

1. GİRİŞ ve AMAÇ

El üst ekstremitenin fonksiyonel açıdan en önemli kısmıdır. Kavrama ve duyumsama için şekillendirilmiş olup, öncelikle insanların çevreden besin gereksinimini sağlamak için gelişmiştir. Bu besin toplama kapasitesinin yanı sıra, alet kullanarak ya da kullanmayarak birçok yaşamsal fonksiyonu gerçekleştirir. Elin gelişimi medeniyeti, medeniyet ise elin gelişimini etkileyerek bu günlere gelinmiştir. Elin bugünkü yapısını anlamak için, çeşitli türlerdeki kavrama-duyumsama organları ve gelişimleri ile kıyaslanması gereklidir. Bunun yanı sıra elin gelişiminde çevresel değişimlere gösterdiği uyumun önemi büyüktür. Kavrama-duyumsama organları çeşitli türlerde kerpeten gibi (kuş gagaları), sarmalayıcı (ahtapot kolları) ve yapışanlar (bukalemunun uzayabilen dili) şeklinde yapılanmışlardır. İnsan eli ise kerpeten gibi hareketlere, sarmalayıp kavrama işlemine, çengel gibi cisimleri asmaya ve avuç içi sayesinde cisimleri yakalamaya muktedirdir. Bu özellikler elin beş parmaklı yapısından kaynaklanmaktadır. Ortadaki uzun merkezi 3. parmak ile bağımsız hareket edebilen başparmak, insanlarla maymunlar arasındaki farkı oluşturmuştur. ^{1,2}

Elin fonksiyonel kapasitesinin temelinde karpometakarpal, metakarpofalangeal ve interfalangeal eklemlerin hareket yetenekleri belirleyicidir. Bir bakıma el fonksiyonunun matematiksel ifadesi adı geçen eklemlerin hareket açıklıklarıdır, yani başka bir deyişle eklem hareket genişliği (ROM-Range of Motion) ölçümleridir. Çeşitli hastalıklarda ROM kayıpları tanı ve takip için önemlidir. Ayrıca çağdaş teknoloji ürün imalatında el ergonomistisini kullanarak insan eli için daha uygun aletler imal etmektedir. Bütün bunlar elin fonksiyonel anatomisinin bilinmesinin zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

Eklem hareket genişliği eklemlerdeki bükülebilmenin, döndürülebilmenin ve katlanabilmenin hareket miktarı ya da derecesi olarak tanımlanabilir. Bunun ifadesinde “Range of motion” ya da “Range of movement” kelimelerinin baş harflerinin kullanıldığı kısaltma olan “ROM” tercih edilmektedir. Aynı eylemi ifade edebilen İngilizce “flexibility” ve Almanca “Beweglichkeit” kelimeleri de zaman zaman kullanım alanı bulmaktadır. Eklemlerde hareket genişliği kas-kiriş-bağlar gibi anatomik yapılar ve nörofizyolojik etkilerle belirlenir. ³⁻⁵

Eklem hareketlerinin ölçümünde başlangıç pozisyonu, anatomik duruş olan, nötral “O”(zero) pozisyonudur: Ayakta dik duran, öne bakan, kollar vücuda paralel; avuç içleri ve ayak uçları öne bakacak şekildedir. Bu sistemde açılışta, ekstansiyondaki el bileği ve parmak eklemleri 0° olarak kabul edilir. Eklem hareketleri sagittal (S), frontal (F) ve transversal (T) düzlemlerde ölçülür. Düzlemlerin baş harflerine ilaveten rotasyon (R) ölçümü baş harfi kullanılarak “SFTR kayıt sistemi” geliştirilmiştir. Kayıta önce vücuttan uzaklaşan hareket açıklığı sonra nötral sıfır pozisyonu ve en son vücuda yaklaşan hareket açıklığını ifade edecek şekilde (45-0-180 gibi) ifade edilir.⁶

ROM klasik olarak goniometreler ile ölçülür.⁷⁻¹⁰ Goniometri en basit ve en eski ölçüm yöntemidir. Radyometrik ölçüm (Röntgen ışınları), fotografik ölçümler (fotogrametri) indirekt yöntemlerdir ve pahalıdır. Radyometrik ölçümlerde röntgen ışınlarına maruz kalınması sakıncalıdır. Ancak ölçümlerde, ölçen kişi ya da sistemin hata payını azaltmak veya sıfıra indirmek, daha hızlı çalışabilmek ve daha detaylı inceleme için çeşitli sistem veya yöntemler geliştirilmektedir. Bunlardan bazıları çok açılı goniometreler,¹¹ bilgisayar destekli hareket analiz sistemleri^{12,13} ve inklinometredir. Cybex firması tarafından üretilen digital inklinometre öncelikle omurga hareketlerinin ölçülmesinde karşılaşılan güçlükleri çözmek için geliştirilmiştir. Ancak vücudun diğer eklem hareketlerini ölçmek de mümkündür. Özellikle omurga dışı hareket ölçümlerinde halen kullanılabilirliği vardır.¹⁴⁻¹⁵ İnklinometre kullanılarak yapılan ölçümlerin sayısı, goniometre kadar fazla miktarda değildir. AAOS (American Academy of Orthopedic Surgeons) inklinometre ile ölçerek daha önce normal ROM değerlerini yayınlamıştır.¹⁶

1993 yılından itibaren Anabilim Dalımızda inklinometrik araştırmalar yapılmaktadır. Ön araştırma sonuçları ulusal anatomi kongrelerimize tebliğ edilmiştir.¹⁷⁻²⁶ 1997 yılında üst ekstremitrenin üç büyük eklemi olan omuz, dirsek ve el bileğinin ROM değerleri üzerine yüksek lisans tezi tamamlanmış ve başarıyla sunulmuştur.²⁷ Bu çalışmada kontrol grubu klasik goniometre ile de ölçülmüştür. Sonuçların istatistik analizi inklinometre ile ölçümlerin güvenilirliğini ve gerçekliğini kanıtlamıştır.^{17,28} 1998 yılında alt ekstremitrenin üç büyük eklemi olan kalça, diz ve ayak bileğinin ROM değerlerinin ölçümleri tamamlanmış ve doktora tezi olarak savunulmuştur.²⁹ 2001 yılında yine inklinometre kullanılarak futbolcularda alt ekstremitre ROM değişiklikleri araştırılmış ve yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.³⁰ Münferit inklinometrik araştırmalar yurtdışı kongre ve sempozyumlara metodolojik veya preliminer çalışma şeklinde tebliğ edilmiştir.³¹⁻³⁵

Anabilim Dalımızın geniş kapsamlı ve uzun vadeli araştırma yönelimi doğrultusunda, el parmak eklemlerinin hareket genişliklerinin ölçülmesinde inklinometre aletinin uygulanabilirliğini araştırmak ve yeterli sayıda sağlıklı denekler üzerinde standart ortalama değerleri tespit etmek bu çalışmamızın amacıdır. Yurtdışı kaynaklarda farklı yöntemlerle parmak eklemlerinin hareketleri ölçülmüř¹⁰⁻¹³, fakat Türkler üzerinde detaylı incelemeler yapılmamıştır. ROM değerlerinin ırk, etnik grup,coğrafi populasyon, yaş ve cinsiyete bağlı olarak değişiklik gösterebileceği bilinmektedir. Metodolojik bütünlük içerisinde, her iki elin (dominant ve nondominant) beş parmağının 15 ekleminin toplam 36 ayrı hareketinin dahil edildiği kapsamlı bir ereve hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

Genel vücut yapısının bir parçası olarak el (manus) üç işlevsel bölümden ibarettir: el bileği (carpus); el tarağı (metacarpus); el parmakları (digiti manus). Sonuncular beş adet olup dışyandan içyana doğru sıralanırlar (klasik anatomik pozisyona göre). Birinci parmak “başparmak”(pollex), ikinci parmak “işaret parmağı” (index), üçüncü parmak “orta parmak” (digitus medius), dördüncü parmak “yüzük parmağı”(digitus anularis) ve beşinci parmak da “serçe parmak” veya “küçük parmak”(digitus minimus) şeklinde adlandırılırlar. Parmak uçlarının dorsal tarafında tırnaklar (ungues) yer alırken, palmar tarafları hassas deri ve gözenekli derialtı yağ birikintisi ile donatılmıştır. Yumuşaklığı nedeniyle bu uçlara klinikte “pulpa”(baca digiti) denmektedir.

Dıştan deri ile örtülü bulunan elin iç yapısında derialtı tabakaları, fasya ve aponevrozlar, kan ve lenfa damarları, sinirler, yağ ve bağ dokuları da yer alır. Ancak araştırma konumuza esas teşkil eden anatomik yapılar kas-iskelet sistemine ait olanlar olduğu için bunlar hakkında kısa bilgilerle yetineceğiz.

2.1. Yapısal Anatomi

2.1.1. Kemikler

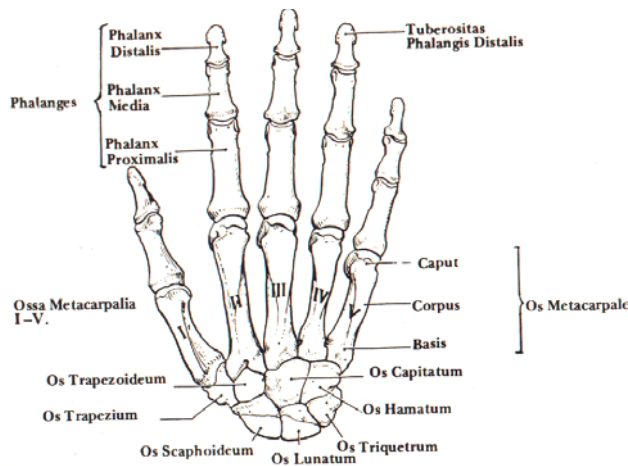
El ve bilek toplam 27 kemikten oluşmaktadır. Bunların 19’u (5 metakarpal kemik ve 14 falanks) uzun kemik yapısındadır. Kemikler 5 ayrı ışnsal dizi oluşturmuştur. Her bir dizi karpometakarpal eklemden başlar ve üç eklem içerir. En radial dizi ya da başparmak dizisi en kısa olup bir metakarpal kemik ve iki falankstan meydana gelir. Bu dizinin temeli os trapezium ve os scaphoideum’a uzanır. Skafolunat eklem hareketi sayesinde bu diziyeye belli bir otonomi sağlanmıştır. Trapez kemiğin diğer karpal kemiklere göre sagittal planda 45 ° açılı olması, 1. metakarpal ile 2. metakarpal arasında 45 ° açı oluşmasına yol açar. Bu da oluşan geniş “web” (bağlantı aralığı) sayesinde oppozisyon hareketine olanak sağlar.^{36,37}

Elin beş metakarpal kemiklerinin her birinde caput, corpus ve basis bölümleri vardır. Proksimal uç (basis) karpal kemiklerle, distal uç (caput) phalanx'larla eklem oluşturduğu için eklem yüzeylerine sahiptirler. Palmar yüzleri hafif iç bükey, dorsal yüzleri ise hafif dış bükeydir. Dorsal yüzleri caput'a gittikçe belirgin bir üçgen yapı gösterirler. 1.metakarpal kemik tabanındaki eklem yüzü eyer şeklindedir. 2. metakarpalın çentikli basis'i hem el bileği kemikleri ile, hem de içyanda 3. metakarpal kemik ile eklem oluşturur. 3. metakarpalın basis'inde dorsoradial tarafında processus styloideus, radialinde ise 2. metakarpal için eklem yüzeyi vardır. 4. metakarpalın tabanı düzgün dörtkenar ve çift taraflı eklem yüzeylidir. 5. metakarpalın ise içyan tarafında eklem yüzeyi bulunmaz.

Parmakların iskeletini oluşturan dizi kemikleri (phalanges) de basis, corpus ve caput bölümleri içerirler. Başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer dizi kemiği bulunur. Metakarpal kemiklerle eklem yapanlara "phalanx proximalis", ortadakilere "phalanx media" ve en uçtakilere "phalanx distalis" denir.³⁸

Falanksların palmar yüzeyi düz, dorsal yüzeyi ise dış bükeydir. Pürtüklü ve keskin kenarlarına fleksor kas kirişlerinin kılıfları tutunur. Proksimal falanks basis'inde metakarpal ile eklemleşme için oval bir küremsi çukur yer alır. Orta ve distal falankslarda ise makara biçimli çukurluk bulunur. Proksimal ve orta falanksların caput'ları makara biçimli eklem yüzeyi gösterirken, distal falankslar pürtüklü bir genişleme ile sonlanırlar (Şekil1).

Metakarpal kemikler ve falankslar doğumdan önce ve erken çocukluk çağında kırık yapıdadırlar. Diafizer ossifikasyon merkezleri doğumdan önce belirirler. Epifizer merkezler ise doğumdan sonra gelişirler. Metakarpal kemiklerde ve falankslarda sadece birer tane epifizer kemikleşme merkezi bulunur: Falankslarda bu merkez proksimal uçta (basis); metakarpal kemiklerde ise distal uçta (caput) yer alır. Fakat 1.metakarpal kemikte istisna olarak epifizer merkez proksimal uçta gelişir.



Şekil 1. El kemikleri.³⁸

2.1.2. Eklemler

Bilek eklemi (Art.carpi) karmaşık yapıya bileşik bir eklemdir ve vücudun en önemli büyük oynak eklemlerinden sayılır. Nomenklatur olarak el iskelet yapısına dahil edilmektedir fakat konu itibarıyla araştırmamızın kapsamı dışındadır. Tez çalışmamızın esas konusu bilek ekleminin distalinde yer alan ve parmakları ayrı ayrı oynatabilen ufak eklemlerdir. Söz konusu parmak eklemlerinin her biri yapısal bakımdan sinovyal eklemdir. Müstakil kapsülleri ve ayrı eklem boşlukları vardır. Kapsülün iç yüzünü döşeyen zar eklem yüzeylerinin kenarlarına yapışır. Eklem yüzeyleri hyalin kıkırdak ile döşenmiştir. Kapsüller oldukça gevşektir. Eklem bağları sayıca az olup, fibroz tabakanın medial ve lateral tarafında yoğunlaşırlar.

Parmak eklemlerini fonksiyonel bakımdan iki gruba ayırmak uygundur: a) başparmak eklemleri dizisi; b) diğer parmakların eklemler dizileri

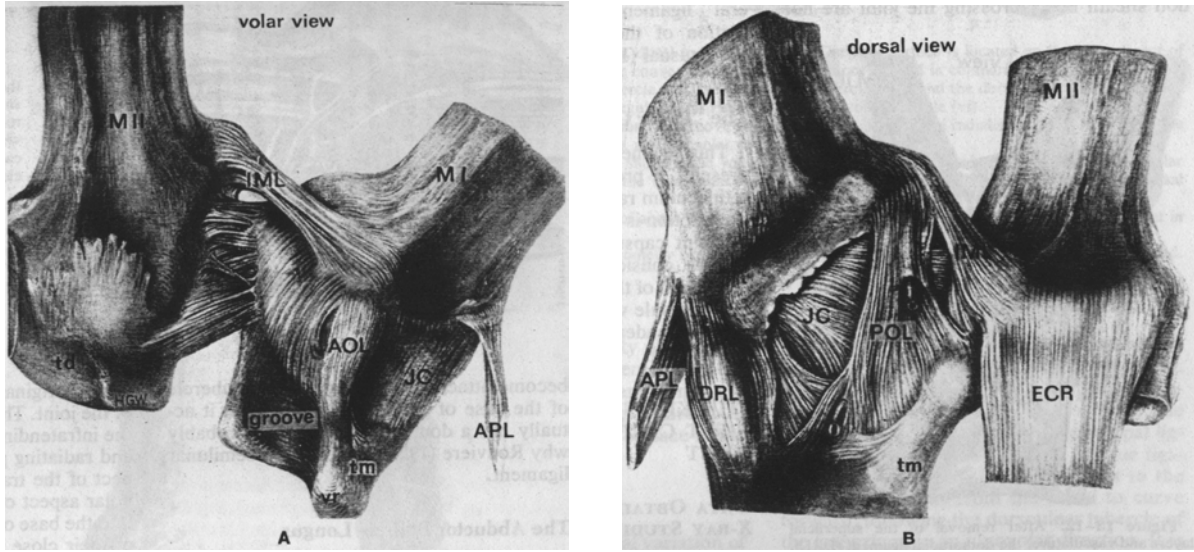
a. Başparmak Eklemleri Dizisi

Başparmağın hareketlerini sağlayan üç eklem proksimal yöne çekilmiş bağımsız bir üçlü silsile oluşturur. Temelde karpal kemiklere kadar ulaşır, fakat sadece bir karpal kemik (os trapezium) direkt olarak bu diziye iştirak eder. Proksimalden distale doğru başparmak eklemleri şunlardır: art.carpometacarpalis pollicis; art.metacarpophalangea pollicis ve art.interphalangea pollicis.

Articulatio Carpometacarpalis Pollicis (CMP)

“Trapezometakarpal” eklem olarak da bilinir, çünkü eklem os trapezium ve birinci metakarpal kemiğin eyer biçimindeki tabanı arasındadır. Os trapezium’un palmar yüzünde “volar tuberkül” ve yanında m. flexor carpi radialis için bir oluk mevcuttur. Dorsal yüz ise pürtüklü olup radial tarafta tuberküle sahiptir. Bu eklem sinovyal yapıda ve sellaris tipindedir. Kapsül nispeten gevşektir. Membrana synovialis kapsülün iç yüzünü döşeyerek ayrı bir eklem boşluğu oluşturur. Eklem birbirine dikey iki ana eksenle hareketlere izin verir. Eklem yüzeylerin sığ olması ve kapsülün gevşekliği sonucu biraz rotasyon da yapılabilir. Bu eklemin anatomik bağları tarif edilmez, fakat cerrahi kitaplarında klinik öneme sahip bağlardan bahsedilir. Bu bağlar “radial kollateral ligament” gibi hareket eden m. abductor pollicis longus’un kirişi, anterior ve posterior oblik ligamentler ve “dorsoradial ligament”tir. Ayrıca 1.

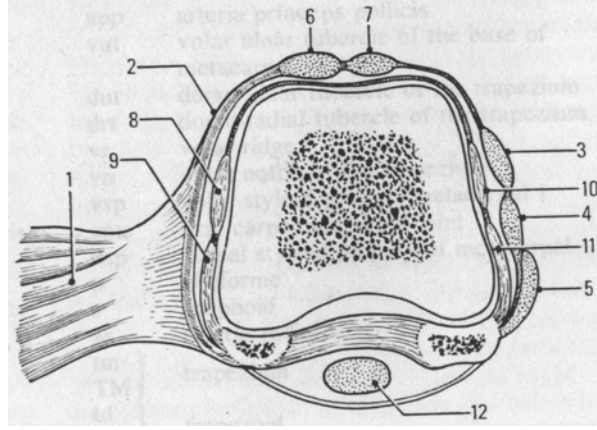
ve 2. metakarpal kemiklerin basis'leri arasındaki "1. intermetacarpal ligament"ten de bahsedilir. Bu bağlar arasında özellikle abduktör kasın 1. metakarpal kemiği radiale doğru çekme gücüne direnen 1. intermetacarpal ligament'in yaş veya dejeneratif sorunlar karşısında zayıflaması eklemden radiale doğru subluksasyon ve artroz gelişimine sebep olmaktadır³⁹ (Şekil 2).



Şekil 2. Art.carpometacarpalis pollicis: tm: os trapezium; JC: eklem kapsülü; MI: birinci metakarpal; MII; ikinci metakarpal; A) palmar görünüm (AOL: anterior oblik ligament; IML: intermetakarpal ligament; APL: m.abductor pollicis longus B) dorsal görünüm: (DRL: dorsal radial ligament; POL: posterior oblik ligament; ECR: m. extensor carpi radialis; APL: m. abductor pollicis longus)³⁹

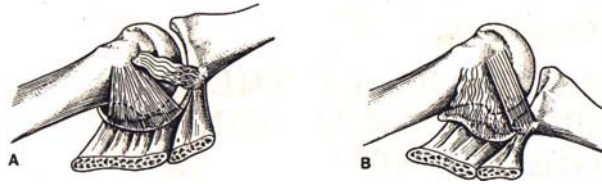
Articulatio Metacarpophalangea Pollicis (MCP I)

Bu eklem diğer metakarpofalangeal eklemlerden farklıdır. Çünkü sesamoid kemiklere ve tenar kas insersiyonlarına sahiptir. Ayrıca her planda daha az hareketlidir. Aslında bu özellikleri eklemde ana fonksiyonu, yani kavramadaki sağlamlık gereksinimini karşılamaktadır. Transversal kesitinde eklemde iki fibrotendinöz yapı ile çevrelediğini görürüz. Palmar fibrotendinöz yapı sesamoid kemikleri de içerir (Şekil 3). Eklemde dış tabakası intrinsik kasların tendoaponevrotik uzanımlarını kapsar. Medial tarafta adduktor aponevroz mevcuttur. Bu aponevroz triangular yapılanma biçiminde devam edip m.extensor pollicis longus tendonuna uzanır. Lateral tarafta medial taraf kadar güçlü fibrotendinöz yapı yoktur. Fakat lateral tenar kas insersiyonları 3 tabaka oluşturmuştur. Bunlar m. flexor pollicis brevis'in iki başı ve m. abductor pollicis brevis'dir.⁴⁰



Şekil 3. Art. metacarpophalangea pollicis (transversal kesit). 1) m. adductor pollicis, 2) m. adductor pollicis'in dorsal aponevrozu, 3) m. abductor pollicis brevis, 4 ve 5) m. flexor pollicis brevis, 6) m. extensor pollicis longus, 7) m. extensor pollicis brevis, 8 ve 9) medial collateral ligament; 10 ve 11) lateral collateral ligament; 12) m. flexor pollicis longus.⁴⁰

İç tabaka kollateral ligamentlerle güçlendirilmiş kapsüldür. Kollateral ligamentler ikişer parçadan oluşup medial olanlar daha güçlüdür. Ekstansiyonda kollateral bağların metakarpofalangeal lifleri gevşer, fleksiyonda ise uzayıp gerginleşir (Şekil 4). Uzun süreli ekstansiyon tespitlerinde bu lifler kısılacığından tespit sonrası eklemin fleksiyona gelmesi sorunlu olur. Dorsal tarafta kapsül oldukça ince olup m.extensor pollicis longus ve brevis tendonlarına katılır. “Volar plate” oluşturan lig. palmare önemli fibröz bir yapı olup buraya tenar kaslar ve kollateral bağlar yapışır. Kıkırdak unsurlar da içeren bu levha proksimal falanks ile 1. metakarpal kemik arasında uzanır. Oldukça kalındır ve iki sesamoid kemiği içine alır.³⁹⁻⁴¹(Şekil 3)

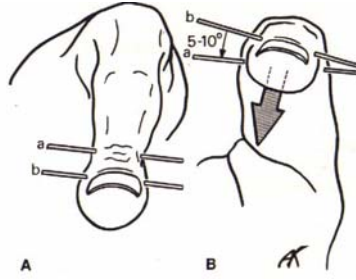


Şekil 4. Metakarpofalangeal eklem: A. Ekstansiyonda (metakarpofalangeal ligament gevşek) B. Fleksiyonda (metakarpofalangeal ligament gergin).³⁶

Articulatio Interphalangea Pollicis (IP)

Troklear tip bir eklemdir. Fibröz kapsülü ligamentum palmare, ligamentum collaterale mediale ve ligamentum collaterale laterale olmak üzere üç bağ güçlendirir. Sadece bir transvers hareket eksenine vardır. Bu eksen proksimal falanks başının kondiler yapısının

merkezinden geçer. Pratikte distal falanks fleksiyonda 5 –10 derecelik pronasyona doğru “axial” rotasyon yapar. Bu hareketten falanks başındaki troklea’ların asimetrik olması sorumludur (Şekil 5). Bu asimetri medial kollateralin, lateral kollaterale göre daha kısa olmasına yol açtığından fleksiyon eylemi esnasında falanksta bir miktar pronasyon olacaktır. Bu anatomik pronasyon başparmağın oppozisyon hareketi sırasında yapmış olduğu pronasyona bir destektir. Fakat esasen başparmağın pronasyonundan karpometakarpal ve metakarpofalangeal eklemler sorumludur.⁴²



Şekil 5 . Articulatio interphalangea pollicis: A) ekstansiyonda proksimal ve distal falanksta birbirine paralel teller (proksimal falanks başı ile distal falanks temelinden geçiyor). B) Fleksiyonda distal falanks pronasyonundan dolayı falankslardan geçen tellerin paralelliği kaybolur.⁴²

b. Diğer Parmakların Eklemler Dizileri

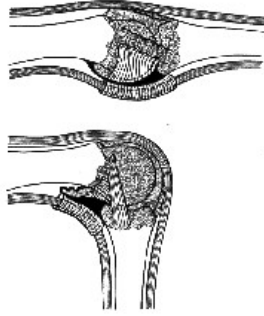
Bu başlık altında, başparmak hariç diğer dört parmak (2.-5.) kastedilmektedir. Bütün bu parmaklar üçer eklemlilik zincirlerdir: Metakarpofalangeal (MCP), proksimal interfalangeal (PIP) ve distal interfalangeal (DIP) eklemler. Başparmakla oppozisyonunda pulpa pulpaya temasın dışında, avuç içine pulpa teması ile elin kavrama işlevinde etkin rol oynarlar. Bu işlevlerinde eklemlerin parmağın distaline gidildikçe işlevlerinin önemi azalır. Parmakların farklılıkları olsa da ortak özellikler şunlardır:

- 1) Hepsinin eklem yapısı kondilotrokleardır
- 2) Hiperekstansiyona direnç güçlü palmar yapılarla sağlanmıştır.
- 3) Buna karşın dorsalde gevşek yapılar mevcuttur.
- 4) Eklem hareket yönü kollateral bağlarla kontrol edilmektedir.
- 5) Fleksor-ekstensor motor güçler karşılıklı denge halinde eklem stabilizasyon katkıda bulunurlar.⁴³

Articulationes Metacarpophalangeae (MCP II-MCP V)

Kondiler tip eklemlerdendir. Eklem yüzeyleri metakarpal tarafta konveks, falangeal tarafta konkavdır. Metakarpal eklem yüzleri, orta parmak hariç, asimetric küçük eklem tuberküllerine sahiptirler. Bu sayede fleksiyonda, parmakların doğrultularının aynı noktada kesişmesi sağlanmıştır. Bu asimetriye kollateral ligamentler de uyarlar. Kapsül, palmar yüzde *volar plate* adı verilen güçlü bir fibrokartilaj yapıyla (lig. palmare) desteklenmiştir. Fleksor tendonların fibroz kılıfları da bu yapıya katılırlar. Eklem dorsalı gevşek yapılardan oluşmuştur. Eklem yanları ise ligg.collateralia tarafından desteklenmiş olup, bu ligamentlerin “metakarpofalangeal” komponenti özellikle güçlüdür. Bu lifler fleksiyonda gergin olup ekstansiyonda gevşektirler. Kollateral ligamentlerin diğer komponentleri olan “metakarpoglenoid” kısmı ise tersi gerginliktedir (Şekil 6).

Eklem sagittal planda fleksiyon-ekstansiyon, frontal planda radial-ulnar deviasyon (abduksiyon – adduksiyon) hareketlerine izin verir.^{37,43}



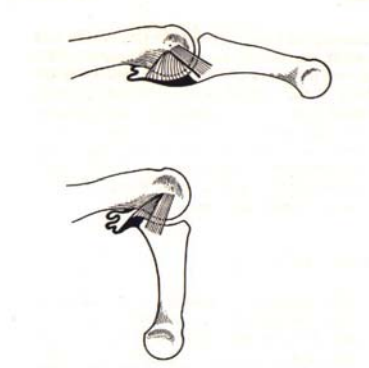
Şekil 6. Ligg.collateralia: Üstteki şekilde metakarpofalangeal lifler ekstansiyonda kısa ve gevşek, metakarpoglenoid lifler uzamış ve gergindir. Alttaki şekilde ise fleksiyonda metakarpofalangeal lifler uzamış ve gergin, metakarpoglenoid lifler kısalmış ve gevşektir.⁴³

Articulationes Interphalangeae Proximales (PIP II-PIP V)

Troklear grup eklemlerdir. Proksimal eklem yüzü konveks olup makaraya benzetilir. Distal eklem yüzlerinde ise konkav iki “glenoid” çukurluk vardır (Şekil 7). Kapsül “volar plate” ile palmardan desteklenirken, kollateral ligamentler sayesinde de yanlardan güçlendirilmiştir. Ancak kollateral ligamentler hem fleksiyonda, hem de ekstansiyonda gergindirler. Bu MCP eklem ile kıyaslandığında ciddi bir farktır (Şekil 8). Eklem yalnızca fleksiyon-ekstansiyon hareketlerine izin verirken, MCP’deki gibi diğer hareket alanlarına izin vermez. Bunda anatomik eklem yapısının yanı sıra, kollateral ligamentlerin gerginliği önemli rol oynar.^{41,43}



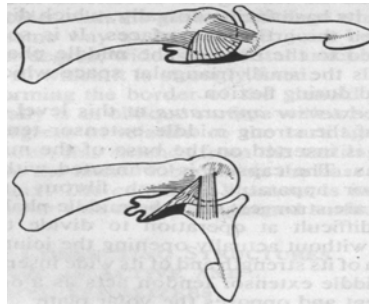
Şekil 7. Art. interphalangea proximalis: Orta falanks bazis'inde iki glenoid kavite.⁴³



Şekil 8. Art. interphalangea proximalis: Fleksiyonda ve ekstansiyonda kollateral bağların gergin hali.⁴³

Articulationes Interphalangeae Distales (DIP II-DIP V)

Bu eklemler dört adet olup, troklear tiptendirler. Eklem yüzeyleri, kapsülleri ve güçlendirici bağları aynen proksimal interfalangeal eklemler gibidir. “Volar plate” burada da mevcuttur. Yalnız bunların eklem yüzeyleri daha ufak ve daha dardır. Trochlea'nın dairesel döngüsü daha küçük olduğundan, izin verdiği fleksiyon-ekstansiyon hareket genişliği de nispeten daha düşüktür. Etki eden kas gücü de sınırlıdır.⁴⁴ (Şekil 9)



Şekil 9. Art. interphalangea distalis: Fleksiyonda ve ekstansiyonda lateral görünümü. Kollateral bağlar her iki durumda da gergin.⁴³

2. 1. 3. Kaslar

El parmaklarının hareketleri ekstrinsik ve intrinsik kaslarla sağlanır. Ekstrinsik kaslar önkoldan ele ulaşarak etkili olurlar. Palma manus'ta ekstrinsik tendonlar dışında intrinsik kaslar da bulunur. İntrinsik kaslar tenar, hipotenar ve orta kompartıman kasları olarak üç grupta ele alınır. Normal koşullarda dorsum manus'ta intrinsik kas bulunmaz. Nadiren burada varyasyonel kaslara rastlanabilir.

a. Ekstrinsik Kaslar

Bu kasların gövdeleri önkol kompartımanlarında ve başlangıç yerleri genellikle radius ve ulna üzerindedir. Hatta bazıları humerus'tan da orijin almaktadırlar. Uzun tendonları bilek eklemine osteofibroz kanallar içerisinde geçerler, tarak bölgesini aşarlar ve parmakların falankslarında sonlanırlar. Metakarpal kemiklerin basis'lerinde insersiyon yapanlar (mm. carpi) sadece bilek ekleminde etkilidirler. Doğrudan parmak eklemlerini harekete geçirmedikleri için de araştırma konumuzun dışında kalmaktadırlar. Fakat bilek eklemının pozisyonunun ve stabilizasyonunun parmak hareketlerini dolaylı olarak etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle söz konusu kasların yardımcı etkisi göz ardı edilmemelidir.⁴⁵

Fleksör kasların (M. flexor pollicis longus; M. flexor digitorum superficialis; M. flexor digitorum profundus) toplam 9 adet olan kirişleri topluca "carpal tunnel"den geçtikten sonra avuç içinde yelpaze şeklinde parmaklara dağılırlar: başparmağın distal falanks tabanına tek bir kiriş (m.flexor pollicis longus) tutunurken, diğer parmakların her birine ikişer kiriş ulaşır. M. flexor digitorum superficialis'e ait olanlar ikiye çatallanarak orta falanks tabanına, m. flexor digitorum profundus'a ait olanlar ise bu çatal aralığından geçerek distal falanks tabanına yapışırlar. Canalis carpi (carpal tunnel) içinde ve aponeurosis palmaris altında, başparmağa giden hariç, ortak bir sinoviyal kılıf ile sarılmış olan flexor kirişleri, daha sonra falankslar hizasında ayrı ayrı tünellere sokulurlar. Bu tüneller dıştan sağlam kollagen demetler (vaginae fibrosae), içten ıslak zarlar (vaginae synoviales) tarafından meydana getirilirler. Tüneller içerisinde rahat ve sürtünmesiz hareket edebilen kirişler falanks kemiklerine kısa (vinculum breve) ve uzun (vinculum longum) bağcıklar sayesinde tutunurlar. Küçük parmağın sinovyal kılıfı avuç içi ortak sinovyal kılıf ile irtibatlıdır.⁴⁶

Ekstrinsik fleksör kaslar parmakları hareket ettiren en güçlü kaslar olup, çok kalın ve sağlam tendonlara sahiptirler. Bu bakımdan m. flexor pollicis longus önde gelir ve m. flexor

digitorum profundus onu takip eder. Bu kaslar, parmak dizilerindeki tüm eklemlerde güçlü fleksiyon yaptırarak yumruk oluşturulmasında ve her türlü tutma - kavrama hareketinde temel motor gücü oluştururlar.⁴⁷

Ekstensor kasların total gücü daha zayıf, fakat sayıları daha fazladır (M. extensor pollicis longus; M. extensor pollicis brevis; M. extensor digitorum; M. extensor indicis; M. extensor digiti minimi) . Ayrıca bunlara m. abductor pollicis longus'u da ilave etmek gerekir, çünkü, başparmak hareketlerinin temelindeki art. carpometacarpalis pollicis'te son derece etkili sayılır. Bu 6 kasın toplam 9 adet olan kirişleri bilek sırtındaki ekstensor kanallardan ayrı ayrı geçtikten sonra parmakların dorsal aponevrozlarına yayılırlar. Sadece bilek sırtında sinovyal kılıfları olan bu kirişler, distal yönde yassılaşırlar. Aralarında “connexus intertendineus” şeklinde bağlantıları mevcuttur. Ekstensorlar ince ayarlı ve müstakil parmak hareketlerini belirlerler, fleksorları dengelerler, parmakların stabilizasyonuna katılırlar.⁴⁸

b. İntrinsik Kaslar

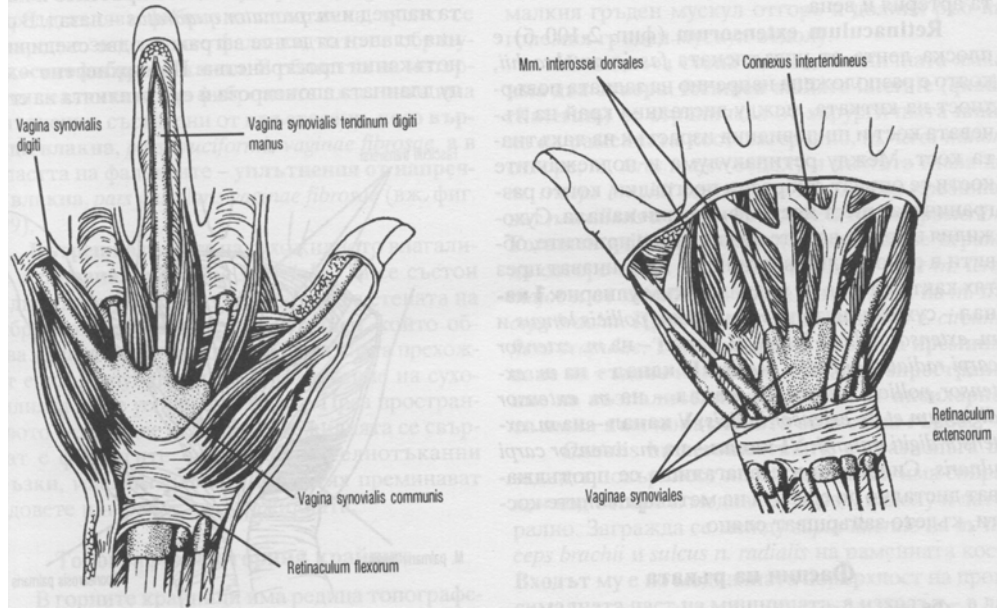
Bu kaslar karpal kemikler ile proksimal falanksar arasında uzanırlar. Bir kısmı metakarpal aralıkları doldururlar (mm. interossei palmares et dorsales). Dört adet ufak solucansı kas, mm. lumbricales, ise derin fleksor kirişlerinden başlayıp, parmak kökündeki ekstensor kirişlerin üçgen uzantılarına tutunurlar.

Diğer intrinsik kaslar, uzun tendonları olmayan, kısa insersiyonlu, etli gövdeli kısa kas yapı tipindedirler. Bunlardan 4'ü başparmak tarafındaki “thenar” kabartısını, diğer 3'ü de küçük parmak tarafındaki “hypothener” kabartısını oluştururlar.⁴⁹

Tenar kaslarından m. flexor pollicis brevis, m. abductor pollicis brevis ve m. adductor pollicis başparmağın proksimal falanksının tabanına yapışarak 1. metakarpofalangeal eklemden etkili olurlar. Fakat derinde yer alan m. opponens pollicis falanksı ulaşmaz, sadece birinci metakarpal kemiğin dışyanında sonlanır. Dolayısıyla bu kas sadece art. carpometacarpalis pollicis'te etkilidir ve oppozisyon hareketinin (başparmağın diğer parmakların karşısına geçmesi) motor gücünü oluşturur.⁴⁴⁻⁴⁹

Hipotenar kasları nispeten az gelişmişler ve birbirlerinden net farklılaşmamışlardır. En belirgin konumda m. abductor digiti minimi'dir. M. flexor digiti minimi brevis'in yüzeysel demetleri ile birlikte küçük parmağın proksimal falanks tabanında sonlanır. Bazı derin demetler ise falanksı ulaşmadan 5. metakarpal kemiğe tutunurlar. Bu demetlere m. opponens digiti minimi denirse de, küçük parmağın gözle görünür oppozisyon hareketinden bahsetmek zordur. Hipotenarın deri altı tabakasında, palmar aponevrozdan başlayan enine kas hüzmeleri

ulnar kenar derisine yapışırlar. M. palmaris brevis olarak adlandırılan bu hüzmeler kişiden kişiye farklı gelişme gösterirler ve parmak hareketlerini etkilemezler.⁴⁶



Şekil 10. Elin intrinsik kasları ve ekstrinsik kasların tendonları⁴⁹

Orta kompartımanın yüzeyinde üçgen şeklinde, sedef parlaklığında kollagen liflerden yapılmış “Aponeurosis palmaris” yer alır. Distal uzantıları, başparmak hariç diğer parmakların fleksor kılıflarına kadar uzanırlar. Önkol’den gelerek aponeurosis palmaris’i geren m. palmaris longus teorik olarak bu parmakların fleksiyonuna hafif katkıda bulunur. Mm. lumbricales’ler de, başparmak hariç, diğer dört parmağın metakarpofalangeal eklemlerinde fleksiyon, interfalangeal eklemlerinde ekstansiyon yaptırırlar, fakat fazla bir güç oluşturmazlar. Bu kompartımanın güçlü grubunu “kemiklerarası kaslar” (mm. interossei) oluştururlar. Teleksi yapı tipinde olan bu kaslar, başparmak hariç diğer dört parmağın proksimal falanks basis’lerinin yan taraflarına tutunarak bu parmakları yayarlar (orta parmağa göre abduksiyon) - mm. interossei dorsales; veya toplarlar (orta parmağa göre adduksiyon) - mm. interossei palmares. İki parmak arasında cisim (kalem, sigara v.b.) tutabilmek bu kaslar sayesinde gerçekleşir. İnterosseus kasların kısa kirişleri parmakların dorsal tarafındaki ekstensor yayıntıya da insersiyon gönderirler. Bunun için bu kaslar proksimal falanksı bükürler, fakat orta ve distal falanksı gererler.^{49,50} (Şekil 10)

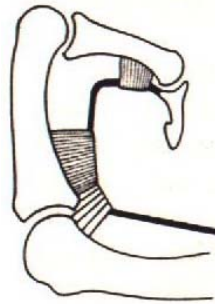
2. 2. Fonksiyonel Anatomi

2. 2. 1. Fleksiyonun Motor Gücü

Temel güç m.flexor digitorum profundus' tur. Bu kas 2.-5. parmakların eklemler dizilerindeki tüm eklemlerde, distal interfalangealler dahil, fleksiyon yaptırır. Bu sonuncu eklemlerin tek fleksörüdür. Başparmak eklemler dizisi için temel güç m. flexor pollicis longus' tur. Başparmağın interfalangeal ekleminin (IP) fleksiyonunu da sadece bu kas yaptırır. Diğer parmaklarda m. fleksor digitorum superficialis metakarpofalangeal ve proksimal interfalangeal eklemlerin fleksiyonuna katılır ve elle kavrama gücünü arttırır.

Başparmağın metakarpofalangeal ekleminde intrinsik kaslar da önemli motor güç oluştururlar. M. flexor pollicis brevis özellikle sadece bu eklemin müstakil fleksiyonundan sorumludur. Sesamoid kemikçiklere karşılıklı tutunan m. abductor pollicis brevis ve m. adductor pollicis aynı anda kasıldıkları zaman fleksiyona güç katarlar. Karpometakarpal eklemin (CMC I) fleksiyonuna m. opponens pollicis ve indirekt olarak da m. fleksor carpi radialis katkıda bulunurlar.

İnterosseus kaslar hep birlikte 2.-5. metakarpofalangeal eklemlerde fleksiyon yaptırırlar. İnterfalangeal eklemler ekstansiyonda iken bu etkileri daha güçlüdür. 5. metakarpofalangeal ekleminde ayrıca m.fleksor digiti minimi brevis de önemli ve müstakil çalışabilen motor güç oluşturur. Lumbrikal kaslar ise parmak ekstansiyonları sırasında m. flexor digitorum profundus' un viskoelastik tansiyonunu dengelerler.⁵¹ Fleksör tendon fonksiyonları için çok gerekli bir anatomik oluşumda, makara sistemi (pulley) denilen yapıdır. Bu yapı tendonların fleksiyon eylemi sırasında kemikten uzaklaşıp fonksiyon kaybına yol açmasına engel olur. Makara sistemi 4 halkasal (anuler) ve 3 çapraz (kros) bağ demetinden oluşur. Normal parmak fleksiyonu için en azından 2. ve 4. halkasal bağların sağlam olması gereklidir.⁵¹(Şekil 11)

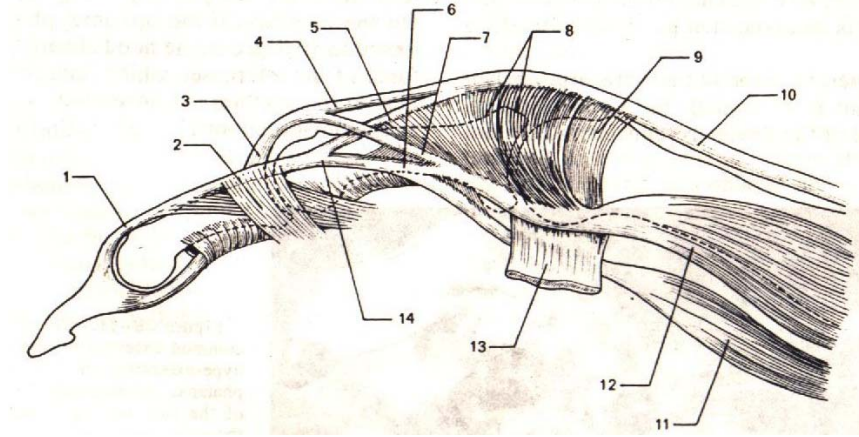


Şekil 11. Parmakta makara sistemi: Sağlıklı fonksiyon açısından en asgari gerekli iki komponenti, PIP' de 2. halkasal makara ve DIP' de 4. halkasal makara⁵¹

2. 2. 2. Ekstansiyonun Motor Gücü

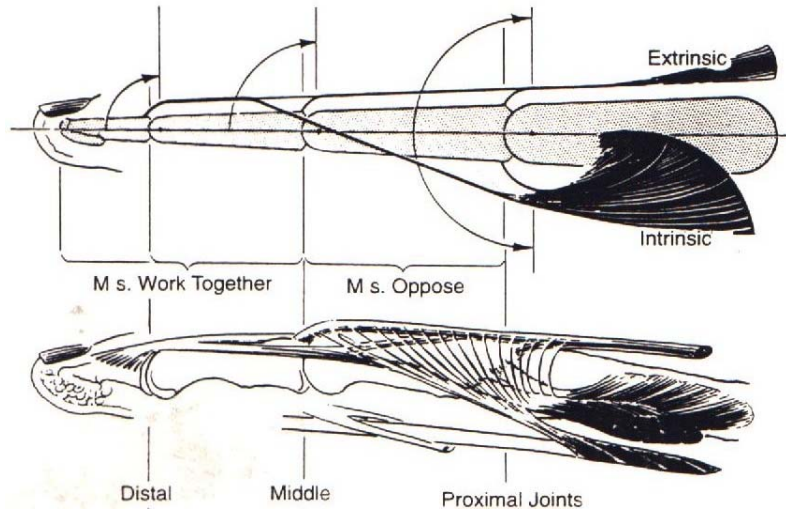
Parmak ekstansiyonları daha seçici ve ince ayarlıdır. Total ekstensor güç daima fleksor güçten daha zayıftır. Bu nedenle ekstansiyon hareketlerinin gerçekleşmesi ve hiperekstansiyondan korunmak için fleksorların kademeli gevşemesi şarttır. Ekstansiyonun temel motor gücü ekstrinsik kaslardır ve önkol arka grubunda yer alırlar. Başparmağın 2 ayrı ekstensoruna (m.extensor pollicis longus; m.extensor pollicis brevis) karşılık, diğer parmakların temel ekstensoru m. extensor digitorum'dur. Ancak buna ilaveten ikinci parmak için ayrıca m. extensor indicis ve beşinci parmak için de ayrıca m. extensor digiti minimi bulunur. Bu nedenle bu iki parmak bağımsız ekstansiyon hareketi yapabilirler. "Connexus intertendinei" mevcudiyeti üçüncü ve dördüncü parmakların bağımsız ekstansiyon imkanını kısıtlar.

Bütün bu ekstensor kaslar ayrı ayrı falankslara tutunmazlar, fakat parmak sırtında intrinsik kaslarla (interosseus et lumbricales) dengeyi sağlayan ince ayarlı bir aponevrotik mekanizma tanımlanır –"ekstensor aparat".⁵² (Şekil 12)



Şekil 12. Parmak ekstensor aparatı: 1) terminal ekstensor tendon, 2) retinakular ligament, 3) santral ekstensor tendon, 4) ekstensor tendonun orta bandı, 5) ekstensor tendonun lateral bandı, 6) interossözün lateral bandı, 7) interossözün orta bandı, 8) interossöz dorsali, 9) sagittal band, 10) ekstensör tendon, 11) lumbrikal kas, 12) interossöz kas, 13) transvers intermetakarpal ligament, 14) lateral ekstensor tendon⁵²

İntrinsik kaslar da parmak ekstansiyonlarında rol alırlar. Mm.interossei PIP ve DIP eklemlerinde etkili olurken, mm.lumbricales' ler ise m. flexor digitorum profundus' un gevşemesine olanak tanırırlar.⁵³ (Şekil 13)



Şekil 13. İntrinsik kasların parmak ekstansiyonundaki rolü.⁵³

2. 2. 3. Abduksiyonda Motor Güç

Abduksiyon terimi ile parmakların ışınsal olarak birbirinden uzaklaşması kastedilir. Burada temel eksen olarak orta parmak alınır ve diğerleri ona göre tarif edilir. Ancak orta parmak da bir miktar içyana-dışyana oynatılabilir. Başparmağın güçlü abduktörleri vardır. M.abductor pollicis longus karpometakarpal eklemden, m.abductor pollicis brevis ise metakarpofalangeal eklemden etkilidir. Bunlar hafif ekstansiyon da yaptırırlar.

Diğer parmakların abduksiyonu sadece metakarpofalangeal eklemlerde (MCP II-V) gerçekleşir. Beşinci parmağın oldukça etkili kendi abduktör kası (m. abductor digiti minimi) bulunur ve hafif fleksiyona meyillidir. İkinci, üçüncü ve dördüncü parmakların abduksiyon gücünü 4 adet mm.interossei dorsales oluşturur. Birinci spatium interosseum'da bulunan (m. interosseus dorsalis I) en gelişmiş olanıdır.Orta parmağa ise iki adet dorsal interosseus kas tutunur ve içyana –dışyana hareket ettirebilirler.⁵⁰

2. 2. 4. Adduksiyonda Motor Güç

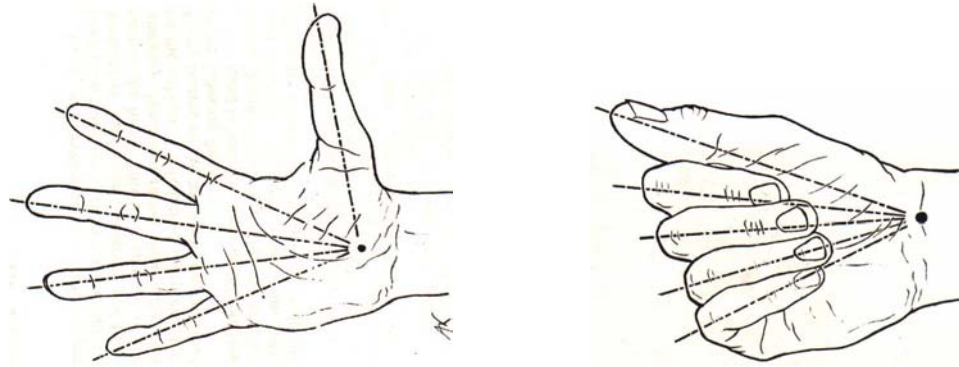
Parmakları birbirine yaklaştıran intrisik kaslar motor güç olarak daha zayıftırlar. Sadece başparmağa ait olan m. adductor pollicis çok iyi gelişmiştir. Orta parmak adduktor kastan yoksundur ve buna da gerek yoktur. Üç adet mm. interossei palmares 2., 4. ve 5. parmağı orta hatta yaklaştırırlar.

Fakat bu kasların güçsüzlüğüne karşın tüm fleksorlar adduksiyona ilave güç katarlar. Bu nedenle parmaklar büküldükçe birbirlerine yaklaşır. Tersine, ekstensorlar da abduksiyona destek verirler.⁵⁰ (Şekil 14)

2. 2. 5. Elin Kavisleri

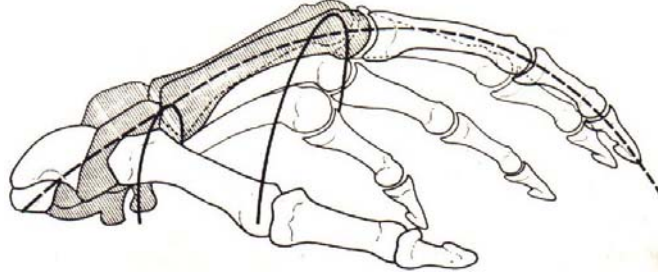
Elin dorsali konveks olup estetik önemi vardır. Volar ya da palmar yüzey ise konkav olup kavrama işlevi için önemlidir. Elin distalinde birbirine eşit uzunlukta olmayan 5 parmak vardır. Başparmak daha proksimal ve lateral konuma sahip olup bu konum sayesinde palmar yüzeye yaklaşıp uzaklaşabilmektedir. Bu sayede oppozisyon dediğimiz el hareketlerinin en belirgin komponenti gerçekleştirilebilmektedir. Diğer 4 parmak karpometakarpal eklemlerle bilek kemiklerine sabit bağlanıp fleksiyon-ekstansiyon hareketi yaparlar. Hareket noktası distal palmar cilt kıvrımıdır. Parmaklar ekstansiyona geldiklerinde birbirlerinden ayrılırlar ve parmaklar arası “web” sahaları ortaya çıkar. Başparmak “web”i en derin ve geniş olanıdır.³⁶ En kısa başparmak iken, en uzun orta parmağıdır. Diğerleri de birbirlerinden farklı uzunluktadır. Parmaklar ekstansiyona geldiğinde her birinin doğrultusu birbirinden uzaklaşırken, fleksiyonda başparmak hariç, hepsinin doğrultusu skafoid kemikte birleşir. Bunda her bir parmağın farklı hareketliliği ve uzunluğu rol oynar. Bu yapılanma ele cisim yakalamada avantaj sağlar.³⁶ (Şekil 14)

Elde iki transvers kavis (karpal ve metakarpal) ve longitudinal kavis mevcuttur. Bunlara başparmağın oppozisyonu sırasındaki oblik kavis de eklenebilir. Karpal transvers kavis oldukça hareketsiz olup, el stabilizasyonunda etkindir. Buna karşılık metakarpal kavis ise hareketli olup, elle kavrama sırasında cisme adaptasyon açısından kolaylık sağlar.



Şekil 14. Parmakların doğrultuları: Ekstansiyonda birbirlerinden farklı açılarda uzaklaşması ve fleksiyonda skafoid üstünde keşişmeleri.³⁶

Longitudinal kavsin ise hareketsiz kısmı metakarpofalangeal ekleme kadardır. Bu eklem sonrası hareketlilik vardır. Bu kavsin stabilizasyonunda, metakarpofalangeal eklem büyük önem taşır.³⁶ (Şekil 15)

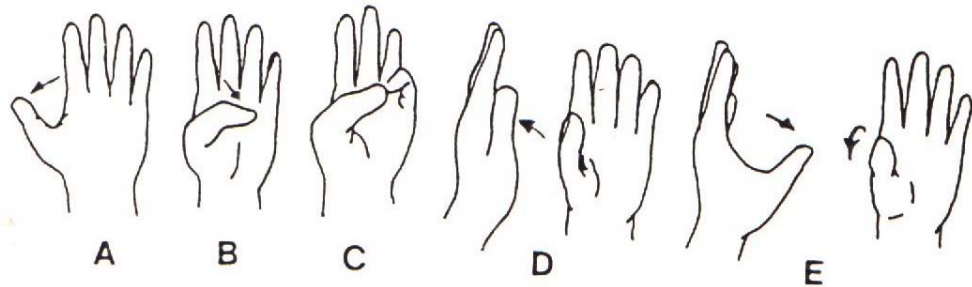


Şekil 15. Elin kavisleri. Karpal ve metakarpal transvers kavisler ve longitudinal kavis.³⁶

2. 2. 6. Parmak Eklemlerinin Hareketleri

Eklemelerin anatomik yapısı fonksiyonu etkiler. Metakarpofalangeal eklemler kondiler tip eklemlerdir. Transvers olarak metakarp başı küresel olmayıp düzdür. Sagittal olarak palmar kısım dorsale göre daha geniştir. Bu sayede parmak fleksiyonuna izin verir. Frontal planda da metakarp başlarında, orta parmak hariç, fleksiyon eyleminde parmaklardaki ulnar ve radial deviasyonlara izin verecek şekilde asimetriktir. Böylece tüm parmakların fleksiyonda skafoid kemikte birleşmesi hedeflenebilmektedir. Bu hedef için ise orta parmakta simetri söz konusudur.^{36,51}

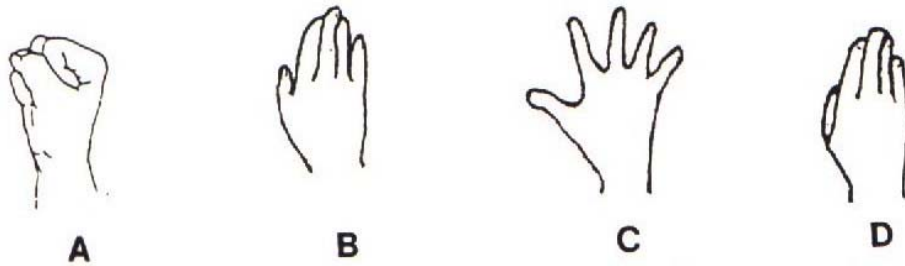
Başparmak CMC eklemi trapez kemikle 1. metakarp bazisi arasında oluşur. Eyerimsi (sellaris, saddle) tip bir eklemdir.³⁷ Fleksiyon ve ekstansiyon avuç içine paralel iken abduksiyon /adduksiyon diktir. Oppozisyon (antepozisyon) ise kombine bir harekettir. Bu hareket sayesinde başparmak pulpası diğer dört parmağın herhangi birinin pulpasına dokunabilir.⁵⁵ (Şekil 16)



Şekil 16. Başparmak hareketleri: **A:** Ekstansiyon ve repozisyon **B:** Fleksiyon **C:** Oppozisyon **D:** Adduksiyon **E:** Abduksiyon

Birbirine dikey iki ana eksenle hareket yapabilen CMC eklemi ara eksenlerde sirkumduksiyon (circumductio) hareketlerine de olanak tanır.

Tüm parmaklarda MCP hareketliğinin rotasyona izin vermemesi nedeniyle metakarpofalangeal eklemlerde fleksiyon/ekstansiyon ile abduksiyon/adduksiyon hareketleri yapılır (Şekil 17). Ancak MCP I ekleminde bu hareketler, özellikle abduksiyon/adduksiyon, kısıtlıdır. Metakarpofalangeal eklemler de sirkumduksiyona imkan tanır. ⁵⁰



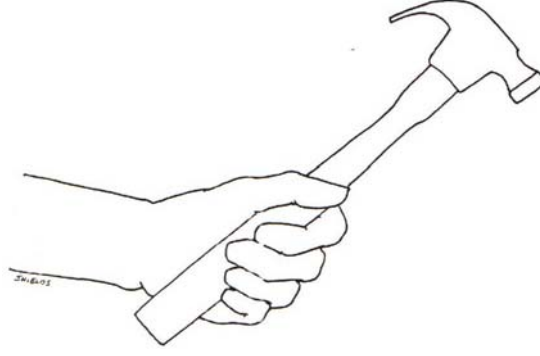
Şekil 17. El parmak hareketleri: A) Fleksiyon, B) Ekstansiyon, C) Abduksiyon D) Adduksiyon

Bütün interfalangeal eklemler (başparmakta IP, diğer parmaklarda PIP ve DIP) basit, tek eksenli, “menteşe” tipi (ginglymus) silindirik eklemlerdir. Sadece fleksiyon / ekstansiyon hareketleri mümkündür. Gerek eklem yüzeyleri, gerekse kollateral bağlar diğer hareketlere izin vermezler. Abduksiyon/adduksiyon olmadığı için sirkumduksiyon da yapılamaz. Rotasyon ise parmak eklemlerinin hiç birinde mümkün değildir. Gerek eklem yüzeyleri, gerekse kollateral bağlar diğer hareketlere izin vermezler. Beş ışına dağılmış olan bu toplam 9 eklemin sayısal çokluğu karşısında tek eksenli hareket potansiyelleri yakalama-kavrama gücünün stabilitesine hizmet etmektedir. Biyolojik evrimde eklem bacaklılar’dan beri bilinen “kısaç” hareketliliğinin gelişmiş bir örneğini oluştururlar. ⁵⁰

2. 2. 7. Elin Tutuş Hareketleri

Elin primer fonksiyonu tutuş’tur (“grasp” ya da “prehension”). Tutuşun iki temel çeşidi vardır: Güçlü tutuş ve ince tutuş. ⁵⁴ Güçlü tutuş herhangi bir cismi avuç içinde parmak fleksiyonları ile tutmaktır. Parmak derin fleksorları fleksiyon için kasılır, parmak ekstansörleri de bileği nötralde tutacak şekilde kasılırlar. Başparmak adduksiyondadır. Üç çeşit güçlü tutuş vardır;

1) silindiriksel (çekiç, tenis raketi tutuşu); tüm parmaklar fleksiyonda (Şekil 18).



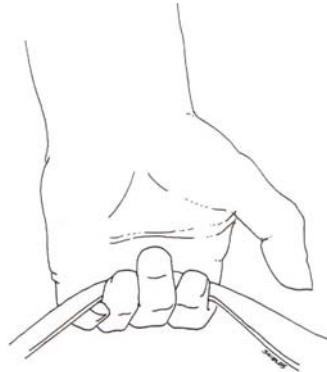
Şekil 18. Silindiriksel tutuş.⁵⁴

2) Küresel (kavanoz açma, elma tutma); fleksor ve adduktor motor güç devrede, avuç içi teması yok ve parmaklar birbirinden uzaklaşmış durumda (Şekil 19).



Şekil 19. Kavanoz tutuşu.⁵⁴

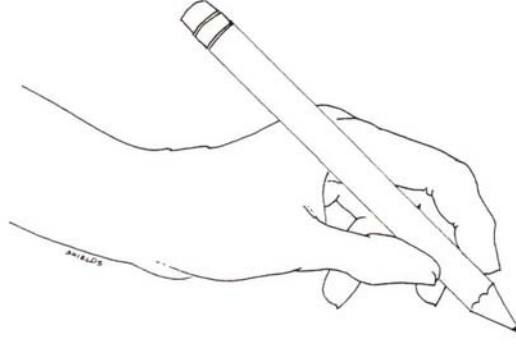
3) kanca tutuşu (valiz, poşet taşıma); 2.-5. parmaklar kanca gibi fleksiyonda, CMC eklemler ekstansiyonda, başparmak eylem dışı (Şekil 20).



Şekil 20. Kanca tutuşu⁵⁴

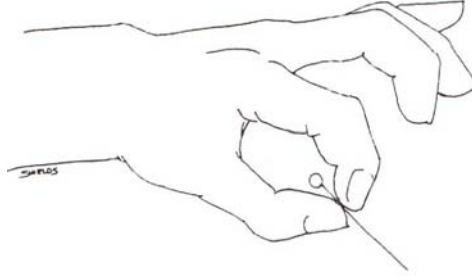
İnce tutuşta, objeler başparmak ve diğer parmak uçları arasında kavranır. Objeler genelde küçük ve kırılğan olup, tutuş ince ve kaliteli hareket içindir. 4 çeşit ince tutuş tanımlanmıştır:

1) “Üç nokta tutuşu”(“pulpa-pulpa” tutuşu veya çimdik) – kalem tutma (Şekil 21).



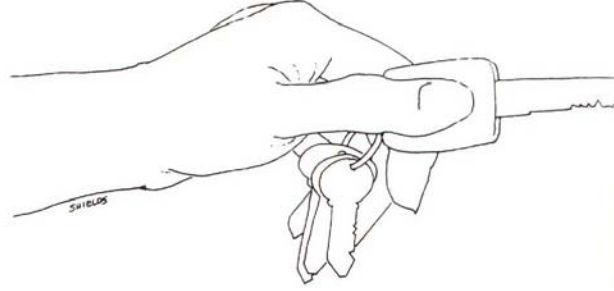
Şekil 21. Kalem tutuşu (pulpa-pulpa tutuşa örnek)⁵⁴

2) “İki nokta tutuşu” pulpa-pulpa tutuşuna benzer, genellikle baş ve işaret parmakları arasında olur, “kerpeten tutuşu” da denir (Şekil 22). Örneğin iğne böyle tutulur.



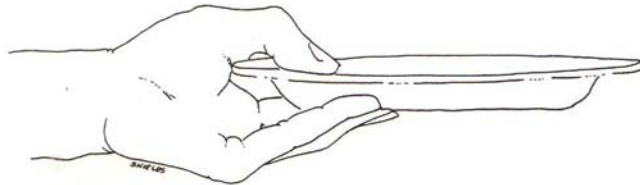
Şekil 22. Kerpeten tutuşu⁵⁴

3) Yan tutuşlar; güçlü bir tutuştur, “anahtar tutuşu” tipik örnektir(Şekil 23).



Şekil 23. Anahtar tutuşu

4) Lumbrical tutuş, “tabak tutuşu” diye de isimlendirilir (Şekil 24).



Şekil 24. Tabak tutuşu

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırmamız iki aşamadan geçmiştir. Altı ay süren ilk aşamada inklinometre ile ölçüm yapabilme tekniği geliştirilmiş ve alışkanlık kazanılmıştır. Alet duvara sabitlenmiş ve 220 V elektrik prizine bağlanmıştır. Uygun ebatlarda ölçüm platformları (horizontal ölçüm masası ve vertikal duvar panosu) oluşturulmuştur. Sayısız denemeler sonunda her bir hareket için en uygun: a) denek pozisyonu; b) araştırmacı pozisyonu; c) alet pozisyonu tespit edilmiştir. İki bayan ve dört erkek anatomi asistanı gönüllü denek olarak orijinal bir metot oluşturulmasında yardımcı olmuşlardır.

Altı ay sonunda uygun pozisyonlarda karar kılınmış ve ölçüm formu geliştirilmiştir. (EK 1).

3. 1. Denek Grupları

Araştırmamızın ikinci aşamasına 20 erkek ve 21 kız öğrenci gönüllü olarak katılmıştır. Önce çalışmanın amacı ve kapsamı tıp fakültesi öğrencilerine (1. ve 2. sınıf) açıkça anlatılmış ve gönüllüler arandığı duyurulmuştur. Müracaat edenler arasından, üst ekstremiteler, el ve parmaklarla ilgili herhangi bir ortopedik kusur veya geçirilmiş travma anamnezi bulunmayanlar tercih edilmiştir.

Rastgele seçilen sağlıklı ve genç deneklerimizin yaş ortalaması 19-20 idi. Solak olanların sayısı yetersiz olduğu için sadece sağ ellerini tercihli olarak kullananlar çalışma kapsamında kalmıştır. Dolayısıyla tüm deneklerde “dominant” taraf sağ el, “nondominant taraf” ise sol el’dir.

Denek grupları ile yapılan ölçümler üç ay sürmüştür. Günde en fazla bir kişinin ölçümü yapılabilmektedir. Mesai saatlerinin 12.⁰⁰-14.⁰⁰ arası, aynı odada ve daima bizzat araştırmacı tarafından gerçekleştirilen ölçümler esnasında bir yardımcı da hazır bulunmuştur. Bu yardımcı elde edilen rakamsal sonuçları ölçüm formuna kayıt etmiştir. Her bir ölçüm üçer defa tekrar edilmiştir.

3. 2. İnklinometre

Cybex firması tarafından tasarlanan ve imal edilen elektronik dijital inklinometre EDİ-320 açısız hareketleri yer çekimine göre kaydedebilen bir cihazdır. İnklinometre AAOS (American Association of Orthopaedic Surgeons) tarafından ölçüm için kabul edilmiş olmasının yanı sıra kullanım kolaylığı, hassas ölçümü ve dijital gösterge gibi özelliklere sahiptir. Bir derecelik kayıpları bile kayıt edebilmekte, aletin üzerindeki düğmeleri ile ölçüm istenilen şekilde başlanıp sonlandırılabilen ve ölçüm sonrası aletin sıfıra getirilmesiyle tekrar başlangıç pozisyonunun yeniden düzenlenmesine gerek kalmadan hata payı minimize edilerek sonuç alınabilmektedir.^{16, 56-58} Bu cihaz şarj olabilen internal nikel kadmium pillerle çalışabilir. Pil kullanım süreleri 12 saattir. Ayrıca 220 V elektrik akımıyla çalışabilecek ekipmanı vardır. Bunlar;

1. gösterge ünitesi; şeffaf kristal ekran bütün ölçüm boyunca gösterge penceresinde değerleri gösterir. Ayrıca kontrol düğmeleri, pil kompartımanı, uzun kemik parçası için iç yüzey içerir. Bu ünite düz bir yere veya duvara monte edilebilir.
2. el kumanda ünitesi (probe); bu parça göstergenin kaydettiği ölçümü alabilmek için vücut üzerinde kullanılır ve sarımlı kablo ile gösterge ünitesine bağlıdır. Bu ünite aynı zamanda ölçüm sırasında alıcıyı çalıştıran giriş düğmesini de içerir.
3. lateral bağlantı; bu küçük parça el kumanda ünitesinin orta yüzüne bir vida ile tutturulur. Bu parça lateral hareket boyunca gerekli stabilizasyonu üretmek için uygun eksen sağlar.
4. enerji kaynağı; 220 V elektrik prizine takılan transformatör sabit bir kablo sayesinde gösterge ünitesine kesintisiz düz akım sağlar.¹⁶ (Resim 1)

Alet birkaç değişik yöntemle çalıştırılabilir:

1. "Continue mode" da dijital göstergedeki rakamların azalması ve artması sürekli izlenebilir.
2. "Reference" yönteminde tek yöndeki değişiklikler kaydedilir.
3. "Cmpd" düğmesi ile de kombine bir yöntem seçilir.

Ölçümlerimizi sabit bir laboratuvar ortamında yaptığımız için enerji kaynağı olarak 220 V standart elektrik prizini kullandık. Gösterge ünitesini prizin bulunduğu duvara, yerden 1,60 metre yüksekliğe monte ettik. Aynı duvara 0,72 m yükseklikteki ölçüm masasını yaklaştırdık. Masanın bir tarafına deneklerin oturması için sandalye, karşı tarafına da el kumanda ünitesini yönlendiren araştırmacı için ikinci sandalye yerleştirildi.



Resim 1. EDI 320 İnklinometre aleti

Masanın serbest tarafına ise kayıtları ölçüm formlarına geçiren yardımcı oturdu. Yardımcı aynı zamanda deneği, araştırmacıyı ve duvardaki gösterge ünitesini rahatlıkla takip edebiliyordu. Gösterge ünitesinin bulunduğu duvara çuha kaplı 60x40 cm'lik bir pano sabitlendi. Parmakların abduksiyon/adduksiyonu bu pano üzerinde ölçüldü (Resim 2).



Resim 2. 60 x 40 cm'lik çuha kaplı sabit pano

İnclinometre aletinin el kumanda ünitesinde araştırmamızın amaçlarına uygun modifikasyonlar gerçekleştirdik. Altı aylık denemeler sonunda, aletin “probe” kısmına parmakların küçük boyutlu eklemlerini ayrı ayrı algılayabilecek “attachment” monte ettik. Kibrit kutusu şeklinde, 35x25 mm boyutlarında dikdörtgen prizmatik biçimde sert plastik malzemeden uyarladığımız bu eklentiye yapışkan bantlarla “probe” kısmına fikse ettik. Ancak bu modifikasyondan sonra digital inclinometre parmak eklemleri için rahat kullanılabilir hale geldi (Resim 3).



Resim 3. “Attachment” monte edilmiş EDI 320 inclinometre aletinin “probe” kısmı

3. 3. Ölçüm Parametreleri

Ölçüm odasına alınan denekler rahatlatıldı ve el-parmak hareketlerini kısıtlayabilecek giysiler çıkartıldı. Her bir hareket önceden tarif edildi ve ölçüme geçmeden önce birkaç kez tekrarlaması istendi. Bir denegın tüm ölçümlerinin tamamlanması yaklaşık 1,5 saat sürdü. Önce dominant, daha sonra nondominant taraf ölçüldü. Ölçümler 3 grup halinde ard arda, aşağıda belirtilen şekilde yapıldı:

A. Başparmak Hareketleri (I):

- CMC ekleminde palmar abduksiyon (1); radial abduksiyon (2) ve oppozisyon(3).
- MCP I ekleminde fleksiyon (4) ve ekstansiyon (5). Ayrıca ölçüm formuna fleksiyon/ekstansiyon total derecesi de kaydedildi.
- IP ekleminde fleksiyon(6) ve ekstansiyon(7). Ayrıca fleksiyon/ekstansiyon toplamı da ölçüm formuna yazıldı.

B. Diğer Parmakların Hareketleri (II-V)

İşaret parmağından başlanarak sırasıyla küçük parmağa kadar aşağıdaki hareketler ölçüldü.

- MCP (II-V) eklemlerinde fleksiyon(8) ve ekstansiyon (9) ile ikisinin toplamı kaydedildi.
- PIP (II-V) eklemlerinde fleksiyon (10) ve ekstansiyon (11) ile ikisinin toplamı kaydedildi.
- DİP (II-V) eklemlerinde fleksiyon (12) ve ekstansiyon (13) ile ikisinin toplamı kaydedildi.

C. Parmakların MCP eklemlerinde yaptıkları abduksiyon hareketleri duvara monte edilen pano üzerinde, dirsek duvara dayalı tutularak, tümünün aynı anda yayılması ve her bir parmak için proksimal falanks üzerinden (metakarpal kemiklerin dışarıdan destekle oynatılmaması sağlanarak) ayrı ayrı ölçüldü. Parmakların bitişik durumu 0 (zero) pozisyon kabul edildi ve sadece abduksiyon derecesi alındı, fakat 3. parmak ayrıca sağa sola oynatılarak total abduksiyon/adduksiyon olarak kabul edildi.

- MCP I abduksiyonu (14)
- MCP II abduksiyonu (15)
- MCP III abduksiyon/adduksiyonu (16)
- MCP IV abduksiyonu (17)
- MCP V abduksiyonu (18)

Sağ ve sol elden toplam 36 parametre, dijital gösterge ünitesinden geometrik derece (°) olarak okundu ve ölçüm formuna kaydedildi.

3. 4. İstatistiksel Analiz

Elde edilen bulguların istatistiki değerlendirilmesinde; kadın ve erkekler arasında her bir değişken bakımından fark aranmasında eğer varyansları homojense, bağımsız gruplarda t testi, değilse Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Hem kadınlar, hem erkekler bazında; dominant – nondominant ayırımında anlamlı fark olup olmadığını kanıtlamak için varyansları homojen olduğundan bağımsız gruplarda t-testi kullanılmıştır.⁵⁹

4. BULGULAR

4.1. Başparmak Eklemlerinin ROM ölçümü ve değerleri

CMP eklemden palmar abduksiyon; denek ayakta, dirsek hafif fleksiyonda ve önkol masa kenarına dayanmış pozisyonda iken el ayası horizontal platformun kenarına yerleştirildi. CMP ekleminden dışarıda kalmasına dikkat edildi. Başparmak ele bitişik nizamda iken prob yere dikey bir şekilde 1. metakarpal üzerine konuldu. Nötral 0⁰ olarak kabul ettiğimiz bu başlama pozisyonunda başparmak masa kenarından yere doğru denek tarafından sonuna kadar hareket ettirildi. “Continue mode” çalıştırılan gösterge ünitesinden açısal derece okundu ve kayıt edildi (Resim 4).



Resim 4. CMP eklemden palmar abduksiyon ölçümü

Ortalama sonuçlar 36° - 38° arasında olup, kadınlarda biraz daha yüksek ve her iki grupta dominant el lehine idi (Tablo I). İstatistiksel analizde erkek ve kadınlar arasında dominant elde anlamlı bir fark bulunmadı (Mann Whitney $U=175$, $p>0,05$). Erkek ve kadınlar arasında nondominant elde de anlamlı bir fark yoktu ($t=-0,455$, $p>0,05$). Erkeklerde dominant ile nondominant el arasında istatistiksel anlamlı fark yoktu ($t=0,631$, $p>0,05$). Kadınlarda da dominant-nondominant arasında anlamlı fark bulunmadı ($t=0,062$, $p>0,05$).

CMP eklemdede radial abduksiyon; oturur pozisyondaki denegin dirseği 90° fleksiyonda, önkol masanın üzerinde ve el ulnar kenarı üzerinde dikey konumda tutuldu. Prob 1. metakarpal üzerine uzunlamasına yerleştirildi. Denek başparmağını vertikal düzlemde yukarıya doğru kaldırdı ve açısal değer göstergeden ünitesinden okundu ve kaydedildi (Resim 5).



Resim 5. CMP eklemdede radial abduksiyon ölçümü

Ortalama sonuçlar 24° - 27° arasında olup, erkeklerde biraz daha yüksek ve her iki grupta dominant taraf lehine idi (Tablo I). Bu harekette de erkekler ve kadınlar arasında dominant elde istatistiksel anlamlı fark tespit edilmedi ($t=1,105$, $p>0,05$). Erkekler ve kadınlar arasında nondominant ellerde de anlamlı bir fark yoktu ($t=1,933$, $p>0,05$). Erkeklerde dominant

ile nondominant taraf sonuçları anlamlı değildi ($t=1,282$, $p>0,05$). Kadınlarda da dominant-nondominant arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı ($t=1,856$, $p>0,05$).

CMP ekleme oppozisyon; denek oturur pozisyonda, dirsek fleksiyonda ve hafif supinasyonda, bilek nötral pozisyonda ve el ulnar kenarı üzerinde dikey konumda tutuldu. Prob 1. metakarpal üzerine uzunlamasına yerleştirildi. Deneğe başparmağını avuç içini sıyrarak 5. parmağa yaklaştırması istendi. Hareket sonu derecesi gösterge ünitesinden okunarak kayıt edildi (Resim 6).



Resim 6. CMP ekleme oppozisyon ölçümü

Ortalama sonuçlar 56^0 - 60^0 arasında olup, erkeklerde daha yüksek ve her iki grupta dominant taraf lehine bulundu (Tablo I). İstatistiksel analizde erkek ve kadınlar arasında dominant elde Mann Whitney U testi uygulandı, fakat anlamlı fark tespit edilemedi ($U: 171,5$, $p>0,05$). Erkek ve kadınlar arasında nondominant elde anlamlı bir fark tespit edilemedi (Mann Whitney $U: 181$, $p>0,05$). Her iki grubun kendi içinde dominant-nondominant taraf da anlamsız çıktı (erkeklerde $t= 0,228$, $p>0,05$; kadınlarda $t=0,279$, $p>0,05$).

Tablo I: Başparmak eklemlerinin ROM değerleri

| Eklem Hareket | Erkek | | Kadın | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | Dominant | Nondominant | Dominant | Nondominant |
| CMC (PA) | 37,35±4,74 | 36,45±4,27 | 37,81±9,31 | 37,62±10,70 |
| CMC (RA) | 27,40±3,66 | 26,25±3,60 | 26,14±3,62 | 24,05±3,69 |
| CMC (O) | 59,60±5,59 | 59,10±8,05 | 57,86±13,84 | 56,67±13,81 |
| MCP I (F) | 60,10±6,37 | 58,40±5,30 | 59,43±8,91 | 57,52±9,38 |
| MCP I (E) | 33,45±6,96 | 32,45±7,96 | 31,38±5,89 | 29,86±5,80 |
| MCP I (F+E) | 93,55±9,88 | 90,85±10,05 | 90,81±10,26 | 87,38±10,85 |
| IP (F) | 73,75±8,21 | 71,80±6,91 | 79,33±10,08 | 77,91±10,95 |
| IP (E) | 30,05±9,89 | 27,60±9,32 | 26,67±7,53 | 25,43±7,18 |
| IP (F+E) | 103,8±13,05 | 99,40±12,07 | 106,0±11,42 | 103,33±13,23 |

MCP I ekleminde fleksiyon - ekstansiyon; oturur pozisyondaki deneğin dirseği, fleksiyonda, önkol ve el masa üzerinde yere dik bir şekilde konuşturıldı. Araştırmacı tarafından 1. metakarpal manuel olarak sabitlendi ve prob proksimal falanks üzerine yerleştirildi. Denekten başparmağını avuç içine doğru azami bükmesi istendi ve hareketin derecesi okunarak kaydedildi. “Continu mode” yönteminde çalışıldığı için başparmak ters istikamette hareket ettirildi. 0⁰ ye ulaşıldıktan sonra falanksın maksimal ekstansiyonu kayıt edildi (Resim 7).



Resim 7. MCP I ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü

Fleksiyon ortalama 57° - 60° , ekstansiyon 30° - 33° ve ikisinin toplamı 87° - 93° bulundu (Tablo I). Bu hareketler de erkeklerde daha yüksek ve her iki cinste dominant ekstremite lehine idi. Ancak bu farkların hiçbiri istatistiksel anlamlı bulunmadı:

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=0,276, p>0,05 | t=0,366, p>0,05 | t=0,918, p>0,05 | t=0,674, p>0,05 |
| E | t=1,029, p>0,05 | t=1,197, p>0,05 | t=0,423, p>0,05 | t=0,845, p>0,05 |
| F+E | t=0,870, p>0,05 | t=1,060, p>0,05 | t=0,857, p>0,05 | t=1,052, p>0,05 |

IP eklemdede fleksiyon - ekstansiyon; oturur pozisyondaki deneğin dirseği fleksiyonda, önkol ve elin ulnar kenarı masa üzerinde, başparmak dikey konumda ve repozisyonda (palmar ile ulnar abduksiyon arası). Araştırmacı tarafından başparmağın proksimal falanksı manuel olarak sabitlendi ve prob distal falanks üzerine yerleştirildi. Denekten bu falanksı maksimum bükmesi istendi ve dijital sonuç okundu. Ters yönde distal falanks hareket ettirildi ve 0° sonrası kaydedildi (Resim 8).



Resim 8. IP eklemdede fleksiyon – ekstansiyon ölçümü

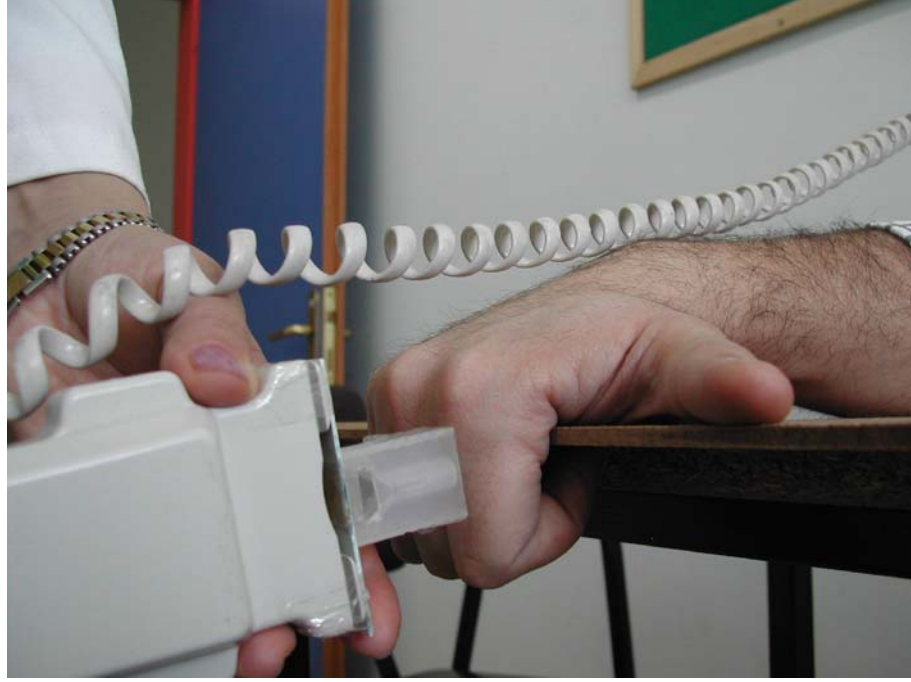
Fleksiyon ortalaması 71^0-79^0 , ekstansiyon 25^0-30^0 ve ikisinin toplamı 99^0-106^0 bulundu (Tablo I). Bu hareketin toplamı kadınlarda daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel anlamlılık yoktu. Buna rağmen sadece fleksiyon kadınlarda daha yüksek ve sadece ekstansiyon erkeklerde daha yüksek ölçüldü. Her ikisinde de istatistiksel anlamlılık çıkmazken, yalnız kadınların fleksiyonu erkeklere göre daha yüksek bulundu. ($t=-2,122$, $p<0,05$). Diğer karşılaştırmalar anlamsız bulundu:

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | $t=-,939, p>0,05$ | $t=-2,122, p<0,05$ | $t=0,813, p>0,05$ | $t=0,440, p>0,05$ |
| E | $t=1,237, p>0,05$ | $t=0,838, p>0,05$ | $t=0,807, p>0,05$ | $t=0,545, p>0,05$ |
| F+E | $t=-,575, p>0,05$ | $t=-0,993, p>0,05$ | $t=1,107, p>0,05$ | $t=0,699, p>0,05$ |

4.2. İşaret Parmağı Eklemlerinin ROM ölçümü ve değerleri

MCP II ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: denek oturur pozisyonda, dirsek fleksiyonda ve pronasyonda, avuç içi metakarp başlarına kadar masaya temas ettirildi. Parmaklar masanın kenarını aşacak biçimde aynı düzlemde tutuldu. Nötral 0 – pozisyon kabul edilen bu konumda aletin probu işaret parmağının proksimal falanksı üzerine yerleştirildi. Denekten dört parmağını birden maksimum bükmesi istendi ve dijital göstergeden açılma değeri okundu. Parmaklar tekrar 0- pozisyona getirildi, maksimum ekstansiyon yaptırıldı ve ölçüldü. Bu esnada araştırmacı bir eliyle deneğin el sırtını masa üzerine bastırdı (Resim 9).

Fleksiyon ortalama $91^0- 95^0$, ekstansiyon 27^0-29^0 ve ikisinin toplamı 119^0-124^0 ölçüldü. Bu hareketin toplamı kadınlarda daha yüksek ve her iki cinsten dominant taraf lehine idi. Fleksiyonda kadınların üstünlüğü daha belirgin olmasına rağmen, ekstansiyon her iki cinsten birbirine yakın çıktı (Tablo II).



Resim 9. MCP II ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü

Ancak erkeklerin kendi aralarındaki dominant nondominant el hareketlerinin kıyaslamasında istatistiksel anlamlılık tespit edildi. Ekstansiyonda erkeklerin dominant değerleri anlamlı derecede daha yüksek çıktı.

Tablo II: İşaret parmağı eklemlerinin ROM değerleri

| Eklem Hareket | Erkek | | Kadın | |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Dominant | Nondominant | Dominant | Nondominant |
| MCP II (F) | 93,65±5,99 | 91,15±7,55 | 95,73±6,75 | 92,57±6,05 |
| MCP II (E) | 29,40±5,42 | 28,05±4,81 | 29,52±6,67 | 27,81±6,99 |
| MCP II (F+E) | 123,05±9,51 | 119,20±10,63 | 124,95±11,28 | 120,38±10,64 |
| PIP II (F) | 102,65±12,16 | 101,60±11,27 | 99,57±10,20 | 95,09±9,18 |
| PIP II (E) | 12,00±2,77 | 11,20±2,80 | 14,05±3,46 | 12,81±3,57 |
| PIP II (F+E) | 114,65±12,45 | 112,80±11,34 | 113,62±10,88 | 107,90±10,77 |
| DIP II (F) | 68,65±8,91 | 66,85±8,80 | 77,67±11,74 | 75,38±12,13 |
| DIP II (E) | 4,80±1,06 | 4,30±0,80 | 5,52±2,89 | 4,76±2,61 |
| DIP II (F+E) | 73,45±8,59 | 71,15±8,74 | 83,19±11,62 | 80,14±12,03 |

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek dominant/nondominant | Kadın Dominant/nondominant |
|-----|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| F | t=-0,891, p>0,05 | t=-0,667, p>0,05 | t=2,334, p<0,05 | t=1,445, p>0,05 |
| E | t=-0,065, p>0,05 | t=0,128, p>0,05 | t=3,913, p<0,05 | t=1,202, p>0,05 |
| F+E | t=-0,582, p>0,05 | t=-0,355, p>0,05 | t=3,624, p<0,05 | t=1,596, p>0,05 |

PIP II eklemde fleksiyon – ekstansiyon: aynı pozisyonda deneğin eli PIP eklemine kadar geri çekildi, el sırtı ve proksimal falankslar masa üzerine araştırmacı tarafından bastırıldı. Nötral 0- pozisyonda prob işaret parmağının orta falanksı üzerine yerleştirildi. Dört parmağının proksimal interfalangeal eklemlerini birlikte bükmesi istendi ve fleksiyon derecesi kaydedildi. Ters yönde parmaklara hareket yaptırılarak nötral 0- pozisyona ulaşıldı ve ekstansiyon yönünde maksimum çaba göstermesi istendi. Nötral pozisyondan itibaren ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi (Resim 10).



Resim 10. PIP II eklemde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü

Bu eklemde fleksiyon ortalama 95° - 102° , ekstansiyon 11° - 14° ve ikisinin toplamı 107° 114° bulundu.(Tablo II). Bu hareketin toplamı erkeklerde daha yüksek çıktı ve bu fark fleksiyondan kaynaklandı. Özellikle nondominant tarafın fleksiyonu istatistiksel olarak anlamlı şekilde erkeklerde daha yüksekti ($t=2,03$, $p<0,05$). Buna mukabil kadınlarda

ekstansiyon dominant, taraf olarak erkeklerden daha yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı ($t=-2.086, p<0,05$) bulunduğu halde, toplam harekette anlamlı bir fark bulunamadı.

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| F | $t=0,880, p>0,05$ | $t=2,030, p<0,05$ | $t=0,283, p>0,05$ | $t=1,495, p>0,05$ |
| E | $t=-2,086, p<0,05$ | $t=-1,600, p>0,05$ | $t=0,908, p>0,05$ | $t=1,141, p>0,05$ |
| F+E | $t=-0,283, p>0,05$ | $t=1,418, p>0,05$ | $t=0,491, p>0,05$ | $t=1,711, p>0,05$ |

DIP II ekleminde fleksiyon – ekstansiyon: avuç içi masa üzerine sıkıca yapıştırılan elin sadece distal falanksları ölçüm platformunun kenarını aştı. Bu kez aletin probu distal falanks üzerine yerleştirildi. El ve parmaklar sıkıca masa üzerine bastırıldı. Denekten parmak uçlarını bükmesi istendi ve fleksiyon değeri kayıt edildi. Hemen akabinde parmaklar 0-pozisyona getirildi ve denekten ekstansiyon yapması istendi. Bunun derecesi de dijital göstergeden okundu ve kayıt edildi (Resim 11).



Resim 11. DIP II ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü

Bu ekleminde fleksiyon ortalama 66^0-77^0 , ekstansiyon çok az 4^0-5^0 ve ikisinin toplamı 71^0-83^0 tespit edildi (Tablo II). Bu ekleminde kadınların belirgin üstünlüğü vardı ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Özellikle nondominant el bakımından fleksiyon

hareketi ve bunun sonucu toplam hareket kadınlarda dominant elde ($t=-3,04, p<0,05$) ve nondominant elde istatistiksel olarak anlamlı yüksekti ($t=-2,727, p<0,05$). Her iki grubun kendi içinde dominant- nondominant mukayesesi dominant el lehine, fakat istatistiksel olarak anlamsız bulundu.

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | $t=-2,76, p<0,05$ | $t=-2,566, p<0,05$ | $t=0,643, p>0,05$ | $t=0,620, p>0,05$ |
| E | $U=203,5, p>0,05$ | $t=-0,759, p>0,05$ | $t=1,687, p>0,05$ | $t=0,897, p>0,05$ |
| F+E | $t=-3,04, p<0,05$ | $t=-2,727, p<0,05$ | $t=0,839, p>0,05$ | $t=0,835, p>0,05$ |

4. 3. Orta Parmak Eklemlerinin ROM ölçümü ve değerleri

MCP III ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: denek pozisyonu işaret parmağındaki gibidir, fakat inklinometrenin probu orta parmağın proksimal falanksı üzerine yerleştirildi. Önce fleksiyon, sonra ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi.

Fleksiyon ortalama 92^0-95^0 , ekstansiyon 25^0-27^0 ve ikisinin toplamı 117^0-122^0 bulundu. Ekstansiyon her iki cinste birbirine yakın olmasına rağmen, erkeklerde fleksiyon değerlerinin daha yüksek olması total hareket kapasitesinde erkeklere nisbi üstünlük sağladı. Erkeklerde de, kadınlarda da dominant tarafın değerleri daha fazla idi, fakat istatistiksel anlamlılık kanıtlanamadı (Tablo III).

Tablo III: Orta parmak eklemlerinin ROM değerleri

| Eklem Hareket | Erkek | | Kadın | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Dominant | Nondominant | Dominant | Nondominant |
| MCP III (F) | 94,80±2,82 | 93,40±2,28 | 93,29±2,95 | 91,95±2,54 |
| MCP III (E) | 26,85±2,01 | 25,60±2,56 | 27,08±3,01 | 25,62±3,43 |
| MCP III (F+E) | 121,65±3,54 | 119,00±3,54 | 120,33±3,86 | 117,57±4,09 |
| PIP III (F) | 109,60±4,24 | 108,20±4,27 | 105,05±4,64 | 102,05±5,96 |
| PIP III (E) | 12,00±1,45 | 11,15±1,35 | 13,10±2,12 | 12,24±2,830 |
| PIP III (F+E) | 121,60±4,42 | 119,35±4,55 | 118,14±4,96 | 114,29±7,28 |
| DIP III (F) | 69,90±7,87 | 68,80±8,71 | 72,62±9,32 | 71,43±8,91 |
| DIP III (E) | 4,85±0,99 | 4,20±0,95 | 5,10±3,53 | 4,95±3,30 |
| DIP III (F+E) | 74,75±7,81 | 73,00±8,72 | 77,71±10,54 | 76,38±10,22 |

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=1,678, p>0,05 | t=1,97, p>0,05 | t=1,726, p>0,05 | t=1,569, p>0,05 |
| E | t=-0,246, p>0,05 | t=-0,020, p>0,05 | t=1,717, p>0,05 | t=1,436, p>0,05 |
| F+E | t=1,135, p>0,05 | t=1,193, p>0,05 | t=2,366, p>0,05 | t=2,248, p>0,05 |

PIP III ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: işlemler işaret parmağındaki gibi takip edildi. Prob orta parmağın orta falanksı üzerine konuldu. Önce fleksiyon, daha sonra ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi.

Fleksiyon 102^0-109^0 , ekstansiyon 11^0-13^0 ve ikisinin toplamı 114^0-121^0 olarak tespit edildi. Fleksiyon erkeklerde anlamlı derecede daha yüksekti. Bu yüksek değer hem dominant hem de nondominant elde istatistiksel anlamlı çıktı ve hareketlerin toplamına (F+E) yansdı. Erkeklerde düşük rakamlar ifade eden ekstansiyon kadınlar lehine idi, fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Kendi grupları içerisinde erkeklerde de, kadınlarda da dominant taraf üstündü, ancak anlamlılık ifade etmedi (Tablo III).

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=3,275, p<0,05 | t=3,780, p<0,05 | t=1,040, p>0,05 | t=1,819, p>0,05 |
| E | t=-1,921, p>0,05 | t=-1,560, p>0,05 | t=1,919, p>0,05 | t=1,112, p>0,05 |
| F+E | t=2,352, p<0,05 | t=2,656, p<0,05 | t=1,587, p>0,05 | t=2,006, p>0,05 |

DIP III ekleminde fleksiyon- ekstansiyon: bu eklemde de hareketlerin ölçülmesi aynen işaret parmağındaki gibi gerçekleştirildi. Sadece prob üçüncü parmağın son falanksı üzerine konuldu. Önce fleksiyon, daha sonra ekstansiyon ölçüldü. Distal interfalangeal eklemlerde ekstansiyon rakamları çok düşük olmasına rağmen inklinometrenin duyarlılığı sayesinde belli belirsiz bu oynamalar kayıt edilebildi.

Bu eklemde asal hareketi fleksiyondu: ortalama 68^0-72^0 derece bulundu. Ekstansiyon sadece 4^0-5^0 ölçülebildi. Toplamda ise 73^0-77^0 değer hesaplandı (Tablo III). Fleksiyon da, ekstansiyon da kadınlarda daha yüksek ölçüldü. Dolayısıyla total hareket de kadınlarda daha fazla oldu. Ancak bu görünen farklar istatistiksel anlamlı çıkmadı. Erkeklerde de, kadınlarda da dominant taraf daha yüksekti, fakat anlamlı bulunmadı.

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=-1,007,p>0,05 | t=-0,954, p>0,05 | t=0,419, p>0,05 | t=0,423, p>0,05 |
| E | t=-0,299,p>0,05 | t=-0,979, p>0,05 | t=-2,119, p>0,05 | t=0,135, p>0,05 |
| F+E | t=-1,019,p>0,05 | t=-1,136, p>0,05 | t=0,668, p>0,05 | t=0,416, p>0,05 |

4.4. Yüzük Parmak Eklemlerinin ROM ölçümü ve değerleri

MCP IV ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: denek pozisyonu orta parmaktaki gibidir, fakat inklinometrenin probu yüzük parmağın proksimal falanksı üzerine yerleştirildi. Önce fleksiyon, sonra ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi (Tablo IV).

Fleksiyon ortalama 91^0-93^0 , ekstansiyon ortalama 23^0-25^0 ve ikisinin toplamı 116^0-118^0 bulundu. İstatistiksel analizde kadın ve erkekler arasında dominant elde anlamlı bir fark bulundu. Kadın ve erkekler arasında nondominant elde anlamlı bir fark yoktu. Erkeklerde de kadınlarda da dominant ve nondominant parmaklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi:

Tablo IV: Yüzük parmak eklemlerinin ROM değerleri

| Eklem Hareket | Erkek | | Kadın | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Dominant | Nondominant | Dominant | Nondominant |
| MCP IV (F) | 93,40±2,16 | 92,30±1,72 | 91,90±2,47 | 91,19±2,66 |
| MCP IV (E) | 24,90±2,99 | 23,70±3,28 | 25,19± 3,88 | 24,62±3,80 |
| MCP IV (F+E) | 118,30±4,07 | 116,00±4,28 | 117,10±4,60 | 115,81±3,98 |
| PIP IV (F) | 106,85±4,45 | 106,10±4,04 | 104,43±4,70 | 102,48±6,91 |
| PIP IV (E) | 11,05±1,40 | 10,20±1,24 | 12,95±1,83 | 12,33±1,88 |
| PIP IV (F+E) | 117,90±4,28 | 116,30±4,13 | 117,38±4,73 | 114,81±7,26 |
| DIP IV (F) | 68,85±9,16 | 67,60±9,27 | 70,38±8,99 | 67,76±9,37 |
| DIP IV (E) | 3,95±10 | 3,60±0,75 | 4,48±2,69 | 4,38±3,37 |
| DIP IV (F+E) | 72,80±9,17 | 71,20±9,33 | 74,86±9,20 | 72,14±10,99 |

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek dominant/nondominant | Kadın dominant/nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=2,059, p<0,05 | t=1,578, p>0,05 | t=1,781, p>0,05 | t=0,903, p>0,05 |
| E | t=-0,268, p>0,05 | t=-0,827, p>0,05 | t=1,210, p>0,05 | t=0,482, p>0,05 |
| F+E | t=0,886, p>0,05 | t=0,148, p>0,05 | t=1,742, p>0,05 | t=0,968, p>0,05 |

PIP IV eklemde fleksiyon-ekstansiyon: işlemler işaret parmağındaki gibi takip edildi. Prob parmağın orta falanksı üzerine konuldu. Önce fleksiyon, daha sonra ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi.

Fleksiyon ortalama $102^0 - 106^0$, ekstansiyon $10^0 - 12^0$ ve ikisinin toplamı $114^0 - 117^0$ bulundu. İstatistiksel analizde dominant elde kadınlar ve erkekler arasında fleksiyonda anlamlı bir fark yoktu, ancak ekstansiyonda anlamlı bir fark tespit edildi. Kadınların derecesi erkeklere göre daha yüksekti. Nondominant elde ise hem fleksiyonda, hem ekstansiyonda anlamlı fark gözlemlendi. Erkeklerin derecesi fleksiyon yönünde yüksekken, kadınlarda ise ekstansiyon yüksektir.

Fleksiyon erkeklerde de, kadınlarda da dominant taraf lehine idi, fakat istatistiksel anlamlı bulunmadı. Ekstansiyonda; ise her iki cinsten dominant el lehine anlamlı fark bulundu. Toplam değerlerde anlamlı bir fark yoktu.

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek dominant/nondominant | Kadın dominant/nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=1,693, p>0,05 | t=2,036, p<0,05 | t=0,558, p>0,05 | t=1,071, p>0,05 |
| E | t=-3,730, p<0,05 | t=-4,267, p<0,05 | t=-5,393, p<0,05 | t=1,081, p>0,05 |
| F+E | t=0,368, p>0,05 | t=0,803, p>0,05 | t=-1,262, p>0,05 | t=1,361, p>0,05 |

DIP IV eklemde fleksiyon-ekstansiyon: bu eklemde de hareketlerin ölçülmesi aynen orta parmaktaki gibi gerçekleştirildi. Sadece probe dördüncü parmağın son falanksı üzerine konuldu. Önce fleksiyon, daha sonra ekstansiyon ölçüldü. Fakat ekstansiyon rakamları son derece düşük çıktı.

Bu eklemde fleksiyon ortalama $67^0 - 70^0$, ekstansiyon $3^0 - 4^0$ ve ikisinin toplamı $71^0 - 74^0$ derece tespit edildi (Tablo IV). Bu eklemde istatistiksel analizde dominant elde kadınlar ve

erkekler arasında anlamlı bir fark yoktu. Nondominant elde de kadınlar ve erkekler arasında da anlamlı bir fark bulunmadı.

Her iki harekette de erkeklerde dominant ve nondominant parmaklar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Kadınlarda da istatistiksel fark görülmedi.

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| F | t=-0,540, >0,05 | t=-0,054, p>0,05 | t=0,429, p>0,05 | t=0,894, p>0,05 |
| E | t=-0,821, p>0,05 | t=-1,012, p>0,05 | t=1,251, p>0,05 | t=0,101, p>0,05 |
| F+E | t=-0,716, >0,05 | t=-0,295, p>0,05 | t=0,547, p>0,05 | t=0,868, p>0,05 |

4.5. Küçük Parmak Eklemlerinin ROM ölçümü ve değerleri

MCP V ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: denek pozisyonu yüzük parmaktaki gibidir, fakat inklinometrenin probu serçe parmağın proksimal falanksı üzerine yerleştirildi. Önce fleksiyon, sonra ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi.

Fleksiyon ortalama 93° - 95° , ekstansiyon 25° - 26° ve ikisinin toplamı 118° - 120° bulundu. Erkeklerde de, kadınlarda da dominant tarafın değerleri daha fazla idi, fakat istatistiksel anlamlılık kanıtlanamadı (Tablo V).

Tablo V: Küçük Parmak Eklemlerinin ROM değerleri

| Eklem Hareket | Erkek | | Kadın | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Dominant | Nondominant | Dominant | Nondominant |
| MCP V (F) | 95,85±2,70 | 94,60±2,85 | 94,24±3,69 | 93,10±4,28 |
| MCP V (E) | 26,50±2,50 | 25,30±3,01 | 26,48±3,39 | 25,42±3,01 |
| MCP V (F+E) | 122,35±4,88 | 119,90±5,20 | 120,71±3,95 | 118,52±5,16 |
| PIP V (F) | 108,40±5,62 | 107,25±5,71 | 106,95±4,65 | 105,52±7,74 |
| PIP V (E) | 11,70±1,45 | 10,40±1,14 | 12,90±3,33 | 12,76±2,34 |
| PIP V (F+E) | 120,10±5,92 | 117,65±5,81 | 119,86±5,81 | 118,29±8,97 |
| DIP V (F) | 72,70±7,31 | 71,65±6,94 | 78,14±11,53 | 75,14±10,31 |
| DIP V (E) | 4,95±0,69 | 4,10±0,55 | 5,42±2,20 | 5,38±2,82 |
| DIP V (F+E) | 77,65±7,29 | 75,75±7,08 | 83,57±11,74 | 80,52±11,29 |

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek dominant/nondominant | Kadın dominant/nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=1,590, p>0,05 | t=1,318, p>0,05 | t=1,423, p>0,05 | t=0,928, p>0,05 |
| E | t=-0,026, p>0,05 | t=-0,137, p>0,05 | t=1,371, p>0,05 | t=1,060, p>0,05 |
| F+E | t=1,182, p>0,05 | t=0,850, p>0,05 | t=1,536, p>0,05 | t=1,544, p>0,05 |

PIP V ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: işlemler yüzük parmağında ki gibi takip edildi. Prob serçe parmağın orta falanksı üzerine konuldu. Önce fleksiyon, daha sonra ekstansiyon ölçüldü ve kaydedildi.

Fleksiyon ortalama 105^0-108^0 ,ekstansiyon 10^0-12^0 ve ikisinin toplamı 117^0-120^0 bulundu(Tablo V)

Fleksiyon hareketinin incelenmesinde istatistiksel analizde erkek ve kadınlar arasında dominant ve nondominant elde anlamlı bir fark bulunmadı. Erkek ve kadında dominant ve nondominant el kıyaslamasında da bir anlamlılık görülmedi.

Ekstansiyonda nondominant elde kadınlar ve erkekler arasında anlamlı bir fark vardı. Kadınlarda değerler daha yüksek bulundu. Erkeklerin ekstansiyon değeri dominant tarafta anlamlı derecede yüksek çıktı.

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F | t=0,900, p>0,05 | t=0,809, p>0,05 | t=0,642, p>0,05 | t=0,725, p>0,05 |
| E | t=-1,488, p>0,05 | t=-4,069, p<0,05 | t=3,143, p<0,05 | t=0,161, p>0,05 |
| F+E | t=0,133, p>0,05 | t=-0,268, p>0,05 | t=1,321, p>0,05 | t=0,674, p>0,05 |

DIP V ekleminde fleksiyon-ekstansiyon: bu eklemdede hareketlerin ölçülmesi aynen yüzük parmağındaki gibi gerçekleştirildi. Sadece prob serçe parmağın son falanksı üzerine konuldu. Önce fleksiyon, daha sonra ekstansiyon ölçüldü.

Fleksiyon ortalama 71^0-78^0 ,ekstansiyon 4^0-5^0 ve ikisinin toplamı 75^0-83^0 bulundu. İstatistiksel analizde erkekler ve kadınlar arasında dominant elde ve nondominant elde

anlamli bir fark gözlenmedi. Erkeklerde dominant ve nondominant parmaklar arasında ekstansiyon hareketinde istatistiksel olarak anlamli fark bulundu. Dominant parmaklar daha üstündü. Kadınlarda istatistiksel olarak anlamli bir fark bulunmadı. Toplam değerlerde de anlamli bir fark yoktu.

| | Dominant | Nondominant | Erkek | Kadın |
|-----|------------------|------------------|---------------------------|----------------------|
| | Kadın/Erkek | Kadın/Erkek | Dominant/Nondominant | Dominant/Nondominant |
| F | t=-1,795, p>0,05 | t=-1,266, p>0,05 | t=0,466, p>0,05 | t=0,888, p>0,05 |
| E | t=-0,929, p>0,05 | t=-1,995, p>0,05 | t=4,314, p<0,05 | t=0,061, p>0,05 |
| F+E | t=-1,929, p>0,05 | t=-1,613, p>0,05 | t=0,836, p>0,05 | t=0,858, p>0,05 |

4.6. MCP Eklemlerinin Abduksiyon/ Adduksiyon Ölçümü ve Değerleri

Bu hareketlerin ayrı ayrı ölçümü metodolojik açıdan zordu. Radyometrik ve fotogrametrik çalışmalar olmasına rağmen inklinometrik yöntem henüz geliştirilmemişti. Parmakların total adduksiyonunda ve maksimal abduksiyonunda aldığımız palmogram çizimleri tatmin edici kolaylık sağlamadı. Yeni ve orijinal metot geliştirmemiz gerekti. Çözümü duvara monte edilen vertikal duvar panosu sayesinde bulduk. 60x40 cm'lik çuha kaplı bir dikdörtgen panoyu yerden 1.60 m yükseklikte, gösterge ünitesinin yanına monte ettik. Ayakta duran denek, parmakları bitişik halde, önce dominant elini, sonra nondominant elini çuha üzerine bastırdı. El kumanda ünitesinin probu araştırmacı tarafından sırasıyla her bir parmağın proksimal falanksı üzerine yerleştirildi. Deneğin tüm parmaklarını mümkün olduğu kadar yayması istendi ve dijital göstergeden abduksiyon derecesi okundu (Resim 12). İşlem her bir parmak için tekrarlandı. İki parmakta özel önlem alındı: başparmak MCP ekleminin abduksiyon/ adduksiyonu için 1. metakarpal kemik manuel olarak pano üzerine sıkıca bastırıldı ve hareket etmemesi sağlandı; orta parmağın MCP ekleminin abduksiyon /adduksiyonu ise total olarak hesaplandı.



Resim 12. MCP eklemlerinin abduksiyon- adduksiyon ölçümü

Önce maksimal ulnar deviasyon yaptırıldı ve akabinde başparmak yönünde maksimal radial deviasyon yaptırılması istendi. Toplam hareket ölçüldü ve kayıt edildi (Tablo VI).

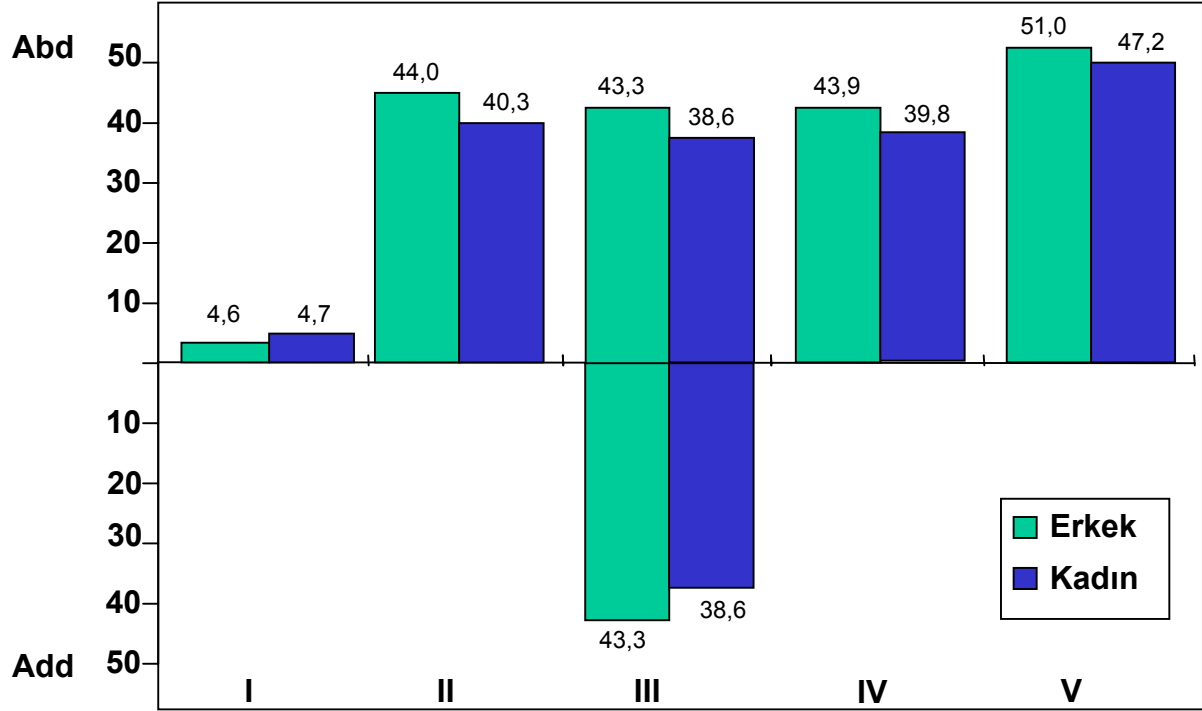
Tablo VI: MCP eklemlerinde abduksiyon değerleri

| Eklem Hareket | Erkek | | Kadın | |
|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | Dominant | Nondominant | Dominant | Nondominant |
| MCP I (A) | 4,60±1,35 | 3,40±1,14 | 4,71±1,38 | 3,76±1,30 |
| MCP II (A) | 44,05±2,67 | 43,50±2,58 | 40,38±8,16 | 39,90±7,25 |
| MCP III (A) | 86,75±7,25 | 85,65±7,26 | 77,33±12,60 | 74,71±13,33 |
| MCP IV (A) | 43,95±2,33 | 42,75±2,63 | 39,86±9,36 | 39,90±9,73 |
| MCP V (A) | 51,00±2,62 | 50,60±2,50 | 47,24±4,96 | 45,52±5,61 |

MCP eklemlerindeki abduksiyonun ROM değerleri, başparmak hariç, ortalama 40⁰-50⁰ arasında değişmekteydi. Başparmağın metakarpofalangeal ekleminde sadece 3⁰-5⁰ civarında abduksiyon ölçülebildi. Orta parmakta ise radial ve ulnar abduksiyonun toplamı kaydedildiği için ROM da yaklaşık iki misli yüksek bulundu 75⁰-85⁰. Diğer parmaklardan küçük parmak en hareketli bulundu. Onu işaret parmağı ve yüzük parmağı takip ediyorlardı,

ancak aralarındaki fark istatistik anlamlı bulundu. Orta parmağın her iki tarafa doğru ROM değeri de yüzük parmağı için elde edilen rakamlara çok yakın ve uyumlu çıktı (Grafik I).

Grafik I. Metakarpofalangeal eklemlerin abduksiyon / adduksiyon ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması (dominant taraf esas alınmıştır)



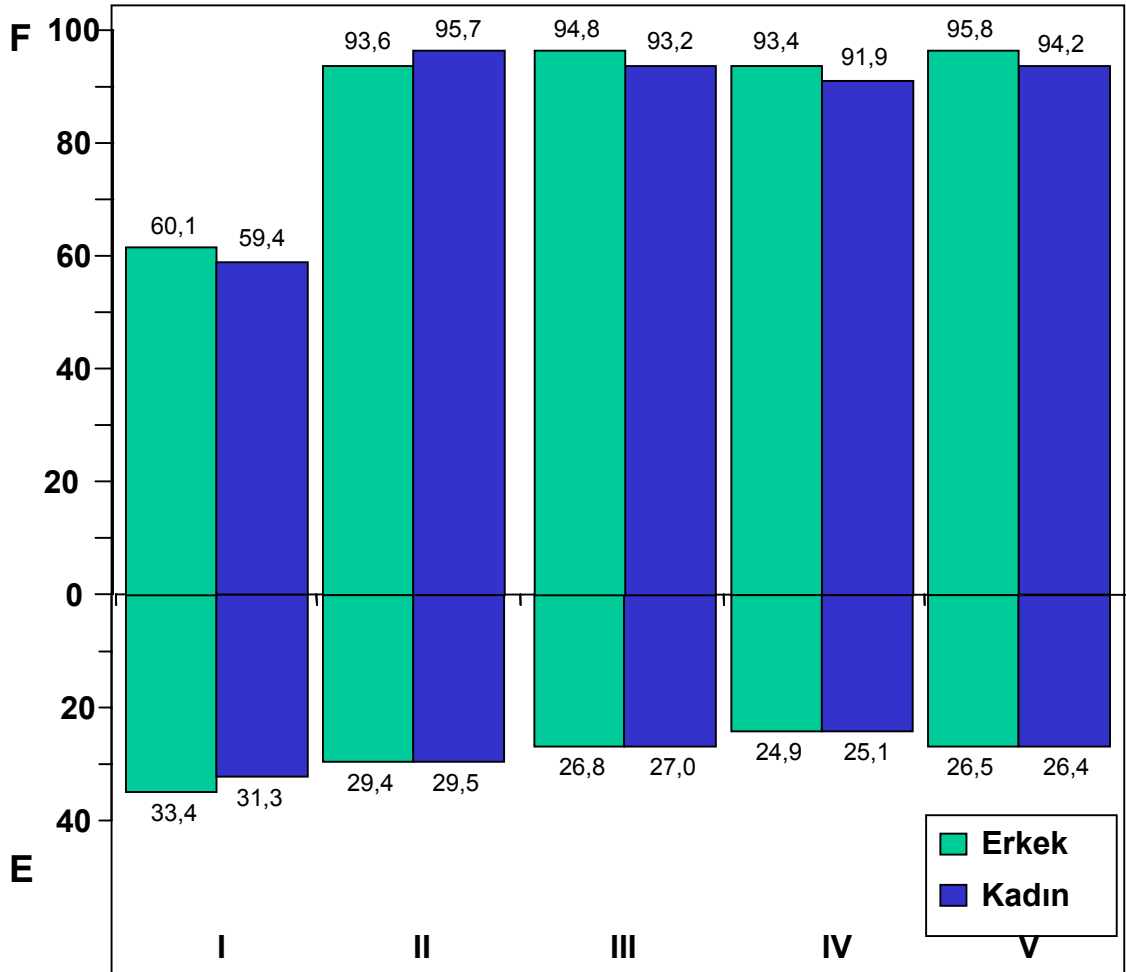
Abduksiyon değerlerinin kadın/erkek karşılaştırmasında, başparmak hariç erkekler lehine olan ortalama ROM değerleri sadece 3. parmak ve 5. parmak için istatistiksel anlamlı bulundu. Bu anlamlılık hem dominant, hem de nondominant eller için geçerliydi. Erkeklerde de, kadınlarda da daima dominant taraftan alınan ROM değerleri nondominant tarafa göre daha yüksekti, fakat istatistiksel anlamlılık sadece başparmakta kanıtlanabildi:

| | Dominant Kadın/Erkek | Nondominant Kadın/Erkek | Erkek Dominant/Nondominant | Kadın Dominant/Nondominant |
|-----------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| MCPI (A) | t=-,267,p>0,05 | t=-,945,p>0,05 | t=3,030, p<0,05 | t=2,299, p<0,05 |
| MCPII(A) | t=1,915,p>0,05 | t=1,833,p>0,05 | t=1,205,p>0,05 | t=0,200,p>0,05 |
| MCPIII(A) | t=2,912, p<0,05 | t=3,238, p<0,05 | t=0,479,p>0,05 | t=0,654,p>0,05 |
| MCPIV(A) | t=1,900,p>0,05 | t=1,264,p>0,05 | t=1,527,p>0,05 | t=-,016,p>0,05 |
| MCPV (A) | t=3,015, p<0,05 | t=3,710, p<0,05 | t=0,494,p>0,05 | t=1,049,p>0,05 |

4.7. MCP Eklemlerinin Fleksiyon/ Ekstansiyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Metakarpofalangeal eklemlerin maksimal fleksiyon ve ekstansiyon yapabilme imkanları parmaklar bazında karşılaştırıldığında başparmak bariz olarak daha düşük (toplam 90° , bunun 60° fleksiyon ve 30° ekstansiyon), diğer parmaklar birbirine oldukça yakın (toplam 120° , bunun 95° fleksiyon ve 25° ekstansiyon) bir kapasiteye sahip oldukları anlaşıldı. Başparmak hariç diğer parmakları kendi aralarında karşılaştırırsak sırasıyla işaret parmağı, sonra küçük parmak, arkasından orta parmak ve en sonunda yüzük parmak gelmekteydi. Ancak sadece fleksiyon bakımından küçük parmak önde, ekstansiyon bakımından ise işaret parmağı önde gözükmekteydi (Grafik II)

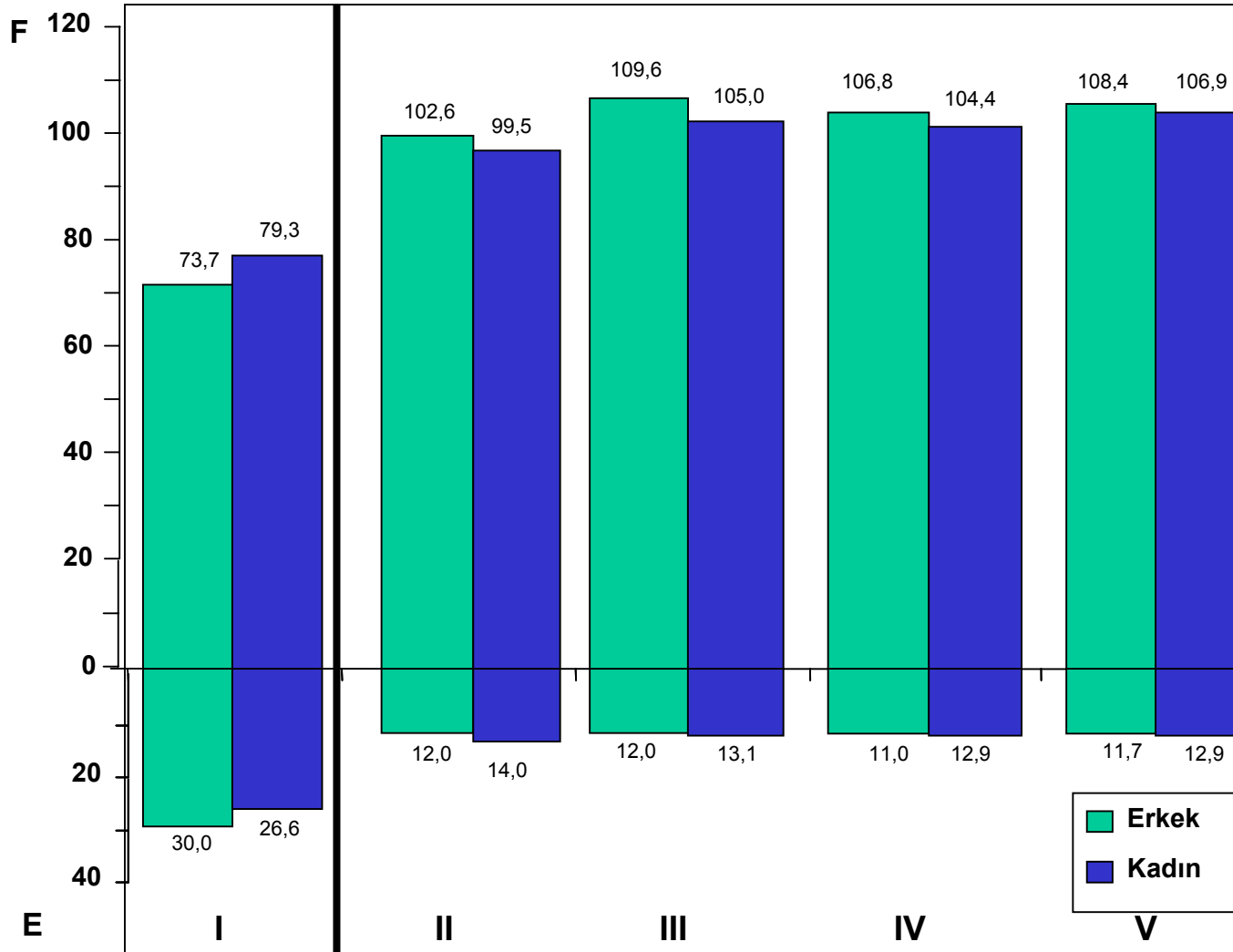
Grafik II. Metakarpofalangeal eklemlerin fleksiyon ve ekstansiyon ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması (dominant taraf esas alınmıştır.)



4.8. PIP Eklemlerinin Fleksiyon/ Ekstansiyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Proksimal interfalangeal eklemler her bir elde dört adet olup, bunların hareket kapasiteleri kendi aralarında karşılaştırılırken başparmağın tek olan IP eklemi de emsal olarak ayrıca gösterilebilir. IP ekleminde toplam 100° - 105° civarında (75° - 80° fleksiyon ve 25° - 30° ekstansiyon) olan total kapasite, geri kalan dört PIP ekleminde 115° - 120° ye ulaşmaktaydı (fleksiyon 100° - 110° ve ekstansiyon 10° - 15°). Bu eklemler arasında en hareketli orta parmak, sonra küçük parmak, ardından yüzük parmak ve en sonunda işaret parmağı gelmekteydi. Tabii, başparmağın interfalangeal eklemi daha da düşük bir kapasiteye sahipti. Aynı zamanda PIP eklemlerinde ekstansiyon değerlerinin kadınlarda daha yüksek ve IP eklemi ise fleksiyonunun ve total kapasitesinin yine kadınlarda daha yüksek olması da dikkat çekiciydi (Grafik III).

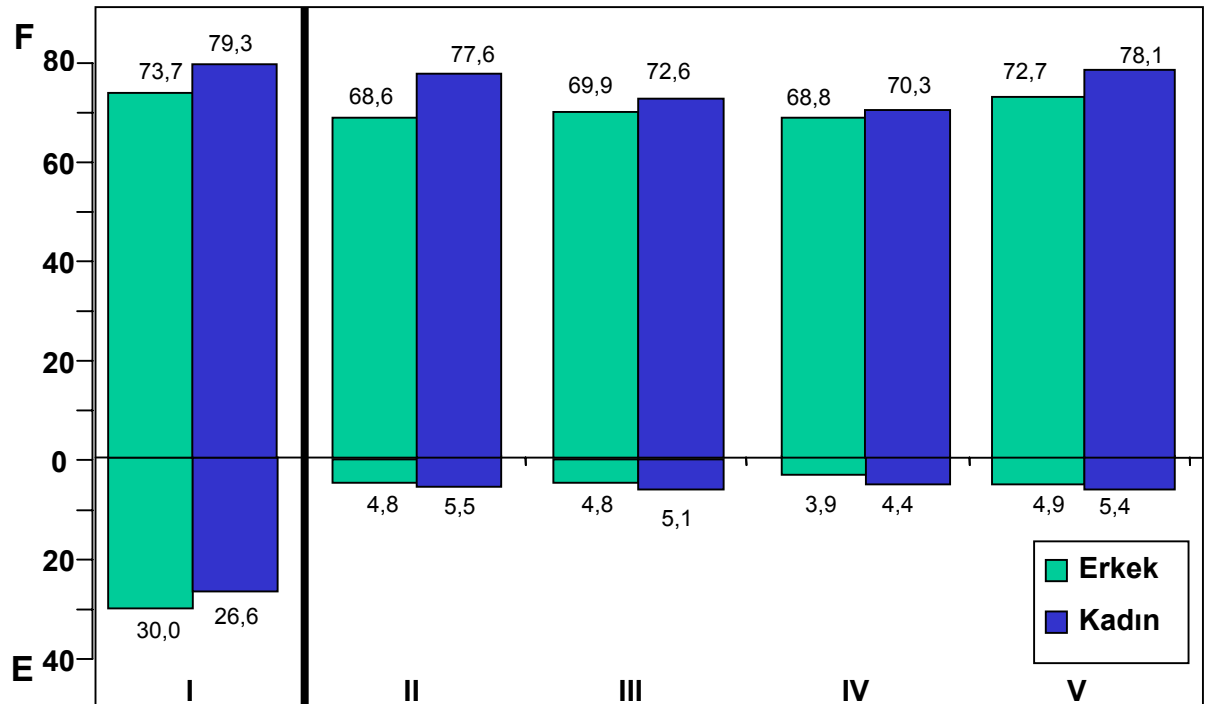
Grafik III. Proksimal interfalangeal eklemlerde ve başparmağın interfalangeal ekleminde fleksiyon(F) ve ekstansiyon(E) ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması (dominant taraf esas alınmıştır).



4.9. DIP Eklemlerin Fleksiyon / Ekstansiyon Değerlerinin Karşılaştırılması

Başparmak hariç diğer dört parmakta bulunan birer adet distal interfalangeal eklemin fleksiyon/ekstansiyon değerleri parmaklar itibariyle karşılaştırılırken, yine emsal olarak IP alındı. Bu sonuncu eklemden toplam kapasite 100° - 105° (fleksiyon 75° - 80° , ekstansiyon 25° - 30°) iken, geri kalan dört DIP ekleminde toplam kapasite daha düşüktü 73° - 83° . Ancak bu total ROM hacminin neredeyse tamamı (% 90-95' i) sadece fleksiyona ait olduğu için DIP eklemlerindeki fleksiyon IP eklemindeki fleksiyona yakındır (68° - 78°). DIP eklemlerinde ekstansiyon yok denecek kadar azdı (4° - 5°) ve ancak inklinometre ile kaydedilebildi. Önemli özellik, IP ekleminde olduğu gibi, DIP eklemlerinde de hem fleksiyonda, hem ekstansiyonda kadınların ROM değerlerinin erkeklere göre daha yüksek olmasıydı. Diğer el eklemlerinde olduğu gibi daima dominant tarafın değerleri nondominant tarafa göre daha yüksekti. Hareketlilik sıralamasında IP ekleminde sonra erkeklerde DIP eklemleri şöyleydi: Küçük parmak > orta parmak > işaret parmağı > yüzük parmak, kadınlarda ise küçük parmak > işaret parmak > orta parmak > yüzük parmak şeklindeydi (Grafik IV).

Grafik IV. Distal interfalangeal eklemlerde ve başparmağın interfalangeal ekleminde fleksiyon (F) ve ekstansiyon (E) ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması (dominant taraf esas alınmıştır).



5. TARTIŞMA

Günlük yaşantımızda en sık kullandığımız organ olan el, birçok temel gereksinimimizi karşılamaktadır. Bunun yanı sıra, evrim tarihinde beyinsel gelişimi hızlanan insanların eli kullanımı ve ele ihtiyacı sürekli artmıştır. Bütün bunlar elin fonksiyonunu, fonksiyonu belirleyen faktörleri ve rakamsal olarak ifade edilebilen eklem hareket ölçümlerini önemli kılmıştır. Fonksiyonel olarak elin içinde parmak hareket açıklıkları ise özel bir yer tutmaktadır. Biz de bu gereksinimden esinlenerek, rastgele seçilmiş, ortopedik özürü bulunmayan veya geçirilmiş bir travma anamnezi olmayan sağlıklı gönüllülerde el parmak hareketlerinin sınırlarını araştırdık.

Eklem hareketi ölçümlerinde çeşitli yöntemler mevcuttur. Goniometre halen tıbbi pratikte günlük olarak kullanılmaktadır. Ancak ince ayarlı değildir ve subjektif hatalara açıktır.¹² Soruna yardımcı olmak için bilgisayar destekli el hareket analiz sistemleri de geliştirilmiştir. Bunlar ise araştırma laboratuvarlarında kullanım alanı bulup son derece pahalı, zaman ve emek isteyen yöntemlerdir. Gerçek anlamda hareketliliğin saptanabilmesi ise el cerrahisini planlayan cerrahi ekip için çok önemlidir. Çoğu zaman bu amaçla röntgen grafileri çekilmektedir. Bu da ilave zaman, para kaybının yanı sıra radyasyon riskini de gündeme getirmektedir. Bu yüzden ekonomik, ölçümde kişisel faktörleri devre dışı bırakan, noninvaziv bir yöntem olan inklinometre geliştirilmiştir.⁵⁶⁻⁵⁸ İnklinometrenin sadece omurga hareketleri için dizayn edilmediği üretici firma tarafından belirtilmiştir.¹⁶ Kullanım kitabında el parmak hareketleri ölçümü için kılavuz mevcut olsa da, bizim ulaşabildiğimiz literatürde parmak eklemlerinin detaylı verilerine rastlayamadık. Hem kendi insanımızın el parmak hareketi ölçüm değerlerini araştırmak, hem de inklinometre kullanımının eldeki standardizasyonunu sağlamak için prospektif bu çalışma planlandı.

Elin ve parmakların hareket mantığı herhangi bir şeyi kavramak üzerine kurulmuştur. Elin tüm anatomisi bu amaca hizmet eder. Bunun için elde 5 parmak “yolağı” vardır. Hepsi ekstansiyona geldiklerinde birbirlerinden uzaklaşırlar. Bu kavrama öncesi yakalama için alan büyötmeye yardımcıdır. Kavramada ise bükülen parmaklar birbirine yaklaşır, cisim konkav olan avuç içinde salimen tutulur. Bu harmoniye parmakların hareketliliği, ama aynı zamanda stabilitesi izin verir. Bunun gereği ise parmak hareketlerinin bir bütün içinde değerlendirilmesi ve hareket açıklıklarının anatomik yapıları ile beraber yorumlanmasıdır.

Tez çalışmamızda, bu kural temel alınarak, el parmak hareketleri bütün eklemleri kapsayacak şekilde ve karşılaştırılmalı incelenmiştir.

Araştırmamıza 41 kişi gönüllü denek olarak katılmıştır. Bunlardan üst ekstremitte, el ve parmaklarla ilgili herhangi bir ortopedik kusur veya geçirilmiş travma anamnezi bulunmayanlar tercih edilmiştir. Rastgele seçilen sağlıklı ve genç deneklerimizin yaş ortalaması 19,6 idi. Serimizde her bir aktif hareketin ortalamaları ve standart sapmaları tablolar halinde verilmiştir. Başparmak CMC ekleminde palmar ve radial abduksiyon ile oppozisyon en temel hareketlerdir.⁶⁰ Bu eklem “saddle” tip yani eyer biçimindedir ve başparmağa oldukça geniş hareket açıklığı sağlar. Stabilite ise güçlü bağsal yapının yanı sıra kas desteği ile de sağlanır. Başparmak CMC eklem hareket açıklıkları sonuçlarının istatistiksel analizinde ise gruplar arasında anlamlı fark tespit edilememiştir (Tablo VII). Bunun anlamı bu hareket açıklığı için yapılacak bir planlamada, örneğin artrodez, cinsiyetin ve dominantlığın bir farklılık taşımamasıdır. Başparmak CMC palmar abduksiyon ortalama 36° - 38° arasında olup erkek deneklerin aritmetik ortalaması $37,35^{\circ}$, kadın grubunun ise $37,81^{\circ}$ dir. AAOS ve Saldana ve ark. 40° bildirmişlerdir.^{6, 61} El cerrahisi pratiğinde de başparmak artrodezinde 35 - 45° palmar abduksiyon önerilmiştir.⁶¹ Ölçümlerimiz literatür ile uyumludur. Radial abduksiyonda ise erkek deneklerin aritmetik ortalaması $27,40^{\circ}$, kadın grubunun ise $26,14^{\circ}$ dir. AAOS 40° , Saldana ve ark. 57° , Kapanji 60° , Stanley ve Tribuzi 50° bildirmişlerdir.^{16,61-63} Artrodez önerisinde ise 20° önerilmiştir.⁶⁴ Radial abduksiyon sonucumuz genel literatüre oranla düşük çıkmıştır, fakat artrodez önerisine yakın sonuç alınmıştır. Serimizde oppozisyon için ortalama sonuçlar 56° - 60° arasında olup erkeklerde $59,60^{\circ}$, kadınlarda $57,86^{\circ}$ dir. Saldana ve ark. tarafından 65° bildirilen oppozisyon değeri bizim elde ettiğimiz sonuçlara yakındır.⁶¹

Tutuş fonksiyonunda stabil olması gereken başparmak MCP eklemi oldukça sağlam bir yapıya sahiptir. Rotasyona dirençli fleksiyon ve ekstansiyon hareketi vardır. Serimizde MCP eklemlere ait toplu sonuçlar tablolarda verilmiştir. MCP eklemlerindeki fleksiyonun ROM değerleri, başparmak hariç, ortalama 92° - 95° arasında değişmekteydi. Başparmağın fleksiyon ROM değeri ise ortalama 59° - 60° arası bulundu. MCP eklemlerindeki ekstansiyon ROM değerleri ise başparmak hariç, ortalama 25° - 29° arasında bulunmuştur. Başparmağın ekstansiyon ROM değeri ise 31° ile 33° arasındadır. Bu sonuçların istatistiksel analizinde ise MCP II ekleminde ancak erkeklerin kendi aralarındaki dominant/nondominant el hareketlerinin kıyaslamasında istatistiksel anlamlılık tespit edildi (Tablo VII).

Tablo VII: ROM değerlerinin topluca karşılaştırılması*

| Eklem Hareket | Erkek/Kadın | | Dominant / Nondominant | |
|------------------|--------------|--------------|------------------------|-----------------|
| | Dominant | Nondominant | Erkeklerde | Kadınlarda |
| CMP - (PA) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| - (RA) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (O) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| MCP I - (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| İP I - (F) | <i>Kadın</i> | Kadın | Dominant | Dominant |
| - (E) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| MCP II- (F) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | Erkek | Dominant | Dominant |
| PIP II - (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | Kadın | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| DIP II - (F) | Kadın | Kadın | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| MCP III- (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | Kadın | Kadın | Dominant | Dominant |
| PIP III - (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| DIP III - (F) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| MCP IV - (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| PIP IV - (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | Kadın | Kadın | Dominant | Dominant |
| DIP IV - (F) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| MCP V- (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | Erkek | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| PIP V - (F) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | Kadın | Dominant | Dominant |
| DIP V- (F) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| - (E) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| MCP I (A) | <i>Kadın</i> | <i>Kadın</i> | Dominant | Dominant |
| MCP II (A) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| MCP III (A) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| MCP IV (A) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |
| MCP V (A) | Erkek | Erkek | Dominant | Dominant |

*Ortalama değerlerin üstün olduğu grup belirtilmiştir. Kadınlar italik yazılmıştır. İstatistik anlamlı bulunan farklar bold yazılmıştır.

Literatürde başparmağın fleksiyon değeri 50-75⁰ arası bildirilmiştir.^{6, 60-65} . Serimizde de tespit ettiğimiz fleksiyon erkekler için 60.10⁰, kadınlar içinse 59.43⁰dir. Sonuç olarak başparmak MCP eklem fleksiyon ve ekstansiyon ölçümlerinde inklinometrik metod, literatür uyumundan dolayı güven vericidir.

İkinci parmak MCP eklemi hareket açıklıkları sonuçları ise Tablo II'de verilmiştir. Serimizde erkeklerde 93.65⁰, kadınlarda ise 95.73⁰ derece fleksiyon tespit edilmiştir. Ekstansiyon ise erkeklerde 29.40⁰ derece, kadınlarda da 29.52⁰ bulunmuştur. Literatürde fleksiyon 90⁰, ekstansiyon ise 30⁰ bildirilmiştir.^{6, 64}

3., 4., ve 5. parmak MCP eklem ROM değerleri sonuçları topluca Tablo III, Tablo IV ve Tablo V'de verilmiştir. İstatistiksel analizinde bir küçük sapmanın dışında sonucu etkileyecek anlamlı farklar bulunamamıştır (Tablo VII). Literatürde 2.- 5. parmak eklemleri hareket açıklıkları için ayrı ayrı değerler verilmemiştir.^{6, 60-65} Serimizde de bu her üç parmak hakkındaki sonuçlar literatür tahminleri ile uyumlu, fakat ilk kez ayrıntılı ve mukayeselidir.

Başparmak interfalangeal eklem açıklıkları erkeklerde 73.75⁰, kadınlarda 79.33⁰ dir. Bunların toplu sonuçları Tablo I' de dir. Tablo verilerinin istatistiksel analizinde anlamlı bir fark sadece fleksiyon hareketinin kadın/erkek nondominant el kıyaslamasında tespit edilmiştir(Tablo VII). Literatürde 65-75⁰ arası fleksiyon bildirilmiştir.^{6, 61-65} Bizim ölçtüğümüz fleksiyon derecesi literatüre yakındır.

İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci parmak PİP eklemi ROM değeri sonuçları Tablo II, Tablo III, Tablo IV, Tablo V' de verilmiştir.

Sonuçların istatistiksel analizinde PİP II eklemdede fleksiyonda erkekler, ekstansiyon da ise kadınlar üstündü. Fakat erkeklerin üstünlüğü nondominant tarafta, kadınların ise dominant tarafta istatistiksel anlamlı bulundu (Tablo VII).

PİP III eklemdede fleksiyon her iki tarafta erkekler lehine ve anlamlı çıktı. Ekstansiyonda yine kadınlar üstündü (Tablo VII)

PİP IV ekleminde ekstansiyonda anlamlı bir fark tespit edildi. Kadınların derecesi erkeklere göre daha yüksekti. Nondominant elde ise erkeklerin derecesi kadınlara göre daha yüksek çıktı (Tablo VII).

PİP V ekleminin ROM değerlerinin ölçülmesinde ise ekstansiyonda nondominant elde kadınlar lehine anlamlı bir fark vardı. Erkeklerin ekstansiyon değeri dominant tarafta anlamlı derecede yüksek çıktı (Tablo VII).

Ancak sonuçlar ortalama olarak erkeklerde fleksiyon hareketinde 102⁰-109⁰, kadınlarda ise 99⁰-106⁰ arasında, ekstansiyon hareketi ise erkeklerde 11⁰-12⁰ arasında, kadınlarda ise 12⁰ ile 14⁰ arasında bulunmuştur. Literatürde 100⁰ fleksiyon ^{6, 63} , ekstansiyon

ise 11⁰-13⁰ bildirilmiştir. ⁶³ İnklinometre 2., 3., 4., 5. parmak PIP ölçümlerinde de sağlıklı bir şekilde kullanılabilir.

İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci parmak DİP eklemlerinin ROM değerleri sonuçları Tablo II, Tablo III, Tablo IV, Tablo V' de verilmiştir. Sonuçlar ortalama olarak erkeklerde fleksiyon hareketinde 68⁰-72⁰, kadınlarda ise 70⁰-78⁰ arasında; ekstansiyon hareketi erkeklerde 4⁰, kadınlarda ise 4⁰ ile 5⁰ arasında bulunmuştur.

Literatürde DİP fleksiyonu 70⁰, ekstansiyonu 0⁰ verilmiştir. ^{6,64} Serimiz sonuçları literatür verilerine yakındır. İnklinometrik ölçüm DİP eklemi hareket açıklığı ölçümünde de kullanılabilir. Bu eklemlerde gerek fleksiyon, gerekse ekstansiyon daima kadınların lehine bulundu, fakat sadece işaret parmağı fleksiyonu istatistiksel anlamlı idi (Tablo VII).

Parmakların abduksiyonu (orta parmağa göre) ölçüm sonuçları her bir parmak için Tablo VI' da özetlenmiştir. Yapılan grup kıyaslama istatistiksel analizlerinde 3. ve 5. parmakta anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bunda da erkeklerin derecesi daha yüksek bulunmuştur (Tablo VII). Literatürde 2.- 5. parmak eklemleri abduksiyon/ adduksiyon hareket açıklıkları için ayrı ayrı değerler verilmemiştir. ^{6,60-65}. Bizim bulgularımız 2. parmak için 44.05⁰, 3. parmak için 43.37⁰, 4. parmak için 43.95⁰ ve 5. parmak için 52.5⁰ dir. ⁴³ İnklinometre sayesinde 1. parmakta da abduksiyon ölçülebilmıştır. Bizim bulgumuz 3-5⁰ arasındadır.

6. SONUÇ

Bu tez çalışmamızda öncelikle inklinometrenin el parmak hareketlerinin ölçümünde kullanılabilirliğini göstermeyi hedeflemiştik. İnklinometre özellikle bu konuda deneyimini arttırmış şahısların elinde oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Bu cihaz el parmak ölçümlerinde tercihen kullanılabilir.

Ancak parmak eklemleri gibi, küçük boyutlu eklemler için uygun bir eklenti (“attachment”) ilavesi gereklidir. Ayrıca her bir eklem için denek pozisyonu, araştırmacı pozisyonu ve “probe” konumu kesin belirlenmelidir. Bunlara uyulduğu takdirde, süratli ve ince ayarlı tüm parmak eklemlerini komple ölçebilmek mümkündür. Aletin elektronik dijital göstergesi, hassasiyeti, değişik “mode” imkanı, hafifliği, taşınabilirliği ve herhangi bir elektrik priz yanına monte edilebilirliği belli başlı özellikleridir. Rahatlıkla muayenehanelerde, poliklinik ve kliniklerde, fizik tedavi ve rehabilitasyon ünitelerinde uygulanabilir. Kullanımı kolay olduğu için, orta derece eğitim görmüş ara sağlık elemanları, kısa bir kalifikasyonla ölçüm teknisyeni olarak yetiştirilebilirler.

Çalışmamızın amaçlarından biri ölçülebilen eklemlerin değerlerini literatür verileri ile karşılaştırmaktır. Farklı yöntemlerle bazı parmak eklem hareketleri ölçülmüştü, fakat tek tek her bir parmak eklemine içeren kapsamlı bir çalışmaya rastlamadık. İnklinometrik yöntem ise henüz parmak eklemlerinde uygulanmadığı için mutlak karşılaştırma yapmak da mümkün olmadı. Elde ettiğimiz sonuçlar, yapılan deneysel çalışmalardan ziyade, el cerrahlarının pratikte uyguladıkları ilkelere daha yakındı.

Çalışmamızın diğer amacı ise genç ve sağlıklı kişilerde erkek / kadın ve dominant / nondominant taraf arasında farkların olup olmadığı idi. Parametre sayısının fazlalığı nedeniyle denek sayısını düşük tutmak mecburiyetinde kaldık. Dominant olarak sol el kullanan (solak) kişilerden ayrı bir grup oluşturamadık. Ancak elde ettiğimiz sonuçlar bu hususlarda da önemli ipuçları verdi:

- 1- Erkeklerde de, kadınlarda da daima dominant elin parmakları daha hareketli çıktı. 5 parmağın 15 eklemine 36 hareketinde de dominant taraf üstündü.
- 2- Erkek / kadın karşılaştırmasında da bazı genel kurallar ortaya çıktı:

a) Kas gücüne, kuvvetli kavramaya ve yumruk oluşturmaya yönelik hareketlerde erkekler daha üstündür – başparmak hareketlerinin büyük bir kısmı; MCP ve PIP fleksiyonları (işaret parmağı hariç); parmakların yayılma alanını belirleyen abduksiyon hareketleri (başparmağın minimal hareketleri hariç).

b) Eklem kapsüllerinin ve bağlarının elastikiyeti (östrojenlerin bilinen etkisi nedeniyle) ise daha az güç, fakat ince ayar isteyen hareketlerde kadınlara öncelik tanımaktadır. Başparmakta palmar abduksiyon ve interfalangeal fleksiyon (ince tutuş); diğer parmaklarda tüm ekstansiyonlar; distal yönde gittikçe artan kadın üstünlüğü(DİPeklemleri) parmak uçlarının kadınlarda daha fleksibil olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızın son amacı Türk insanı için standart ROM değerlerini tespit etmektir. Bizden önce Türklerin parmak hareketleri üzerinde detaylı bir çalışma yapılmadığı için elde ettiğimiz ve tablolar şeklinde ortaya koyduğumuz ortalama değerler, ilk aşamada standart baz kabul edilebilir görüşündeyiz.

7. ÖZET

EL PARMAK EKLEMLERİNİN HAREKET KAPASİTELERİNİN İNKLINOMETRİK YÖNTEMLE ÖLÇÜMÜ

Eklem hareket genişliklerini ölçmek için özel imal edilen Elektronik Dijital İnklinometre aleti, amaca uygun bir modifikasyon yapılarak, parmak eklemlerinde uygulanmıştır. Beş parmağın her bir eklemi için optimal yöntem belirlenmiştir. 20 erkek ve 21 kadın üniversite öğrencisinden (yaş ortalaması 19-20) oluşan gönüllü denek gruplarının dominant ve nondominant ellerinden 36 hareket ayrı ayrı ölçülmüştür.

Ortalama sonuçlar ve standart sapmalar tablolar halinde verilmiş, istatistiksel analizler yapılmıştır. Parmaklar arası ve eklemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Dominant tarafın değerleri erkeklerde de, kadınlar da daima daha fazla bulunmuştur. Kavrama gücü ve yumruk oluşturma gücüne yönelik hareketlerde erkekler üstün iken, ince ayarlı parmak ucu hareketlerinde, ince tutuşta ve tüm ekstansiyonlarda kadınlar üstün bulunmuştur. Türkler için ortaya konan ilk standart rakamlar şöyledir: başparmak palmar abduksiyonu 36° - 38° , radial abduksiyonu 26° - 28° , oppozisyonu 56° - 60° . Metakarpofalangeal eklemlerde fleksiyon 95° , ekstansiyon 25° (başparmakta fleksiyon 60° , ekstansiyon 30°); abduksiyon/adduksiyon 40° - 50° (başparmakta 4° - 5°). Proksimal interfalangeal eklemlerde fleksiyon 100° - 110° , ekstansiyon 10° - 15° . Distal interfalangeal eklemlerde 68° - 78° , ekstansiyon 4° - 5° . Başparmağın interfalangeal eklemde fleksiyon 75° - 80° , ekstansiyon 25° - 30° .

İnklinometre aletinin pratik kolaylığı yanında güvenilir olduğu anlaşılmış ve parmak eklemlerinde kullanılabilirliği kanıtlanmıştır.

Anahtar kelimeler: elin parmak eklemleri, hareket açıklığı ölçümü, inklinometre.

8. SUMMARY

THE MEASUREMENT OF FINGER JOINTS' RANGE OF MOTION WITH ELECTRONIC DIGITAL INCLINOMETER

The measurement of finger joints' range of motion (ROM) was performed with electronic digital inclinometer (EDI) applied to hand digits with special modification. The technique of measurement method was designated for each finger's joints 36 different measurement of dominant and nondominant hands on 20 male and 21 female volunteer university students (19-20 years) were determined.

Mean and standard deviations of all measurement were presented in tables and statistically analysis was made. The results were compared between each finger joints. The outcome of the dominant side were determined always higher than nondominant side on both of group. We observed that the male hands appropriate to grasp and clenched fist but the female hands suitable to all precision grip movements and extensions. First data with inclinometer on Turkish people were a) thumb, palmar abduction 36° - 38° , radial abduction 26° - 28° , opposition 56° - 60° , metacarpophalangeal flexion 60° extension 30° , abduction/adduction 4° – 5° , interphalangeal joint flexion 75° - 80° /extension 25° - 30° b) digits (II-IV), metacarpophalangeal joints flexion 95° /extension 25° ; abduction/adduction 40° - 50° , proximal interphalangeal joints flexion 100° - 110° /extension 10° - 15° , distal interphalangeal joints flexion 68° - 78° , extension 4° - 5°

This study show that the electronic digital inclinometer is practical and safe also it's very clearly useful for measurement of digits ROM.

Key Words: finger joints, measurement of range of motion, inclinometer

9. KAYNAKLAR

1. Rabischong P. Phylogeny of the hand. In: Tubiana R, editor. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 3-7.
2. Kapandji A. The upper limb as logistical support for the hand. In: Tubiana R, editor. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 94-106.
3. Kasap H. Sporda elektronik fleksiyometre geliştirilmesi ve bu yolla esneklik ölçümü. Doktora tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, 1989.
4. Baechle TR. Essentials of strenght training and conditioning. NewYork: McGraw Hill 1990:
5. Smith B. Flexibility for sport. Britain: BTC.Hazell Books, 1994; 11-21.
6. Yücel M. Nötral sıfır yöntemi ve SFTR kayıt sistemi. İstanbul C yayınları, Şanel matbaası, 1978: 29-40.
7. Jenkins M, Bamberger H B, Black L, Nowinski R. Thumb joint flexion. J Hand Surg 1998, 23B; 1: 796-7.
8. Shaw SJ, Morris MA. The range of motion of the metacarpophalangeal joint of the thumb and its relationship to injury. J Hand Surg 1992, 17B: 164-6.
9. Mallon WL, Brown HR, Nunley JA, Durham NC. Digital ranges of motion: normal values in young adults. J Hand Surg 1991; 16A: 882-7.
10. Cambridge-Keeling CA. Range of motion measurement of the hand. In: Hunter JM, Mackin EJ, Callahan AD, editors. Rehabilitation of the hand: surgery and therapy. Missouri: Mosby, 1995; 93-107.
11. McCulley SJ. A new multiangle goniometer. Ann Plast Surg 1999: 221-2.
12. Chiu H-Y, Su S-T, Wang S-T. The motion analysis system and the fingertip motion area. J Hand Surg 1998, 23B; (1): 23-56.
13. Malaviya GN, Husain S. Finger dynamography. J Hand Surg 1993, 18B: 631-4.
14. Hunt DG, Zuberbier OA, Kozlowski AJ, Robinson J, Berkowitz J, Schultz IZ. Reliability of the lumbar flexion, lumbar extension, and passive straight leg raise test in normal populations embedded within a complete physical examination. Spine 2001 Dec 15; 26 (24): 2714-8.
15. Tousignant M, Boucher N, Bourbonnais J, Gravelle T, Quesnel M, Brosseau L. Intratester and intertester reliability of the Cybex electronic digital inclinometer

- (EDI-320) for measurement of active neck flexion and extension in healthy subjects. *Man Ther* 2001 Nov; 6 (4): 235-41.
16. Cybex. EDI 320 Inclinometer. Handbook 1988.
 17. Anar S, Mesut R. Üst extremitte ROM'nun iki farklı aletle alınan sonuçları ve karşılaştırılması. II. Ulusal Anatomi Kongresi, 22-25 Eylül 1993, Adana, Bildiri ve Poster Özetleri: 27.
 18. Açıklan H, Terzi T, Taşkinalp O. İnklinometri yöntemiyle sağ dominant bireylerde diz ve ayak bileği ekleminin bazı hareketlerinin karşılaştırılması. II. Ulusal Anatomi Kongresi, 22-25 Eylül 1993, Adana, Bildiri ve Poster Özetleri: 26.
 19. Akdere H, Mesut R. Ayak eklemlerinin hareket kapasitelerinin normal değerleri. III. Ulusal Anatomi Kongresi, 6-9 Eylül 1995, İzmir, Sözlü Bildiri ve Posterler: 3.
 20. Akdere H, Türkyılmaz Z, Cıgalı BS. Diz eklemi hareket genişliklerinin inklinometrik yöntemle ölçülmesi. Dördüncü Ulusal Anatomi Kongresi, 1-5 Eylül 1997, İstanbul, Bildiri Özet Kitabı: 29.
 21. Anar S, Mesut R. Omuz, dirsek ve bilek eklemlerinin standart ROM değerleri. Dördüncü Ulusal Anatomi Kongresi, 1-5 Eylül 1997, İstanbul, Bildiri Özet Kitabı: 125.
 22. Gürbüz H, Taşkinalp O, Mesut R. El başparmağının abduksiyon ve opozisyon hareketlerinin ROM değerleri. V. Ulusal Anatomi Kongresi, 25-30 Ekim 1999, Antalya, Bildiri Özet Kitabı: PB-54.
 23. Uluçam E, Zengin A, Mesut R. Boyun omurgasının çok yönlü hareket kapasitelerinin nicelik olarak değerlendirilmesi. V. Ulusal Anatomi Kongresi, 25-30 Ekim 1999, Antalya Bildiri Özet Kitabı: PB-58.
 24. Çakıroğlu M, Toksöz İ, Mesut R, Taşkinalp O, Demir A. Futbolcularda alt extremitte ROM ölçümleri. V. Ulusal Anatomi Kongresi, 25-30 Ekim 1999, Antalya, Bildiri Özet Kitabı: PB: 69.
 25. Çıkmaz S, Cıgalı BS, Zengin A. Art. sternoclavicularis'in ROM değerlerinin inklinometrik yöntemle ölçülmesi. V. Ulusal Anatomi Kongresi, 25-30 Ekim 1999, Antalya, Bildiri Özet Kitabı: S-48.
 26. Yılmaz A, Kutoğlu T, Zengin A. Art.acromioclavicularis'te gerçekleştirilen hareketin inklinometrik ölçümü. V. Ulusal Anatomi Kongresi, 25-30 Ekim 1999, Antalya, Bildiri Özet Kitabı: S-49.
 27. Anar S. Omuz, dirsek ve bilek eklemlerinin aktif hareket genişliklerinin ölçümü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 1992.

28. Özdiñç S, Mesut R, Ünalán H. Omuz, dirsek ve el bileği hareket genişliklerinin değerlendirilmesinde üniversal goniometri ile digital inklinometrinin karşılaştırılması. *Fizyoterapi-Rehabilitasyon*, 1995, 8 (2): 24-30.
29. Akdere H. Kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin hareket genişliklerinin ölçülmesi, Doktora Tezi, Edirne, 1998.
30. Çakıroğlu M. 19-21 Yaş Futbolcularda Alt Ekstremitte Eklem Hareket Genişliklerinin Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 2001.
31. Cığalı B, Taşkinalp O, Akdere H, Mesut R. Evaluation of the frequency of the flexor digitorum superficialis to the small finger by electronic digital inclinometer. XIII. National Congress of the Bulgarian Anatomical Society, Varna, September 18-20 1997. *Scripta Scientifica Medica*, 30 Suppl.1 (1997): 71-72.
32. Akdere H, Cığalı B, Taşkinalp O, Mesut R. Evaluation of range of motion on hip joint. XIII. National Congress of the Bulgarian Anatomical Society, Varna, September 18-20, 1997. *Scripta Scientifica Medica*, 30, Suppl. 1 (1997): 64.
33. Yaprak M, Cığalı B, Akdere H, Yıldız Y. Investigation of the proprioceptive ability of upper extremity by technics of inclinometry. XIII. National Congress of the Bulgarian Anatomical Society, Varna, September 18-20, 1997. *Scripta Scientifica Medica*, 30, Suppl.1 (1997): 62.
34. Akdere H, Türkyılmaz Z, Mesut R, Taşkinalp O. The range of motion (ROM) of the ankle and knee joints in adult Turkish men and women. Symposium Internationale Tertium Anatomiae Clinicae, Varna, October 9-11, 1998. *Scripta Scientifica Medica*, 30, Suppl. 3 (1998): 47.
35. Mesut R, Çıkmaş S, Yılmaz A. A method for measuring the range of motions of sternoclavicular and acromioclavicular joints by using inclinometer. Symposium Internationale Quintum Anatomiae Clinicae, Varna, October 11-13, 2002. *Scripta Scientifica Medica*, 34, Suppl. 4 (2002): 81.
36. Tubiana R. Architecture and functions of the hand. In: Tubiana R, editor. *The Hand*. Philadelphia: Saunders, 1981; 19-93.
37. Grabiner M. The wrist and hand. In: Grabiner M, Gregor R, Garhammer J. *Kinesiology and applied anatomy*, Philadelphia, Lea&Febiger, 1989; 151-178.
38. Grant Boileau JC. *Anatomi Atlası* çev. Kuran O. İstanbul: Güven Kitabevi, 1977; 77-89.
39. Pieron AP. The first carpometacarpal joint. In: Tubiana R, editor. *The Hand*. Philadelphia: Saunders, 1981; 169-83.

40. Aubriot H. The metacarpophalangeal joint of the thumb. In: Tubiana R, editor. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 184-7.
41. Soderberg GL, Wrist and hand. In: Soderberg GL, Kinesiology, Baltimore: Williams & Wilkins, 1996; 199-224.
42. Kapanji A. Biomechanics of the interphalangeal joint of the thumb. In: Tubiana R, editor. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 188-190.
43. Dubousset JF. The digital joints. In: Tubiana R, editor. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 191-201.
44. Vankov, Ovçarov V. Anatomiya na çoveka. Sofya: ARSO, 2002; 93-4.
45. Çuçkov H, Ovçarov V, Stoynov N. Kliniçna Anatomiya. Sofya: Roche, 1995; 147-60.
46. Mesut R, Yıldırım M . Topografik Anatomi. Cilt 2. Ekstremitreler. İstanbul: Beta, 1995; 90-102.
47. Taner D. (editör) Fonksiyonel Anatomi. Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi. Ankara: Hekimler Yayın Birliği, 1996; 114-9.
48. Snell RS. Klinik Anatomi. Çev. Ed. M.Yıldırım. 5. Baskı. İstanbul; Nobel, 1998; 440-50.
49. Baltadjiev G. Anatomiya na çoveka. Plovdiv: Raykov, 2001; 135-9.
50. Kadanov D, Balan M, Stanişev D. Anatomiya na çoveka. Sofya: Meditsina i fizkultura, 1964; 267-71
51. Barry PS, Caffinere JY. Physiology of flexion of the fingers. İn. Tubiana R, editör. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 377-88.
52. Valantin P. Physiology of extension of the fingers, İn: Tubiana R, editör. The Hand. Philadelphia: Saunders, 1981; 389-98.
53. Kahraman G. Bilek, el ve parmakları hareket ettiren kas ve tendon yapıları. El ve El bileği Cerrahi Anatomi Mezuniyet Sonrası Eğitim Kurs Kitabı. İstanbul Cerrahpaş, 2001;
54. Lippert LS. Hand. In: Lippert LS, editor. Clinical Kinesiology for physical therapist assistans. Philadelphia: Davia Co, 1994; 201-37.
55. JD Lubahn. Hand Evaluation. Regional Review Courses in Hand Surgery (Courses Book). Portland, Oregon, 1996: 2; 1-13.
56. Joseph KF, Kippers V, Parniapour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine. Spine 2001; 26: 53-60

57. Nitschke J, Nattrass C, Disler P. Reliability of the American Medical Association Guides' model for measuring spinal of motion. Spine 1999: 262-8.
58. Saur P, Ensik F-B, Ferese K, Seeger D, Hildebrandt. Lumbar range of motion: reliability and validity in the clinical measurement of trunk flexibility. Spine 1996: 1332-8.
59. Özdamar K. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi I. TC Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 1997; 251-74, 368-72
60. Backhouse KM, Hutching RT. Movement of digit. In; A colour atlas of surface anatomy, Wolfe Med Publ Ltd, Weert, 1986: 154-60.
61. Saldana MJ, Clark EN, Aulicino. PL. The optimal position for arthrodesis of metacarpophalangeal joint of the thumb. J Hand Surg, 1987: 2; 256-9.
62. Kapandji A. Anatomie fonctionnelle de la première commissure de la main. Ann Chir Main 1986: 5, 2, 158-65.
63. Stanley BG, Tribuzi SM. Hand volume measurement. In; Concepts in hand rehabilitation, FA Davis Co, Philadelphia, 1992: 535-47.
64. Weiland AJ. Small joint arthrodesis. In: Operative hand surgery, Ed; Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Churchill Livingstone, New York, 1999: 95-8.
65. Hume MC, Gellman H, McKellop H. Functional range of motion of the joints of the hand. J Hand Surg 1990; 15 A; 240-3.

10. RESİMLEMELER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1. El kemikleri..... | 5 |
| Şekil 2. Art. carpometacarpalis pollicis..... | 7 |
| Şekil 3. Art. metacarpophalangea pollicis..... | 8 |
| Şekil 4. Metakarpofalangeal eklem..... | 8 |
| Şekil 5. Articulatio interphalangea pollicis..... | 9 |
| Şekil 6. Ligg. collateralia..... | 10 |
| Şekil 7. Art. interphalangea proximalis..... | 11 |
| Şekil 8. Art. interphalangea proximalis..... | 11 |
| Şekil 9. Art. interphalangea distalis fleksiyonda ve ekstansiyonda lateral görünümü.... | 11 |
| Şekil 10. Elin intrinsik kasları ve ekstrinsik kasların tendonları..... | 14 |
| Şekil 11. Parmakta makara sisteminin sağlıklı fonksiyon açısından en asgari gerekli.... iki komponenti | 15 |
| Şekil 12. Parmak ekstensor aparatı..... | 16 |
| Şekil 13. İntrinsik kasların parmak ekstansiyonundaki rolü..... | 17 |
| Şekil 14. Beş parmak doğrultularının ekstansiyonda birbirlerinden farklı açılarda uzaklaşması ve fleksiyonda skafoid üstünde kesişmeleri..... | 18 |
| Şekil 15. Elin kavisleri..... | 19 |
| Şekil 16. Başparmak hareketleri..... | 19 |
| Şekil 17. El parmak hareketleri..... | 20 |
| Şekil 18. Silindiriksel tutuş..... | 21 |
| Şekil 19. Kavanoz tutuşu..... | 21 |
| Şekil 20. Kanca tutuşu..... | 21 |
| Şekil 21. Kalem tutuşu (pulpa – pulpa tutuşa örnek)..... | 22 |
| Şekil 22. Kerpeten tutuşu..... | 22 |
| Şekil 23. Anahtar tutuşu..... | 22 |
| Şekil 24. Tabak tutuşu..... | 22 |
| Grafik I. Metakarpofalangeal eklemlerin abduksiyon ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Grafik II. Metakarpofalangeal eklemlerin fleksiyon ve ekstansiyon ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması..... | 47 |
| Grafik III. Proksimal interfalangeal eklemlerde ve başparmağın interfalangeal ekleminde fleksiyon ve ekstansiyon ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması..... | 48 |
| Grafik IV. Distal interfalangeal eklemlerde ve başparmağın interfalangeal ekleminde fleksiyon ve ekstansiyon ROM değerlerinin parmaklara göre karşılaştırılması..... | 49 |
| Tablo I. Başparmak eklemlerinin ROM değerleri..... | 32 |
| Tablo II. İşaret parmağı eklemlerinin ROM değerleri..... | 36 |
| Tablo III. Orta parmak eklemlerinin ROM değerleri..... | 38 |
| Tablo IV. Yüzük parmak eklemlerinin ROM değerleri..... | 40 |
| Tablo V. Küçük parmak eklemlerinin ROM değerleri..... | 42 |
| Tablo VI. MCP eklemlerinde abduksiyon/adduksiyon değerleri..... | 45 |
| Tablo VII. ROM değerlerinin topluca karşılaştırılması..... | 52 |
| Resim 1. EDI 320 İnklinometre aleti..... | 25 |
| Resim 2. 60 x 40 cm’lik çuha kaplı sabit pano..... | 25 |
| Resim 3. “Attachment” monte edilmiş EDI 320 inklinometre aletinin “probe” kısmı..... | 26 |
| Resim 4. CMP ekleminde palmar abduksiyon ölçümü..... | 29 |
| Resim 5. CMP ekleminde radial abduksiyon ölçümü..... | 30 |
| Resim 6. CMP ekleminde oppozisyon ölçümü..... | 31 |
| Resim 7. MCP I ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü..... | 32 |
| Resim 8. IP ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü..... | 33 |
| Resim 9. MCP II ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü..... | 35 |
| Resim 10. PIP II ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü..... | 36 |
| Resim 11. DIP II ekleminde fleksiyon – ekstansiyon ölçümü..... | 37 |
| Resim 12. MCP eklemlerinin abduksiyon- adduksiyon ölçümü..... | 45 |

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Dr.Hülya GÜRBÜZ

Doğum Yeri: Ankara

Doğum tarihi:13. 08. 1965

Öğrenim Durumu

1971-1976 Yeşilyuva İlkokulu /İstanbul

1976-1979 İstanbul Erenköy Kız Lisesi Ortaokulu/ İstanbul

1979-1982 İstanbul Erenköy Kız Lisesi / İstanbul

1982-1988 İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi/ İstanbul

1997 T. Ü. Sağlık Bil. Enstitüsü, Doktora eğitimine kayıt

1998 T. Ü. Tıp Fak. Araştırma Görevlisi

Katıldığı Seminer ve Kongreler

1997 İstanbul 4. Uluslararası Anatomi Kongresi. İstanbul Üniversitesi.

1998 Ankara 5. Uluslar arası Spor Bilimleri Kongresi. Hacettepe Üniversitesi.

1998 Varna- Bulgaristan Symposium Internationale Tertium Anatomiae Clinicae

1999 Antalya 5. Ulusal Anatomi Kongresi. Akdeniz Üniversitesi.

2000 Edirne Buluş yoluyla öğrenme semineri. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi

2000 Edirne Bilişsel(zihinsel) öğrenme semineri. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi

2000 Edirne Toplumsal gelişim semineri. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi

2001 Edirne Uluslararası Antropometri Kursu, Trakya Üniversitesi

2001 Edirne 6. Ulusal Anatomi Kongresi. Trakya Üniversitesi.

Bildirileri

1997 Dirsek medial stabilizasyonunda caput radii ve medial kollateral ligamentin rolü;
Klinikoanatomik çalışma

1998 The role of the supraspinatus muscle on the shoulder abduction

1999 Bilateral A. Brachialis Superficialis Olgusu

1999 Anatomi dersinde başarıyı etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi

1999 M. Brachialis'ten orjin alan m. biceps brachii'nin aksesuar başı

1999 El başparmağının abduksiyon ve oppozisyon hareketlerinin ROM değerleri

2000 Türklerde el parmak formülü dağılımı

2001 Plicas in the knee joint: An anatomo –arthroscopic study

12. EKLER

EK-1

EL PARMAK EKLEMLERİNİN HAREKET KAPASİTELERİNİN İNKLİNOMETRİK YÖNTEMLE ÖLÇÜMÜ KAYIT FORMU

Adı Soyadı : Ölçüm Tarihi ve Saati :
Yaşı : Kişinin El Tercihi :
Cinsiyeti : Denek No :
Anemnezi :

| | | DOMİNANT | NONDOMİNANT |
|-----------------------------|-------------------------|----------|-------------|
| Başparmak hareketleri | CMC Eklemi | | |
| | palmar abduksiyon | | |
| | radial abduksiyon | | |
| | opozisyon | | |
| | MCP Eklemi fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| İkinci parmak hareketleri | IP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | MCP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | PIP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| Üçüncü parmak hareketleri | DIP fleksiyon | | |
| | Ekstansiyon | | |
| | MCP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | PIP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| Dördüncü parmak hareketleri | DIP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | MCP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | PIP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| Beşinci parmak hareketleri | DIP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | MCP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| | PIP fleksiyon | | |
| | ekstansiyon | | |
| Abduksiyon/Adduksiyon | MCP I | | |
| | MCP II | | |
| | MCP III (radial+ ulnar) | | |
| | MCP IV | | |
| | MCP V | | |