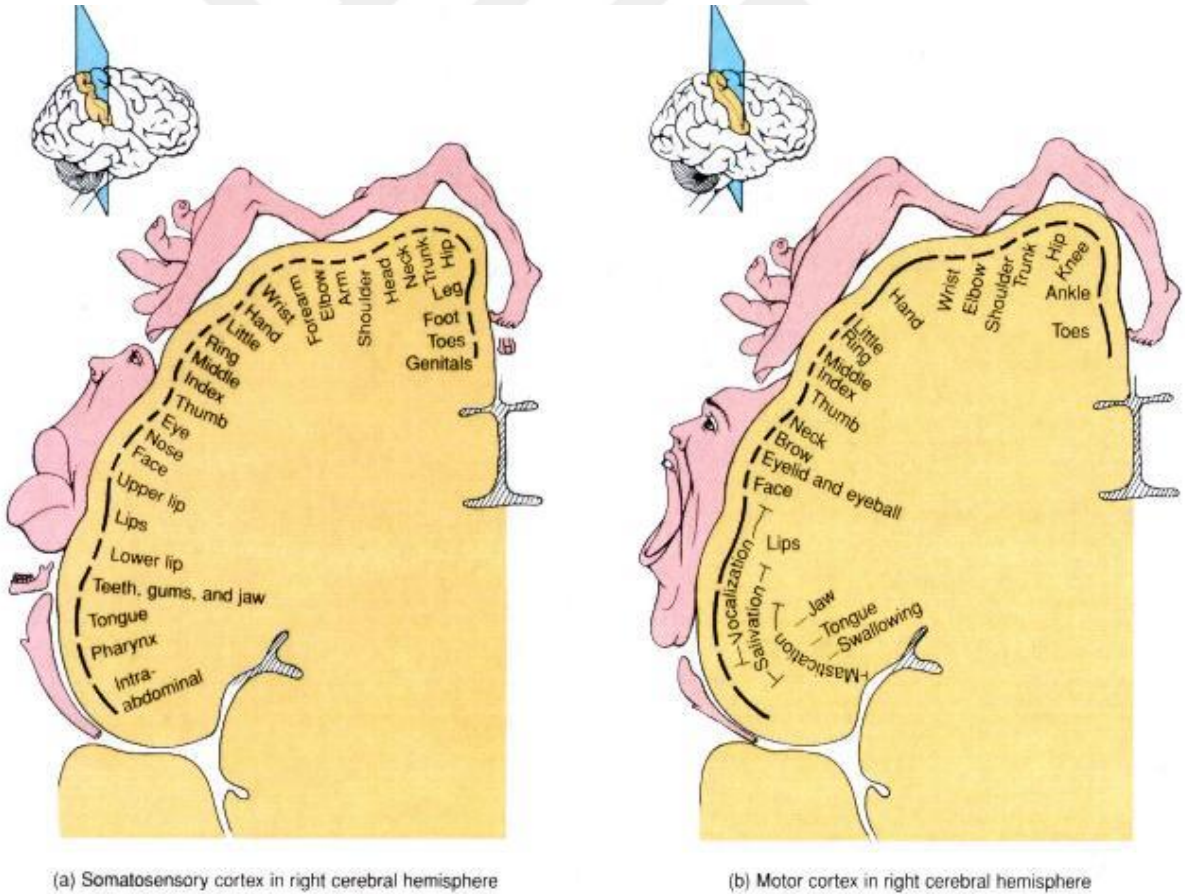
hareketi yapar. Bu da MKF eklem belirgin hiperekstansiyona gelebilmesini sağlar. Bunun tersine PİF-DİF eklemlerin volar plakaları proksimalde falanks boynuna ve distalde diğer falanksın tabanına sıkıca yapışır, bu da volar yöndeki stabiliteyi sağlar ve hiperekstansiyonu belirgin şekilde kısıtlar (Şekil 4).



Şekil 4: PİF Eklem Volar Plaka Anatomisi

Elin, hareketli yapısına temel olan

bu kemik, eklem ve ligamanlar sayesinde kas ve tendonlar işlevlerini başarıyla yerine getirebilirler. Tüm bu yapıların harmonik çalışmasıyla oluşan hareket kabiliyetiyle el, Wilder Penfield (1897-1976) tarafından, 1937’de tanımlanan [45] motor homunculusta en çok yer kaplayan organlardan biridir (Şekil 5) [46].



Şekil 5: Duyusal (solda) ve Motor (sağda) Serebral Korteks Modelleri

Cilde bakıldığında, elin palmar ve dorsal cildi arasında belirgin farklar vardır. Dorsal cilt elastik ve incedir. Bu nedenle, yumruk sıkımda görüldüğü gibi aşırı gerilmeye uyum sağlar. Dorsal cildin bu hareketliliği, palmar tarafta imkansız olan, bazı lokal flepler gibi manipülasyonlara izin verir. Dorsal areolar doku içinde lenfatikler ve venler bulunur. Bunlar, genelde iskelet yapılarının yanında uzanır ve eklemler üzerinden geçmezler. Dorsal cildin bu gevşek tutunması, elin palmarında oluşan bir patolojide bile şişliğin klinik olarak dorsalde gözlemlenmesine neden olur [43].

Elin palmar yüzündeki cilt benzersizdir ve büyük fonksiyonel önemi vardır. Her şeyden önce, vücutta hiçbir bölgeyle kıyaslanmayacak kadar fazla duyu-sinir son organına sahiptir ve duyu homunculusta büyük bir yer tutar (Şekil 6) [46]. Bu sinir ağı, elin normal fonksiyonunu yapabilmek için gerekli olan ince algıların hissedilebilmesini sağlar.



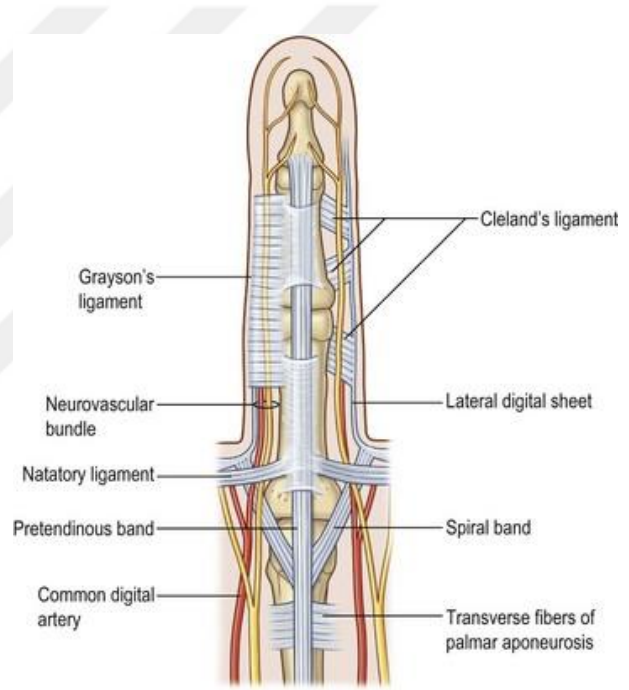
Şekil 6: Duyusal (solda) ve Motor (sağda) Homunculus Modelleri

Palmar cilt, sürtünmeye karşı kalın bir keratin doku oluşturma kabiliyetine sahiptir. Güvenli bir kavrama için gerekli olan sürtünme direnci, bol miktardaki ter bezlerinden kaynaklanan nem ile birlikte papillar tepeciklerce sağlanır. Palmar derinin, sayısız ve güçlü fasyal bağlantılarla el iskeletine bağlanması, bir kavrama için gerekli olan cilt sıkılığını sağlar ve güç gerektiren işler sırasında oluşabilecek sıyrılmayı (*degloving*) engeller. Cilt ve palmar aponevroz arasında, fibroadipoz dokudan oluşan yüzeyel fasya vardır. Bu da gerekli sıkılığı bozmadan elin yumuşaklığını sağlar. Yüzeyel fasya, eldeki cilt katlantılarında (*crease*) yoktur, aslında bu katlantılar cildin eklemlerle ilişkili oldukları yerlerdir. Bu cilt katlantıları,

karşılığındaki eklem hemen üzerinde değildir, çünkü rotasyon aksından belli bir mesafe uzaktadırlar. Katlantılardaki cilt derin dokulara daha sıkı tutunur. Bu anatomik yapı insizyon planlanması gibi klinik durumlarda önemlidir [29]. Cerrahi insizyonlar mümkün olduğunca bu katlantılara paralel planlanır.

Palmar cilt, papiller tepeciklerin tipik bir modelidir ve en fazla parmak pulpasında gelişmiştir. Her bir tepecik, epidermal çökmeler ile ayrılmış, epidermin boynuzsu tabakalarının lineer kalınlaşması sonucu oluşur. Bu tepeciklerin apeksleri boyunca, ter bezlerinin ağızları, düzenli ve ardı ardına açılır ki sıradan bir oftalmoskopla görülebilir veya bir tanjansiyel ışık altında incelendiğinde, ter bezi kanallarının ağızları parlar. Bu muayene, bakılan bölgede bir sinir hasarı olup olmadığını anlamada önemlidir.

Palmar cildin fasyal bağlantıları, özellikle parmaklarda çok iyi gelişmiştir. Lateralde, periost bileşkesinde ve fleksör tendon kılıfında uzananlar Cleland'ın tanımladığı bağlardır [47]. Bu kuvvetli bağlar, aşırı hareketin olduğu eklem hattında azalmıştır. Parmakta nörovasküler demet daima Cleland bağlarının palmarında seyredir. Dolayısıyla bu bağlar, nörovasküler demetin hızlı ve güvenli cerrahi açılımı için rehberdirler. Anteriorda parmakların palmar cildi, fibröz yağlı dokuya penetre olan Grayson bağları ile tutunur. Cleland ligamanı, dorsal cilt bağları olarak isimlendirilir. Grayson ligamanları ise volar cilt bağlarıdır (Şekil 7) [47].



Şekil 7: Cleland ve Grayson Ligamanları

Palmar cildin damar desteği, ortak dijital arterden köken alan ve vertikal yerleşmiş sayısız damarla sağlanır. Bu damarlar arasında çok az longitudinal ağ vardır. Bu yüzden küçük bir palmar flebi kaldırmak riskli olabilir. Dorsal cildin tersine, palmar ciltte rijidite ve zayıf longitudinal vaskülerite paterni nedeni ile klinikte yararlı olabilecek çeşitli Z-plasti uygulamaları veya diğer lokal fleplerin kullanımı oldukça sınırlı olmaktadır.

### 2.3. Parmak Hareketleri

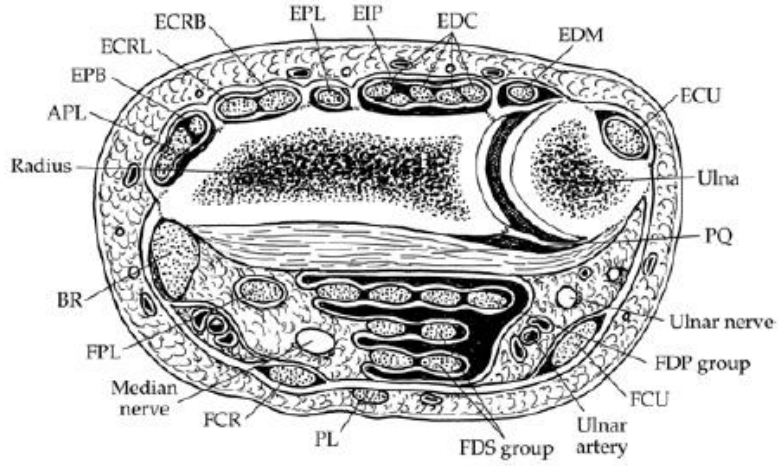
El kasları, genel olarak intrinsik ve ekstrinsik kaslar olarak 2 grupta incelenebilir. Bu gruplama fonksiyonel olarak değil, tanımlama ve sınıflama kolaylığı göz önüne alınarak yapılmıştır.

- 1) Ekstrinsik Kaslar: Origoları elin dışında, yani önkol ve kolda yer alır.
- 2) İntrensik Kaslar: Origo ve insersioları elin içindedir.

#### Ekstrinsik Kaslar:

**Fleksör Kaslar:** Parmak interfalangeal eklemlerinin fleksiyonu, flexor digitorum superficialis (FDS) ve flexor digitorum profundus (FDP) kasları ile yapılır. Flexör digitorum profundus (FDP), ulna üst 2/3 ve membrana interosseiden başlar, distal falanksın volar yüzünde proksimal yarısında sonlanır, böylece distal interfalangeal (DİF) ekleme fleksiyon yaptırır [43].

Flexor digitorum superficialis (FDS) epicondylus medialis humeriden, processus coronoideus ve radius üst anterior kısmından başlar. FDS tendonlarından 3. ve 4. parmaklara ait olan ikisi karpal tünelde, transverse karpal ligaman (TKL) proksimalinde yüzeyel



Şekil 8: El Bileği Seviyesinden Anatomik Kesit ve Tendinöz Yapıların Yerleşimi

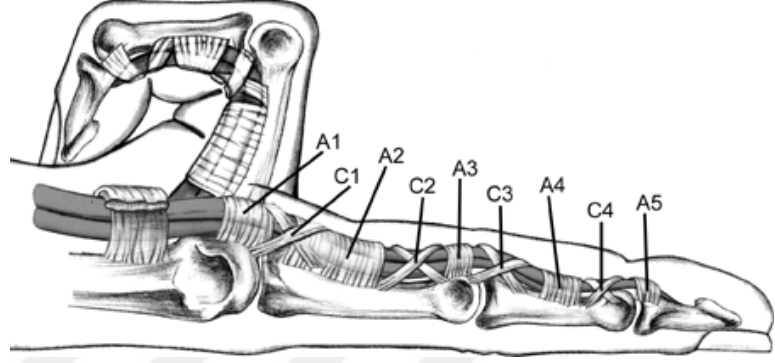
konumdadır. 2. ve 5. parmakların FDS'leri ise bunların arkasında ve daha derindedir (Şekil 8).

FDS tendonu proksimal falanks ortası seviyesinde, Camper kiazması olarak adlandırılan bölgede ikiye ayrılır (şekil) ve arasından profundus tendonunun geçmesine izin verir. İkiye ayrılan çatallaşmış FDS orta falanks palmar yüzünde iki yana yapışır. FDP tendonu ise kiazmada ikiye ayrılan FDS tendonu arasından geçerek distal falanksın bazisine yapışır.

Fleksör tendonların metakarpofalangeal (MKF) eklem seviyesinde sinovial kılıfları ulnar tarafta en geniş ve uzun, radial tarafa gittikçe daha ince ve kısadır. Bu nedenle ulnar tarafa gittikçe parmaklar daha hareketlidir. En hareketli olan başparmak fleksörü flexor pollicis longus (FPL)'nin ise ayrı, geniş ve uzun sinovial kılıfı vardır [43].

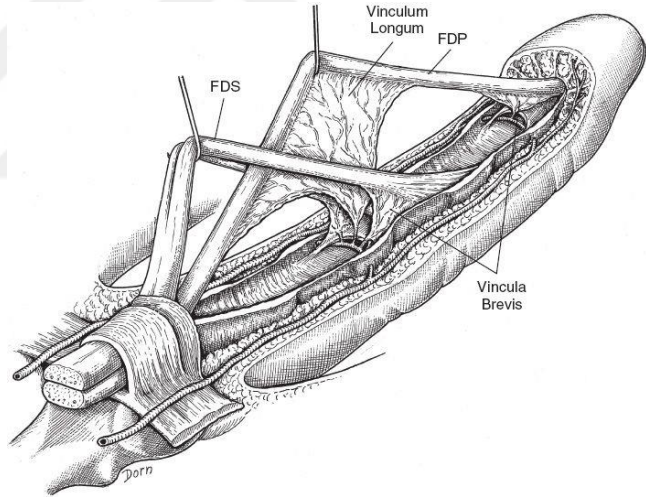


Fleksör tendonların parmak seviyesindeki seyrine bakıldığında, tendon kılıfı volar yüzünde falankslara yapışan anüler ligaman (ligamentum annulare digitorum) veya daha sık kullanılan adıyla askı bağları (“pulley”) bulunur. Tendon kılıfları distal ve proksimal interfalangeal eklem yüzlerinin volar tarafından volar plaka ve yanlarda kollateral bağlarla bir kanal oluşturur. Böylece fleksör tendonlar ve çevresindeki sinovyal kılıf; falankslar, volar plaka, çapraz bağlar ve pulley sistemi tarafından oluşturulan fibroosseöz bir kanaldan geçerler. Bu yapı, tendonların kaldıraç kolu gibi gerilmesine destek olur ve “bowstringing” fenomenini engeller (Şekil 9)



Şekil 9: Askı Bağı (Pulley) Sistemi

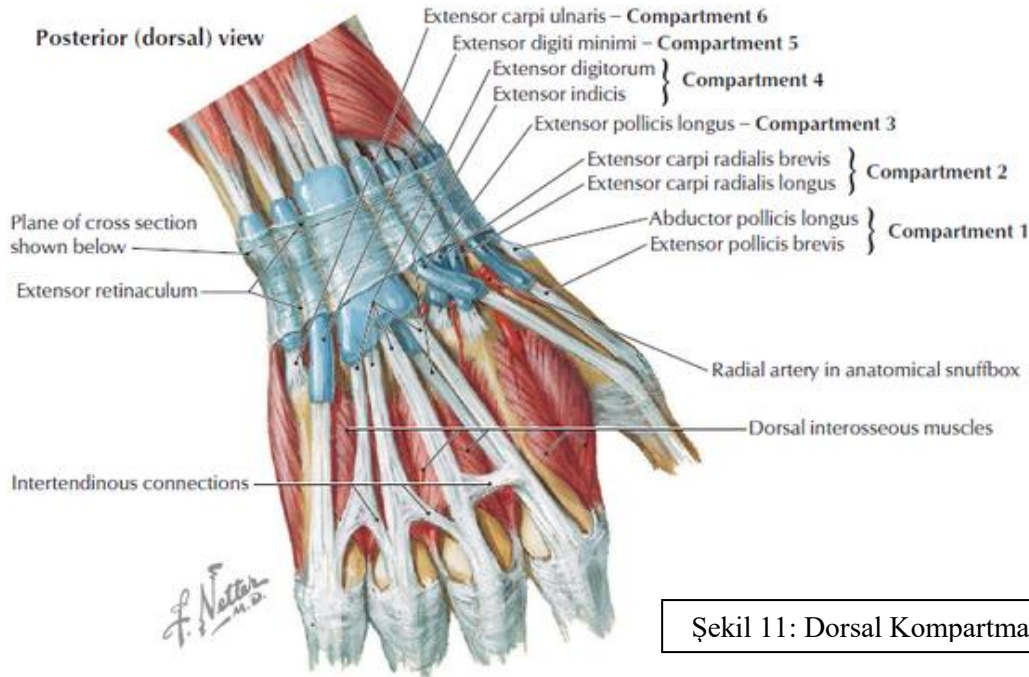
Tendonun vasküler beslenme kaynakları ekstrinsik ve intrinsik olarak ikiye ayrılır. Tendon kanlanması bir kısmı, en dıştaki kılıfı olan paratenondan kaynaklanır (ekstrinsik beslenme). Paratenon dışta epitenon ve içte (visseral) mesotenon olarak ikiye ayrılır ve tendonu çepeçevre sararak beslenmeyi sağlar. Her iki interfalangeal eklem volar yüzünde tendon kılıfına uzanan vasküler yapıları da içeren kısa ve uzun bağlar (vinculum) ise tendonların intrinsik beslenme kaynağıdır (Şekil 10) [43].



Şekil 10: Kısa ve Uzun Vinculum

Ekstansör Kaslar: Tümü dirsek ve önkoldan başlayarak ele uzanırlar. El bileği seviyesinde, ekstansör retinakulum ve kemikler arasındaki fibroosseöz kanallar içinde seyreden bu yapılar elin ve parmakların ekstansiyon hareketinden sorumludurlar. Bu fibroosseöz kanallara dorsal kompartmanlar da denir (Şekil 11).

1. dorsal kompartman: Abdüktör pollisis longus (APL) ve ekstansör pollisis brevis (EPB) (genelde tek bir kılıfta)
2. dorsal kompartman: Ekstansör karpi radialis longus ve brevis (ECRL / ECRB)
3. dorsal kompartman: Ekstansör pollisis longus (EPL)
4. dorsal kompartman: Ekstansör digitorum komunis ve ekstansör indisis proprius (EDC / EİP)
5. dorsal kompartman: Ekstansör digiti minimi (EDM)
6. dorsal kompartman: Ekstansör karpi ulnaris (ECU) tendonlarını içerir.



Şekil 11: Dorsal Kompartmanlar

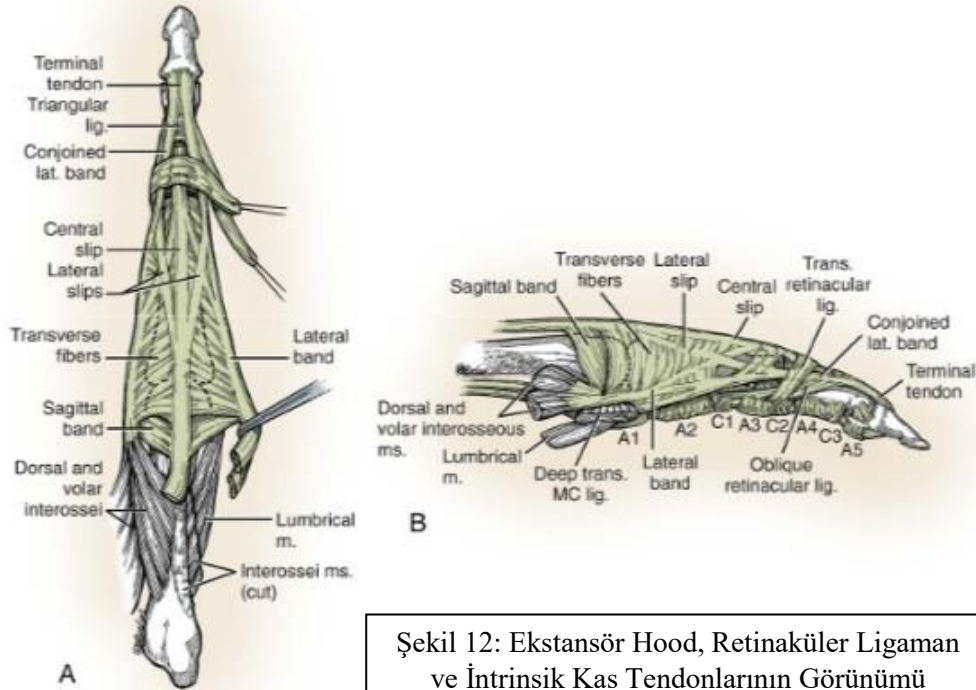
Bu kaslardan ECRL, ECRB ve ECU el bileği ekstansiyonu yaptırırken, EDC ayrı tendonlar halinde parmaklara ulaşır. 1. parmağa APL, EPB ve EPL ekstansiyon ve abdüksiyon hareketi yaptırır. 2. ve 5. parmağın ekstansiyonunda EDC'ye ek olarak EİP ve EDM görev alır. Tüm bu kaslar motor innervasyonunu radial sinirden alırlar.

Ekstansör tendonların bulunduğu elin dorsal yüzünde, intrinsik kas bulunmadığından tendonlar kemik ve cilt arasında gevşek olarak bulunur. Bilek bölgesinde sinovial keseleri bulunabilir.

MKF eklem seviyesinde ekstansör tendonlar genişlerler ve eklemi dorsal yüzden çevreleyerek kat ederler. Bu yapı, aponeurosis halini alarak kemik dokuya nisbeten sıkı bağlarla yapışır ve ekstansör hood adını alır (Şekil 12). Ekstansör hoodun en önemli görevi fleksör ve intrinsiklerin hareket gücüne karşı metakarpofalageal eklemlerde dorsal stabiliteyi sağlamaktır.

Ekstansör digitorum tendonu proksimal falanks dorsalinde üçe ayrılır. En büyük kısmı orta kiriştir (santral slip) ve orta falanks basisine yapışır. İki yandaki lateral bantlar, yanlarda intrinsik (lumbrikal ve interosseus) kaslarla birleşerek distal falanks basisine dorsal bölgede yapışır. Ekstensor tendonunun en kuvvetli olan santral slip kısmı orta falanksa ekstansiyon yaptırır. Lateral bantlar aracılığıyla da bir kısmı intrinsik kaslarca sağlanan distal falanks ekstansiyonu gerçekleştirilir (Şekil 12) [12, 43].

Ekstansör kaslar ayrıca, parmak ekstansiyon duruşundayken, proksimal falanksı sabitleyerek intrinsik kasların parmak addüksiyonu ve abdüksiyonu yapmasını sağlar.



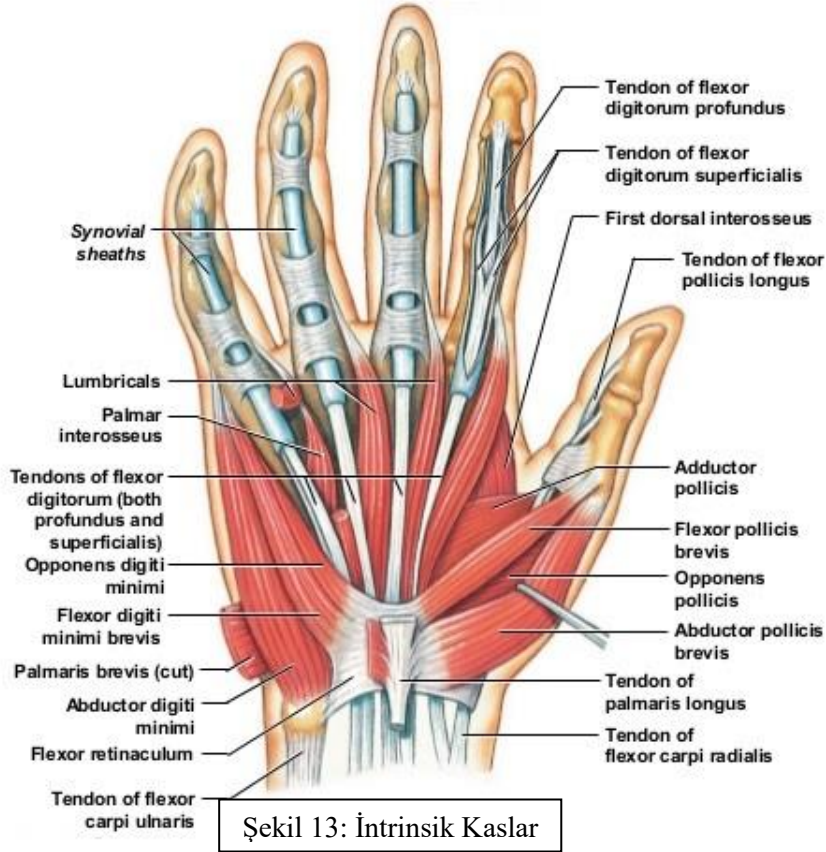
Şekil 12: Ekstansör Hood, Retinaküler Ligaman ve İntrinsik Kas Tendonlarının Görünümü

### İntrinsik Kaslar:

Bu kaslar, tenar, hipotenar, interosseöz ve lumbrikaller olarak gruplanmaktadır. (şekil)

Tenar grup: Bunlar, başparmak metakarp etrafında bulunan opponens pollicis, fleksör pollicis brevis ve abdüktör pollicis brevis tendonlarından oluşur ve başparmağın çok ince usta hareketleri ve stabilitesini sağlar. Bu grubun en önemli işlevi oppozisyon hareketidir [43].

Hipotenar grup: Buradaki kaslar 5. parmak hareketi ile ilgilidir. Abdüktör digiti minimi ve fleksör digiti minimi 5. parmak fleksiyon ve addüksiyonuna yardım eder. Derindeki opponens digiti ise 1. ve 5. parmaklar yaklaştığında kaslara avuç içi çukurunun genişletir. 5. metakarpı döndürür ve oppozisyona yardımcı olur.



İnterosseöz kaslar: 4 dorsal ve 3 volar interosseöz kas mevcuttur. Metakarplardan başlar ve MKF eklemin fleksiyon aksının palmar tarafından geçerek ekstansör hood'a ve proksimal falanksı yapışırlar. İnterosseözler MKF eklem fleksiyonu ile birlikte PİF-DİF eklem ekstansiyonu da yaparlar. Parmak abdüksiyonu dorsal interosseözler ve addüksiyonu da palmar interosseöz kaslar tarafından yapılmaktadır. Dorsal interosseöz kas kitlesi ve oluşturdukları güç açısından palmar interosseözlerden daha kuvvetlidirler [47].

Lumbrikal kaslar: Dört adet lumbrikal kas mevcuttur. FDP tendonundan orijin alırlar, MKF eklem aksını palmar taraftan geçtikten sonra ekstansör aparatın radial tarafına yapışırlar. Bu nokta interosseözlerin distalidir. Değişik orijinleri onların daha güçlü kontraksiyon etkisine sahip olmalarını sağlar. İnterosseöz kaslar MKF eklem fleksörü olarak daha etkili iken lumbrikaller ise PİF-DİF eklem ekstansörü olarak daha etkilidirler [43, 47].

Elin hareketli yapılarını rekonstrükte ederken, hareketler esnasındaki mekanizmayı ve dinamik değişiklikleri kavramak önemlidir. Bu yüzden parmak hareketleri esnasında kas, tendon ve bağların gerginliklerinin, eklem hareketi ve pozisyonuna olan etkisini iyi anlamak gerekir.

#### Parmak fleksiyon hareketi:

FDP parmak fleksiyonunda primer kastır ve DİF eklemde tek aktif fleksörüdür. Fleksiyon, bir güce karşı yapıldığında FDS de aktive olur. İnterosseözler de güce karşı yapılan fleksiyonda MKF eklemde fleksiyonunu sağlar. Parmak fleksiyonu, ilk olarak PİF eklemde FDP tarafından oluşturulur ve bunu MKF ve DİF eklemde fleksiyonları izler.

Bu süreç yakından incelendiğinde, FDP'nin çekmesiyle başlatılan hareketin ilk olarak DİF eklemde değil, aksine çekme gücünün proksimale transferiyle PİF eklemde fleksiyon oluşturduğu görülür. Bunun sebebi FDP'nin çekme etkisinin oblik retinaküler ligamanda (ORL) gerilmeye sebep olması ve bu gerginliğin DİF eklemde izole olarak fleksiyonuna engel olmasıdır. PİF fleksiyonu, ekstansör aparatı distale çekerek interosseözleri gerer. Bunu takiben interosseöz kasların hareketi sonucu MKF eklemde fleksiyonu da oluşur. PİF eklemde fleksiyonunun devamı ile oblik retinaküler ligamanlar gevşer ve DİF eklemde fleksiyonu mümkün hale gelir. Parmak fleksiyonu uzun ekstansörlerin sinerjistik hareketleri ve lumbrikal kasların pasif güçleri ile regüle edilir. Bu fleksiyon hareketi sırasında EDC, MKF ve PİF eklemde fleksiyonunu dengeleyen yapıdır. Lumbrikal kaslar ise MKF eklemde fleksiyonu tamamlanmadan gelişecek DİF eklemde fleksiyonunu önlerler; böylece elin bir maddeyi parmak uçlarına takılmadan kolayca kavraması sağlanır.

#### Parmak ekstansiyon hareketi:

Parmak ekstansiyonu da fleksiyon gibi, aktif ve pasif güçlerin bir kombinasyonudur. Lumbrikaller ve EDC, ekstansiyon hareketinin aktif; oblik retinaküler ligaman ise pasif bileşenleridir. Oblik retinaküler ligaman, orta ve distal falanks ekstansiyonunu koordine eder. Parmak tam fleksiyonda iken, EDC'yi proksimal falanksı bağlayan sagittal bantlar, MKF eklemde distalinde ve gevşektir. Böylece EDC, ekstansiyon hareketi başladığında MKF eklemi doğrudan ekstansiyona getiremez. EDC santral slibi ve FDS'nin koordineli hareketi ile ekstansiyon olayı başlatılır. Ekstansiyon, MKF eklemde indirekt güçlerin etkisi ile başlar. PİF eklemde fleksiyonda iken, ekstansiyon kuvveti orta falankstan PİF eklem ve oradan da proksimal falanksı aktarır. Bu kuvvet proksimal falanksı MKF eklemde ekstansiyona zorlar. MKF eklemde ekstansiyona geldiğinde, ekstansör aponevroz proksimale kayar. EDC insersiyonu daha gergin

hale gelir ve MKF eklem ekstansiyonu artar. Bu esnada, lumbrikaller de aktif olarak PİF eklemi ekstansiyona getirir. PİF ve DİF eklemlerinin ekstansiyon hareketinde koordinasyonu sağlayan mekanizma oblik retinaküler ligamandır. Lumbrikallerin kontraksiyonu, FDP tendonunu distale çeker ve böylece FDP'nin ekstansiyona karşı pasif direncini azaltır.

Parmak ekstansiyonu ve fleksiyonu sırasında, pek çok kas uyum içinde hareket etmektedir. Güç olarak bakıldığında ise ortalama olarak, fleksörlerin, ekstansörlere göre 3 kat daha fazla bir iş kapasitesi mevcuttur ve elde fleksör hâkimiyet bulunur. FDP, FDS'den ortalama %50 daha güçlüdür. FDP ve FDS'nin birçok el fonksiyonu sırasında oluşturdukları güçler, diğer kaslardan genellikle daha fazladır [5, 12, 43, 47].

#### **2.4. Falanks Kırık İyileşmesi**

Her ne kadar çalışmanın konusuyla doğrudan bağlantılı olmasa da serbest vaskülarize eklem transferi endikasyonlarının oluşmasında rol alan falanks kırıklarına ve iyileşme fizyolojisine değinmek gerekir. Falanks kırık iyileşmesi, vaskülarize eklem transferi sonrası alıcı alan ve flep arasındaki iyileşme ile benzerlik gösterdiğinden önem taşımaktadır.

Kırık esnasında, kemik uçlarında ayrışma sonrası, endosteal ve periosteal yaralanma meydana gelir. Kırıkta inflamatuvar faz, kırıktan hemen sonra başlar ve birkaç gün içerisinde sona erer. Kırığa yakın kas ve yumuşak dokular da zedelenmiştir. Ödem, hipoksi ve buna bağlı olarak meydana gelen asit ortam kırık bölgesinde mevcuttur. Polimorfonükleer lökositler ve makrofajlar gibi inflamatuvar hücreler bu bölgeye göç ederler ve burada lizozomal enzimler salgınır. Kırık uçlarındaki ölü kemiklerin rezorpsiyonu için osteoklastlar mobilize olur [48, 49].

Tamir fazı, inflamatuvar faz ile karışarak başlar ve inflamatuvar fazın oluşturduğu olaylara cevap olarak gelişir. Periosteumdan, endosteumdan ve küçük damarların endotelinden kaynaklanan multipotent mezenkimal hücreler kırık hematomunun içerisinde ilerleyerek zamanla fibroblastlara dönüşür. Böylece kırık bölgesindeki hematoma, fibröz dokuya dönüşerek bunun üzerinden kallus oluşturur. Sekonder kemik iyileşmesinde, multipotansiyel hücreler eksternal kallus oluştururlar. Oksijenizasyon ve kanlanma arttıkça, asit ortam azaldıkça kırık stabilitesi artar. Kallus endokondral kalsifikasyon şeklinde dönüşmeye başlar ve daha sonra intrakortikal ve medüller iyileşme gerçekleşir [49].

1935 yılında Krompecher, kallus oluşmaksızın primer kemik iyileşmesini embriyonik ratların kafatası kemiklerinde göstermiştir [50]. Ayrıca primer kemik formasyonunun, eğer kemik uçları temas halinde ve rijit bir şekilde immobilize edilirse oluşabileceğini belirtmiştir. Bu görüş daha sonra da desteklenmiştir [48, 49]. Primer kemik iyileşmesinde, kallus rolünü ise



implant ve fiksatorler üstlenmektedir. Artifisyonel kallusun korunması ile kırık fragmanları arasında hemen kapiller birleşme oluşur. Bu şekilde intrakortikal ve meduller kaynama meydana gelir. Primer kaynamada enkonral ossifikasyon fazı yoktur. Kaynama, kırık hattında doğrudan osteositler aracılığıyla kemik oluşumu ile tamamlanır. Remodelizasyon safhasında ise primer kemik, yükün şekline ve yönüne göre aylar veya yıllar içerisinde lamellar kemiğe dönüşür [48, 49].

El-parmak kırıklarının tedavisinde ilk amaç; fonksiyonel işlevi koruyarak, kırık kaynamasının sağlanmasıdır. Elde parmak kırıklarında, kırıkla birlikte yumuşak dokularda da yaralanma oluşmaktadır. Erken mobilizasyon; tendonların, ligamanların ve kapsülün adhezyonlarının önlenmesi açısından çok önemlidir. Erken mobilizasyon ile kırık hattına statik etkilerin yanısıra, dinamik etkiler de etki etmektedir. El kırıklarının ve tedavisini en iyi özetleyen cümle, belki de Swanson tarafından söylenmiştir: El kırıkları tedavi edilmezse deformiteyle, gereğinden fazla tedavi edilirse sertlikle, kötü tedavi edilirse hem deformite hem de sertlikle komplike olabilir. (*“Hand fractures can be complicated by deformity from no treatment, stiffness from overtreatment, and both deformity and stiffness from poor treatment”*) [7].

Elde, falanksalarda oluşan kırıkların, 4 haftada yumuşak doku rehabilitasyonuna izin verecek stabiliteye eriştiği klinik deneylerle saptanmıştır [51]. Elde oluşan kırıkların remodelizasyonu 8-10 haftada başlamakta ve tam konsolidasyonu ise yaklaşık 12 haftada meydana gelmektedir. İmplant varlığında kırık hattında kallusun görülmesi stabilitenin tam olmadığını düşündürmelidir. Bunun devamı kaynamama riskini artırır.

Eklem içi kırıkların, cerrahi uygulanarak veya uygulanmaksızın uzun süre immobilize bırakılması; eklem kırıkdağının ve çevre yumuşak dokuların iyileşmesinde olumsuz etkiler oluşturarak eklem sertliği, skar dokusu ve adhezyonların oluşmasına neden olur. İlk olarak 1978 yılında, Vidal tarafından eklem yüzeyini içeren falanks kırıklarının tedavisinde “ligamentotaksis” yöntemi tanımlanmış ve eksternal fiksator ile uygulanmıştır (Şekil 14) [52]. Bu yöntemde uygulanan traksiyonun ve hareketin, kırık fragmanlarının



Şekil 14: Ligamentotaksis Yöntemi

redüksiyonunu koruduğu, eklem yüzeylerinin anatomik iyileşmesine imkân verdiği ve eklem içi çevreyi bozmadan ligamanların kısılmasını engellediği gözlenmiştir [17, 53]. Dinamik

traksiyonun kırıldak rejenerasyonunu uyardığını ve iyileşme sürecini hızlandırdığı ileri sürülmüştür [54]. Erken hareket, sinovial sıvı sirkülasyonunu da normal fizyolojisinde devam ettirir, böylece beslenmeyi sağlar ve eklem içindeki travma sonrası oluşan nekrotik ve toksik içeriği uzaklaştırmaya yardım eder. Yine erken hareketle yeniden şekillenme daha erken başlar ve eklem yüzeylerinin şekli ve eklem hareket açıklığı korunur.

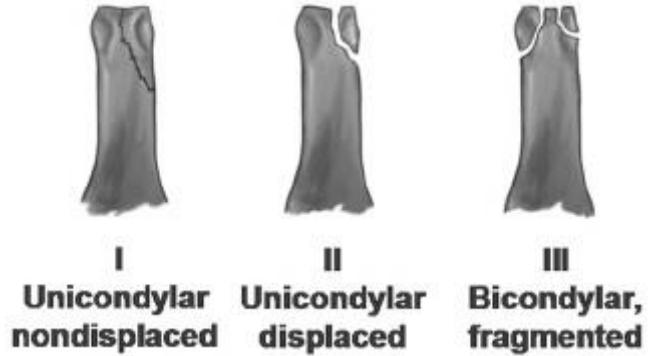
## 2.5. Eklem İçi ve Kompleks Falanks Kırıklarının Sınıflama, Tedavi ve Komplikasyonları

Falanks kırıkları, elin en sık görülen kırıkları olmalarına rağmen, eklem içi falanks kırıkları daha nadir görülmektedir ve belki de bu yüzden ihmal edilen kırıkları oluşturmaktadır [2, 5]. Kırık sonrası oluşan eklem komplikasyonlarının oranı, bu kırıklarda kırık tipine göre tedavi uygulanmasını, fonksiyonel bir el oluşturulabilmesi açısından zorunlu kılmıştır. Kırık tedavisi planlanırken, kırığın açık ve kapalı kırık olması, kırık şekli ve stabil veya instabil olma özelliği önemlidir [55].

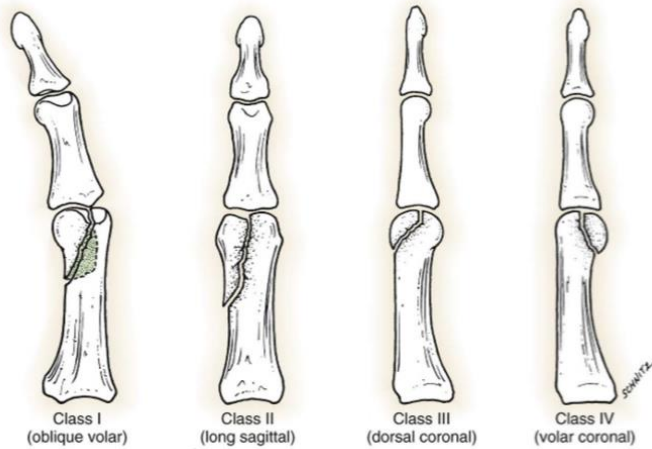
### PİF eklem içi ve kompleks kırıkların sınıflandırılması

Proksimal falanks kondiler kırıklar: Kondiler kırıklar proksimal falanks başını ilgilendiren kırıklardır. 1971 yılında London tarafından sınıflandırılmıştır [56]. Tip 1 deplasman olmayan stabil kırıkları, Tip 2 unikondiler, instabil ve deplase kırıkları ve Tip 3 bikondiler veya parçalı kırıkları içermektedir (Şekil 15).

Weiss ve Hastings; proksimal falanks unikondiler kırıkları için kullanışlı bir sınıflandırma geliştirmiştir. Yaptıkları sınıflandırmaya göre, kırıkların nerdeyse tümü instabildi ve çoğu zaman cerrahi fiksasyon gerektirmekteydi (Şekil 16) [57].



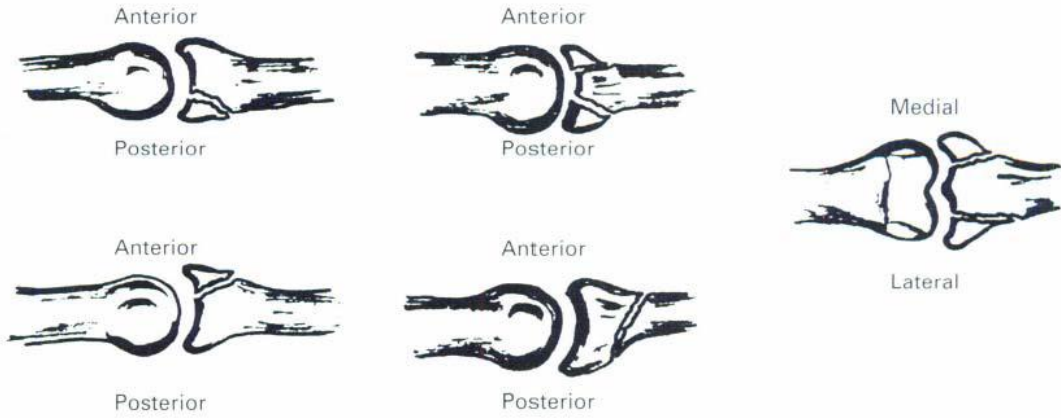
Şekil 15: Proksimal Falanks Kondil Kırıklarında London Sınıflaması



Şekil 16: Proksimal Falanks Kondil Kırıklarında Weiss ve Hastings Sınıflaması



Orta falanks bazis kırıkları: Orta falanksın bazisinin dorsal avülsiyon kırıkları, santral tendonun yapıştığı yerin ayrılması ile karakterizedir ve genellikle PİF eklemin anterior dislokasyonu sonucu oluşur. Volar avülsiyon kırıkları ise volar plaka yapışma noktasında kemik avülsiyonuyla oluşur ve çoğunlukla açık redüksiyon gerektirir. Lateral volar bazis kırıklarına ise kollateral ligaman avülsiyon yaralanmalarına eşlik eder [58]. Çoğunlukla orta falanks bazisinde oluşan çok parçalı intra-artiküler kırıklar “pilon kırıkları” olarak adlandırılmaktadır. Bu kırıkların tedavisi zorlu ve prognozu kötüdür [6, 18, 59, 60]. Orta falanks aksiyel yük aktarımı ile lateral veya santral artiküler depresyona ve metafizyel kemik çökmesine neden olan kompresyon kırıkları da tanımlanmıştır. Bu tip kırıkların prognozu, travma esnasındaki enerji miktarıyla ilişkilidir [61]. Seno ve arkadaşları, orta falanksın bazis kırıklarını 5 tipe ayırarak sınıflandırmışlardır (Şekil 17) [62].



Şekil 17: Orta Falanks Bazis Kırıklarında Seno Sınıflaması

Falanks başının diğer kırıkları: Falanks başının deplase, çok parçalı ve kollateral ligaman avülsiyon kırıkları diğer falanks başı kırıklarını oluşturmaktadır. Bu tip kompleks yaralanmalarda etiyoloji genelde yüksek enerjili travmalardır (ateşli silah yaralanması, trafik kazası, yüksekten düşme vb.) [55].

#### PİF eklem içi ve kompleks kırıkların tedavisi

PİF eklem içi kırıkları; küçük boyutlu ve vasküler desteği zayıf kırık fragmanları ile karakterizedir. Olası komplikasyonları nedeni ile tedavisi en zor el yaralanmaları arasında bulunmaktadır. Aşırı periost ve yumuşak doku sıyrılması, aşırı parçalanma ve kondiler kısımların fragmantasyonu; eklem hareketliliğinde kayba, artroza ve avasküler nekroza neden olmaktadır. Ameliyat öncesi dikkatli planlama ve endikasyon seçimi, doğru cerrahi müdahale için gereklidir [2, 4].

Eklem içi falanks kırıklarının ideal tedavisinin öğeleri, anatomik pozisyonda kemik kaynamasının sağlanması, yumuşak doku bütünlüğü ve fonksiyonun korunmasıdır. Tedavide, bu öğeler arasındaki hassas dengenin sağlanması gereklidir. Bu hassasiyetten dolayı, belki de eldeki tüm kırıkların içinde en çok işlevsel sorun yaratan, tedavisi hala tartışmalı ve teknik olarak zor olan kırıklardır. Geliştirilen tüm teknikler, bu dengeyi gözetmeye çalışmaktadır [2, 4-7, 53, 62, 63].

PİF eklem iştirakli kırıklarda, tedavi için tanımlanmış pek çok teknik vardır. Alçı tespiti, atelleme ve farklı immobilizasyon yöntemleri, yarattıkları eklem sertliğinden ötürü nadir olarak kullanılır [4]. PİF eklemi instabilite ve deplasman içermeyen kırık ve volar plaka avulsiyonlarında, erken hareketle iyi sonuçlar elde edilebilir [58]. Mikro-vida, plak veya tel ile internal fiksasyon kırık fragmanların şekli ve boyutu uygunsa kullanılabilir [2]. PİF eklemi fonksiyonlarını en fazla bozan yaralanmalar, metafizyel parçalanma ve kemik kaybıyla beraber olan bütün eklem yüzeyini içeren “pilon” kırıklarıdır. Bu kırıklar, standart cerrahi teknikler uygulandığında yüksek oranda sekel bırakabilmektedir [17].

Zorlu kırıklarda, redüksiyon ve erken harekete izin veren eksternal fiksasyon sistemleri kullanılmıştır. Genel prensip, proksimal falanks başının rotasyon merkezi esas alınarak, bu merkezden orta falanksın aksı boyunca distale doğru ayarlanabilir veya elastik traksiyon yapılarak, kırığın metafizyel komponentini uzunluğu boyunca tutmak ve erken harekete izin vererek eklem yüzeyinin remodelizasyonunu uyarmaktır [17, 54, 62].

PİF eklem içi kırıkların tedavisi için literatürde tanımlanmış pek çok teknik vardır. Teknik sayısının çokluğu, belki de bu tip yaralanmaların ne kadar komplikasyona açık ve zorlu olduğunu özetleyen bir veridir (Tablo 3) (Şekil 18).

Dinamik ekstansiyon blok ateli	Dinamik traksiyon sistemleri
Geçici transartiküler pin	Force couple splint
Volar plaka artroplastisi	Dinamik eksternal parmak fiksatorü
Serklaj teli	The Stockport Serpentine Spring System
Kirschner teli	Dinamik İntradijital Traksiyon-Fiksasyon
Osteokondral rekonstrüksiyon	Pins and Rubbers Traction System: Suzuki
Açık redüksiyon ve internal fiksasyon (ARİF)	The Dynamic Compass Hinge Fixator
ARİF ve eksternal fiksasyon	Bilateral dinamik eksternal fiksator

Tablo 3: PİF Eklem İçi Kırıkların Tedavisinde Tanımlanmış Yöntemler

Şekil 18: PİF Eklem İçi  
Kırıkların Tedavisinde  
Tanımlanmış  
Yöntemlere Örnek  
Uygulamalar  
Sağ yan: ARİF  
Sağ alt: Suzuki  
Distraksiyon Sistemi  
Sol alt: Ligamentotaksis  
Yöntemi

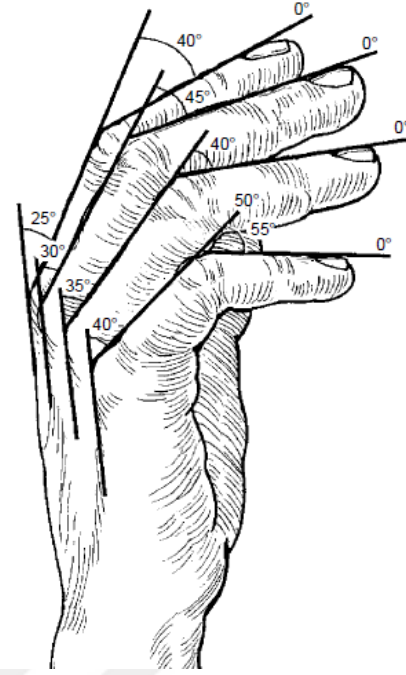


## 2.6. Sekel ile İyileşme ve Rekonstrüksiyon Seçenekleri

Tedavi edilmeyen PİF eklem içi çok parçalı/deplase kırıkların hemen tamamı, deformite ve işlev bozukluğu bırakarak iyileşir. Bu tip kırıklarda, uygun tedaviye rağmen sekel oranı oldukça yüksektir. Daha basit ve deplase olmayan kırıklarda dahi, eğer uygun tedavi uygulanmazsa sertlik ve hareket kısıtlılığı gelişebilir. Uygun tedaviyle bu tip kırıklar iyi sonuçlar bildirilmiştir. PİF eklemden sekel, çoğunlukla eklem sertliği, hareket kısıtlılığı, ağrılı artroz, instabilite ve kalıcı deformite olarak ortaya çıkmaktadır.

Elin sadece bir PİF eklemindeki sekel, diğer parmakların kinematiğini de etkileyerek ve parmaklar arasındaki eşzamanlılığı ve harmoniyi bozarak, tüm elde genel bir işlev bozukluğu yaratır. İşlev bozukluğunu gidermek için tarihsel olarak farklı teknikler denenmiştir.

Artrodez, deformasyon ve işlev bozukluğunu gidermek için ilk kullanılan yöntemlerdendir. Ağrı, instabilite ve motor işlevleri bozan deformite, artrodez için endikasyonlar olarak tanımlanmıştır. Günümüzde, diğer yöntemler denenip fayda sağlanamadıysa uygulanması önerilir. Artrodez ile deforme parmağın oluşturduğu işlev kaybı azaltılarak stabil bir parmağa ulaşılabilir [19]. PİF eklem için ideal artrodez açısı konusunda, yazarlar arasında küçük farklılıklar olsa da genel olarak  $40^{\circ}$ - $50^{\circ}$  arasındadır (Şekil 19).



Şekil 19: Artrodez Açıları

Dejeneratif veya travmatik eklem sorunu olan hastalarda, genellikle elin tek bir parmağı etkilenmiştir ve diğer parmaklar tamamiyle fonksiyoneldir. Bu tip olgularda, ulnar taraftaki 3 parmaktan herhangi birinde yapılan artrodez, elin kavrama gücünü ciddi oranda azaltır. Bu hastaların genel el işlevlerini bozmamak için, artrodez gerçek manada en son seçenek olarak düşünülür [19].

Parmak eklemleri için rezeksiyon artroplastisi, ilk olarak 1954 yılında tanımlanmıştır [64]. Bu teknikte, ilk kullanılan yumuşak doku interpozisyon artroplastisi olsa da günümüzde silikon elastomerleri sıklıkla tercih edilmektedir [65]. Anatomik yapısından dolayı MKF ekleminde daha başarılı sonuçlar alınsa da PİF eklemindeki uygulamalara komplikasyonlara açıktır.

Parmak eklemlerinde total eklem replasmanı, kalça protezlerinin başarılı sonuçları ardından denenmeye başlanmıştır [66-68]. Günümüzde plastik, metal ve karbon pirolitik esaslı protezler kullanılmaktadır. Tüm tiplerde endikasyonlar ve sonuçlar benzerdir. Uygulama için ekleminde yeterli kemik dokusu, kollateral ligaman desteği ve yumuşak doku örtüsü olmazsa olmazlardandır. Özellikle mutile el yaralanması öyküsü olan hastalarda, kemik ve ligaman defekti olabileceğinden cerrahi öncesi değerlendirme önem taşır [19]. Aktif ve genç hastalarda, uzun dönemdeki aşınma ve komplikasyonlardan dolayı kullanımı tartışmalıdır.

Eklem protezi uygulaması sonrası ortalama eklem açıklığı için bildirilmiş  $21^{\circ}$ - $63^{\circ}$  arasında değerler olsa da genel beklenti  $40^{\circ}$  civarındadır [19, 20]. Eklem protezi uygulaması sonrası enfeksiyon-osteomyelit, protez gevşemesi, eklem dislokasyonu, eklem kontraktürü, deformite, aşınma, ağrı ve hareket esnasında gelen gıcırta sesi gibi pek çok komplikasyon bildirilmiştir [19, 67, 69]

(Şekil 20). Bildirilen serilerde %33'lere varan revizyon ihtiyacı ve %20'lere varan protez çıkarılmasını gerektiren ciddi komplikasyon oranı bildirilmiştir [19, 20]. Bu yüzden, potansiyel komplikasyonlar dikkate alınarak endikasyon konulması gerekir.



Şekil 20: Eklem Protezi Komplikasyon Örneği

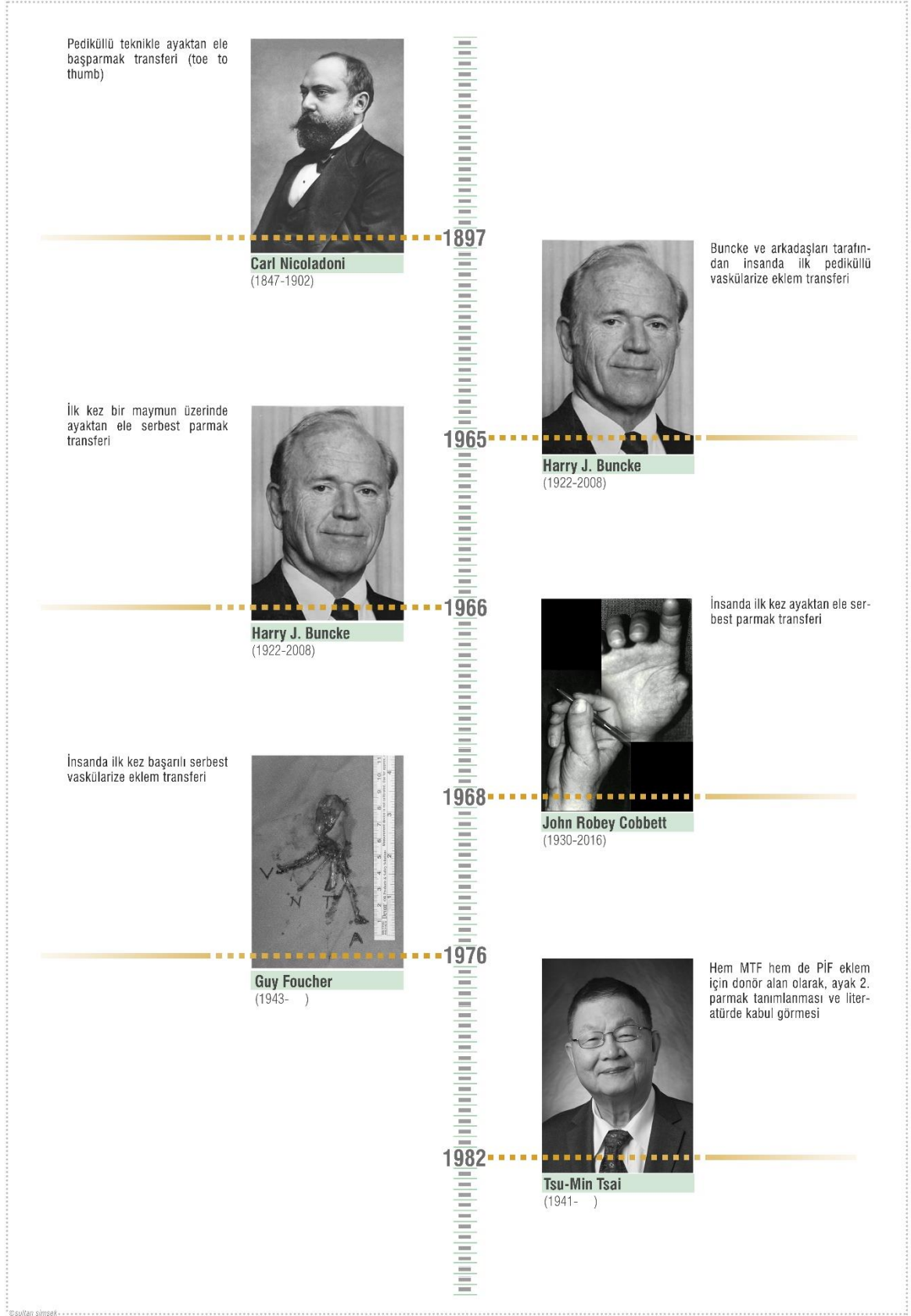
Ayrıntılı ele alınacak olan vaskülarize serbest eklem transferi ise artrodez ve eklem protezi uygulamalarına alternatiftir.

### 3. VASKÜLARİZE EKLEM TRANSFERİ

Eklem rekonstrüksiyonunda, stabil, dayanıklı ve hareketli bir yapı oluşturmak hedefdir. Büyük eklemlerde bu yapıya ulaşmak eklem protezleri ile mümkün olurken, özellikle elin küçük eklemlerinde dayanıklılık ve stabilite büyük sorun oluşturmaktadır [19]. Otojen doku ile rekonstrüksiyon nonvaskülarize eklem transferi ile tarihsel olarak denenmiş olsa da, iskemi sonrası gelişen hyalin kartilaj dejenerasyonu ve fibröz kartilaj ile iyileşme nedeniyle, eklem boşluğunda daralma ve hareket kaybıyla sonuçlanmaktadır [21]. Vaskülarize olarak transfer edilen eklemler ise uzun dönemde makroskopik ve mikroskopik olarak normal eklemlerden ayırt edilememektedir [70]. Serbest vaskülarize eklem transferi, otojen doku ile rekonstrüksiyon sağlaması, uzun dönemde ağrısız, stabil, dayanıklı ve hareketli bir eklem sağlaması, mevcut deformiteyi düzeltebilmesi, kompozit defektlere uygun hazırlanabilmesi ve çocuklarda büyüme potansiyeli taşınması gibi avantajları nedeniyle tercih edilmektedir.

#### 3.1. Tanım ve Tarihçe

İnsanda ilk vaskülarize eklem transferi, 1965 yılında Buncke ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir [71]. Buncke, 1967 yılında yayımlanan çalışmasında, 19 yaşında bir işçiye daha önce geçirilmiş travmaya bağlı 2. parmak midfalanks seviyesinden güdük onarımı yapıldığını ve 3. parmak MKF eklem harabiyeti bulunduğunu belirtir. Bu hastaya ray-amputasyon planlanırken yenilikçi bir yaklaşımla 2. parmak MKF eklem 3. parmağa pediküllü olarak transferini yayımlayarak ilk vaskülarize eklem transferini literatüre kazandırmıştır. Hastanın uzun dönem takibinde de eklem sorunsuz iyileşme ve fonksiyon gösterdiğini paylaşmıştır. Bu bulgudan yola çıkılarak primat modellerinde serbest vaskülarize eklem transferi denenmiş ve eklem yaşayabilirliği morfolojik, histolojik ve klinik açıdan kanıtlanmıştır [71]. İlk serbest vaskülarize eklem transferini ise 1976 yılında Foucher uygulamıştır [72]. Ardından mikrocerrahi bilgi ve donanımın gelişimiyle birlikte hasta serileri bildirilmeye başlanmıştır [28, 73, 74]. 1982 yılında ise hem metatarsofalangeal (MTF) hem de proksimal interfalangeal (PIF) eklem için ideal donör alan olarak ayak 2. parmak tanımlanmış ve ardından literatürde kabul görmüştür [75]. Ülkemizde de 1980'lerde sonra mikrocerrahi uygulama sıklığının artmasıyla beraber olgular bildirilmiştir [5, 63, 76-78]. Eklem transferi tarihçesi özet halinde tabloda verildi (Tablo 4).



Tablo 4: Eklem Transferi Tarihçesi



Günümüzde, el MKF ve PİF eklemlerinin rekonstrüksiyonu için ayak 2. parmaktan MTF ve PİF eklem transferleri önemli seçeneklerden biri haline gelmiştir.

MKF eklem rekonstrükte edilirken, MTF eklem veya PİF eklem kullanılabilir, fakat MTF eklem boyut olarak daha uygundur ve daha iyi sonuçlar verir. MTF eklem kullanıldığında ayakta hareket arkının ekstansiyon yönünde dominant olduğu ve flep alıcı alana adapte edilirken elde fleksiyon hareketi oluşturabilmek için uzun aksı etrafında 180° döndürülmesi gerektiği unutulmamalıdır. MTF eklemle rekonstrüksiyonun önemli dezavantajlarından biri, ayak parmağının ampute edilmesi gerekliliğidir. Avantajı ise çocuklarda yapılan transferlerde çift epifiz plağı (metatarsal ve falangeal) taşınarak büyüme potansiyelinin daha da artırılmasıdır [5, 24].

### 3.2 Endikasyonları ve Cerrahi Hazırlık

El cerrahisinde her zaman fonksiyon kazanımı gözetilir ve buna göre endikasyon saptanır. Cerrahi öncesi amaçlar net olarak belirlenmeli ve bu amaçlar gerçekçi olmalıdır. Cerrah, hastanın hedefleri anladığından ve cerrahi sonrası uyum göstereceğinden emin olmalıdır. Hasta uyumu, serbest eklem transferi sonrası yoğun ve uzun bir rehabilitasyon süreci gerekeceğinden sonuçları önemli oranda etkiler. El cerrahi işlemleri, artan cerrahi bilgi ve modern teknik olanaklar sayesinde, geniş bir çeşitliliğe ulaşsa da cerrahi karar verilirken; David P. Green'in de kitabında belirttiği gibi, mutlaka hasta için "yapılması mümkün olan ameliyat değil, gerekli olan ameliyat" yapılmalıdır. "*Do what is needed, not what is possible!*" [29].

Serbest vaskülerize PİF eklem transferi için ideal hastalar, çocuklar ve sağlıklı genç erişkinlerdir. Travmatik veya travmatik olmayan eklem harabiyeti, eklem sertliği oluşmuş ve ağrılı PİF eklemlere sahip genç, aktif ve el kullanımı gerektiren meslek/hobilere sahip hastalar, transfer için doğru endikasyona sahiptir. Ayrıca fonksiyonel harekete ulaşmak için diğer yöntemler denenip başarısız olduğunda veya diğer yöntemlerin yetersiz sonuç vereceği öngörülüyorsa, eklem transferi uygulanabilir.

Başparmak için endikasyonlara bakıldığında, MKF ve İF eklemlerin her ikisinde birden harabiyeti mevcut olan hastalar, MKF eklem rekonstrüksiyonu için ideal adaylardır. Başparmakta MKF veya İF eklemlerden birinin kaybı tolere edilebilirken, her iki eklem kaybı oppozisyon hareketini engelleyerek yıkıcı sonuçlar doğurmaktadır [24]. Diğer parmaklarda da multipl eklem hasarı endikasyon oluşturur [25]. Özellikle birden çok parmak ampütasyonu ve



mutile el yaralanmalarında acil veya elektif koşullarda serbest eklem transferi endikasyonu doğabileceği akılda bulundurulmalıdır [74, 79, 80].

Konjenital ve travmatik PİF eklem epifiz hasarı veya büyüme defekti olan çocuk hastalar, epifiz plağı ve büyüme potansiyelinden fayda görmeleri için endikasyon taşırlar [25, 81, 82].

Mutlak kontraendikasyonlar, romatoid artrit veya diğer sistemik enflamatuar hastalıklardır. Göreceli kontraendikasyonlar ise ayakta eklem veya vasküler travma öyküsü, cerrahi sonrası rehabilitasyona uyum sağlayamayacak, motivasyonu - bilinç düzeyi düşük hasta ve Raynaud fenomeni öyküsü olarak sayılabilir [24].

Cerrahi öncesi muayenede, donör eklem hareket açıklığı ve olası kontraktürler değerlendirilmelidir. Grafler ile ayak ve el falankslarının boyutları saptanarak, fiksasyon için uygun seviyelerden osteotomi planlamaları yapılmalıdır. Vasküler yaralanma şüphesi olmadıkça anjiyografi gibi görüntülemeler gereksizdir [24].

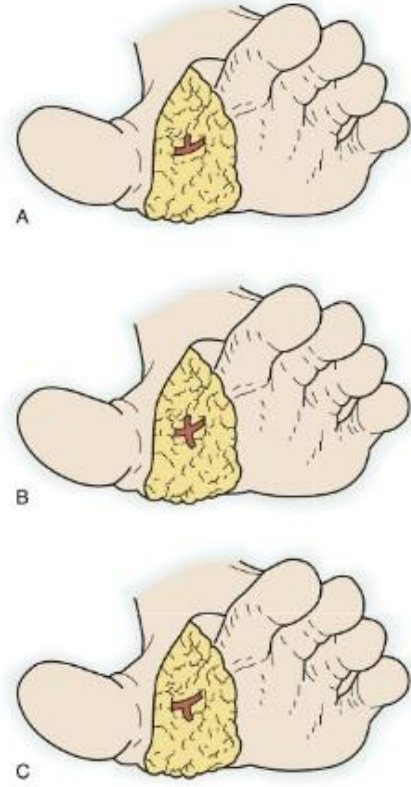
### **3.3. Anatomi**

Ayak 2. parmak PİF eklem flebinin genel anatomisi birçok kez incelenmiştir [75, 83]. Flebin hazırlanması ve diseksiyonu esnasında, ayaktan ele parmak transferindeki anatomik yapılar ve liteatürde tanımlanmış olan varyasyonlar ile karşılaşılr [84].

Ayak parmaklarının arteryel dolaşımı da ele benzer şekilde 2 taraflı dijital arterler tarafından sağlanmaktadır. PİF eklem de tibial ve fibular taraf dijital arterden çıkan dallarla beslenmektedir. Dijital arterler, PİF eklem seviyesinde eklem dallarını verirken cilde de küçük perforatörler vermektedir. Bu perforatörler post-operatif takip için flebe güvenli bir cilt adası eklenmesine izin verir. Flebin venöz drenajı ise cilt adası üzerinden olmaktadır. Bu yüzden diseksiyon esnasında flebin cilt adası ile bağlantılı yüzeysel bir venin hazırlanması gerekir. Kimi yayınlar dijital artere eşlik eden konkomitan venlerin kullanabileceğini belirtse de pratikte vasküler çap çok küçük olduğu için tercih edilmemektedir [25].

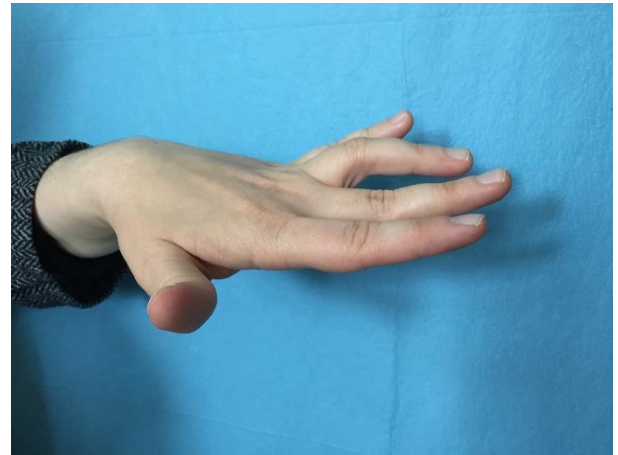
Flep hazırlanırken, ekstansör tendon her zaman flebe dâhil edilir. Böylece cilt adası ve eklem bağlantısı korunurken, alıcı alanda oluşabilecek ekstansiyon problemi de azaltılmış olur. Fleksör tendonlar ise intakt bırakılabilir veya kompozit onarım ihtiyacına göre fleple beraber hazırlanabilir.

Ayak 2. parmağın genel dolaşımına bakıldığında, hem dorsal hem de plantar arteryel sistemden beslendiği görülmektedir. Bu beslenme sistemi flebin önemli varyasyonlardan ilkidir. Her iki sistem de a. dorsalis pedis'ten kaynaklanır. Dorsal arteryel sistem ve 1. dorsal metatarsal arter (FDMA) yaklaşık %70 oranında dominanttır. %10 oranında dorsal ve plantar sistemler arasında eşitlik varken, %20 oranında a. dorsalis pedis, a. metatarsa perforans dominant olacak şekilde plantar yüze devam eder (Şekil 21). Burada 1. plantar metatarsal arter (FPMA) olarak parmağa ulaşır. Ayak 1. web aralığında FDMA (veya FPMA) ikiye ayrılarak başparmak ve 2. parmağa dallarını verir. 2. parmağa verdiği dal FPMA ile birleşerek tibial taraf dijital arteri oluşturur. FDMA, derin intermetatarsal ligamanın dorsalinde iken FPMA plantarında yer alır. Bu varyasyonlardan ötürü, bazı yazarlar tarafından diseksiyona 1. web mesafesinden başlanması önerilir [81].



Şekil 21: Ayak 2. Parmağının Arteryel Varyasyonları

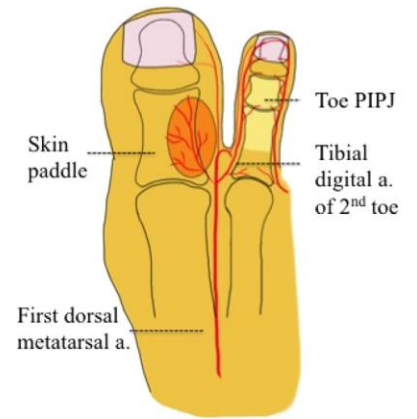
El ve ayak eklemleri ve ekstansör mekanizmaları arasındaki farklılık, flebin ikinci önemli varyasyonunu oluşturur. Ayak parmaklarına etki eden flekör kaslar daha güçlüdür ve yapışma noktalarındaki tendinöz bağlantılar daha kalındır. Bu nedenle ayak parmaklarına etki eden dominant bir fleksör güçten bahsedilebilir. Eklem transferi sonrası, klinikte karşılaşılan önemli sorunlardan biri alıcı alandaki ekstansör lag (kayıp/eksik)'tir. (Şekil 22)



Şekil 22: Ekstansör Lag (kayıp/eksik)

Tüm hastalarda görülmekle beraber, derecesi farklılık göstermektedir. Ekstansör lag (kayıp/eksik) ayak PİF eklem anatomisinden kaynaklanan bir sorundan ziyade, ekstansör tendonların yapışma noktalarındaki zayıflıktan kaynaklanmaktadır [85]. Bu sorunu daha iyi ortaya koyabilmek için kadavra çalışması yapılmış ve ayak ekstansörlerinin santral slip ve lateral bantlarının anatomik yapısı ayrıntılı olarak incelenmiştir. İncelenen 21 ayak parmağından 17'sinde, ekstansör mekanizmada santral slip seviyesinde incelmeye saptanmış ve midfalanks yapışma noktası izlenmemiştir (Tip 1). Diğer 4 parmakta ise daha güçlü bir santral slip ve midfalanks dorsaline sağlam bir bağlantı saptanmıştır (Tip 2) [83]. Bu nedenle cerrahi esnasında, ekstansör tendon hareketinin eklem üzerindeki etkisi değerlendirilmeli ve ekstansör lag (kayıp/eksik) gelişimini önlemeye yönelik girişimler planlanmalıdır. Tip 2 ekstansör mekanizmaya sahip parmaklarda alıcı ve flep tendonları arası sıkı anarım yeterli olur. Fakat Tip 1 mekanizmaya sahip fleplerde, eğer lateral bantlar yeterince güçlü ise lateral bant santralizasyonu yapılmalıdır. Lateral bantların da zayıf olduğu durumlar için ise “modifiye Stack prosedürü” ve “Te metodu” gibi başka uygulamalar tanımlanmıştır [86, 87].

Flebin son önemli varyasyonu ise cilt adasının tasarımıdır. İlk tanımlanan teknik dorsal yüzde büyük bir cilt adası içermekteydi ve donör parmağın amputasyonu gerekebilmekteydi [71, 72]. Fakat daha sonra, tibial taraf dijital arter perforatörleri nedeniyle tibial taraf cilt adasının daha güvenli olduğu saptanmış ve tasarım bu yönde değiştirilmiştir. Cilt adası boyutu da küçültülerek, eliptik şekilde primer kapamaya elverişli hale evrilmiştir [26, 28]. Cilt adası tasarımı eldeki yumuşak doku ihtiyacına göre (eğer varsa) konumlandırılmalıdır. Örneğin, sağ el 2. parmak ulnar tarafta cilt kontraktürüne veya defektine sahip olan hastaya, sağ ayaktan yapılacak transferde cilt adası ters tarafta kalacak ve yumuşak doku sorununa çözüm sağlamayacaktır. Böyle bir hastada sol ayak donör olarak seçilmelidir. Diğer önemli cilt adası varyasyonu ise Ellis ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. Bu tasarım FDMA'nın ayak başparmak dalı üzerinden tasarlanan cilt adasını içerir. Böylece, FDMA üzerinden kimerik şekilde 2. parmak PİF eklem ve 1.



Şekil 23: Kimerik Eklem Flebi Tasarımı

parmak cilt adası hazırlanabilir (Şekil 23) [88]. Bazı yazarlar, bu kimerik tasarımın alıcı alanda ekstansör lag (kayıp/eksik) sorununa çözüm olabileceğini öne sürmüşlerdir [26, 27, 88, 89].

### 3.4 Ameliyat Tekniği ve Literatürdeki Uygulamalar

Çalışmamıza sadece PİF eklem transferi yapılan olgular dâhil edildiğinden, ameliyat tekniğinin ayrıntılarından PİF eklem özelinde bahsedilecektir. Cerrahi öncesi planlama ile alıcı parmaktaki ihtiyaca ve alıcı damarların konumuna göre donör taraf belirlenir. Eğer alıcı alanda cilt-yumuşak doku defekti veya kontraktür mevcutsa, kompozit onarımla bunu gidermek için uygun boyutta cilt adası ve taraf belirlenir. Cilt adasının sadece monitör olarak kullanılacağı durumlarda, hastaya morbidite eklememek için primer kapatılmaya uygun boyutta, küçük bir cilt adası yeterlidir. Alıcı ve donör alanda uygun çizim ve işaretleme sonrası ameliyata başlanır.

#### Alıcı alan hazırlanması

Ameliyatın ilk basamağı, alıcı alandaki parmağın ve alıcı damarların diseksiyonudur. Bu işlem, hasta supin pozisyondayken, uygun turnike basıncı altında, el masasında yapılır. Alıcı parmakta eklem seviyesinde yapılan midaksiyel insizyon tarafına flebin cilt adası planlanmış olmalıdır. Böylece, flebin cilt adası insizyon hattının ortasında kalır ve monitörizasyon için yeni bir insizyonla cilt adasını doğurtmak gerekmez. Cilt flepleri kaldırıldıktan sonra ekstansör tendona ulaşılır. Ekstansör lateral bantları korunarak subperiostal plandan kemik diseksiyonu yapılır. Santral slip midfalanksa yapıştığı yerden serbestlenerek kaldırılır. Volar yüzde bilateral dijital arter/sinir ve fleksör tendonlar korunarak çıkarılacak eklem dokusu tamamen serbestlenir. Planlanan seviyelerden osteotomiler yapılarak haraplanmış eklem rezeke edilir.

#### Alıcı damarların hazırlanması

El dorsumunda, daha önceden saptanmış olan alıcı ven diseke edilir ve dalları bağlanarak anastomoz için hazırlanır. Alıcı arter olarak palmar yüzde MKF eklem seviyesinde a. digitalis palmaris communis veya mikrocerrahi tecrübe ve tercihe bağlı olarak daha ince olan a. digitalis palmaris proprius kullanılabilir. Parmak dolaşım problemi öngörülmekteyse herhangi bir seviyede uç-yan onarım yapılabilir. Alıcı parmak dolaşımının sınırda olduğu vakalarda, diğer parmak dijital arterlerine anastomoz da bildirilmiştir [24]. Alıcı arter planlanırken donör ayağa bağlı olarak pedikülün yönünün değışeceği dikkate alınmalıdır. PİF eklem ile alıcı damarlar arasında dorsuma ve palmar yüze uzanan, içinden flep pedikülünün geçeceği subkutan tüneller de bu aşamada hazırlanarak ilk aşama tamamlanır.

#### Flep hazırlanması

Donör ayak seçildikten sonra, pinch testi ile ayak 2. parmak medial yüzde proksimal interfalangeal eklem seviyesinde, yaklaşık 1x2 cm boyutlu flep cilt adası ve bu cilt adasından çıkan en geniş ven işaretlenir. A. dorsalis pedis el doppleri yardımıyla işaretlenir. Dorsal yüzde

1. web mesafesine yakın bir insizyonla girilerek flep pedikülünün diseksiyonuna başlanır. Dorsal yüzde işaretlenen, cilt adası ile bağlantılı yüzeyel ven iskeletize edilir. Ardından FDMA saptanarak çapı değerlendirilir. Dorsal dolaşımın dominant olduğu hastalarda flep bu arter üzerinden hazırlanırken. FPMA dominant hastalarda, ek bir plantar insizyon gerekmekte ve cerrahi süresi bir miktar uzamaktadır. FDMA, distalindeki tibial taraf dijital artere doğru iskeletize edilir. Proksimalde ise pedikül, uzunluk ihtiyacına bağlı olarak a. dorsalis pedis seviyesine dek uzatılabilir. A. dorsalis pedis, m. extensor hallucis brevis kası altından seyrettiğinden, gerekirse bu kas kesilebilir. Sonrasında cilt insizyonları tamamlanır ve cilt adasının eklem üzerinden sıyrılmamasına özen göstererek ekstansör tendon diseke edilir. Plantar yüzde fleksör tendonlar ve fibular taraf dijital arter korunarak eklem flebi serbestlenir. Fibular taraf dijital arterin korunması geride kalan parmak dolaşımı için önemlidir. 2. parmak ekstansör tendonu uygun seviyeden kesilerek flebe dahil edilir. Grafi üzerinde planlanmış olan uygun osteotomiler ile flep tamamen serbestlenir. Osteotomiler yapılırken yumuşak dokuların korunmasına özen gösterilmelidir. Osteotomize edilen flep uzunluğu rezeke edilen kemik uzunluğundan fazla olmamalıdır. Uzun flepler, alıcı alanda her zaman için ekstansör lag (kayıp/eksik) ve fleksiyon kontraktürü deformitesi oluşturur [83, 86, 90]. Son olarak turnike açılarak dolaşım kontrolü yapılır.

#### Flebin alıcı parmağa adaptasyonu

Eklem transferi cerrahisinin belki de en zor basamağı, alıcı parmak ve flep dokusu falankları arasındaki kemik fiksasyonudur. Uygulama öncesi, kemik uçlarında düzensizlikler varsa düzeltilmelidir. Kemik uçlar arasında doğrudan teması engelleyecek oblik osteotomiler törpülenerek düzeltilmelidir. Kemik fiksasyon için pek çok teknik (serklaj teli, k-teli, plak-vida) tanımlanmıştır. Falanks boyutlarına ve kemik kalitesine göre yöntem seçilmelidir. Plak-vida ile fiksasyonun, aşırı diseksiyon gerektirdiği için uzun dönem sonuçlarına negatif etki edeceği öne sürülmüştür [14]. Midfalanks ve proksimal falanks 2'şer adet serklaj teli veya ince K-telleri ile fiksasyon tercih edilir. Kimi durumlarda bu tekniklerin kombinasyonu da uygundur [24, 27].

Kemik fiksasyon ardından, diğer bir zorlu basamak olan ekstansör tendon onarımına geçilir. Eklem flebi ekstansör tendonlarının yapışma anatomisine göre uygun teknik seçilmelidir. Flep anatomisi bölümünde ayrıntılı anlatıldığı gibi, tip 2 ekstansör mekanizmaya sahip fleplerde sıkı onarım yeterli olurken; tip 1 mekanizma için lateral bantlar santralizasyonu, modifiye Stack prosedürü ve Te metodu gibi tekniklerden uygun olan seçilmelidir [86, 87].

Flep arter ve veni cilt altında daha önce hazırlanan tünellerden geçirilerek alıcı arter ve vene mikroskop altında anastomoze edilir ve tek kat cilt dikişiyile alıcı alan kapatılır.

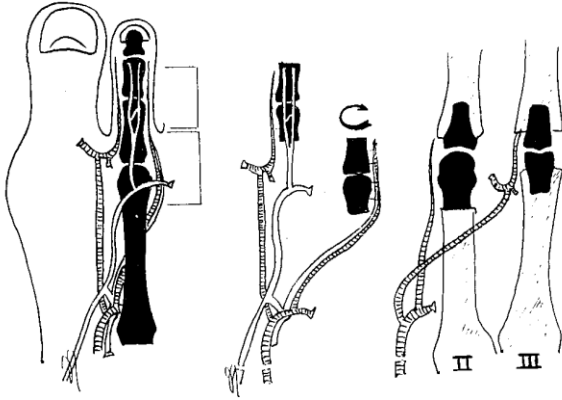
#### Donör alan kapatılması

Donör alanda, elden rezeke edilen eklemden alınan kemik grefti ile osseöz defekt doldurulur. 1 veya 2 adet k-teli ile yapılan kemik fiksasyon ardından tek kat cilt dikişiyile işlem sonlandırılır.

Çalışmamızda, sadece PİF eklem flebi uygulanan hastalar değerlendirilirken; literatürde, rekonstrüktif mikrocerrahinin serbest eklem flebi ile ilgili yaratıcılığını ve yenilikçiliğini gösteren kombine ve çoklu transferleri bildiren olgu sunumları mevcuttur. Bunlardan örnekleri de paylaşmak gerekir.

Serbest eklem flebinin, kompozit olarak amputasyon ve mutile el yaralanmalarında, parmak kurtarıcı işlem olarak kullanılması, literatürde pek çok kez tanımlanmıştır [27, 74, 80, 91].

Aynı ayak parmağından hazırlanan, tibial taraf pediküllü MTF ve fibular taraf pediküllü PİF eklem serbest fleplerinin, elde 2. parmak MKF ve 4. parmak PİF ekleme aynı seansta transferi aynı pedikül üzerinden (Şekil 24) [80] veya ayrı iki flep olarak transferi de uygulanmıştır (Şekil 25) [90, 92].



**Fig. 6.** — Double vascularized joint transfer from the second toe, based on two separate vascular bundles from the first and the second metatarsal spaces.

Şekil 24: Çift Eklem Transferi  
(Aynı pedikül üzerinden tibial dijital arter  
bazlı PİF ve fibular dijital arter bazlı MTF  
eklem [80])

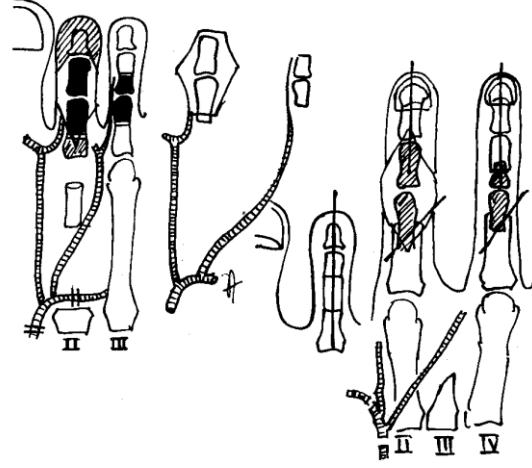


Şekil 25: Çift Eklem Transferi  
(Farklı pedikül üzerinden tibial dijital arter  
bazlı MTF ve fibular dijital arter bazlı PİF  
eklem)

Hayalgücünü zorlayan diğer yaklaşım ise “doku bankası” konsepti ile mutile el yaralanmalarında, kurtarılamayacak durumdaki amputattan hazırlanan eklem flebinin kurtarılabılır durumdaki parmağa transferidir [79, 85].

Bir diğer olgu ise FDMA üzerinden ayak 2. ve 3. parmak PİF eklem hazırlanarak, elin 2. ve 4. parmağına transferidir (Şekil 26) [80].

Son olarak aynı vasküler pedikül üzerinden ayak MTF ve PİF eklem hazırlanarak, elde 1. ve 2. MKF eklem rekonstrükte edildiği olgu örneği de dikkat çekicidir [93].



*Fig. 5.* — Double vascularized joint transfer from the second and third toes, based on two separate vascular bundles from the first and second intermetatarsal spaces.

Şekil 26: Çift Eklem Transferi  
(Aynı pedikül üzerinden 2. ve 3. parmak donör alan olmak üzere çift PİF eklem [80])



#### 4. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 2014-2016 yıllarında el proksimal interfalangeal (PİF) eklemlerindeki disfonksiyon nedeniyle ayaktan ele serbest vaskülarize eklem transferi yapılan 7 olgu incelendi. Çalışmaya 2, 3 ve 4. parmak PİF eklem disfonksiyonu bulunan hastalar dâhil edildi. Olguların 4 tanesi Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde, 3 tanesi de Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, El Cerrahisi Kliniği'nde ameliyat edildi.

Çalışma öncesi hastalar için standart protokol dosyaları hazırlandı. Bu dosyalara; hastanın adı, soyadı, yaşı, cinsiyeti, ek hastalıkları, dominant eli, telefon numarası, mesleği, el fonksiyonu gerektiren hobileri, travma şekli, tipi ve tarihi kaydedildikten sonra travmatize olan taraf ekstremité, hangi parmak olduğu açık/kapalı kırık ve replantasyon etiyojisi kayıt edildi. Tüm hastalar bilateral el grafisi ile değerlendirildi. İşlem öncesi el/parmaktaki patolojik pasif duruş ve ekleme ilişkin muayene bulguları not edildi. Hastaların ameliyat öncesi her iki elde karşılaştırılmalı olarak, gonyometre yardımıyla (Şekil 27) aktif/pasif eklem hareket açıklığı (ROM) ve dinamometre ile kavrama (grip) ve pinch kuvveti ölçüldü (Şekil 28). Radyolojik olarak direkt grafilerle eklem aralığı ve harabiyet derecesi değerlendirildi. Ayrıca serbest PİF eklem transferinin, el fonksiyonlarına, günlük yaşam ve mesleki faaliyetlere etkisini daha iyi ve objektif olarak değerlendirebilmesi amacıyla DASH anketi ile ameliyat öncesi değerlendirme yapıldı.



Şekil 27: Gonyometre ile ROM Ölçümü



Şekil 28: Dinamometre ile Kavrama Gücü Ölçümü



DASH, 1996 yılında tanımlanmış, açılımı “Kol, Omuz ve El Sorunları” (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) olan, kolay anlaşılır, hızlı uygulanabilir ve işlev kaybını sayısal olarak değerlendiren bir ankettir [94]. El ve üst ekstremitte sorunlarının ve işlev kaybının şiddetini değerlendirebilmek için kullanılır [95]. “Standart DASH” anketi 30 sorudan oluşur ve skorlama yapılabilmesi için hastanın en az 27 soruya cevap vermesi gereklidir. Verilen cevaplar doğrultusunda yapılan hesaplama ile 0 ve 100 arasında bir skor elde edilir. 0 işlev kaybı yok anlamında iken, 100 total işlev bozukluğu olarak nitelendirilir. Ayrıca, opsiyonel olarak, hastanın mesleki işlevlerini değerlendiren 4 soruluk “İş Modeli” ve sporcu-müzisyenler için performans değerlendirmesi yapan 4 soruluk “Performans Modeli” anketleri mevcuttur. Klinikte ve literatürde, cerrahinin hastanın el fonksiyonlarına etkisini değerlendirmek amaçlı sıklıkla kullanılmıştır [96].

Tüm hastalara cerrahiden önce ameliyatın amaçları, kısıtlılıkları, olası komplikasyonları ve cerrahi sonrası fizik tedavi ve rehabilitasyon (FTR) gerekliliği hakkında bilgi verildi. Hastalardan aydınlatılmış cerrahi onama ek olarak, fotoğraf/video gibi belge ve elde edilen bulguların bilimsel amaçlı kullanılabileceğini belirten onam alındı.

Tüm hastalar, taburcu edildikten sonra 45 güne dek haftalık olarak, sonrasında ise 3, 6 ve 12. ayda muayene edildi. Ameliyat sonrası 3. haftadan başlanarak tüm hastalar yoğun fizik tedavi ve rehabilitasyon (FTR) programına alındı. Eklem transferi sık uygulanan bir işlem olmadığı için tecrübeli FTR ekibi bulmak konusunda zorlanılsa da kapsamlı araştırma ve multidisipliner ekip yaklaşımıyla bu sorun aşılmaya çalışıldı.

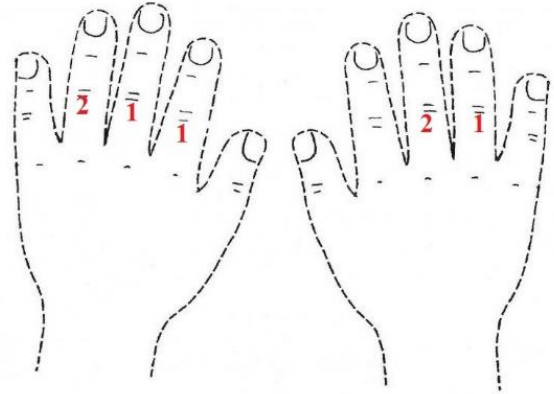
Ameliyat sonrası 1. yılda ilgili ölçüm ve görüntülemeler tekrarlanarak, fonksiyonel ve semptomatik sonuçlar değerlendirildi. Çalışmada, vaskülarize eklem transferinin parmak hareketlerine, el fonksiyonuna ve günlük yaşam ve mesleki faaliyetlere etkisini objektif ve subjektif olarak ayrıntılı değerlendirilmesi amaçlandı.

## 5. BULGULAR

Çalışmamızda, ayaktan ele serbest vaskülarize PİF eklem transferi yapılan 7 hastanın tedavi ve takibinde elde edilen bulgular değerlendirildi. Hastaların takip süresi 12-25 ay arasında değişmekte olup ortalama olarak 20,3 aydır. Tüm hastalar erkek ve sağ el dominant idi. Yaş aralığı 16-45, yaş ortalaması ise 29,4 olarak saptandı.

Travma şekline göre değerlendirildiğinde, 3 hastada açık kırık, 2 hastada kapalı kırık ve 2 hastada amputasyon-replantasyon öyküsü saptandı. Olguların 3'ünde tam ankiloze, 4'ünde ise ciddi şekilde haraplanarak totale yakın ankiloze olmuş PİF eklemler opere edildi. Hastalardan 5'inin mesleği işçi-usta iken 2 tanesi öğrenciydi. Etiyolojiye bakıldığında ise çalışan 5 hastada iş kazası neticesinde makineye sıkışma, bir hastada ağır cisim altında sıkışma ve bir diğerinde ise parmak üzerine düşme saptandı.

Travmatize olan ve transfer yapılan PİF ekleme bakıldığında, 2 sol el D4, 1 sol el D3, 1 sol el D2, 2 sağ el D3 ve 1 sağ el D4 dağılımı görüldü (Şekil 29). 4 hastada sağ ayak D2 donör parmak iken 3 hastada sol ayak donördü.



Şekil 29: Alıcı Parmakların Dağılımı

Hazırlanan fleplerin vasküler ağına bakıldığında, 5 hastada FDMA ile dorsal dolaşım dominant iken, 2 hastada FPMA ile plantar dolaşım dominant idi ve bu yüzden plantar bölgede ek insizyonla pedikül diseksiyonu gerekti.

Flep ve alıcı alan arasında 3 hastada sadece serklaj teli, 1 hastada sadece K-teli, 1 hastada serklaj ve K-teli, 1 hastada plak-vida ve K-teli, 1 hastada ise plak-vida ve serklaj teli ile fiksasyon sağlandı (Şekil 30).



Şekil 30: Kullanılan Fiksasyon Teknikleri

Tüm hastalarda alıcı arter olarak a. digitalis palmaris communis'ler kullanıldı. Anastomozların tamamı uc-uca yapıldı. Alıcı ven olarak el dorsumundaki yüzeysel venler tercih edildi.

Hastaların tamamı ameliyat sonrası 1. haftada, sadece ayak topuğuna ağırlık verecek şekilde mobilize edildi. Yaklaşık 4. haftadan sonra ağırlı düzeyi normal yürümeyi tolere edebilir hale geldi. Uzun dönemde hiçbir hastada yürüme sorunu saptanmadı.

Ameliyat öncesi değerlendirmede aktif hareket açıklığı (ROM) ortalama  $3,6^{\circ}$  ( $0-14^{\circ}$ ) iken ameliyat sonrası ortalama  $24,1^{\circ}$  ( $13^{\circ}-43^{\circ}$ ) olarak saptandı. Pasif hareket açıklıkları ise ameliyat öncesi ortalama  $11,9^{\circ}$  ( $0-29^{\circ}$ ) ve ameliyat sonrası ortalama  $31,6^{\circ}$  ( $19^{\circ}-53^{\circ}$ ) olarak bulundu.

Kavrama (grip) kuvvetinde ise ameliyat öncesi ortalama 52,1 pound'tan ameliyat sonrası ortalama 58,6 pound'a yükselme mevcuttu. Yine pinch kuvvetinde ortalama 5,1 pound'dan 5,9 pound'a yükselme saptandı.

Ameliyat sonrası 1. yılda ekstansör lag (kayıp/eksik) ölçümü yapıldı ve  $17^{\circ}-53^{\circ}$  arasında değişen değerlerde tüm hastalarda görüldü. Ekstansör lag (kayıp/eksik) ortalaması ise  $36,4^{\circ}$  olarak hesaplandı.

DASH skorlarına bakıldığında, standart DASH işlev kaybı skorunda 5 olguda azalma ve 2 olguda artış izlendi. DASH skorundaki artış, tüm olgularda 5 puanın altındayken, azalan skorların 4'ü 10 puanın üzerindeydi. Ortalama DASH skoru ise 41,3'ten 30,3'e geriledi.

İş modeli skorlarında ise tüm olgularda DASH skorunda azalma saptandı. Ortalamada ise iş modeli DASH skorunun 70'ten 25'e gerilediği görüldü.

Spor-müzik performans skoru değerlendirilmesi yapılan 2 olgudan, 1'i sporcu (futbol) iken diğeri müzik enstrümanı (bağlama) çalmaktaydı. Futbolcu olan olguda ameliyat öncesi ve sonrası performans modeli DASH skorlarında değişim saptanmazken, bağlama çalan olguda ameliyat sonrası skorun 0 puan olduğu ve işlev kaybının tamamen ortadan kalktığı görüldü. Aynı olgu standart DASH skorunda 50,8 puandan 5 puana, iş modeli DASH skorunda 75 puandan 25 puana düşüşle transferden en fazla fayda gören hasta olarak değerlendirildi.

#### Komplikasyonlar

1 olguda ameliyat sonrası erken dönemde (post-op 12. saat) arteriyel yetmezlik saptanarak acil revizyona alındı. Flep arterinin ciltaltı tünelde sıkıştığı saptandı. Tünel genişletilerek perfüzyon sağlandı.

3 olguda flep donör alanında, ayak 2. parmak dolaşım sorunu görüldü. Bunlardan 2'si geçici arteriyel yetmezlik iken diğeri geçici venöz konjesyondur. Tüm hastalar elevasyon ve konservatif tedavi ile takip edildi. Tüm parmaklar sorunsuz iyileşti.

2 olguda hareket kısıtlılığından dolayı geç dönemde tenoliz yapıldı.

4 olguda alıcı alan ve flep arasındaki kemik fiksasyonda revizyon gerekti, bunlardan biri erken dönemde gelişen ciddi ekstansör lag (kayıp/eksik) sonrası planlanan flep proksimal falanksında kısaltma işlemi, diğerleri ise fiksasyondaki instabilite nedeniydi.

Çalışan hastaların tümü işlerine geri dönebildi. Düşük sosyoekonomik düzeye sahip hastalar kontrol süresinin sıklığından ve yoğun fizyoterapi için hastaneye gelip gitmekten şikayetçi oldular. 1 hasta düzenli FTR programına tam olarak uyum sağlamadı.

Olgularımıza ait sonuçların ayrıntıları Tablo 5 ve Tablo 6'da verildi.

Olgu No	Yaş	Etiyoloji	Travma Şekli	Meslek	Dominant El	Alıcı Parmak	Donör Eklem	Flep Dominant Arteri	Fiksasyon Şekli	Preop Pasif ROM	Postop Pasif ROM	Preop Aktif ROM	Postop Aktif ROM	Ekstansör Lag (kayıp)	Preop Kavrama Gücü (Grip) (pound)	Postop Kavrama Gücü (Grip) (pound)	Preop Pinch Gücü (pound)	Postop Pinch Gücü (pound)
1	31	Açık fraktür	Makineye sıkışma	Metal döküm ustası	Sağ	Sol el D4	Sol ayak D2	Dorsal	Serklaj teli	0°	53°	0°	43°	29°	50	70	3	6
2	30	Replantasyon	Makineye sıkışma	Torna ustası	Sağ	Sağ el D4	Sağ ayak D2	Dorsal	Serklaj teli	29°	38°	0°	28°	45°	95	90	4	4
3	25	Açık fraktür	Makineye sıkışma	Plastik kalıp işçisi	Sağ	Sağ el D3	Sağ ayak D2	Dorsal	Serklaj teli	0°	21°	0°	18°	42°	10	30	2	3
4	16	Kapalı fraktür	Ağır cisim düşmesi	Öğrenci	Sağ	Sol el D3	Sol ayak D2	Plantar	K-teli	14°	19°	11°	13°	53°	55	50	7	6
5	45	Açık fraktür	Makineye sıkışma	Mobilya ustası	Sağ	Sağ el D3	Sağ ayak D2	Dorsal	Serklaj teli + K-teli	19°	41°	0°	29°	17°	60	75	9	10
6	40	Replantasyon	Testere	Plastik kalıp işçisi	Sağ	Sol el D4	Sol ayak D2	Dorsal	Plak-vida + K-teli	0°	22°	0°	16°	21°	30	35	2	3
7	19	Kapalı fraktür	Düşme	Öğrenci	Sağ	Sol el D2	Sağ ayak D2	Plantar	Plak-vida + Serklaj	21°	27°	14°	22°	48°	65	60	9	9
<b>Ortalama</b>	<b>29,4</b>									<b>11,9°</b>	<b>31,6°</b>	<b>3,6°</b>	<b>24,1°</b>	<b>36,4°</b>	<b>52,1</b>	<b>58,6</b>	<b>5,1</b>	<b>5,9</b>

Tablo 5: Olgu Sonuçları -1-

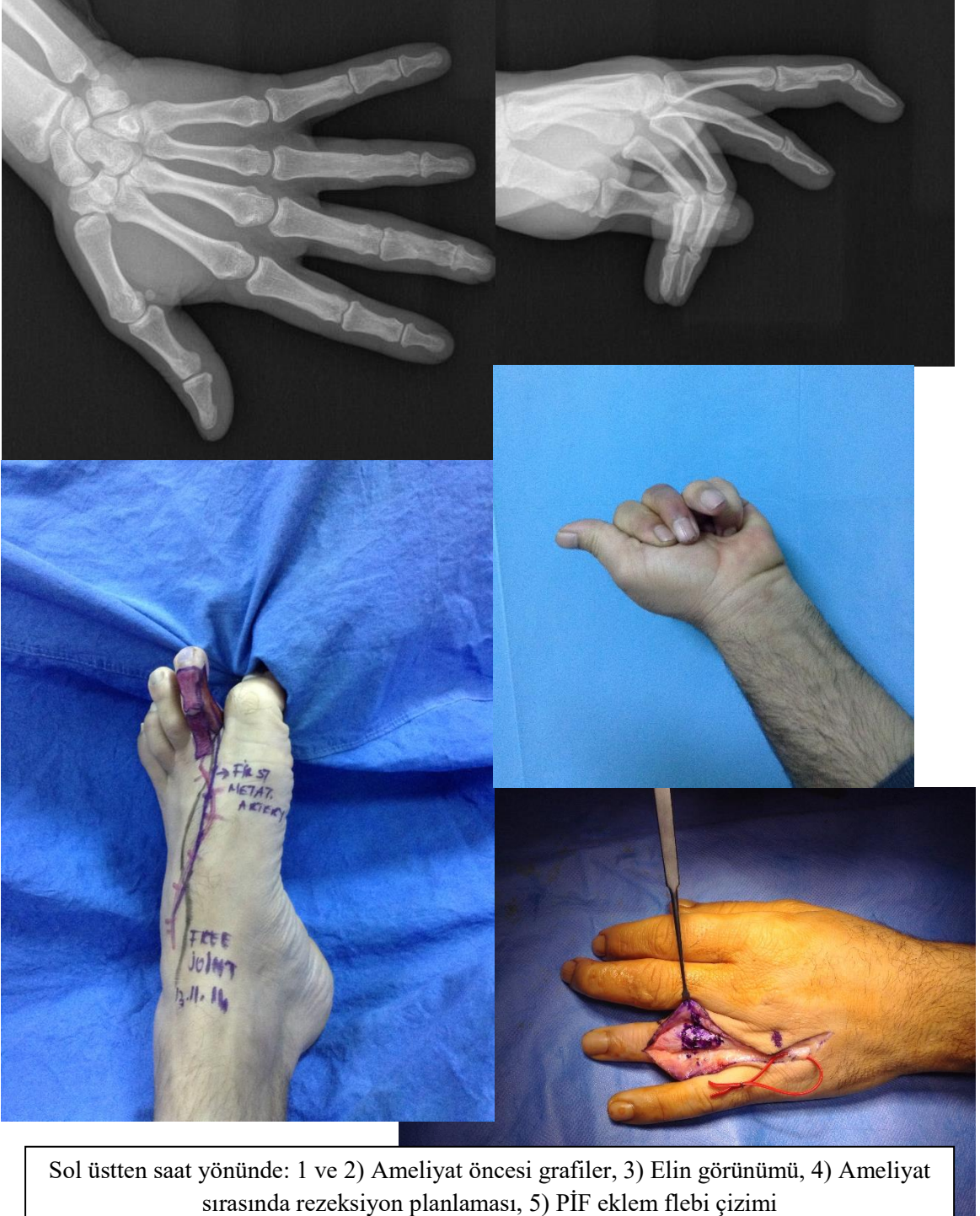
Olgu No	Yaş	Etiyoloji	Travma Şekli	Meslek	Dominant El	Alıcı Parmak	Donör Eklem	Flep Dominant Arteri	Fiksasyon Şekli	Preop DASH Skoru	Postop DASH Skoru	Preop DASH İş Skoru	Postop DASH İş Skoru	Preop DASH Performans Skoru	Postop DASH Performans Skoru
1	31	Açık fraktür	Makineye sıkışma	Metal döküm ustası	Sağ	Sol el D4	Sol ayak D2	Dorsal	Serklaj teli	50,8	5	75	25	100	0
2	30	Replantasyon	Makineye sıkışma	Torna ustası	Sağ	Sağ el D4	Sağ ayak D2	Dorsal	Serklaj teli	54,2	43,3	50	31,25	-	-
3	25	Açık fraktür	Makineye sıkışma	Plastik kalıp işçisi	Sağ	Sağ el D3	Sağ ayak D2	Dorsal	Serklaj teli	51,6	45	100	43,75	-	-
4	16	Kapalı fraktür	Ağır cisim düşmesi	Öğrenci	Sağ	Sol el D3	Sol ayak D2	Plantar	K-teli	20	24,2	-	-	-	-
5	45	Açık fraktür	Makineye sıkışma	Mobilya ustası	Sağ	Sağ el D3	Sağ ayak D2	Dorsal	Serklaj teli + K-teli	23,3	13,3	43,75	12,5	-	-
6	40	Replantasyon	Testere	Plastik kalıp işçisi	Sağ	Sol el D4	Sol ayak D2	Dorsal	Plak-vida + K-teli	58,3	46,6	81,25	62,5	-	-
7	19	Kapalı fraktür	Düşme	Öğrenci	Sağ	Sol el D2	Sağ ayak D2	Plantar	Plak-vida + Serklaj	32,5	35	-	-	50	50
<b>Ortalama</b>	<b>29,4</b>									<b>41,3</b>	<b>30,3</b>	<b>70</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>25</b>

Tablo 6: Olgu Sonuçları -2-

## 5.1. Olgu Örnekleri

### Olgu No: 1

31 yaşında erkek, makineye sıkışma sonrası açık kırık öyküsü mevcut. Kırık sonrası sol el 4. parmak PİF ekleminde total ankiloz sekeli ile başvurdu. Sol ayak 2. parmak PİF eklem transferi yapıldı.



Sol üstten saat yönünde: 1 ve 2) Ameliyat öncesi grafiler, 3) Elin görünümü, 4) Ameliyat sırasında rezeksiyon planlaması, 5) PİF eklem flebi çizimi



Olgu No: 1 (devam)

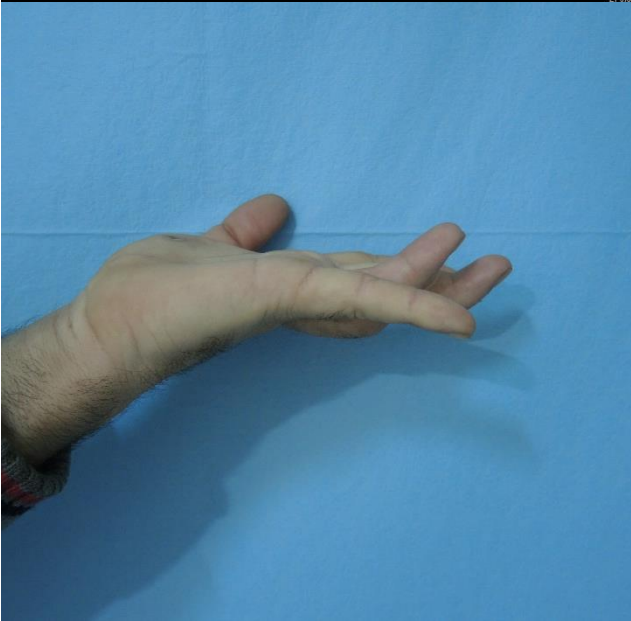


Üst sol: Flebin masadaki görünümü

Üst sağ: Ele adaptasyon sonrası

Sol: Ameliyat sonrası uzun dönem grafi

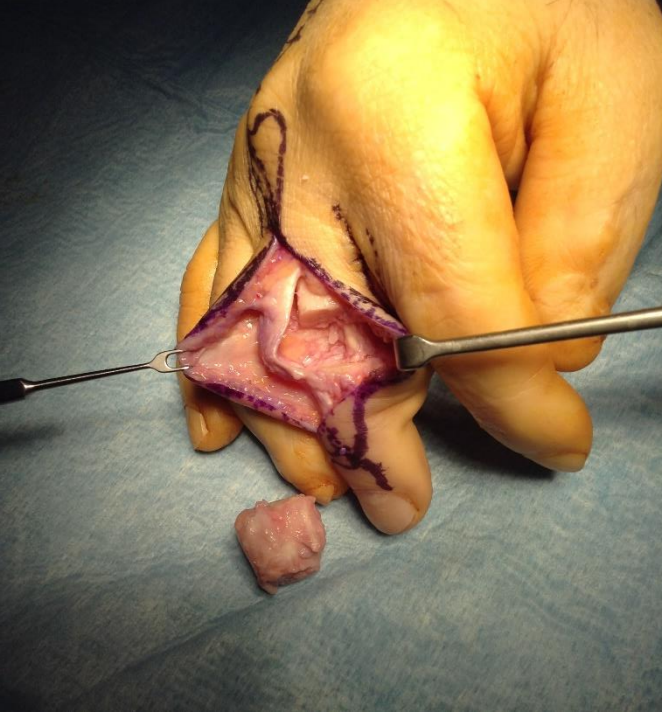
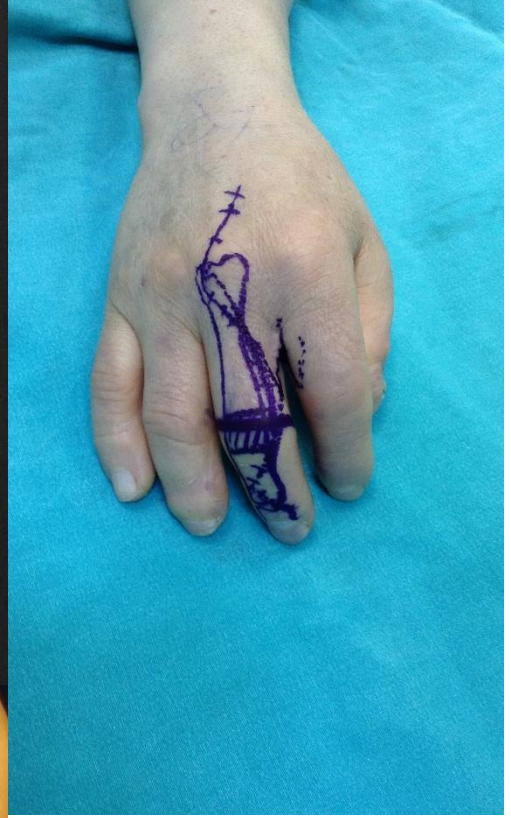
Alt: Ameliyat sonrası uzun dönem hareketler





Olgu No: 5

45 yaşında erkek, makineye sıkışma sonrası açık fraktür sonrası sağ el 3. parmak PİF ekleminde ankiloz sekeli ile başvurdu. Sağ ayak 2. parmaktan PİF eklem transferi yapıldı.



Üst sol: Ameliyat öncesi grafi

Üst sağ: Kemik rezeksiyon ve cerrahi planlama

Alt: Ameliyat esnasında kemik rezeksiyon sonrası görünüm

Olgu No: 5 (devam)



Üst: Flebin çizimi ve masadaki görünümü

Yan: Ameliyat sonrası erken dönem grafî

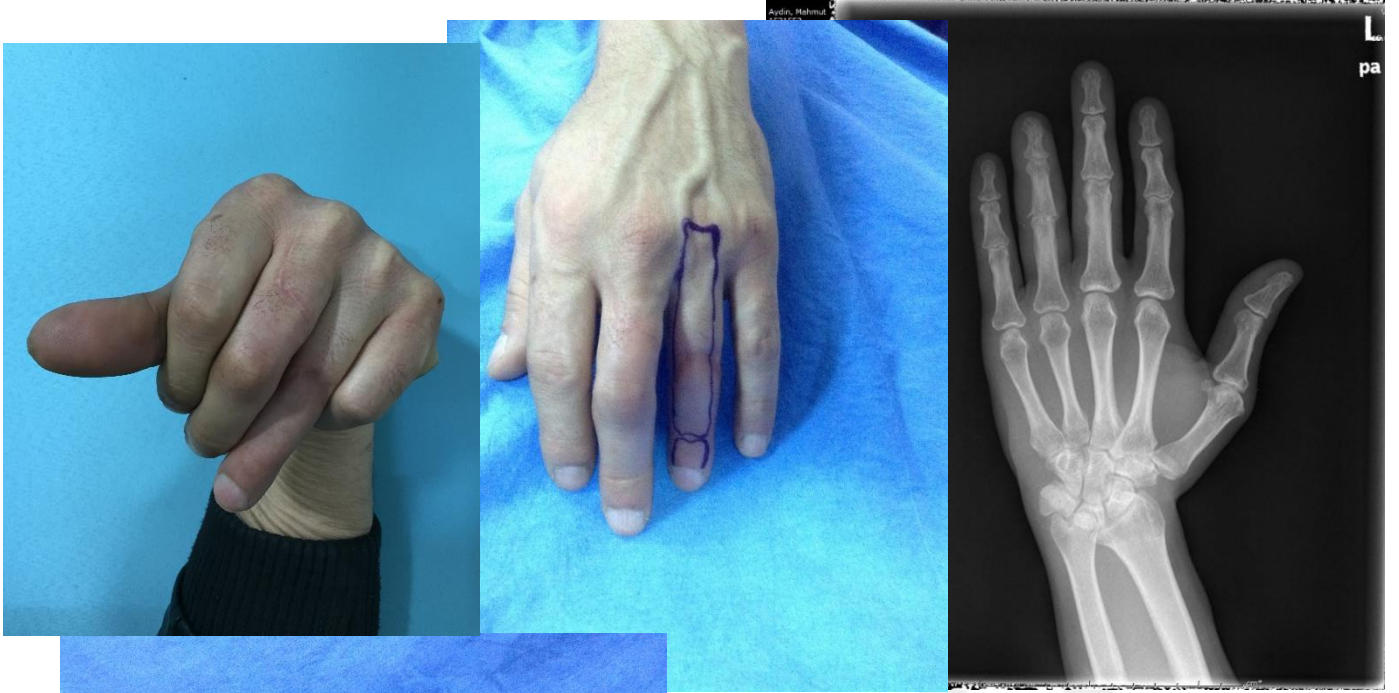
Alt: Ameliyat öncesi ve geç dönem sonuç





Olgu No: 6

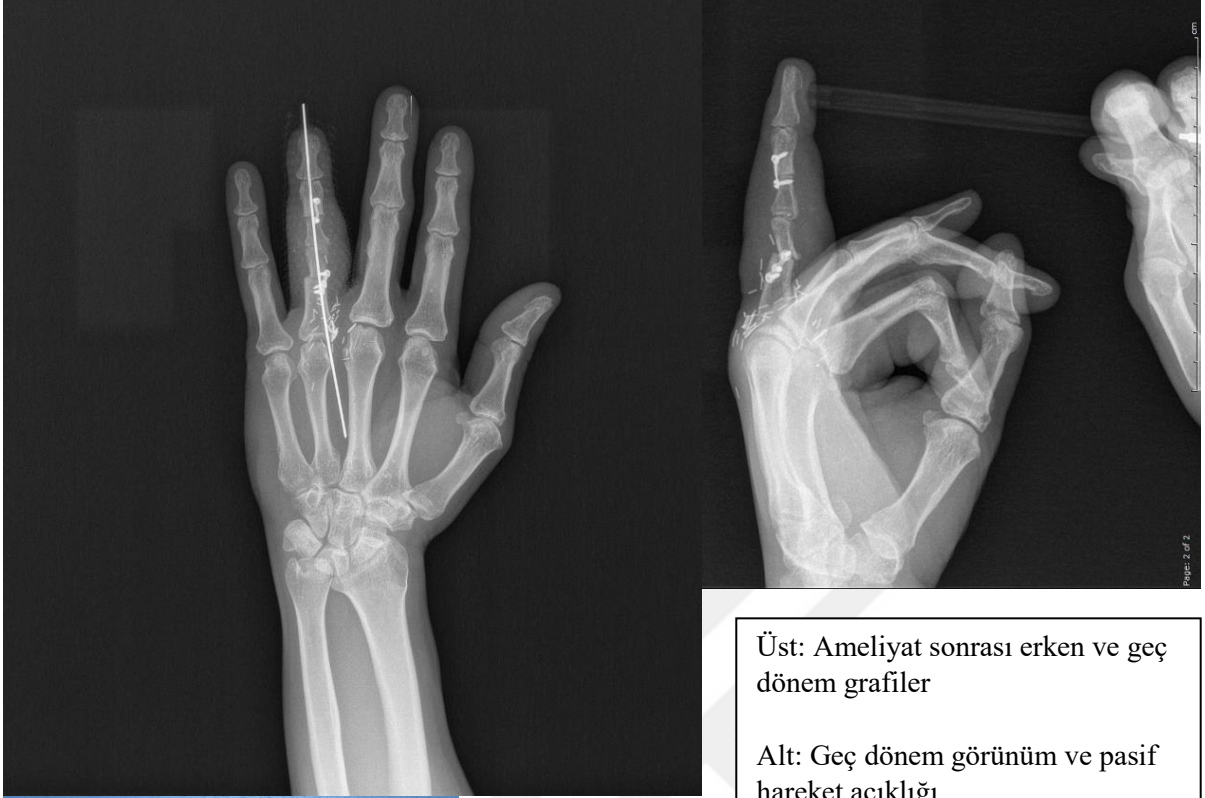
40 yaşında erkek, elektrikli testere ile oluşan ampütasyon yaralanması sonrası sol el 4. parmak replantasyonu yapılmış, eklem seviyeli replantasyon sonrası total ankiloz ile başvurdu. Sol ayak 2. parmaktan PİF eklem transferi yapıldı.



Üst: Ameliyat öncesi aktif hareket, alıcı alan çizimi ve grafisi  
Alt: Flep çizimi ve masadaki görünüm



Olgu No: 6 (devam)





## 6. TARTIŞMA

El eklemleri yüksek mukavemet ve esnekliğe sahip olan kompleks yapılardır. Fonksiyonel eklem ağrısız, hareket açıklığı olan ve yeterli stabilite içeren bir yapı olmalıdır. Hasar görmüş bir PİF eklem rekonstrüksiyonu ise cerrahları hala zorlayan bir konudur. Bu işlem için kabul görmüş ideal bir yöntem henüz tanımlanamamıştır. Artrodez hareketsiz eklem dezavantajını taşıırken, nonvaskülarize olarak yapılan transferler istenen işlevi kazandırmamakta [21]; allogreftler ise immünsüpresyon dezavantajı ve potansiyel sistemik komplikasyonlar taşımaktadır [22]. Gelişen teknik ve materyaller sayesinde sentetik eklem rekonstrüksiyonu büyük eklemlerde çok başarılı şekilde uygulanırken küçük eklemlerdeki sonuçları tartışmalıdır [20]. Eklem protezlerinin, uzun dönemde ekspoze olma, yıpranma, gevşeme, instabilite ve deformite gibi sorunları nedeniyle; özellikle, genç ve aktif çalışan hastalarda kullanımı kısıtlanmaktadır [97-99].

1960'lerde ayaktan ele parmak nakillerinin tanımlanması ve sıklıkla uygulanmasıyla beraber, ayaktan ele eklem transferi fikri de otojen dokularla kompozit rekonstrüksiyona imkân veren, hareketli, ağrısız, ve stabil bir eklem elde edilen, uygulanabilir bir seçenek olarak ortaya atılmış ve hızla uygulanmaya başlanmıştır. Ayrıca çocuklarda epifiz plağının transferi ile büyüme potansiyelinin devam ettirilebilmesi de bu yöntemin avantajlarından. Bununla birlikte zorlu mikrocerrahi ve uzun ameliyat süresine kıyasla elde edilen kısıtlı eklem hareketi nedeniyle, endikasyonları ve kullanımı oldukça kısıtlı kalmıştır. Günümüzde, genç ve aktif hastaların parmak eklemlerindeki ağrılı artroz, deformite ve instabilite PİF eklem transferi için endikasyon taşımaktadır. Bazı yazarlar transfer için tam fonksiyon gösteren fleksör-ekstansör tendonları önkoşul olarak belirtse de [24] serbest eklem flebiyle tendonların kompozit olarak taşınabileceğini ve eşzamanlı tendon rekonstrüksiyonu yapılabileceğini bildiren yazarlar da vardır [74, 80]. Çalışmamızda incelenen olguların 3'ünde total ankiloze, 4'ünde ise pasif hareketleri ağrılı PİF eklemlere transfer yapıldı. Ayrıca 5 olguda ameliyat öncesi aktif hareket izlenmemekteydi.

Özellikle ekstansör lag (kayıp/eksik), tüm çalışmalarda eklem transferinin kaçınılmaz bir sonucu olarak bildirilmiştir. Araştırmalar bu sorunun, teknik yetersizlik/yanlışlıktan ziyade ayak parmaklarının anatomik yapısından kaynaklandığını göstermiştir ve bunu düzeltmeye yönelik işlemler tanımlanmıştır [86]. Çalışmamızda da literatürdeki bulgulara benzer şekilde

ortalama 36,4° ekstansör lag (kayıp/eksik) saptandı. Literatür incelemelerinde bu değerin çeşitli serilerde 17,1° ila 42,5° arasında değiştiği görüldü.

Çalışmamızda epifiz plağı içeren transfer yapılmadığından büyüme değerlendirilmesi yapılamadı. Çocuk hastalarda yapılan transferler incelendiğinde ise transfer edilen eklemlerin büyümeye devam ettiği ve bu büyümenin ayaktaki diğer parmaklara eşit veya fazla, fakat eldeki diğer eklemlerden az olduğu bildirilmiştir [82, 100, 101]

Literatürde çeşitli serilerde, ameliyat sonrası bildirilen ortalama aktif hareket açıklığı değerleri 23,6° -53,7° iken [20], çalışmamızda ortalama hareket açıklığı 24,1° olarak saptandı. Literatürde bildirilen en yüksek aktif hareket açıklığı ise 63°'dir [89]. Olgularımızda elde edilen en yüksek aktif hareket ise 43°'dir. Çalışmamızdaki aktif hareket açıklığı ortalamasının göreceli olarak düşük olmasının nedenleri irdelendiğinde, özellikle aktif hareket açıklığının 20°'nin altında olduğu 3 olgu dikkat çekmektedir.

Bu olgulardan ilkinde, erken post-op dönemde iskemi oluştuğu ve flep revizyonu gerektiği saptandı. Uzun dönemdeki kısıtlı hareket, erken dönemdeki iskeminin, eklem perfüzyonunu bozduğu ve buna sekonder oluşan hyalin kartilaj – fibröz kartilaj dönüşümünün hareket açıklığını kısıtladığını düşündürmektedir. Her serbest flep cerrahisinde olduğu gibi eklem transferi hastalarında da ameliyat sonrası yakın dolaşım takibi kritik önem taşır. Ayrıca ameliyat esnasındaki flep iskemi süresi de mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır.

Literatürde de çokça tartışılmış olan fiksasyon metodlarının tümü çalışmamızdaki olgularda kullanıldı. Kısıtlı aktif hareket açıklığına sahip 2. olguda revizyon sonrası plak-vida ile fiksasyon yapıldığı görüldü. Bu bulgu plak-vida uygulaması esnasında yapılan yumuşak doku diseksiyonunu ve yabancı materyal kullanımının, ameliyat sonrası adhezyonu artırarak aktif hareketi kısıtladığı görüşünü [9] destekler nitelikteydi. Bu doğrultuda, tendon hareketlerine izin veren plak-vida materyallerinin tercih edilmesinin, dikkatli planlanmış ve özenli şekilde uygulanmış kemik fiksasyonun optimum sonuç için önkoşul olduğu söylenebilir.

Aktif hareketi 20° altında olan son olgunun ise yoğun fizyoterapi programına tam uyum sağlamadığı görüldü. Endikasyonlar kısmında değinilen hasta motivasyonu değerlendirmesinin önemi ve hasta uyumunun sonuca etki edebileceği görüldü.

Aktif hareket açıklığı en fazla (43°) olan olgu, standart DASH ve iş modeli DASH skorlarındaki düşüşlerle transferden en çok fayda gören hasta olarak değerlendirildi. Ayrıca bağlama çaldığı için performans modeli DASH hesaplaması da yapıldı ve bu konudaki işlev

kaybının, eklem transferiyle tamamen ortadan kalktığı görüldü. Bu olgu yara iyileşmesinin daha hızlı olması ve yüksek uyum düzeyiyle dikkat çekti. Ayrıca cerrahi sırasında gözlenen, alıcı ve donör falankslar arasındaki boyut uyumunun ve kolaylıkla uygulanan serklaj teli ile fiksasyonun da sonuca olumlu katkı yaptığı düşünülmektedir.

Grip (kavrama) gücü değerleri incelendiğinde, özellikle 3 hastada transfer yapılan elin total kavrama gücünde %25'ten fazla artış saptandı. Diğer hastalarda ise düşük düzeyde (5 pound) azalma ve artışlar izlendi. Belirgin artış olan hasta grubunun hareket açıklığının da göreceli olarak fazla olduğu görüldü. Bu bulgular başarılı vaskülarize eklem transferinin, genç ve güç gerektiren mesleğe sahip hastalar için ideal eklem rekonstrüksiyon alternatifi olduğunu destekler niteliktedir. Literatürde de eklem transferinin kavrama gücüne etkisi araştırılmış ve saptanan bulgular çalışmamızla paralellik göstermektedir [101]. Olguların uzun dönem pinch kuvveti ölçüldüğünde ise artan, azalan veya aynı kalan değerler bulundu.

Olgulara ameliyat öncesi ve sonrası DASH anketi uygulanarak, ameliyatın günlük yaşam aktiviteleri ve mesleki faaliyetlerine etkisi hastaların gözünden değerlendirilmeye çalışıldı. Fonksiyonel iyileşme için yapılan cerrahinin gerçekten bu yönde bir başarı sağlayıp sağlayamadığını anlamak için ameliyat öncesi skorlar uzun dönem (1. yıl) skorları ile karşılaştırıldı. DASH anketi, üst ekstremitte ve eldeki sorunların, hastanın günlük hayatına, sosyal aktivitelerine ve mesleki faaliyetlerine etkisini değerlendiren ve ağrı nedeniyle bu aktivitelerin ne kadar kısıtlandığını ortaya koyan, literatürde kabul görmüş bir ankettir. Hesaplanan DASH skorunda en az 10 puanlık değişimlerin anlamlı olduğu ileri sürülmüştür [96]. Vaskülarize eklem transferi olgularında, transferin hastanın günlük yaşam ve mesleki fonksiyonlarına etkisinin, kabul görmüş bir değerlendirme testiyle daha önce değerlendirilmediğinden, çalışmamızla literatüre bu konuda katkı sağlandığı düşünülmektedir.

DASH skorlarının ayrıntılarına bakıldığında, işlev kaybı skorunda 5 olguda azalma ve 2 olguda artış izlendi. DASH skorunda artış olan olguların ikisinde de artış 5 puanın altındaydı ve anlamlı değişim olarak değerlendirilmedi. Azalan 5 skordan 4'ünde ise değişim 10 puanın üzerindeydi. Ortalama DASH skorunda da 11 puanlık azalma ile 41,3'ten 30,3'e gerileme görüldü. İş modeli skorlarında ise tüm olgularda azalma saptandı. Ortalamada ise iş modeli DASH skorunun 70'ten 25'e gerilediği görüldü.

Bu değerler, serbest vaskülarize eklem transferinin, ağrı düzeyi, günlük yaşam aktiviteleri ve mesleki faaliyetler gibi kriterlerde, fonksiyonel olarak fark edilebilir iyileşme sağladığı lehine değerlendirildi.

## 7. SONUÇ

Ayak 2. parmağının donör alan olarak kullanıldığı serbest vaskülarize eklem transferi otojen dokuyla kompozit rekonstrüksiyona izin vermesi, yeterli stabilite ve eklem hareket açıklığı sağlaması, sentetik materyallerin uzun dönem dezavantajlarını taşımaması, çocuklarda epifiz plağının transferiyle büyüme potansiyelini koruması ve minimal donör alan morbiditesi nedeniyle el parmak eklemlerinin rekonstrüksiyonunda önemli seçeneklerden biridir. Genç ve aktif çalışan hastalarda, özellikle tamamen ankiloz olmuş ve hareket açıklığı taşımayan eklemlerin rekonstrüksiyonunda mutlaka akılda bulundurulması gerekir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla, uygun endikasyon, dikkatli planlama ve özenli cerrahi teknikle, hastaların günlük aktivitelerinde ve mesleki fonksiyonlarında yaşam kalitesini artıran bir sonuç alınabileceği gösterildi.



## 8. KAYNAKLAR

1. Hatemi, H., *İnsan ve Elleri*, in *El'i Kavramak*, A. Belce and H. Hatemi, Editors. 2012, BVÜ: İstanbul. p. 14.
2. Day, C. and P. Stern, *Fractures of the Metacarpals and Phalanges*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 239-290.
3. Ege, R., *El Bölgesi Kırıklarının Tedavi Yöntemleri*, in *XIV. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji ve Uluslararası Ortopedi ve Travmatoloji Birliği - SICOT Bölgesel Kongre Kitabı*, R. Ege, Editor. 1996, Bizim Büro Basımevi: Ankara. pp. 55-63.
4. Choi, M. and J. Chang, *Management of Hand Fractures*, in *Grabb and Smith's Plastic Surgery, 7th ed.*, C. Thorne, Editor. 2014, Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health: Philadelphia. pp. 758-766.
5. Ege, R., *El Kırıkları*, in *Travmatoloji*, R. Ege, Editor. 2003, Bizim Büro Basımevi: Ankara. pp. 2649-2780.
6. Stern, P.J., et al., *Pilon fractures of the proximal interphalangeal joint*. The Journal of hand surgery, 1991. **16**(5): p. 844-850.
7. Swanson, A., *Fractures involving the digits of the hand*. The Orthopedic clinics of North America, 1970. **1**(2): p. 261-274.
8. Deshmukh, S., et al., *Complex fracture-dislocation of the proximal interphalangeal joint of the hand*. Bone & Joint Journal, 2004. **86**(3): p. 406-412.
9. Bosscha, K. and J. Snellen, *Internal fixation of metacarpal and phalangeal fractures with AO minifragment screws and plates: a prospective study*. Injury, 1993. **24**(3): p. 166-168.
10. Chow, S., et al., *A prospective study of 245 open digital fractures of the hand*. The Journal of Hand Surgery: British & European Volume, 1991. **16**(2): p. 137-140.
11. Pun, W., et al., *Unstable phalangeal fractures: treatment by AO screw and plate fixation*. The Journal of hand surgery, 1991. **16**(1): p. 113-117.
12. Shin, A. and P. Amadio, *The Stiff Finger*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 355-388.
13. Bunnell, S., *Surgery of the Hand, 3rd ed.*, ed. S. Bunnell. 1956, Philadelphia: JB Lippincott.
14. Page, S.M. and P.J. Stern, *Complications and range of motion following plate fixation of metacarpal and phalangeal fractures*. The Journal of hand surgery, 1998. **23**(5): p. 827-832.
15. Balaram, A.K. and M.S. Bednar, *Complications after the fractures of metacarpal and phalanges*. Hand clinics, 2010. **26**(2): p. 169-177.
16. Green, D., *Complications of phalangeal and metacarpal fractures*. Hand clinics, 1986. **2**(2): p. 307.
17. Suzuki, Y., et al., *The pins and rubbers traction system for treatment of comminuted intraarticular fractures and fracture-dislocations in the hand*. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 1994. **19**(1): p. 98-107.

18. Hynes, M. and G. Giddins, *Dynamic external fixation for pilon fractures of the interphalangeal joints*. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 2001. **26**(2): p. 122-124.
19. Amadio, P. and A. Shin, *Arthrodesis and Arthroplasty of Small Joints of the Hand*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 389-406.
20. Squitieri, L. and K.C. Chung, *A systematic review of outcomes and complications of vascularized toe joint transfer, silicone arthroplasty, and PyroCarbon arthroplasty for posttraumatic joint reconstruction of the finger*. Plastic and reconstructive surgery, 2008. **121**(5): p. 1697-1707.
21. Entin, M.A., J. Alger, and R. Baird, *Experimental and clinical transplantation of autogenous whole joints*. J Bone Joint Surg Am, 1962. **44**(8): p. 1518-1652.
22. Goldberg, V.M., B. Porter, and E. Lance, *Transplantation of the canine knee joint on a vascular pedicle. A preliminary study*. Journal of Bone and Joint Surgery-Series A, 1980. **62**(3): p. 414-424.
23. Rosso, R., et al., *Functional and Morphological Outcome of Knee Joint Transplantation in Dogs Depends on Control of Rejection*. Transplantation, 1997. **63**(12): p. 1723-1733.
24. Kao, D., Y. Lin, and F. Wei, *Vascularized Joint Transfer*, in *The Art of Microsurgical Hand Reconstruction*, D. Slutsky, Editor. 2013, Thieme: New York. pp. 296-303.
25. Kutz, J.E., et al., *Microvascular Free Transfer of Toe Joints*, in *Grabb's Encyclopedia of Flaps Volume II: Upper Extremities*, B. Strauch, et al., Editors. 2009, Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. pp. 764-767.
26. Chen, H.-Y., et al., *Vascularised toe proximal interphalangeal joint transfer in posttraumatic finger joint reconstruction: The effect of skin paddle design on extensor lag*. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 2014. **67**(1): p. 56-62.
27. Chen, S., F.-C. Wei, and H.-C. Chen, *Vascularized toe joint transplantation*. Hand clinics, 1999. **15**(4): p. 613-627.
28. Foucher, G., D. Sammut, and N. Citron, *Free vascularized toe-joint transfer in hand reconstruction: a series of 25 patients*. Journal of reconstructive microsurgery, 1990. **6**(03): p. 201-207.
29. Green, D., *General Principles*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 3-24.
30. Bell, C., *The hand: its mechanism and vital endowments, as evincing design*. Vol. 4. 1865: Bell & Daldy.
31. Verdan, C.E., *Primary repair of flexor tendons*. J Bone Joint Surg Am, 1960. **42**(4): p. 647-657.
32. Kleinert, H., T. Ashbell, and J. Kutz, *Primary Repair of Lacerated Flexor Tendons in No Man's Land*, in *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 1967, Journal of Bone and Joint Surgery Inc. p. 577-600.
33. Jacobson, J. and E. Suarez. *Microsurgery in anastomosis of small vessels*. in *Surgical Forum*. 1960.
34. Lee, S. and B. Fisher, *Portacaval shunt in the rat*. Surgery, 1961. **50**(4): p. 668-672.
35. Kleinert, H. and M. Kasdan, *Anastomosis of digital vessels*. The Journal of the Kentucky Medical Association, 1965. **63**: p. 106.
36. Buncke, H.J. and W.P. Schulz, *Total ear reimplantation in the rabbit utilising microminiature vascular anastomoses*. British journal of plastic surgery, 1966. **19**: p. 15-22.

37. Komatsu, S. and S. Tamai, *Successful Replantation of a Completely Cut-off Thumb*. Plastic and Reconstructive Surgery, 1968. **42**(4): p. 374-377.
38. Buncke, H.J., C.M. Buncke, and W.P. Schulz, *Immediate Nicoladoni procedure in the Rhesus monkey, or hallux-to-hand transplantation, utilising microminiature vascular anastomoses*. British journal of plastic surgery, 1966. **19**: p. 332-337.
39. Cobbett, J., *Free digital transfer*. Bone & Joint Journal, 1969. **51**(4): p. 677-679.
40. Whitworth, I. and M. Pickford, *The first toe-to-hand transfer: a thirty-year follow-up*. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 2000. **25**(6): p. 608-610.
41. Yıldırım, İ., *El Cerrahisi Tarihçesi*, in *Türk Plastik Cerrahi Tarihçesi*. 2012, Yelken Basım: İstanbul. pp. 302-304.
42. Vedder, N. and D. Hanel, *The Mangled Upper Extremity*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 1603-1644.
43. Moore, K.L., A.F. Dalley, and A.M. Agur, *Upper Limb*, in *Clinically oriented anatomy*. 2013, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. pp. 799-848.
44. Young, R.W., *Evolution of the human hand: the role of throwing and clubbing*. Journal of Anatomy, 2003. **202**(1): p. 165-174.
45. Penfield, W. and E. Boldrey, *Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation*. Brain: A journal of neurology, 1937.
46. *National History Museum Picture Library*. Available from: <http://piclib.nhm.ac.uk/index.asp>.
47. Schmidt, H.-M. and U. Lanz, *Skin of the Hand*, in *Surgical anatomy of the hand*. 2011, Thieme: Philadelphia. pp. 95-112.
48. Hall, J.E., *Bone Physiology*, in *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 2015, Elsevier Health Sciences: Philadelphia. pp. 978-995.
49. Cruess, R. and J. Dumont, *Fracture healing*. Canadian journal of surgery. Journal canadien de chirurgie, 1975. **18**(5): p. 403-413.
50. Krompecher, I., S. Krompecher, and S. Pernyész, *Die Knochenbildung*. 1937: Fischer.
51. Brennwald, J., *Fracture Healing in the Hand: A Brief Update*. Clinical orthopaedics and related research, 1996. **327**: p. 9-11.
52. Vidal, J., C. Buscayret, and H. Connes, *Treatment of articular fractures by "ligamentotaxis" with external fixation*. Brooker AF, Edwards CC (eds), External Fixation: The Current State of the Art, 1979: p. 75-82.
53. De Smet, L. and P. Boone, *Treatment of fracture–dislocation of the proximal interphalangeal joint using the suzuki external fixator*. Journal of orthopaedic trauma, 2002. **16**(9): p. 668-671.
54. Schenck, R.R., *The dynamic traction method*. Hand Clin, 1994. **10**: p. 187-198.
55. Ip, W., K. Ng, and S. Chow, *A prospective study of 924 digital fractures of the hand*. Injury, 1996. **27**(4): p. 279-285.
56. London, P., *Sprains and fractures involving the interphalangeal joints*. The Hand, 1971. **3**(2): p. 155-158.
57. Weiss, A.-P.C. and H. Hastings, *Distal unicondylar fractures of the proximal phalanx*. The Journal of hand surgery, 1993. **18**(4): p. 594-599.
58. Merrell, G. and J. Slade, *Dislocations and Ligament Injuries in the Digits*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 291-332.

59. Allison, D., *Fractures of the base of the middle phalanx treated by a dynamic external fixation device*. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 1996. **21**(3): p. 305-310.
60. Majumder, S., et al., *Lessons learned from the management of complex intra-articular fractures at the base of the middle phalanges of fingers*. The Journal of Hand Surgery: British & European Volume, 2003. **28**(6): p. 559-565.
61. Hastings, H. and C. Carroll, *Treatment of closed articular fractures of the metacarpophalangeal and proximal interphalangeal joints*. Hand clinics, 1988. **4**(3): p. 503-527.
62. Seno, N., et al., *Fractures of the base of the middle phalanx of the finger*. Bone & Joint Journal, 1997. **79**(5): p. 758-763.
63. Ekin, A., *El Bölgesi Kırıklarının Tedavi Yöntemleri*, in XIV. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji ve Uluslararası Ortopedi ve Travmatoloji Birliği - SICOT Bölgesel Kongre Kitabı, R. Ege, Editor. 1996, Bizim Büro Basımevi: Ankara. pp. 66-77.
64. Carroll, R.E. and T.H. Taber, *Digital arthroplasty of the proximal interphalangeal joint*. J Bone Joint Surg Am, 1954. **36**(5): p. 912-920.
65. Swanson, A., et al., *Flexible implant arthroplasty in the proximal interphalangeal joint of the hand*. The Journal of hand surgery, 1985. **10**(6): p. 796-805.
66. Linscheid, R. and J. Dobyns. *Total joint arthroplasty. The hand*. in Mayo Clinic Proceedings. 1979.
67. Linscheid, R., et al. *Proximal interphalangeal joint arthroplasty with a total joint design*. in Mayo Clinic Proceedings. 1979.
68. Uchiyama, S., et al., *Kinematics of the proximal interphalangeal joint of the finger after surface replacement*. The Journal of hand surgery, 2000. **25**(2): p. 305-312.
69. Bravo, C.J., et al., *Pyrolytic carbon proximal interphalangeal joint arthroplasty: results with minimum two-year follow-up evaluation*. The Journal of hand surgery, 2007. **32**(1): p. 1-11.
70. Hurwitz, P.J., *Experimental transplantation of small joints by microvascular anastomoses*. Plastic and reconstructive surgery, 1979. **64**(2): p. 221-231.
71. Buncke Jr, H., et al., *The fate of autogenous whole joints transplanted by microvascular anastomoses*. Plastic and reconstructive surgery, 1967. **39**(4): p. 333-341.
72. Foucher, G. and M. Merle, *Transfert articulaire au niveau d'un doigt en microchirurgie*, in GAM: Lettre d'information du GAM. 1976. pp. 7.
73. Imamura, K., Y. Nagatani, and E. Hirano, *Vascularized toe-to-finger joint transplantation: 11 patients followed for 4 years*. Acta Orthopaedica Scandinavica, 1992. **63**(4): p. 457-461.
74. Foucher, G., et al., *Joint reconstruction following trauma: comparison of microsurgical transfer and conventional methods: a report of 61 cases*. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 1986. **11**(3): p. 388-393.
75. Tsai, T.-M., et al., *Vascularized autogenous whole joint transfer in the hand—a clinical study*. The Journal of hand surgery, 1982. **7**(4): p. 335-342.
76. Kaplan, İ., et al., *Free vascularized joint transfers*. Turkish Journal of Hand Surgery and Microsurgery (Türk El Cerrahisi ve Mikrocerrahi Dergisi), 1996. **4**(5): p. 5-9.
77. Nasır, S. and M.A. Aydın, *Serbest Flep Sonuçlarımız*. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 2003. **10**(2): p. 29-32.
78. Erçetin, Ö. and M. Akıncı, *Ayaktan Ele Parmak Transferinde Pedikülün Diseksiyonu*, in III. El Cerrahi ve Rekonstrüksiyonu Kongre Kitabı, R. Ege, Editor. 1994. pp. 72-73.

79. Chang, N.-J., et al., *Heterotopic Vascularized Joint Transfer in Mutilating Hand Injuries*. Annals of plastic surgery, 2016. **76**: p. S1-S7.
80. Foucher, G. and A. Khouri, *Finger joint reconstruction after mutilation of the hand*. Acta Orthop Belg, 1997. **63**(3): p. 144-155.
81. Lin, C. and P. Sassu, *Toe flaps and toe transplantation*, in *Flaps and Reconstructive Surgery*, F. Wei and S. Mardini, Editors. 2009, Saunders/Elsevier: Philadelphia. pp. 473-497.
82. Singer, D., et al., *Long-term follow-up of free vascularized joint transfers to the hand in children*. The Journal of hand surgery, 1988. **13**(5): p. 776-783.
83. Waughlock, N., et al., *Improving the extensor lag and range of motion following free vascularized joint transfer to the proximal interphalangeal joint: part 1. An observational and cadaveric study*. Plastic and reconstructive surgery, 2013. **132**(2): p. 263e-270e.
84. Wei, F.-C., et al., *Combined second and third toe transfer*. Plastic and reconstructive surgery, 1989. **84**(4): p. 651-656.
85. Hierner, R. and A.K. Berger, *Long-term results after vascularised joint transfer for finger joint reconstruction*. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery, 2008. **61**(11): p. 1338-1346.
86. Lam, W.-L., et al., *Improving the extensor lag and range of motion following free vascularized joint transfer to the proximal interphalangeal joint: Part 2. A clinical series*. Plastic and reconstructive surgery, 2013. **132**(2): p. 271e-280e.
87. Lin, Y.-T. and C. Loh, *A Novel Technique for Correcting Extensor Lag in Vascularized Toe PIP Joint Transfers*. Techniques in hand & upper extremity surgery, 2016.
88. Ellis, P.R., D. Hanna, and T.-M. Tsai, *Vascularized single toe joint transfer to the hand*. The Journal of hand surgery, 1991. **16**(1): p. 160-168.
89. Kimori, K., et al., *Free vascularized toe joint transfer to the hand. A technique for simultaneous reconstruction of the soft tissue*. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 2001. **26**(4): p. 314-320.
90. Lin, Y.-T., et al., *Simultaneous reconstruction of extensor mechanism in the free transfer of vascularized proximal interphalangeal joint*. Techniques in hand & upper extremity surgery, 2013. **17**(1): p. 20-24.
91. Tsai, T.-M. and R. Singer, *Elective free vascularized double transfer of toe joint from second toe to proximal interphalangeal joint of index finger: a case report*. The Journal of hand surgery, 1984. **9**(6): p. 816-820.
92. Wei, F.-C. and S.L. Henry, *Toe-to-Hand Transplantation*, in *Green's Operative Hand Surgery, 6th ed.*, S. Wolfe, et al., Editors. 2011, Elsevier/Churchill Livingstone: Philadelphia. pp. 1807-1837.
93. Tsai, T.-M. and B.-H. Lim, *Free vascularized transfer of the metatarsophalangeal and proximal interphalangeal joints of the second toe for reconstruction of the metacarpophalangeal joints of the thumb and index finger using a single vascular pedicle*. Plastic and reconstructive surgery, 1996. **98**(6): p. 1080-1086.
94. Hudak, P.L., et al., *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand)*. American journal of industrial medicine, 1996. **29**(6): p. 602-608.
95. Luc, D., *The DASH questionnaire and score in the evaluation of hand and wrist disorders*. Acta Orthop Elg, 2008. **74**: p. 575-581.
96. Gummesson, C., I. Atroshi, and C. Ekdahl, *The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring*

- self-rated health change after surgery*. BMC musculoskeletal disorders, 2003. **4**(1): p. 1.
97. Lin, H.H., J.D. Wyrick, and P.J. Stern, *Proximal interphalangeal joint silicone replacement arthroplasty: clinical results using an anterior approach*. The Journal of hand surgery, 1995. **20**(1): p. 123-132.
  98. Sweets, T.M. and P.J. Stern, *Proximal interphalangeal joint prosthetic arthroplasty*. The Journal of hand surgery, 2010. **35**(7): p. 1190-1193.
  99. Tuttle, H.G. and P.J. Stern, *Pyrolytic carbon proximal interphalangeal joint resurfacing arthroplasty*. The Journal of hand surgery, 2006. **31**(6): p. 930-939.
  100. Ishida, O. and T.M. Tsai, *Free vascularized whole joint transfer in children*. Microsurgery, 1991. **12**(3): p. 196-206.
  101. Tsubokawa, N., T. Yoshizu, and Y. Maki, *Long-term results of free vascularized second toe joint transfers to finger proximal interphalangeal joints*. The Journal of hand surgery, 2003. **28**(3): p. 443-447.

