

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNTERNET BAZLI GONYOMETRE İLE ÖLÇÜLEN EL BİLEĞİ
VE EL EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜMLERİNİN
GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Büşra GÜVENÇ

**Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2023

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNTERNET BAZLI GONYOMETRE İLE ÖLÇÜLEN EL BİLEĞİ
VE EL EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜMLERİNİN
GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Büşra GÜVENÇ

**Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU**

**ANKARA
2023**

ONAY SAYFASI

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. (1)
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. (2)
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

30 / 01 / 2023

Fzt. Büşra GÜVENÇ

1 “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü veya fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.**
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum tarafından verilir** *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir.** Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü** üzerine **enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU 'nun danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Fzt. Büşra GÜVENÇ

TEŞEKKÜR

Bilime bakışı hayata bakışımı değiştiren, nerede hangi mesleği yapıyor olursam olayım en iyisini yapabilmek için çabalamamın ilham kaynaklarından birisi olarak kalacak olan, bilgisinin derinliğiyle beni hayrete düşüren, yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşıp her daim desteğini hissettiren sayın danışman hocam Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU'ya,

“Bazen sadece öğrenmek için hiçbir kazanç elde etmeyi düşünmeden fedakarlık yapmak gerekir.” sözünü sık sık kendime hatırlattığım; tecrübeleri ve yol göstericiliği ile bu tezin oluşma sürecinde destek vermiş olan programımızın kurucu başkanı sayın hocam Prof. Dr. Filiz CAN'a,

Yüksek lisansa başlamamın esas sebeplerinden birisi olan, kendisinin akademik azim ve sabrı bana her zaman ilham olmuş olan, lisans ve yüksek lisans eğitimimde desteğini her daim hissettiğim sayın hocam Dr. Seval TAMER'e,

Bilgi ve tecrübeleriyle desteklerini bu süreçte esirgemeyen sayın hocalarım Dr. Seda NAMALDI, Dr. Feray KARADEMİR ve Dr. Merve SARIİPEK'e,

Hayatımı güzelleştiren sevgili arkadaşlarım Büşra SANDAL, Elif ÖZTÜRK, Fidan EVSEN, Kübra YILMAZ DİLLİ ve İlknur YILDIRIM'a; sevgili yüksek lisans arkadaşlarım Zeliha AKAR, Haktan AYVAZ ve Semanur GÜLMEZ'e,

Başta, “Mental sağlığına ne olursa olsun bu tezi bitireceksin.” diye beni yüreklendiren canım Gözde DURAN olmak üzere; zorlu bir süreçte tanışıp beraber gülüp ağladığımız LTBU v.130 devrelerim Berk KÖKSAL, Cennet TEPEKAYA, Deniz AKYOL, Kübra YÜRÜK, Mertcan AKTAŞ ve Sinan TÜRKKAN'a,

Bilgiyi herkes ulaşabilsin diye özgürleştiren sayın Alexandra ELBAKYAN'a,

Kıymetli vakitlerini ayırıp teze katılmaya gönüllü olan tüm bireylere,

Ve en önemlisi, *her şey için*, aileme,

Teşekkür ederim.

ÖZET

Güvenç B. İnternet Bazlı Gonyometre ile Ölçülen El Bileği ve El Eklem Hareket Açıklığı Ölçümlerinin Geçerlik ve Güvenirliğinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023. Çalışmanın amacı, internet bazlı gonyometre ile ölçülen el bileği ve el eklem hareket açıklığı ölçümlerinin geçerlik ve güvenilirliğini araştırmaktır. Çalışmaya 19-57 yaşları arasında 26 sağlıklı yetişkin birey dahil edilmiş ve 49 el üzerinden ölçüm yapılmıştır. Geçerlik için internet bazlı gonyometrik ölçüm ile universal gonyometre ölçüm sonuçları arasındaki uyum incelenmiştir. Deneyimli değerlendirici ölçümleri ve universal gonyometrik ölçüm arasında pozitif yönde orta ile çok yüksek arasında ilişki ($r=0,522-964$; $p<0,001$) saptanmıştır. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometrik test arasındaki uyum güçlü bulunmuştur ($ICC=0,686-982$). İnternet bazlı gonyometre ve universal gonyometrik ölçüm arasında, önkol supinasyon; başparmak MKF ekstansiyon; 4. Parmak MKF fleksiyon, ekstansiyon, PİF fleksiyon ve DİF fleksiyon; 5. Parmak DİF fleksiyon ölçümlerinde istatistiksel olarak fark kaydedilmiştir. Değerlendirmeler arasındaki farklar Bland-Altman grafikleri ile incelendiğinde tüm eklem hareketleri için değerlerin iki uyum sınırları içinde olduğu kaydedilmiştir. İnternet bazlı gonyometre için değerlendiriciler içi ($ICC=0,797 - 0,997$) ve değerlendiriciler arası ($ICC=0,764-0,989$) güvenilirlik güçlü bulunmuştur. Eklem hareket ölçüm hatalarının küçük olduğu ($1,445-4,158$) ve minimal değişimin $4,005-11,524$ aralığında olduğu kaydedilmiştir. İnternet bazlı gonyometre el ve el bileği normal eklem hareketlerini ölçmede geçerli ve güvenilir bir yöntemdir. Çalışmamızda geliştirilen dijital standardize ölçüm yöntemi fizyoterapistlere teleizlem uygulamalarında katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: telerehabilitasyon; teleizlem; el rehabilitasyonu; protractor; değerlendirme; ekran görüntüsü; fotoğraflama

ABSTRACT

Guvenc B. Investigation of the Validity and Reliability of Wrist and Hand Joint Range of Motion Measurements by Internet Based Goniometer. Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Master of Science Thesis, Ankara, 2023. The purpose of this study was to investigate the validity and reliability of Internet-based goniometer in the range of motion measurement of wrist and hand. Twenty-six healthy individuals aged 19-57 years participated in the study. Measurements were taken on 49 hands. The validity of the method was evaluated by examining the agreement between the internet-based goniometric measurement and the universal goniometer measurement results, which is accepted as the gold standard. There was a strong agreement between the internet based goniometer and the universal goniometer (ICC=0,686-982) and a positive middle to very high correlation ($r=0,522-964$; $p<0,001$). There was a significant difference in forearm supination; thumb MCP extension; 4th Finger MCP flexion/extension, PIP flexion and DIP flexion; 5th Finger DIP flexion between the Internet-based goniometer and the universal goniometer. Bland-Altman plots further showed the agreement between two measurement methods. The intra-rater reliability (ICC=0,797 - 0,997) and inter-rater reliability (ICC=0,764-0,989) was found strong. The standard error of measurements were low (1,445 and 4,158). Minimal detectable change ranged between 4,005 and 11,524. The internet-based goniometer has been found to be a valid and reliable method for measuring wrist and hand range of motion. The standardized digital measurement method could provide additional benefits to physiotherapist in telemonitoring.

Keywords: telerehabilitation; telemonitoring; hand rehabilitation; protractor; measurement; screenshots; photography;

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Hipotezler	4
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. El Bileği ve El Anatomisi	5
2.2. Eklemler	8
2.2.1. Distal Radio-Ulnar Eklem	8
2.2.2. El Bileği Eklemi	10
2.2.3. El Eklemleri	12
2.3. Normal Eklem Hareketleri Ölçümleri	15
2.3.1. Normal Eklem Hareketi Ölçümlerinde Temel Konseptler	15
2.3.2. Normal Eklem Hareketleri Ölçüm Yöntemleri	18
2.3.3. Pozisyonlama ve Eklem Hareket Açıklıkları	21
2.4. Fizyoterapide Telerehabilitasyon	32
2.4.1. Telerehabilitasyonun Tarihi ve Önemi	32
2.4.2. Telerehabilitasyonda Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri	35
2.5. Ölçme Yöntemlerinin Psikometrik Özelliklerinin Araştırılması	36
2.5.1. Geçerlik	36
2.5.2. Güvenirlik	37
2.6. Verilerin Analizi	38
3. BİREYLER VE YÖNTEM	39
3.1. Bireyler	39

3.1.1. Araştırmanın Örneklemi	39
3.1.2. Araştırmanın Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması	40
3.1.3. Örneklemin Oluşturulması	40
3.2. Yöntem	40
3.2.1. Aşama 1: Video Kayıtlardan Elde Edilen Ekran Görüntüleri Üzerinden Yapılacak Gonyometrik Ölçüm Yöntemi İçin Standartların Belirlenmesi	40
3.2.2. Aşama 2: Psikometrik Özelliklerin İncelenmesi	53
3.2.3. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Araçları	54
4. BULGULAR	55
4.1. Bireylere Ait Tanımlayıcı Bulgular	55
4.2. İnternet Bazlı Gonyometrik Ölçümün Psikometrik Özelliklerine Ait Bulgular	55
4.2.1. İnternet Bazlı Gonyometrik Ölçümün Geçerliğine Ait Bulgular	55
4.3. İnternet Bazlı Gonyometrik Ölçümün Güvenirliğine Ait Bulgular	64
5. TARTIŞMA	69
5.1. Çalışmamızda Ölçüm Yönteminin Standardizasyonu	70
5.1.1. Ölçüm Zamanı	70
5.1.2. Ölçüm Sayısı	71
5.1.3. Gonyometre yerleşimi	72
5.1.4. Ölçüm standardizasyonu	73
5.2. Ölçümlerde Minimal Değişiklik ve Ölçüm Hatası	75
5.3. Değerlendiriciler İçi ve Değerlendiriciler Arası Güvenirlik	78
5.4. Geçerlik	83
5.5. Çalışmanın Limitasyonları	84
5.6. Ortopedik Rehabilitasyon Bilimine Katkısı	85
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
7. KAYNAKLAR	88
8. EKLER	
EK-1. Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-2. Michigan El Sonuç Anketi	
EK-3. Dijital Okuryazarlık Ölçeği	
EK-4. Kongre Bildirisi	

EK-5. Etik Kurul İzin Belgesi

EK-6 Tez Orijinallik Raporu

EK-7 Dijital Makbuz

9. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
DİF	Distal İnterfalangeal
DRUE	Distal Radio Ulnar Eklem
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
İF	İnterfalangeal
KMK	Karpometakarpal
Maks	Maksimum
MDD	Minimal detectable difference
Min	Minimum
MKF	Metakarpofalangeal
NEH	Normal Eklem Hareketi
PİF	Proksimalinterfalangeal
SEM	Standard error of measurement
TAH	Total Aktif Hareket
TFKK	Triangular Fibrokartilaj Kompleks
TPH	Total Pasif Hareket
UG	Universal Gonyometre
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Elin kemik ve eklemleri	6
2.2. Elin sabit ve hareketli birimleri	7
2.3. El bileği eklemleri	12
2.4. Üçüncü parmak kemik ve eklemleri lateral görüntü	15
2.5. Vücudun düzlem ve eksenleri	16
2.6. Total aktif hareket	18
2.7. Farklı boyut ve şekillerde plastik ve metal gonyometre çeşitleri	20
2.8. Önkol pronasyon ve supinasyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları	22
2.9. El bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları	24
2.10. El bileği radial ve ulnar deviasyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları	25
2.11. Başparmak KMK eklem adduksiyon ve abduksiyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları	27
2.12. 2. Parmak MKP, PİF ve DİF eklemler fleksiyon ve ekstansiyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları	30
3.1. Ölçüm düzeneği ve ölçüm platformu.	42
3.2. İnternet bazlı gonyometre ile pronasyon ve supinasyon ölçümü.	44
3.3. Universal gonyometre ile pronasyon ve supinasyon ölçümü.	44
3.4. İnternet bazlı gonyometre ile el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümü.	45
3.5. Universal gonyometre ile el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümü.	45
3.6. İnternet bazlı gonyometre ile el bileği radial ve ulnar deviasyon ölçümü.	46
3.7. Universal gonyometre ile el bileği radial ve ulnar deviasyon ölçümü.	47
3.8. İnternet bazlı gonyometre ile başparmak EHA ölçümleri.	49
3.9. Universal gonyometre ile başparmak EHA ölçümü.	49
3.10. İnternet bazlı gonyometre ile 2.parmak EHA ölçümleri.	53
3.11. Universal gonyometre ile ile 2.parmak EHA ölçümleri.	53
4.1. El bileği normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	59
4.2. El bileği normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafiği.	60
4.3. Ön kol normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafiği.	60
4.4. Başparmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	60
4.5. Başparmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	60
4.6. Başparmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	61

4.7. 2. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	61
4.8. 2. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	61
4.9. 2. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	61
4.10. 3. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	62
4.11. 3. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	62
4.12. 3. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	62
4.13. 4. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	62
4.14. 4. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	63
4.15. 4. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	63
4.16. 5. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	63
4.17. 5. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	63
4.18. 5. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:	64

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Yetişkinler İçin Önkol Normal EHA Değerleri	23
2.2. Fonksiyonel Aktiviteler Sırasında Dirsek ve Önkol Hareketi: Ortalama Değerler (°)	23
2.3. Yetişkinler İçin El Bileği Normal EHA Değerleri	25
2.4. Fonksiyonel Aktiviteler Sırasında Bilek EHA Değerleri: Ortalamalar (Derece)	26
2.5. Yetişkinler İçin Başparmak Normal EHA Değerleri (Derece)	28
2.6. Yetişkinler İçin Parmak Aktif Normal EHA Değerleri (Derece)	31
2.7. Fonksiyonel Aktiviteler Sırasında Parmak ve Başparmak EHA Değerleri (Derece)	32
4.1. Bireylerin demografik özellikleri	55
4.2. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometre arasındaki ICC değerleri	56
4.3. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometre arasındaki ilişki bulguları	57
4.4. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometre ölçümleri arasındaki farka ilişkin bulgular	58
4.5. Değerlendiriciler içi güvenilirlik bulguları	65
4.6. Değerlendiriciler arası güvenilirlik bulguları	66
4.7. İki değerlendiricinin ölçümleri için 196 değer için standart sapma bulguları	67
4.8. Ölçümlerin standart hataları ve en küçük değişim miktarı bulguları	68

1. GİRİŞ

Eklemleri hareket ettirebilme yeteneği olarak tanımlanan eklem hareket açıklığı (EHA) kas iskelet sistemi değerlendirmelerinin en temel ve en önemli komponentlerinden birisidir (1). Eklem hareket açıklığı ölçümleri, rehabilitasyonda klinik karar verme, tedavi progresyonunun takibi ve sonuç analizleri gibi çeşitli süreçlerde önemli bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır (2-4). El ve el bileği eklemlerinin normal eklem hareket açıklıkları birçok günlük yaşam aktivitesinin gerçekleştirilebilmesi için gereklidir. Nitekim bu eklemler fonksiyonel problemlere neden olabilecek eklem hareket açıklığı limitasyonlarına yol açan yaralanmalara daha yatkındır. Ek olarak nörolojik ve otoimmün hastalıklar, yumuşak doku rahatsızlıkları ve dejeneratif eklem hastalıkları da el ve el bileği eklem hareket açıklığını kısıtlayabilmekte ve bireylerin fonksiyonel kapasitelerinde önemli limitasyona neden olabilmektedir (5). Dolayısı ile el ve el bileği eklem hareket açıklıklarının geçerli ve güvenilir bir yöntemle ölçümü klinisyenlerin limitasyon miktarını belirleme, rehabilitasyon sürecinin etkinliğini gözleme ve birbirleri ile etkili iletişimi sağlama konusunda önem teşkil etmektedir (6).

EHA'nı ölçmek için radyografi bazlı ölçümler, görsel tahmin, üç boyutlu hareket analizi sistemleri, gonyometrik eldivenler, akıllı telefon uygulamaları, fotoğraf bazlı ölçümler ve manuel gonyometre ölçümü gibi birçok farklı yöntem mevcuttur (7-9). Klinisyenlerin tercih ettiği ölçüm yöntemleri ulaşılabilirlik, kolay uygulama, maliyet, deneyim, güvenlik ve eğitimsel arka planı gibi farklı biyomedikal kriterlere dayanmaktadır. Bununla birlikte, basit, ucuz, taşınabilir ve dayanıklı olması gibi özellikleri dolayısı ile klinikte en sık kullanılan ve Amerikan El Terapistleri Derneği tarafından altın standart olarak belirlenen yöntem universal gonyometredir (5, 10, 11). Literatürde üst ekstremité gonyometrik ölçümlerinin geçerlik güvenilirliği ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur ve bu çalışmalarda gözlemciler içi ve gözlemciler arası güvenilirlik iyi-yüksek olarak bildirilmiştir (12, 13). Parmak gonyometrik ölçümlerinde proksimal interfalangeal ve metakarpofalangeal eklem ölçümlerinin, distal interfalangeal eklem ölçümlerine göre daha yüksek güvenilirliği olduğu bildirilmiştir (3). Literatürde gonyometre kullanımının en hatasız yöntemleri ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Carter ve ark. el bileği fleksiyon, ekstansiyon, ulnar ve radial deviasyonunda en doğru ölçümlerin gonyometrenin dorsal-volar yerleşiminde

gerçekleştirildiğini bildirmiştir (6). Ayrıca mevcut kanıtlar, gonyometrik ölçümlerin her seferinde aynı kişi tarafından ölçüldüğünde en doğru sonuçların elde edildiğini göstermektedir (14).

Gonyometrik EHA ölçümlerin gerçekleştirilmesi için hastanın kliniğe şahsen gelmesi gerekir. Ancak mali, coğrafi, sosyal veya çalışma koşulları, hastaların doğrudan fiziksel ölçüm için tekrarlı kontrol muayenelerinde yeniden kliniğe gelmesine engel oluşturabilir (15). Özellikle kırsal kesimlerdeki hastalar için ekonomik ve zaman yükü daha fazla olacağından klinisyenler, bazı hastaların üst ekstremitte fonksiyonlarının uzun vadeli ölçümlerini takip edememektedir. Bu yüksek takip kaybı oranı, tedavi sonrası sonuçların belirlenmesinde dolayısıyla uygulanan tedavilerin etkinliğinin değerlendirilememesine neden olmaktadır (16). 2019 yılının sonlarında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisinde yüz yüze görüşmeyi en aza indirerek rehabilitasyon hizmetlerinin en güvenli ve etkili şekilde uygulanmasında tele rehabilitasyon yöntemleri önem kazanmıştır. Tele rehabilitasyon, interaktif telekomünikasyon teknolojileri kullanılarak hastalara ve klinisyenlere rehabilitasyon hizmetlerini mesafe, zaman ve maliyet gibi engelleri azaltarak sağlamayı amaçlayan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Tele rehabilitasyon coğrafi, ekonomik ya da fiziksel yetersizlikler sebebi ile rehabilitasyona erişemeyen hastaların rehabilitasyon hizmetlerinden faydalanabilmelerine olanak sağlamaktadır (17, 18). Korona virüs salgınıyla beraber birçok kamu ve özel sağlık hizmeti sistemi, özellikle kas-iskelet sistemi rahatsızlığı olan kişilere rehabilitasyon hizmetlerini ulaştırmak için tele rehabilitasyon modelini giderek daha fazla teşvik ve finanse etmektedir (19). Salgın sırasında yaşam bağlamında tele rehabilitasyon, fiziksel mesafeyi korurken rehabilitasyon hizmetlerinin uygulanabileceği bir ortam sağlar, sağlık merkezlerine şahsen ziyaretlerden kaçındırarak riski azaltır ve hastaların rehabilitasyon hizmetlerinden mahrum kalmasını önler. Tele rehabilitasyon ile uygulanan rehabilitasyon yaklaşımlarının etkinliğinin ve iyileşme progresyonunun takibini yapabilmek amacıyla fizyoterapi değerlendirmelerinin uzaktan yapılabilmesi önem teşkil etmektedir (20). Sürekli gelişen elektronik ekipman ve teknolojik sistemler, hastaların EHA'nı uzaktan ölçmek için potansiyel birçok farklı alternatif sunmaktadır (21-23).

Bu yöntemlerin güvenilirlik ve geçerlik gibi psikometrik özelliklerinin belirlenmesi önem kazanmaktadır.

Global sosyal medya ajansları “WeAreSocial” ve “HootSuite” tarafından yayınlanan "Dijital Türkiye 2022" raporuna göre 85,3 milyon nüfusa sahip Türkiye’de % 82 oranla 69,95 milyon yetişkin internet kullanıcısı, %91,4 oranla 78 milyon mobil kullanıcısı mevcuttur (24). Giderek daha fazla insan akıllı telefon ve internet kullanarak vakit geçirmekte ve ortopedik tıpta çeşitli amaçlar için kullanılmak üzere çok sayıda yazılım programı / aplikasyon geliştirilmektedir. Günümüzde akıllı telefonlar, ivmeölçerler, manyetometreler ve jiroskoplar gibi, telefonu eklem pozisyonunu algılayabilen ve EHA’nı ölçebilen bir dizi ucuz ama güçlü gömülü sensörle donatılmıştır (25). Amacı, kolay, hızlı ve basit EHA ölçümü sağlamak olan bu klinik değerlendirme aplikasyonları ücretsiz olarak veya cüzi bir maliyetle indirilebilmektedir (5). Literatürde bu aplikasyonların geçerlik güvenilirliği ile ilgili değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik iyi ile mükemmel arasında bildirilen çalışmalar mevcutken (5, 25, 26) ölçümlerin henüz literatürde standardize edilememiş oluşu nedeni ile klinikte kullanımlarının önerilmediği yayınlar da vardır (27).

Bireyin kliniğe gelmesine gerek kalmadan uzaktan EHA ölçümü yapılmasına olanak tanıyan diğer yöntemlerden biri ise fotoğrafik gonyometredir. Akıllı telefon teknolojisinin sunduğu bir başka alternatif, yüksek çözünürlüklü akıllı telefon kameralarıdır ve EHA ölçümleri için kolayca fotoğraf edinilebilecek potansiyel bir platform sunar. Herhangi bir yeni EHA ölçüm yöntemini değerlendirirken, doğruluk çok önemlidir, ancak yöntem aynı zamanda hastalar ve klinisyenler için kolayca erişilebilir olmalıdır (28). Hastalar, klinisyenlere objektif veriler sağlamak için dijital görüntüleri ve video klipleri kaydetmek ve göndermek için akıllı telefon kameralarını kolaylıkla kullanabilir (29, 30).

Literatürde el bileği eklem hareket açıklığını değerlendirmede fotoğrafların rolünü inceleyen bazı çalışmalar mevcuttur (10, 31, 32). Bu çalışmalarda genel olarak el bileğinin fotoğrafa dayalı gonyometrik ölçümlerinin geçerli ve manuel gonyometre ölçümleri ile karşılaştırıldığında değerlendiriciler arası güvenilirliğinin iyi olduğu belirtilmiştir. Parmak EHA ile ilgili ise literatürde balmumu el modeli üzerinde bir yayın (1) ve karmaşık bir protokole ya da profesyonel kamera sistemlerine dayanan az

sayıda yayın mevcuttur (21, 33, 34), fakat sağlıklı bireyler üzerinde gerçekleştirilen genel bir metodolojik çalışma bulunmamaktadır.

Uzaktan EHA ölçümleri için alternatif olarak kullanılabilir bir diğer yöntem ise telekonferans sırasında kullanılan internet bazlı gonyometre yöntemidir. Bu yöntem için Ben Burlingham tarafından geliştirilen Protractor v3.1.2 internet bazlı gonyometre uzantısı (35) COVID-19 pandemisi döneminde referans olması amacı ile yayımlanan bir çalışmada diz, kalça, dirsek ve omuz eklemlerinde kullanılmıştır (36). Bu yöntemin, hasta ile telekonferans sırasında interaktif olarak ve ölçümün klinisyenin kontrolü dahilinde gerçekleşmesi sebebi ile yüksek güvenilirliğe sahip olacağını ve el ve el bileği EHA ölçümlerinde umut vaat eden bir alternatif olabileceğini düşünmekteyiz. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmanın birincil amacı internet bazlı gonyometre ile ölçülen el bileği ve el eklem hareket açıklığı ölçümlerinin geçerlik ve güvenilirliğinin araştırılmasıdır.

1.1. Hipotezler

Hipotez 1 (Birincil Hipotez): Video kayıtlardan elde edilen ekran görüntülerinden internet bazlı gonyometre ile birinci araştırmacı tarafından ölçülen el bileği, ön kol ve el eklem hareket açıklığı ölçümleri geçerlidir.

Hipotez 2: Video kayıtlardan elde edilen ekran görüntülerinden internet bazlı gonyometre ile daha deneyimli ikinci araştırmacı tarafından ölçülen el bileği, ön kol ve el eklem hareket açıklığı ölçümleri geçerlidir.

Hipotez 3: Video kayıtlardan elde edilen ekran görüntülerinden internet bazlı gonyometre ile ölçülen el bileği, ön kol ve el eklem hareket açıklığı ölçümleri gözlemci içi güvenilirdir.

Hipotez 4: Video kayıtlardan elde edilen ekran görüntülerinden internet bazlı gonyometre ile ölçülen el bileği, ön kol ve el eklem hareket açıklığı ölçümleri gözlemciler arası güvenilirdir.

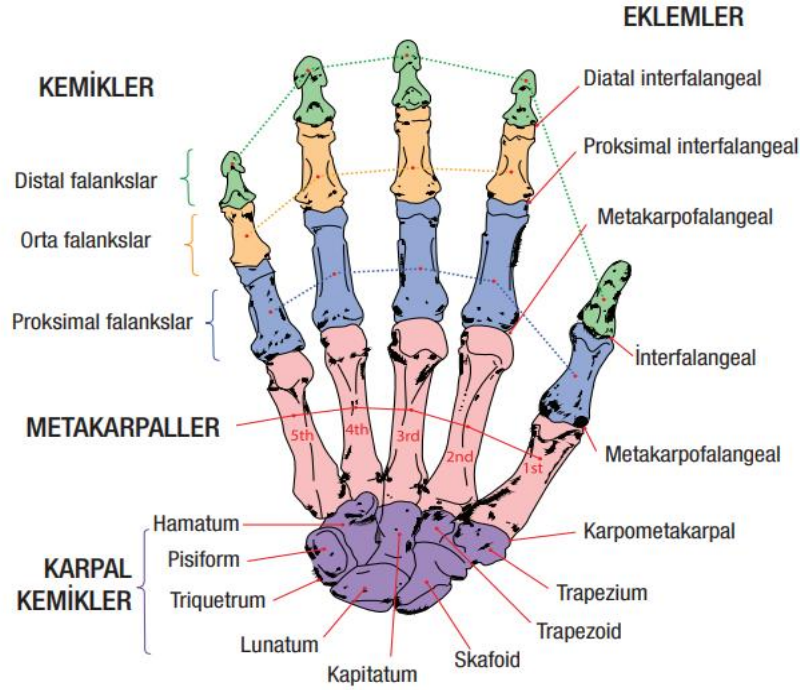
2. GENEL BİLGİLER

2.1. El Bileği ve El Anatomisi

Taksonomik sınıflandırmada en üst seviyede olan “homosapiens”in primatlardan ayrılmasında, elin çeşitli karmaşık görevler yerine getirmek üzere etkili bir şekilde düzenlenmiş kompleks ve çok yönlü yapısı önemli bir rol oynamaktadır. Birbiriyle uyum içinde veya birbirinden bağımsız hareket edebilen çok sayıda birime sahip olan el; 27 kemik (sekiz karpal kemik, 19 uzun kemik), 30 eklem, 33 kas, üçperiferik sinir inervasyonu, vasküler sistem ve çeşitli destekleyici yapılardan oluşmakta olup, 3 hareket eksenine sahiptir.

El bileği; skafoid, lunatum, triquetrum, pisiform, trapezoid, trapezium, kapitatum ve hamatum olmak üzere sekizkarpal kemik, radius ve ulna'nın distal uçları ve beş metakarpalin tabanından oluşmaktadır. Radiokarpal ve midkarpal eklemlerden meydana gelen el bileği eklemi fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon ile aksiyal rotasyon hareketlerine imkân tanıyarak eli optimal fonksiyon için pozisyonlar. El bileği çoğu aktivitede ekstansiyonla radial deviasyon, fleksiyonla ulnar deviasyon yönünde çalışır ve bu eksen dart düzlemi/dart hareket eksenini olarak adlandırılmaktadır (37).

Distal radius ve ulna, proksimal sıra karpal kemikler ile eklem yapar. Distal önkol, lateralde radial stiloid çıkıntı ve medialde ulnar stiloid çıkıntı ile sınırlanmıştır. Lister tüberkülü olarak da adlandırılan radial tüberkül, distal radiusun dorsal yüzünde küçük, elle hissedilen bir çıkıntıdır. Bu kemik çıkıntısı, el bileği ve başparmak ekstansör kaslarının tendonlarını yönlendirmeye yardımcı olur (37). Elin kemik ve eklemleri Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



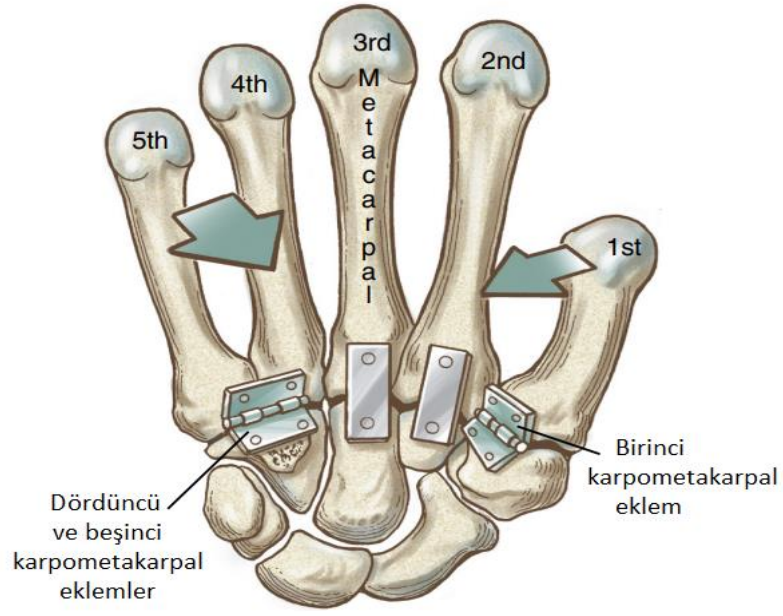
Şekil 2.1. Elin kemik ve eklemleri

(Ayhan Kuru ve Tekdemir'den (38) alınmıştır).

Karpus proksimal karpal sıra ve distal karpal sıra olarak iki bölümde incelenen 8 kemikten oluşmaktadır. Proksimal sırada skafoid, lunatum, triquetrum ve pisiform kemikleri bulunmaktadır. Distal sıra ise trapezium, trapezoid, kapitatum ve hamatum kemiklerinden oluşur (37).

Birden beşe kadar sayısal olarak veya başparmak, işaret, orta, yüzük ve serçe parmaklar şeklinde belirtilen el parmakları bir metakarp ve bir grup falanks kemiklerinden oluşmaktadır. Bir metakarp proksimal uç (taban), shaft, distal uç (baş) ve boyun olmak üzere dört kısımdan oluşur. Bir elde toplam 14 falanks vardır.

Başparmak hariç tüm parmaklar proksimal, orta ve distal olmak üzere üç falankstan oluşurken başparmak yalnızca proksimal ve distal falankslara sahiptir. Elin beş metakarpından ilk ve ikinci metakarp hariç diğerlerinin uzunlukları lateralden mediale doğru azalmaktayken ilk metakarp en kısa ve kalın, ikincisi metakarp ise en uzun olan metakarptır. Taban, shaft ve baştan oluşan falanksların uzunluğu proksimalden distale doğru kısalmır (38). Elin sabit ve hareketli birimlerine ait görsel Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Elin sabit ve hareketli birimleri

(Mansfield ve Neumann'den (39) alınmıştır).

El sabit ve hareketli olmak üzere iki birimden oluşur. Sabit birim distalkarpal sıra ile 2. ve 3. metakarplardan oluşmaktadır. Distal karpal sıra kilit taşı kapitatum olan stabil bir transvers ark oluşturur. Sabit birim, rijidite olmaksızın stabilite sağlayan bir dereceye kadar esnekliğe izin veren eklemlere sahiptir. Hareketli birim parmakların iskeletini meydana getiren falankslardan oluşan distal bileşenler ile başparmak ve 5. parmağa ait olanlar başta olmak üzere periferik metakarplardan oluşan iki bölümden oluşmaktadır. Başparmak birçok düzlemde harekete izin veren trapeziometakarpal eklemle sahip olup elin en mobil segmentini oluşturmaktadır.

İstirahat pozisyonunda bulunan elin palmar yüzeyi konkavdır. Palmar konkavite farklı yönlerde uzanan iki transvers ark ve bir longitudinal ark olmak üzere toplam 3 ark sisteminin entegrasyonu ile sağlanmaktadır. Proksimal transvers ark karpal kemiklerin distal sırasından oluşur. Bu statik, rijit ark, medyan sinirin ve parmaklara giden birçok fleksör tendonun içinden geçtiği karpal tüneli oluşturur. Kapitat kemiği, proksimal transvers arkın temel taşıdır. Distal transvers ark metakarpofalangeal (MKF) eklemlerden geçer. Rijid proksimal arkın aksine, distal arkın ulnar ve radyal kenarları nispeten hareketlidir. Elin transvers esnekliği, periferik metakarplar (birinci, dördüncü ve beşinci) daha stabil olan merkezi (ikinci ve üçüncü) metakarpların etrafında büküldüğünde belirginleşmektedir. Distal transvers arkın kilit taşı, bu

merkezi metakarpların MKF eklemleri tarafından oluşturulur. Elin longitudinal arkı, ikinci ve üçüncü parmakların genel şeklini takip eder. Longitudinal arktaki nispeten rijid eklemler, el için önemli bir longitudinal stabilite unsuru sağlar. Tenar, hipotenar, interosseal ve lumbrikal kaslar arkların desteklenmesinde rol oynar (39).

El bileğine normal eklem hareketlerini yaptıran kaslar önkolda konumlanmıştır. El eklemlerinin normal eklem hareketlerini ortaya çıkaran kaslar ise ekstrinsik ve intrinsik kaslar olmak üzere iki bölümde incelenir. Ekstrinsik kaslar origosu önkol veya kolda olup distalde ele yapışan kaslardır. Origo ve insersiyosunun her ikisini de elin içinde bulunduran kaslar ise intrinsik kaslardır. Tenar, hipotenar kaslar ile interosseal ve lumbrikal kaslar bu grupta yer alır (39).

Elin motor ve duyuşal inervasyonu medyan, ulnar ve radyal sinir tarafından sağlanır. Elin kutanöz inervasyonu medyan sinirin palmarkutanöz dalı, ortak dijital sinirler, ulnar sinir, ulnar sinirin palmarkutanöz dalı, ulnar sinirin dorsal dalı, radial sinirin yüzeyel dalı ve bazen de lateral antebrakialkutanöz sinir tarafından inerve edilir (40).

2.2. Eklemler

2.2.1. Distal Radio-Ulnar Eklem

Radioulnar eklemler, pronosupinasyonda eli etkili bir şekilde yönlendirmek için gereken stabilizasyon ve mobilizasyonu sağlarlar. Distalradioulnar eklem (DRUE), proksimal radioulnar eklem ve interosseöz membran bileşik bir eklem parçası olarak “radioulnar ünite” terimi ile tarif edilmektedir. Bu kompleks beraber ön kolun pronasyon ve supinasyon hareketini ortaya çıkarmaktadır. Distal radioulnar eklem, elden ve radiustan gelen yüklerin ulnaya iletilmesini sağlar, bileğin ulnar deviasyonunun yanı sıra önkol pronasyon ve supinasyon hareketleri ile elin manipülasyon becerilerine katkı sağlamaktadır (41).

Distal Radio-Ulnar Eklem Anatomisi ve Biyomekaniği

Distal radioulnar eklem sinovyal bir eklemdir ve radius ile ulnanın bu eklem katılan yüzeylerinin her ikisi de eklem kıkırdağı ile kaplıdır. Trokoid tipinde bir eklemdir. Eklem normal eklem hareketleri rotasyon veya dönme hareketleri

şeklinde. Bununla birlikte, ulna başı ile radiusun sigmoid çentiği arasında da kayda değer bir kayma vardır. Bu kaymanın nedeni, eklem yüzeyleri arasındaki eğrilik farkıdır (42). Sigmoid çentiğin eğrilik yarıçapının ulnar yuvaninkinden önemli ölçüde olmasından kaynaklanan eklem yüzeyleri arasındaki uyumsuzluk sebebiyle ekleme kemik uyumu yoluyla stabilizasyon sağlanamaz, eklem stabilizasyonu büyük ölçüde yumuşak doku stabilizatörleri olan dorsal ve volar radioulnar bağlar ile sağlanır (43).

Distal Radio-Ulnar Eklem Kinezyolojisi

Eklem mekanik görevi pronasyon ve supinasyon olarak bilinen önkol rotasyon hareketidir. Distal radioulnar eklem ve proksimal radioulnar eklem mekanik olarak bağlantılıdır. Sağlıklı bir önkol rotasyonu için iki eklem eş zamanlı olarak çalışması gerekir. Normal supinasyon ve pronasyon sırasında DRUE'de hem dönme hareketi hem de kayma hareketi meydana gelir. Yaygın görüşün aksine, radius sabit bir ulna etrafında dönmez; pronosupinasyon, radial başın merkezinden ve ulnar başın merkezine çizilen bir eksen etrafında gerçekleşir. Ulna başı, ön kol rotasyonu sırasında hareketsiz değildir; radiusun sigmoid çentiği içinde dorsal ve palmar olarak yer değiştirir.

Dirsek 90° fleksiyonda iken pronasyonla, radius kendi ekseni etrafında dönerken, humerusta unlanın eksternal translasyonunu ortaya çıkaran bir eksternal rotasyon görülür. Dirsek 90° fleksiyonda iken supinasyonla, bunun tersi olarak humerusta unlanın internal rotasyonu ile kombine olarak internal rotasyon ve radiusun ters yönde hareketi gözlemlenir. Dirsek ekstansiyonda iken, humeroulnar bağların gerilimi ve biceps ve pronator teres kaslarının etkinliğinin azalması nedeniyle pronosupinasyon amplitüdü daha düşüktür (44).

DRUE radiokarpal eklemden triangular fibrokartilaj kompleks (TFKK) ile ayrılır. TFKK, artiküler disk, dorsal ve palmar radioulnar ligamentler, menisküs homologu ve ekstansörkarpiulnaris kılıfından oluşur ve DRUE'in ana destek sistemi olarak tanımlanır. Dorsal ve palmar radioulnar bağlar, sigmoid çentik içindeki unlanın birincil stabilizatörleridir ve ön kol rotasyonu sırasında ulnar subluksasyonu veya dislokasyonu önler. Radioulnar eklem, triangular komplekste ve interosseöz membranın orta kısmında maksimum gerilimin olduğu pozisyon olan ara pozisyonda en uyumludur. Bu nedenle radioulnar ünitenin en stabil olduğu pozisyon bu

pozisyonudur. Tam supinasyon sırasında dorsalsradioulnar bağ, ulnar başın palmar subluksasyona gidişi ile gerginleşir ön kol supinasyonunda primer stabilizatör olarak görev yapar. Ön kol pronasyonu ile palmar radioulnar ligament gerginleşir ve ulnar başın bu pozisyonda dorsal dislokasyonunu önler. TFKK'in bir parçası olmamasına rağmen, palmar ulnolunat ve ulnotriquetral ligamentler, ulnar karpusun ulnaya göre stabilize edilmesinde önemli bir rol oynar. Bu bağlar ulnar karpusun distal ulnaya göre volar subluksasyonunu önler (45).

Bilek boyunca aktarılan aksiyal yükün yaklaşık %80'ini radius taşıırken, %20'si ulna tarafından aktarılır. Distal unlanın distal radius ile normal ilişkisindeki değişiklikler aksiyal yüklerin dağılımını önemli ölçüde değiştirir (46).

2.2.2. El Bileği Eklemi

El Bileği Eklem Anatomisi ve Biyomekaniği

El bileği eklemlerinden biri olan radiokarpal eklem, radius skafoid ve lunatum arasında olup triquetrumu da kapsar. Elipsoid tipte bir eklemdir. Kemikler arasında sabit bir temas yoktur. Skafoid ile radius arasındaki temas alanı, lunatum ve radius arasındaki temas alanından daha büyüktür. Eklemde stabilizasyon ekstrinsik ve intrinsik ligament sistemi güçlü eklem kapsülüyle sağlanır (38).

Diğer bir eklem olan midkarpal eklem proksimal ve distal karpal sıralar arasında bulunur ve bileşik bir eklemdir. Kapsül ve ligamentlerle sarılıdır. İki kompartmana ayrılır (radial ve ulnar kompartman). Ulnar kompartman, kapitatum ve hamatumun konveks eklem yüzeylerinden ve skafoid, lunatum ve triquetrumun konkav eklem yüzeylerinden oluşurken radial kompartman, skafoidin konveks distal yüzeyi ile trapezium ve trapezoidin konkav proksimal yüzeyi arasındadır. Eklem yüzeyleri düzensiz olduğu için yük dağılımı eşit değildir (38).

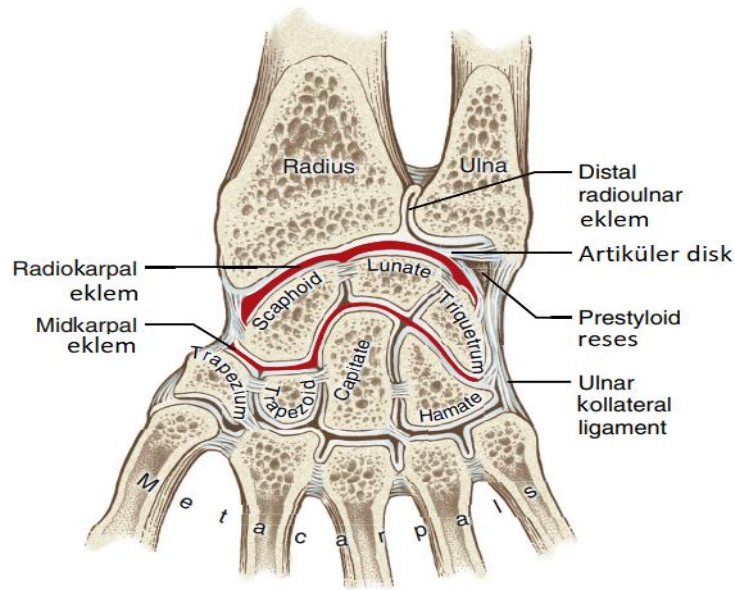
İnterkarpal eklemler, bitişik karpal kemikler arasında plana tipindeki eklemlerdir. Midkarpal eklem kapsülünün uzantıları tarafından sarılmış sinovyal eklemlerdir. Bu eklemlerin stabilitesi, eklem kapsülü ile ekstrinsik ve intrinsik ligamentler tarafından sağlanır. Karpal kemikler arasındaki hareket miktarı azdır (38).

El Bileği Eklem Kinezyolojisi

El bileği hareketlerinde iki eklem hareketi söz konusudur: radiokarpal eklem ve midkarpal eklem. Global el bileği hareketi, radiusa göre kapitatimumun rotasyonu olarak tanımlanır. El bileğinin çift eksenli eklem yapısı, fleksiyon/ekstansiyon ve radial/ulnar deviasyon hareketlerine izin verir. El bileği hareketi sırasında proksimal karpal sıranın konveks eklem yüzeyi, konkav distal radius ve artiküler disk üzerinde elin fizyolojik hareketinin tersi yönde kayar. Normal el bileği ekstansiyonu ve fleksiyonu yaklaşık 85°, radial deviasyon yaklaşık 15° ve ulnar deviasyon yaklaşık 45°'dir. Elin normal eklem hareketlerinin hepsinin kombinasyonu diyebileceğimiz sirkümdiksiyon elin daire çizmesidir(38).

El bileği hareketleri sırasında, kemiklerin yapısı ve ligamentöz sistemlerin gerilimi ile ilişkili olan adaptif bir karpal dinamik gözlenir. Karpal kemiklerde fleksiyon-ekstansiyon, radial-ulnar deviasyon ve pronasyon-supinasyon dâhil olmak üzere üç boyutlu hareket gerçekleştirir. Distal karpal sıra proksimal karpal sıradan daha rijit olup üçüncü metakarp hareketiyle doğrudan bağlantılıdır. Fleksiyon sırasında, birinci karpal sıra fleksiyon/abdüksiyon/pronasyon gerçekleştirirken, ikinci karpal sıra fleksiyon/addüksiyon/supinasyon gerçekleştirir. Fleksiyonlar birbirine eklenir ve pronasyon/supinasyon ve abdüksiyon/addüksiyon bileşenleri birbirini iptal eder. Bu mekanizma, global basit bir fleksiyon elde edilmesini sağlar. Ekstansiyon sırasında birinci karpal sıradaki ekstansiyon/addüksiyon/supinasyon ve ikinci karpal sıradaki ekstansiyon/abdüksiyon/pronasyon hareketlerinin tersini gözlemleriz. İki ekstansiyon birbirine eklenir ve pronasyon/supinasyon ve abdüksiyon/addüksiyon bileşenleri birbirini sıfırlar. Abdüksiyon sırasında birinci karpal sıra pronasyon/fleksiyon gerçekleştirirken, ikinci karpal sıra supinasyon/ekstansiyon gerçekleştirir. Bu iki bileşen, "saf" bir abduksiyon ortaya çıkarmak için birbirini iptal eder. Addüksiyon sırasında ise birinci karpal sıra supinasyon/ekstansiyon gerçekleştirirken ikinci karpal sıra pronasyon/fleksiyon gerçekleştirir. Bu iki bileşen de "saf" bir addüksiyon ortaya çıkarmak birbirini iptal eder.

Bu mekanizmaların öne ve içe oblik bir radyokarpal eksen ile öne ve dışa oblik bir midkarpal ekseninden oluşan iki oblik eksenle ilişkili olduğu varsayılmaktadır (44). El bileği eklemlerine ait görsel Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. El bileği eklemleri

(Mansfield ve Neumann'den (39) alınmıştır).

2.2.3. El Eklemleri

Karpometakarpal (KMK) eklemler, metakarpofalangeal (MKF) eklemler ve interfalangeal (IF) eklemlerden oluşur. Metakarpal kemikler ve distalkarpal kemikler arasındaki eklemler karpometakarpal eklemler olarak adlandırılırken metakarplar ve proksimalfalanksler arasındaki eklemler metakarpofalangeal eklemlerdir. Başparmak hariç diğer tüm parmaklarda proksimal ve distal olmak üzere iki adet interfalangeal eklem bulunur. Başparmak ise bir interfalangeal eklem sahiptir çünkü iki falankstan oluşur.

Karpometakarpal Eklem (Anatomi, Biyomekanik, Kinezyoloji)

Karpometakarpal eklemler, mobiliteden çok stabilite sağlayan aksenal olmayan plana tipi (düzensiz) sinoviyal eklemler olarak sınıflandırılır. Eklemler eklem kapsülü ile çevrenmiştir. Trapezium, birinci metakarpın tabanı ile eklem yapar. Trapezoid ikinci metakarpal ile, kapitat üçüncü metakarp ile ve hamatum dördüncü ve beşinci metakarpal kemik ile eklem yapar. Beşinci KMK eklemi, parmakların en hareketlisidir ve başparmak (birinci KMK eklemi) kadar olmasa da az miktarda beşinci parmak opozisyonuna izin verir. Dördüncü KMK ekleminde bir miktar mobilite görülür,

fakat ikinci ve üçüncü KMK eklemleri mobil değildir ve elin stabil kolonunu oluştururlar.

2-5 KMK eklemlerinde fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri görülür. Beşinci KMK eklemlerde ise fleksiyon ve ekstansiyona ek olarak bir miktar abduksiyon, adduksiyon ve rotasyon hareketleri de ortaya çıkmaktadır. Birinci KMK eklem, eyer tipi eklemdir ve fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon, rotasyon, opozisyon ve repozisyon hareketlerine izin verir (38).

Metakarpofalangeal Eklem (Anatomi, Biyomekanik, Kinezyoloji)

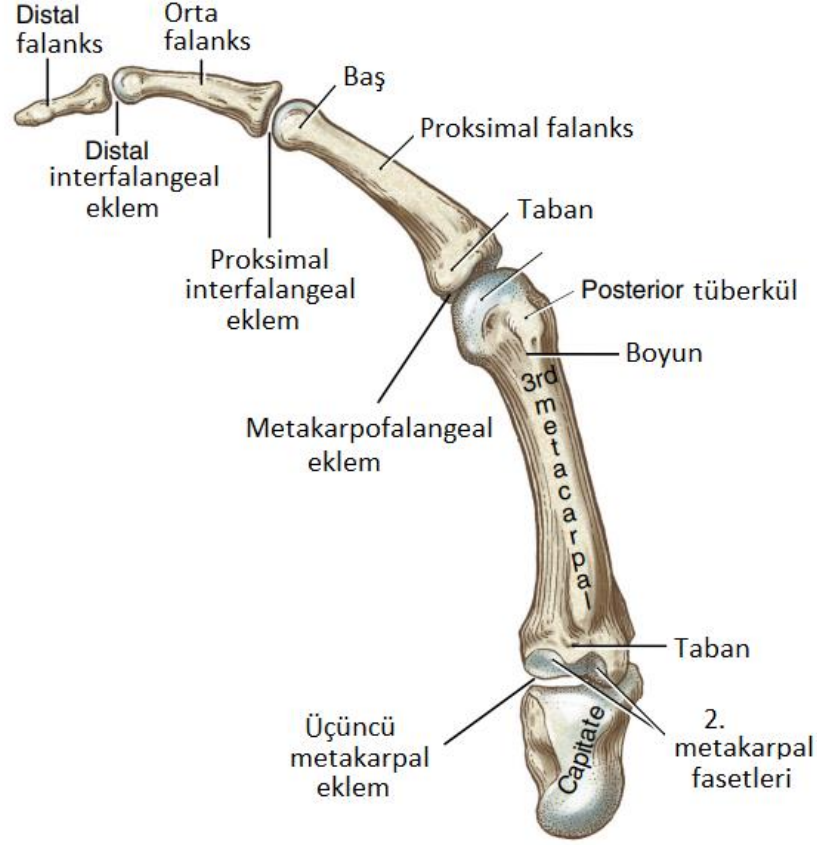
Sinovial eklem olan metakarpofalangeal eklemler metakarp başları ile proksimal falankslar arasındadır. Kondiloid tipi eklemlerdir. Normal eklem hareketleri fleksiyon/ekstansiyon ve abduksiyon/adduksiyondan oluşur. Bu eklemler eklem kapsülü, kollateral ligamentler ve volar plaklar tarafından desteklenir. Eklemlerin kapsülü, ekstansiyonda gevşektir. Fibrokartilaj bir yapı olan volar plak ise metakarpale gevşek bir şekilde bağlıyken proksimal falanks tabanına sıkı bir şekilde yerleşmiştir. Volar plaklar, metakarpal başları birbirine bağlayan derin transvers metakarpal ligamentlere karışır. Sagittal bantlar her bir volar plağı, kapsül ve derin transvers metakarpal ligamentler aracılığıyla parmağın ekstansor sistemine bağlar. Kollateral ligamentler ve interosseal/lumbrikal kaslar lateral stabilizasyonu gerçekleştirir. Metakarp başındaki posterior tüberkülden başlayan kollateral ligamentler proksimal falanks lateralinin palmar kısmına doğru uzanırlar. Oblik uzanım gösterirler. Ana kollateral ligament ve aksesuar kollateral ligament olarak iki kısımdan meydana gelirler. Kollateral ligamentler eklemde dorsopalmar dislokasyonları, abduksiyon-adduksiyon ile supinasyon-pronasyon rotasyonlarını engeller. Volar plaklar parmak tam ekstansiyondayken dorsal dislokasyonu önler (40). Bu eklemlerin normal eklem hareketi fleksiyon/ekstansiyon ile abduksiyon/adduksiyondur. MKF eklem yaklaşık 90° fleksiyon ve yaklaşık 20° ile 30° arasında hiperekstansiyon yapabilir. MKF eklemlerdeki volar plaklar eklemde ekstansiyon hareketini sınırlamaktayken ikinci metakarptan (90° fleksiyon), beşinciye (115° fleksiyon) gidildikçe fleksiyon/ekstansiyon hareket açıklığının arttığını görülür. Kollateral ligamentler, MKF eklem fleksiyonu sırasında gergin hale geldiği için, MKF eklem fleksiyonda iken parmak abduksiyon ve adduksiyon hareketleri yapılamaz. Dorsal interosseal kaslar

hem parmak abduksiyonu sağlar, hem de eklemin radial stabilizasyonunu sağlar. Ekleminde abduksiyon/adduksiyon hareketi ölçümünde temel alınan nokta üçüncü metakarpittir. Üçüncü metakarpale doğru olan hareket adduksiyon; üçüncü metakarpten uzaklaşan hareket abduksiyondur. Orta parmağın her iki yöndeki (anatomik pozisyondan başlayarak) frontal düzlem hareketi bu çizgiden uzak olduğu için, her iki hareket yönü de abduksiyon olarak adlandırılır. Abduksiyon-adduksiyon arkı yaklaşık 10° - 40° arasındadır (40).

Proksimal ve Distal İnterfalangeal Eklem (Anatomi, Biyomekanik, Kinezyoloji)

Falanksların arasında yer alan eklemler interfalangeal eklemlerdir. Falanks başları ile falanks tabanları arasındadır. Parmaklarda dokuz adet İF eklem; dört adet proksimal interfalangeal (PİF) eklem, dört adet distal interfalangeal (DİF) eklem ve başparmakta bir adet İF eklem vardır. İF eklemler menteşe tipi sinovyal eklemleridir. Eklemin statik stabilitesini kapsül, kollateral ligamentler ve volar plak sağlarken dinamik stabilitesini eklem çevresindeki tendonlar ve yumuşak dokular sağlar. Eklem hiperekstansiyonu volar plaklar ile kısıtlandırılırken eklemin lateral stabilizasyonunu kollateral ligamentler gerçekleştirir. Volar plaklar proksimal eklemlerde daha kalındır. Orta falanksta geniş bir yapışma yüzeyi vardır ve proksimal falanks üzerine A2 pulleyinin distal ucuna yapışır. Proksimal ekleminde plağın proksimali ve laterali kalınlaşır ki burada check-rein ligamenti olarak isimlendirilir. Check-rein ligamenti volar plak stabilizasyonunu artırır. Distal ekleminde ise bu ligament olmadığı için hiperekstansiyon proksimalden fazladır. Hem distal hem proksimal eklemler için dinamik stabilizasyonda fleksör ve ekstansör tendonlar görev alır. Eklemlerin normal eklem hareketi fleksiyon ve ekstansiyondur. Fakat özellikle kavrama aktivitelerinde hafif radioulnar deviasyon ile rotasyon da görülür. Bunlara aksesuar hareketler denir. Parmakları başparmağa yönelttiği için önemlidirler. Proksimal eklemlerde $100-120$ derece, distal eklemlerde $70-90$ derece arasında fleksiyon yönünde hareket açıklığı vardır. Radialden ulnara doğru hem proksimal hem distal eklemler için fleksiyon hareketi daha fazladır. Hiperekstansiyon proksimalde minimalken distalde 30 dereceye kadar hareket açıklığı vardır. Falanks başlarının metakarpallere göre daha küresel şekli olması nedeniyle İF eklemlerin kollateral ligamentlerdeki pasif gerilim

fleksiyon-ekstansiyon hareketi boyunca sabit kalır (38). Üçüncü parmak kemik ve eklemlerine ait lateral görünüm Şekil 2.4'te gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Üçüncü parmak kemik ve eklemleri lateral görüntü (Mansfield ve Neumann'den (39) alınmıştır).

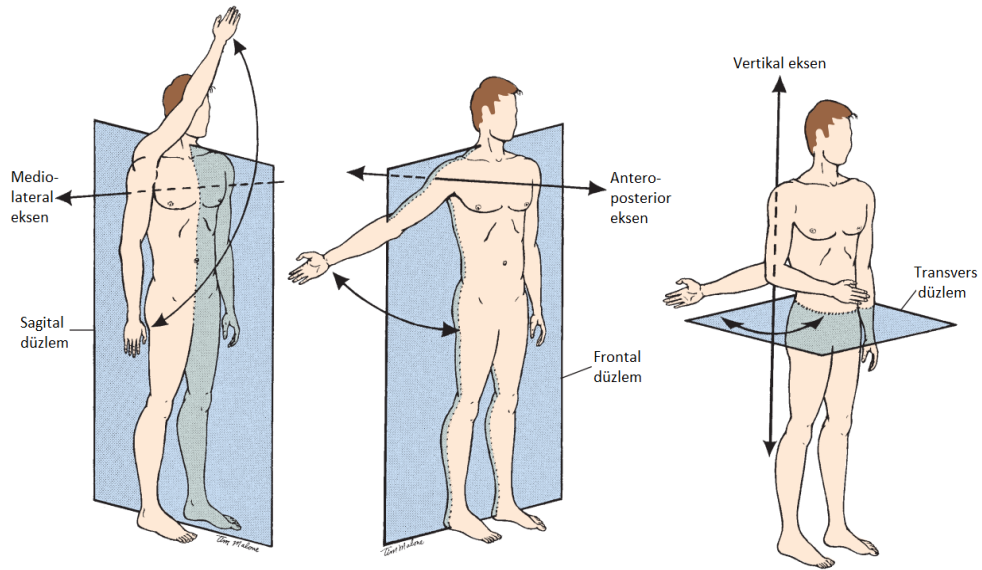
2.3. Normal Eklem Hareketleri Ölçümleri

2.3.1. Normal Eklem Hareketi Ölçümlerinde Temel Konseptler

Düzlemler ve Eksenler

Osteokinematik hareketler vücudun üç kardinal düzleminden birinde (sagittal, frontal, transvers); karşılık gelen üç eksen (medial-lateral, anterior-posterior, vertikal) etrafında ortaya çıkar. Üç düzlem birbirine dik açıda uzanırken, üç eksen hem birbirine hem de karşılık gelen düzlemlerine dik açıda bulunur. Sagittal düzlem, vücudun anterior segmentinden posterior segmentine doğru seyrederek. Orta sagittal düzlem, vücudu sağ ve sol olmak üzere iki yarıya ayırır. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri

sagittal düzlemde gerçekleşir. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin meydana geldiği eksen, sagittal düzleme dik olan ve vücudun bir yanından diğerine ilerleyen bir çizgi olarak tasavvur edilebilir. Bu eksene medial-lateral eksen adı verilir. Sagittal düzlemdeki tüm hareketler medial-lateral eksen etrafında gerçekleşir. Frontal düzlem vücudun bir yanından diğerine doğru ilerler ve vücudu ön ve arka yarımlara ayırır. Frontal düzlemde meydana gelen hareketler abdüksiyon ve adduksiyondur. Abdüksiyon ve adduksiyon hareketlerinin gerçekleştiği eksen antero-posterior eksendir. Bu eksen, frontal düzleme dik açıda uzanır ve vücudun önünden arkasına doğru ilerler. Bu nedenle, antero-posterior eksen sagittal düzlemde yer almaktadır. Transvers düzlem yataydır ve gövdeyi üst ve alt kısımlara ayırır. Rotasyon hareketi, vertikal eksen etrafında transvers düzlemde gerçekleşir. Vertikal eksen, transvers düzleme dik açıda uzanır ve kraniyalden kaudal yöne doğru seyrederek (47). Vücudun düzlem ve eksenleri Şekil 2.5'te belirtilmiştir.



Şekil 2.5. Vücudun düzlem ve eksenleri

(Norkin ve White'tan (47) alınmıştır).

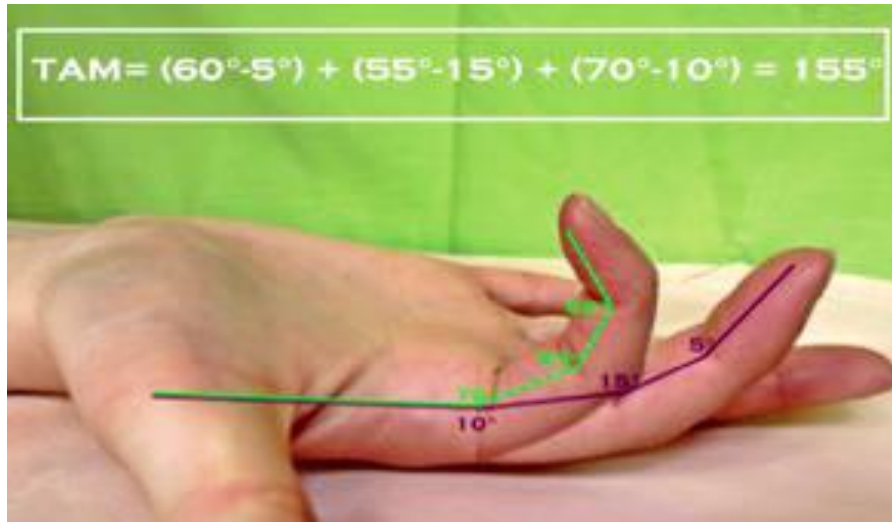
Eklem Hareket Açıklığı

Eklem hareket açıklığı (EHA), belirli bir düzlemde hareketin başlangıcı ile bitişi arasındaki hareket arkının derece cinsinden değeridir. Hareket arkı, tek bir eklemden veya bir dizi eklemden meydana gelebilir. Bütün EHA ölçümleri için başlangıç

konumu anatomik veya nötral pozisyonudur. Anatomik pozisyon, alt ekstremitelerin yan yana ve öne bakar pozisyonda; üst ekstremitelerin gövdenin yanında, avuçların öne baktığı ve parmakların ekstansiyonda olduğu pozisyonudur. Transvers düzlemde rotasyon EHA'nı ölçmek için kullanılan nötral pozisyon, üst ekstremit eklemlerinin medial ve lateral rotasyon ile supinasyon ve pronasyon arasında orta pozisyona yerleştirildiği pozisyonudur. EHA aktif veya pasif olarak ölçülebilir. Aktif EHA, bireyin asiste edilmeksizin, istemli kas kasılması sonucu üretilen hareket arkıdır. Bireyin aktif EHA derecesi, hareket etme isteği, koordinasyonu, kas gücü ve eklem hareket açıklığı hakkında bilgi sağlar. Pasif EHA ise, gözlemci tarafından harici bir kuvvetin uygulanmasıyla üretilen hareket arkıdır. Birey rahat pozisyonundadır ve hareketin üretilmesinde aktif bir rol oynamaz. Normal şartlarda pasif EHA, aktif EHA'ndan daha büyüktür çünkü her eklem, eklemi çevreleyen dokuların gerilmesi ve kasılan kaslara kıyasla gevşemiş kasların hacminin azalması nedeniyle istemli kontrol altında olmayan küçük bir harekete sahiptir. Pasif EHA derecesi gözlemciye, eklem yüzeylerinin bütünlüğü; eklem kapsülünün ve ilgili bağların, kasların, fasyanın ve cildin uzama yeteneği hakkında bilgi sağlar. Normal eklem hareket açıklıkları kişiden kişiye değişir ve yaş, cinsiyet ve hareketin aktif veya pasif olarak yapılması gibi faktörlerden etkilenir. Vücut kitle indeksi, mesleki faaliyetler ve hobiler gibi özelliklerle ilgili diğer faktörler ve bunlara ek olarak ölçüm pozisyonu, kullanılan ölçüm aletinin türü, gözlemcinin deneyimi ve hatta ölçüm saati gibi ölçüm süreciyle ilgili faktörlerin EHA'nı etkilediği belirtilmiştir (47).

Bir eklemden ortaya çıkan hareket türü eklem yapısına göre değişir. Parmakların interfalangeal eklemleri gibi bazı eklemler, tek bir eksen etrafında (medial-lateral eksen), bir düzlemde (sagittal düzlem), fleksiyon ve ekstansiyon hareketine izin verir. Sadece bir düzlemde harekete izin veren bir eklem, bir hareket serbestlik derecesine sahip olarak tanımlanır. Parmakların interfalangeal eklemleri bir derece hareket serbestliğine sahiptir. Glenohumeral eklem gibi bazı eklemler ise, medial-lateral eksen etrafında sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon; antero-posterior eksen etrafında frontal düzlemde abduksiyon ve adduksiyon; vertikal eksen etrafında transvers düzlemde rotasyon hareketleri olmak üzere üç eksen etrafında üç düzlemde harekete izin verir. Bu nedenle glenohumeral eklem üç serbestlik derecesi vardır (47).

Parmak eklem hareket ölçümlerinde, total aktif hareket (TAH), total pasif hareket (TPH) ve kompozit fleksiyon ölçümleri sık kullanılan değerlendirme yöntemleri arasında yer almaktadır (**Şekil 2.6**). TAH, TPH, ve kompozit fleksiyon ölçümleri bir parmak için total hareket kapasitesini belirlemek amacıyla kullanılır. Eklem hareket açıklığının progresyonu veya regresyonunun istatistiksel olarak daha kolay hesaplanmasını sağlar. TAH, MKF, PİF ve DİF eklemlerin kompozit fleksiyon ölçümü eklenerek ve bu eklemlerdeki tüm ekstansiyon kaybının toplamı çıkarılarak hesaplanır. TPH ölçümünde ise pasif ölçümler kullanılır. Hem TAH hem de TPH, parmağın bileşik hareketiyle ilgili verileri sağlar ve zaman içinde karşılaştırma kolaylığı sağlar (48).



Şekil 2.6. Total aktif hareket

Aktif MKF+PIF+DIF fleksiyon-MKF+PIF+DIF ekstansiyon defisiti; Total pasif hareket: Pasif MKF+PIF+DIF fleksiyon-MKF+PIF+DIF ekstansiyon defisiti (Ayhan Kuru ve Kitiş'ten (48) alınmıştır).

2.3.2. Normal Eklem Hareketleri Ölçüm Yöntemleri

Üst ekstremitte normal eklem hareketi (NEH) ölçümleri için görsel tahmin, manuel gonyometre, fotografik gonyometre, giyilebilir sensörler, ivme ölçerler, gonyometrik eldivenler, inklinometreler, üç boyutlu hareket yakalama sistemleri ve radyografik görüntüleme dahil olmak üzere uygulama kolaylığı, geçerlik-güvenirlilik, tekrarlanabilir olma ve maliyet açısından çeşitlilik gösteren birçok farklı yöntem mevcuttur (9, 49-52).

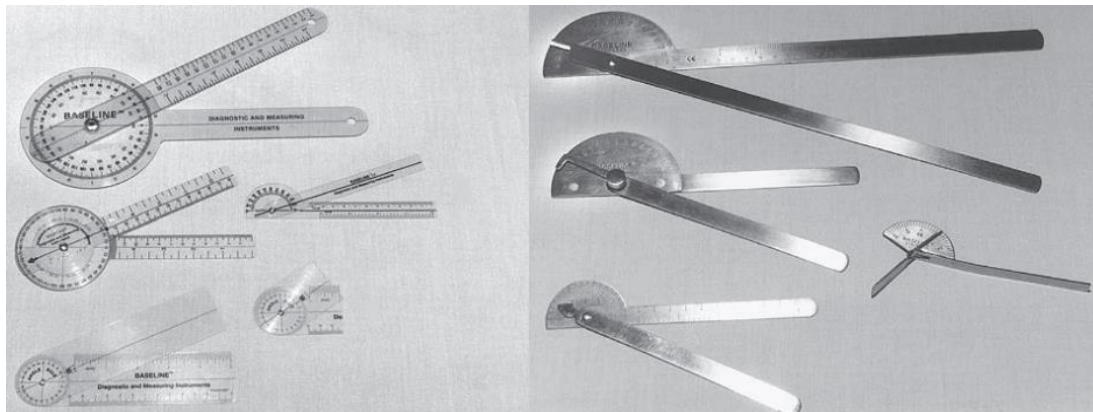
Araştırma ortamlarında dinamik hareket sırasında çoklu hareket açılarındaki eklem açıları ölçmek için Vicon (Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, BK) ve Optitrack (NaturalPoint, Inc., Corvallis, OR, ABD) gibi üç boyutlu hareket analiz sistemleri kullanılır. Hareket yakalama sistemleri marker tabanlı ve markersız sistemler olarak kategorize edilebilir. Vicon gibi marker tabanlı hareket yakalama sistemleri, insan hareketini doğru bir şekilde yakalar ve genellikle hareket yakalamada bir standart olarak kabul edilir. Bu sistemler, marker tarafından yansıtılan ışığı algılamak ve triangülasyon kullanarak üç boyutlu konumu hesaplamak için çoklu görüş kameraları kullanır. Markersız hareket yakalama sistemleri, sensörün menzili içindeki hedefin üç boyutlu konumunu ölçmek için bir derinlik sensörü kullanır. Üç boyutlu hareket analizinin de limitasyonları vardır. En önemlisi, bu sistemler tipik olarak immobildir, pahalıdır, kullanılabilmesi için uzmanlık gerektirir, zaman alıcı prosedürler içerir ve bu nedenle klinik ortamda kullanım için uygun değildir (53).

Eklem hareket açıklığını ölçmek için kullanılan diğer güvenilir araçlardan biri de dijital inklinometredir. EHA değerlendirmesi için universal gonyometre ile karşılaştırıldığında daha yüksek güvenilirliği nedeniyle dijital inklinometre tercih edilebilir (54). Gonyometrik ölçüm, kemiklerin ve eksen noktalarının tahmini seçimini gerektirdiğinden ölçümde hataya neden olabilir, öte yandan inklinometreler ile ölçümde böyle bir durum gerekmediğinden ölçüm daha kolaydır. İnklinometreler, yerçekimi çizgisine göre yerleştirildiği açıyı gösteren kadranlara sahiptir, ancak inklinometrenin bir dezavantajı, gonyometreye kıyasla daha yüksek maliyetli olmasıdır.

Uygun yazılım uygulamaları (örn: TiltMeter) yüklü iPhone ve Android işletim sistemli akıllı telefonlar, yerleşik eğime duyarlı sistemlerini kullanarak kolayca inklinometreye dönüştürülebilir. Bu özellikleri, gelecekte klinik ortamlarda kullanılma olasılıklarını artırmaktadır. Ek olarak, Dr. Goniometer gibi bazı uygulamalar, akıllı telefonla çekilen vücut bölümlerinin dijital fotoğrafı üzerine hareket ettirilebilir bir açıölçer yerleştirilmesine olanak verir. Bununla birlikte, klinik ortamda kullanımlarını desteklemek için akıllı telefon uygulamalarının güvenilirlik ve geçerliklerine ilişkin daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (47).

Universal Gonyometre

Universal gonyometre, klinik ortamda EHA'nı ölçmek için en sık kullanılan alettir. Bu gonyometre türünü, çok yönlülüğü nedeniyle Moore (55) "universal" olarak tanımlamıştır. Universal gonyometre, vücudun hemen hemen tüm eklemlerinde eklem pozisyonunu ve EHA'nı ölçmek için kullanılabilir. Universal gonyometreler (UG'ler), temel tasarımları aynı olmakla birlikte, plastik veya metalden yapılabilir ve birçok farklı boyut ve şekilde üretilir. Tipik olarak tasarım, bir gövde ve kol adı verilen iki uzantı içerir. Kollar sabit kol ve hareketli koldan oluşmaktadır. Universal gonyometrenin gövdesi bir yarım daire veya tam daireden oluşabilir. Yarım daire gonyometre üzerindeki ölçekler 0 ila 180 derece ve 180 ila 0 derece arasında okunur. Tam daire gonyometre üzerindeki ölçekler ise 0 ila 180 derece ve 180 ila 0 derece veya 0 ila 360 derece ve 360 ila 0 derece arasında okunabilir. Gonyometre çeşitlerinden bazıları Şekil 2.7'de verilmiştir.



Şekil 2.7. Farklı boyut ve şekillerde plastik ve metal gonyometre çeşitleri (Norkin ve White'tan (47) alınmıştır).

Gonyometre hizalaması, gonyometrenin kollarının bireyin eklemlerinin proksimal ve distal segmentleri ile hizalanmasını ifade eder. Gözlemci eklem segmentlerini daha doğru bir şekilde görselleştirip ölçümlerin doğruluğunu ve tutarlılığını artırmak için kemik anatomik noktalarını kullanmalıdır. Genel olarak, sabit kol eklemin proksimal bölümünün longitudinal eksenine paralel olarak hizalanır; hareketli kol ise, eklemin distal bölümünün longitudinal eksenine paralel olarak hizalanır. Pivot nokta genellikle ölçülen eklemin hareket ekseninin yaklaşık konumu

üzerine yerleştirilir. Ancak hareket sırasında hareket eksenini değiştirdiği için pivot noktanın konumu buna göre ayarlanmalıdır. Gözlemci dikkatli olmazsa, gonyometre ile EHA ölçümünde hatalar meydana gelebilir. Kolları hizalarken ve gonyometre ölçęini okurken, gözlem konumu ile alakalı hatalardan kaçınmak için gözlemcinin gonyometre ile göz hizasında olması gerekir. Gözlemcinin gonyometreden daha yüksek veya alçak olması durumunda hizalama ve ölçeklerin görünümü çarpıtmaya uğrar ve sonuç olarak ölçüm sonuçlarında hata ortaya çıkar (47).

Universal gonyometre, basit, çok yönlü ve kullanımı kolay bir araç olarak görülmesine rağmen, güvenilirlik ve geçerlik raporları değişkenlik göstermektedir. Klinisyenlerin güvenilir ölçümler elde etmek için tekrarlanan ölçümler yapmaları önerilir. Mümkünse, tekrarlı ölçümler aynı gözlemci tarafından yapılmalıdır. Anatomik yer işaretinin yanlış tespit ve pozisyonlanması; ölçüm sırasında gonyometrenin merkezinin korunamaması gibi uygun olmayan gonyometre uygulamaları, universal gonyometre verilerinin geçerlik ve güvenilirliğini etkileyebilir (14).

Ölçümlerin, gözlemci içinde ve gözlemciler arasında nispeten güvenilir olduğu gösterilmiştir; gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenlik 5 ila 10 derece aralığındadır (56). Carter ve ark. bir el cerrahı ve bir terapist tarafından ölçülen el bileği fleksiyonu ve ekstansiyonu için gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenliğin yedi derece içinde olduğunu bildirmiştir (6). Parmak fleksiyonu için manuel gonyometre ölçümlerinde kabul edilen hata limitlerinin ise 3,2 ile 5 derece arasında olduğu bildirilmiştir (57).

2.3.3. Pozisyonlama ve Eklem Hareket Açıklıkları

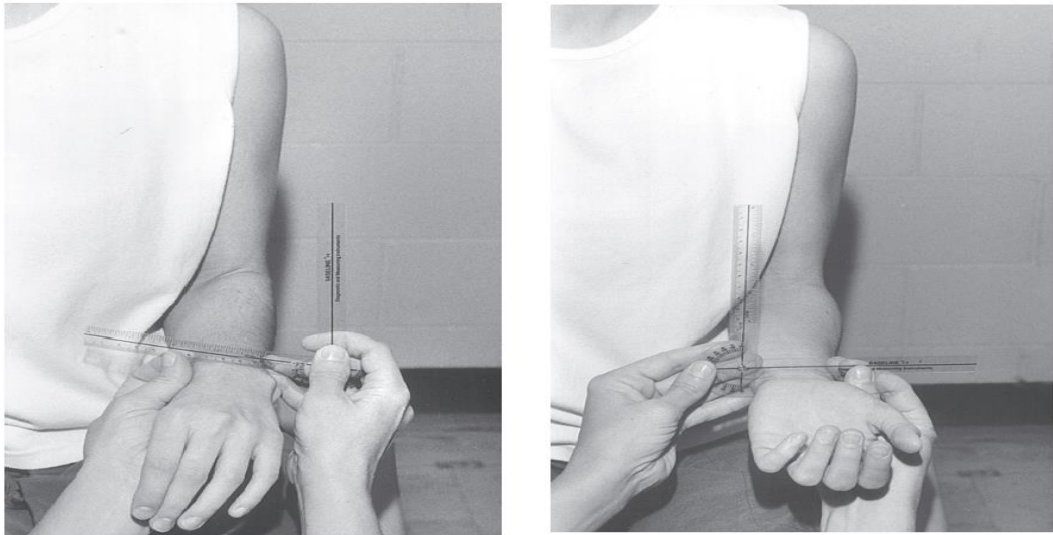
Test pozisyonu, gonyometrik ölçümleri elde etmek için önerilen vücut pozisyonlarını ifade eder. Pozisyonlama ile eklem hareket açıklığının gonyometrik ölçümünde eklemler sıfır başlangıç pozisyonuna yerleştirilir.

Önkol Pronasyon ve Supinasyonu

Birey omzu 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon ve rotasyonda olacak ve üst kol vücudun yan tarafına yakın olacak şekilde konumlandırılır. Dirsek 90 derece fleksiyonda ve ön kol desteklenmiştir. Bu test

pozisyonu, önkol hareketini izole etmeye ve glenohumeral rotasyonu önlemeye yardımcı olur. Başlangıçta ön kol supinasyon ve pronasyon arasında orta pozisyonda başparmak humerus ile aynı hizada olacak şekilde konumlandırılır, başparmak tavanı gösterecek şekildedir (47).

Gonyometrenin pivot noktası, pronasyon için ulnar stiloid çıkıntının lateral ve proksimalinde; supinasyon için ulnar stiloid çıkıntının medial ve hemen proksimalinde yerleştirilir. Proksimal kolu humerusun ön orta hattına paralel olarak hizalanır. Distal kol ise, ön kolun dorsal yüzeyi boyunca, ön kolun en düz olduğu ve kas kütlelerinden arınmış olduğu radius ve ulnanın styloid çıkıntılarının hemen proksimaline yerleştirilir. Gonyometrenin distal kolu, radius ve ulnanın styloid çıkıntılarına paralel olmalıdır (47). Gonyometre ile önkol pronasyon ve supinasyon ölçümü Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Önkol pronasyon ve supinasyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları (Norkin ve White’tan (47) alınmıştır).

Çeşitli yaş grupları için normal EHA değerlerinin kesitsel çalışmaları, önkol EHA’nın artan yaşla birlikte bir miktar azaldığını göstermektedir. Çoğu çalışma, kadınların erkeklere göre biraz daha fazla ön kol supinasyon ve pronasyon EHA’na sahip olduğunu desteklemektedir, ancak bazı istisnalar bildirilmiştir (47). Eklem hareket açıklığının yaş ve cinsiyete göre değişimini inceleyen birkaç çalışma Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. Yetişkinler İçin Önkol Normal EHA Değerleri

Yetişkinler İçin Önkol Normal EHA Değerleri (Derece)									
	AAOS	AMA	Boone, Azen	Gunal ve ark.			Soucie ve ark.		
			20-54 yaş* N=56 Erkekler	18-22 yaş^ N=1000 Erkekler	20-44 yaş^ N=114 Erkekler	20-44 yaş^ N=143 Kadınlar	45-69 yaş^ N=96 Erkekler	45-69 yaş^ N=123 Kadınlar	
Hareket			Ortalama (SS)	Ortalama (SS)	Ortalama (SS)	Ortalama (SS)	Ortalama (SS)	Ortalama (SS)	
Pronasyon	80	80	75,0 (5,3)		76,9 (7,0)	82,0 (5,8)	77,7 (6,0)	80,8 (6,3)	
Supinasyon	80	80	81,1 (4,0)	91,7 (9,6)	85,0 (6,6)	90,6 (8,5)	82,4 (7,5)	87,2 (6,9)	

SS: standart sapma, *: aktif eklem hareket açıklığı, ^: pasif eklem hareket açıklığı

Günlük yaşam aktiviteleri sırasında meydana gelen dirsek ve önkol hareket açıklıklarının incelendiği çalışmaların sonuçları **Tablo 2.2**'de gösterilmiştir (47).

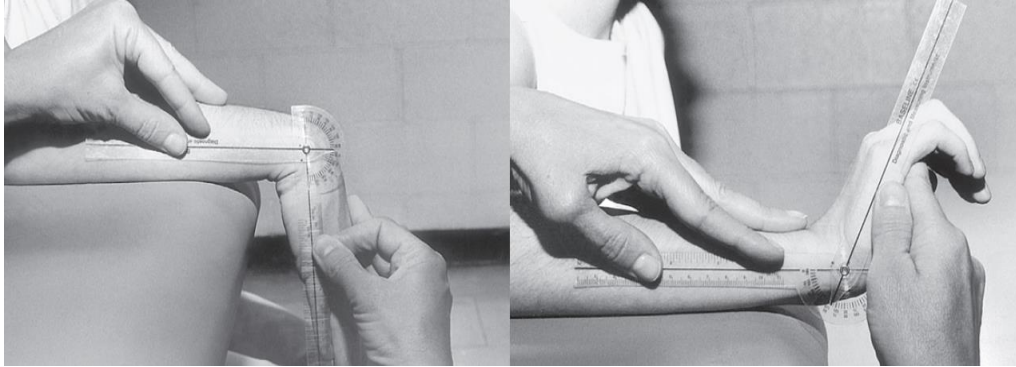
Tablo 2.2. Fonksiyonel Aktiviteler Sırasında Dirsek ve Önkol Hareketi: Ortalama Değerler (°)

Aktivite	Çalışma		Fleksiyon		Pronasyon		Supinasyon		
	Yazar	N	Yöntem	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
Beslenme Aktiviteleri									
Bardaktan içmek	Morrey	33	Üç eksenli elektrogonyometre	45	130		10		13
	Safae-Rad	10E	3D video sistemi	72	129			3	31
Çatalla yemek	Morrey	33	Üç eksenli elektrogonyometre	85	128		10		52
	Safae-Rad	10E	3D video sistemi	94	122		38		59
Kaşıkla yemek	Packer	5	Uniaksiyel elektrogonyometre	70	115				
	Safae-Rad	10E	3D video sistemi	101	123		23		59
Eli ağza götürmek	Mackey	10	8 kameralı video sistemi	53	153		5		79
Bıçakla kesmek	Morrey	33	Triaksiyel elektrogonyometre	89	107	27	42		
Sürahiden su dökmek	Aizawa	20	3D EM sistem		93				
	Morrey	33	Triaksiyel elektrogonyometre	36	58		43		22
Genel Aktiviteler									
Telefon kullanmak	Morrey	33	Triaksiyel elektrogonyometre	43	136		41		23
Sandalyeden kalkmak	Morrey	33	Triaksiyel elektrogonyometre	20	95	10	34		
	Packer	5	İki düzlemli video sistemi	15	100				
Kapı tokmağı çevirmek	Morrey	33	Triaksiyel elektrogonyometre	24	57		35		23
	Sardelli	25	3D optik sistem						77
Gazete okumak	Morrey	33	Triaksiyel elektrogonyometre	78	104	7	49		

El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Birey, omuz 90 derece abduksiyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda ve avuç içi yere bakacak şekilde bir destek yüzeyinin yanına oturtulur. Bu pozisyonda önkol, supinasyon ve pronasyon arasında orta pozisyonundadır. Önkol destek yüzeyine dayanır, ancak el hareket ettirebilmek için serbest bırakılır. Bileğin radyal veya ulnar deviasyonundan ve parmakların fleksiyonundan kaçınılır. Parmaklar fleksiyonda olursa extensor digitorum communis, extensor indicis ve extensor digiti minimi kaslarındaki gerilim hareketi kısıtlayacaktır (47).

Pivot nokta bileğin yan tarafında triquetrum üzerinde ortalanır. Referans olarak olekranon ve ulnar stiloid çıkıntı kullanılarak proksimal kol ulnanın lateral orta hattında hizalanır. Distal kol ise beşinci metakarpın lateral orta hattında hizalanır. Hipotenar eminans yumuşak dokusu referans olarak kullanılmamalıdır (Şekil 2.9) (47).

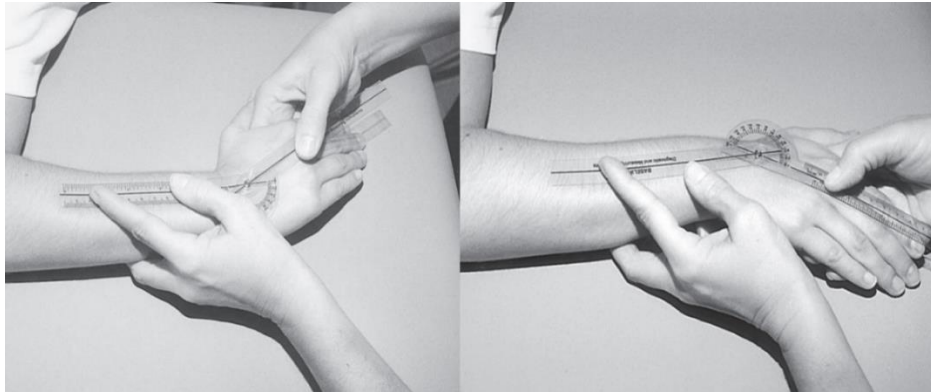


Şekil 2.9. El bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları (Norkin ve White'tan (47) alınmıştır).

El Bileği Radial ve Ulnar Deviasyon

Birey, omuz 90 derece abduksiyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda ve avuç içi yere bakacak şekilde bir destek yüzeyinin yanına oturtulur. Bu pozisyonda önkol, supinasyon ve pronasyon arasında orta pozisyonundadır. Önkolunuzu ve el destek yüzeyine dayanır. Birey 90 derecelik omuz abduksiyon pozisyonuna getirilemiyorsa, daha adduksiyonlu bir omuz pozisyonu kullanılabilir. Bu durumda gonyometrenin proksimal kolu, ön kolun dorsal orta hattı üzerinde ortalanmalıdır (47).

Pivot nokta, bileğin dorsal yüzünde kapitatumun üzerinde ortalanır. Proksimal kol ön kolun dorsal orta hattı ile hizalanır. Omuz 90 derece abdüksiyonda ve dirsek 90 derece fleksiyonda ise humerusun lateral epikondili referans olarak kullanılabilir. Distal kol üçüncü metakarpın dorsal orta hattı ile hizalanır. Referans için üçüncü falanks kullanılmamalıdır (Şekil 2.10) (47).



Şekil 2.10. El bileği radial ve ulnar deviasyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları (Norkin ve White'tan (47) alınmıştır) .

Çoğu çalışma, artan yaşla birlikte bilek hareket miktarında az ve kademeli bir düşüşü desteklemektedir. Yaşa bağlı EHA değişiklikleri en çok küçük çocuklarda ve yaşlılarda belirginken, genç ve orta yaşlı yetişkinlerdeki değişiklikler minimal görünmektedir. Çalışmalar, bilek eklemi üzerinde cinsiyetin etkilerine dair kanıtlar sunmaktadır ve çoğu, kadınların erkeklerden bir miktar daha fazla bilek EHA'na sahip olduğunu desteklemektedir (Tablo 2.3) (47).

Tablo 2.3. Yetişkinler İçin El Bileği Normal EHA Değerleri

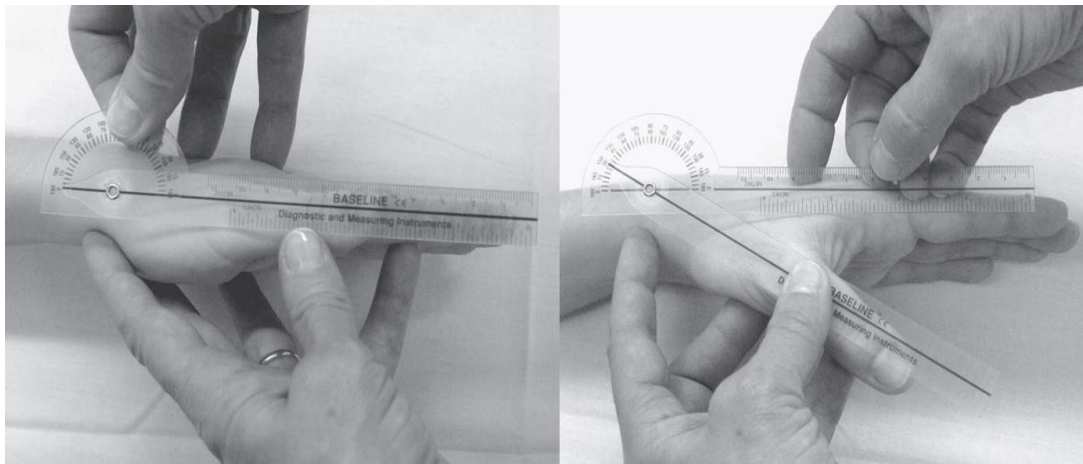
Yetişkinler İçin Bilek Normal EHA Değerleri (Derece)					
	AAOS	AMA	Boone, Azen 20-54 yaş N=56 Erkekler	Greene ve Wolf 18-55 yaş N=20 Kadınlar ve Erkekler	Ryu ve ark. N=40 Kadınlar ve Erkekler
Hareket			Ortalama (SS)	Ortalama	Ortalama
Fleksiyon	80	60	74,8 (6,6)	73,3	79,1
Ekstansiyon	70	60	74,0 (6,6)	64,9	59,3
Radial deviasyon	20	20	21,1 (4,0)	25,4	21,1
Ulnar deviasyon	30	30	35,3 (3,8)	39,2	37,7

SS:standart sapma

Başparmak KMK Abduksiyon ve Adduksiyonu

Birey, önkol ve eli bir destek yüzeyi üzerinde olacak şekilde oturtulur. Önkol supinasyon ve pronasyon arasında orta noktaya yerleştirilir; bilek 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyonda; ve başparmağın KMK, MKF ve İF eklemleri 0 derece fleksiyon ve ekstansiyondadır (47).

Gonyometrenin pivot noktası, skafoid veya radial stiloid çıkıntısının lateral tarafı üzerinde, proksimal ve distal kollar birinci ve ikinci metakarpların uzun eksenleri üzerinde düzgün bir şekilde konumlandırılabilir şekilde yerleştirilir. İkinci MKF eklemin merkezini referans olarak kullanarak, proksimal kol ikinci (indeks) metakarpalın lateral orta hattıyla hizalanır. Referans için ilk MKF eklemin merkezi kullanılarak, distal kol birinci (başparmak) metakarpın dorsal orta hattı ile hizalanır (Şekil 2.11) (47).



Şekil 2.11. Başparmak KMK eklem adduksiyon ve abduksiyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları

(Norkin ve White'tan (47) alınmıştır).

Başparmak MKF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Birey, önkol ve eli bir destek yüzeyi üzerinde olacak şekilde oturtulur. Önkol tam supinasyona yerleştirilir; bilek 0 derece fleksiyonda, ekstansiyonda, radyal ve ulnar deviasyonda; başparmağın KMK eklemi 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon ve opozisyonda; ve başparmağın İF eklemi 0 derece fleksiyon

ve ekstansiyondadır. (Bilek ve başparmak İF eklemi tam fleksiyonda pozisyonlanır ise ekstansör pollicis longus kasında oluşacak gerilim hareketi kısıtlayacaktır (47).

Gonyometrenin pivot noktası MKF eklem dorsal yönü üzerinde ortalanır. Proksimal kol metakarpın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır. Distal kol proksimal falanksın dorsal orta hattı ile hizalanır (47).

Başparmak İF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Birey, önkol ve eli bir destek yüzeyi üzerinde olacak şekilde oturtulur. Önkolu tam supinasyona yerleştirilir; bilek 0 derece fleksiyonda, ekstansiyonda, radyal ve ulnar deviasyonda; başparmağın KMK eklemi 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon, adduksiyon ve opozisyonunda; ve başparmağın MKF eklemi 0 derece fleksiyon ve ekstansiyonda yerleştirilir. (Bilek ve başparmağın MKF eklemi fleksiyonda olursa extensor pollicis longus kasındaki gerilim hareketi kısıtlayabilir (47). Yetişkinlere ait başparmak normal EHA değerleri Tablo 2.5'te özetlenmiştir.

Gonyometrenin pivot noktası İF eklem dorsal yüzeyi üzerinde yerleştirilir. Proksimal kol, proksimal falanksın dorsal orta hattı ile hizalanır. Distal kol distal falanksın dorsal orta hattı ile hizalanır (47).

Tablo 2.5. Yetişkinler İçin Başparmak Normal EHA Değerleri (Derece)

		AAOS	AMA	IFSSH	White	Jenkins	Yoshida	Skvarilova	
					21-92 yaş N=48 Erkek, 48 Kadın	16-72 yaş N=50 Erkek, 69 Kadın	18-63 yaş N=51 Erkek,49 Kadın	20-25 yaş N=100 Kadın, 100 Erkek	
Eklem	Hareket				Ortalama (SS) (Pasif)	Ortalama (SS) (Aktif)	Ortalama (Aktif)	Ortalama (SS) (Aktif)	Ortalama (SS) (Pasif)
KMK	Fleksiyon	15	90	15^	21,7 (6,8)				
	Ekstansiyon	20	35*	40**	19,5 (5,7)				
	Abdüksiyon	70		40	51,1 (5,5)				
MKF	Fleksiyon	50	60			59 (11)	77	57,0 (10,7)	67,0 (9,0)
	Ekstansiyon	0	40				35	13,7 (10,5)	22,6 (10,9)
İF	Fleksiyon	80	80	80		67 (11)	81	79,1 (8,7)	85,8 (8,3)
	Ekstansiyon	20	30	≤ 40			33	23,2 (13,3)	34,7 (13,3)

SS: standart sapma

2-5 Parmaklar MKF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Birey, önkol ve eli bir destek yüzeyi üzerinde olacak şekilde oturtulur. Önkol supinasyon ve pronasyon arasında orta noktaya; bilek 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyonda; MKF eklem abdüksiyon ve adduksiyona göre nötr bir

konumda yerleştirilir. Ölçülen parmağın PİF ve DİF eklemlerinin aşırı fleksiyonundan kaçınılmalıdır. (PİF ve DİF eklemleri ekstansiyonda olursa fleksör digitorum superficialis ve profundus kaslarındaki gerginlik hareketi kısıtlayabilir. PİF ve DİF eklemleri tam fleksiyondayken ise lumbrikal, dorsal ve palmar interosseal kaslarındaki gerginlik hareketi kısıtlar (47).

Gonyometrenin pivot noktası MKF eklem dorsal yönü üzerinde ortalanır. Proksimal kol metakarpın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır. Distal kol proksimal falanksın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır (47).

2-5 Parmaklar PİF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Birey, önkol ve eli bir destek yüzeyi üzerinde olacak şekilde oturtulur. Önkol 0 derece supinasyon ve pronasyonda konumlandırılır; bilek 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, radyal ve ulnar deviasyonda; ve MKF eklem 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon ve adduksiyonda yerleştirilir. (Bilek ve MKF eklemler tam fleksiyonda olursa extensor digitorum communis, extensor indicis veya extensor digiti minimi kaslarındaki gerilim hareketi kısıtlayacaktır. MKF eklem tam ekstansiyondayken ise lumbrikal, dorsal ve palmar interosseal kaslarındaki gerilim hareketi kısıtlayacaktır (47).

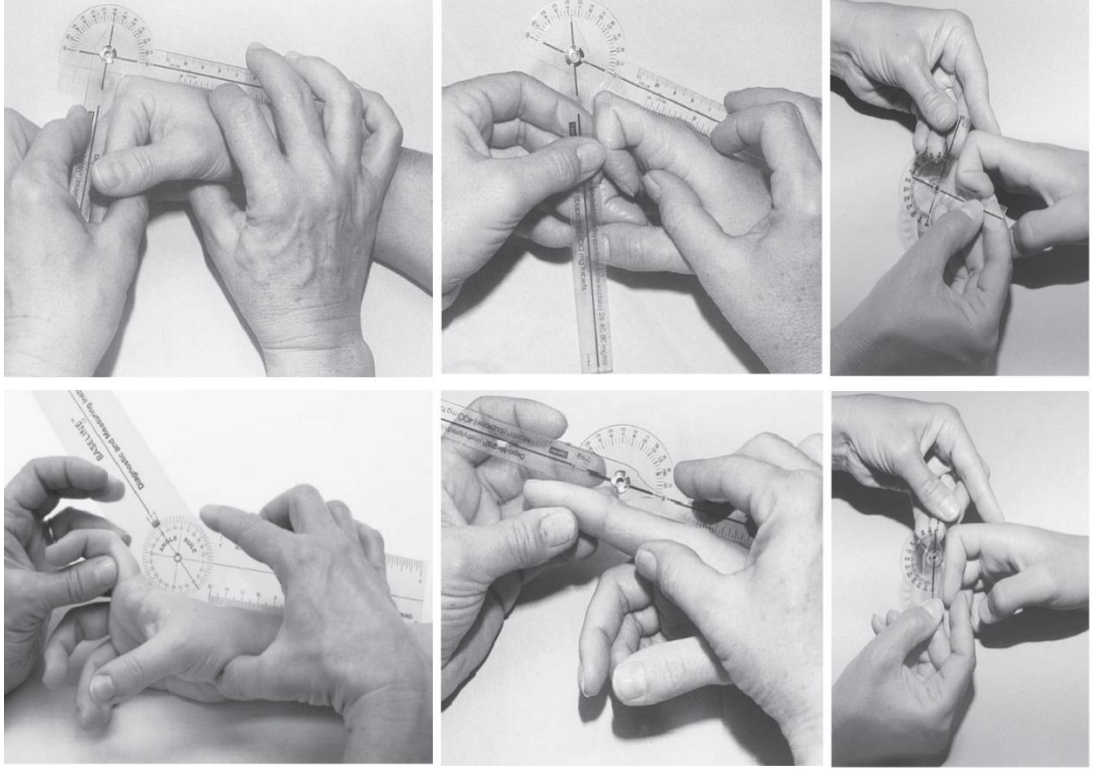
Gonyometrenin pivot noktası PİF eklem dorsal yönü üzerinde ortalanır. Proksimal kol, proksimal falanksın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır. Distal kol orta falanksın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır (47).

2-5 Parmaklar DİF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Birey, önkol ve eli bir destek yüzeyi üzerinde olacak şekilde oturtulur. Önkol 0 derece supinasyon ve pronasyonda konumlandırılır; bilek 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, radyal ve ulnar deviasyonda; ve MKF eklem 0 derece fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon ve adduksiyonda yerleştirilir. PİF eklem yaklaşık 70 ila 90 derece arasında fleksiyonda konumlanır. (Bilek, MKF ve PİF eklemler tamamen fleksiyonda olursa, extensor digitorum communis, extensor indicis veya extensor digiti minimi kaslarındaki gerilim DİF eklemfleksiyonunu kısıtlayabilir. PİF eklem ekstansiyondayken ise, oblik retinaküler bağdaki gerilim DİF eklem ekstansiyonunu

kısıtlayabilir (47). Yetişkinler için normal aktif EHA değerleri Tablo 2.6’da gösterilmiştir.

Gonyometrenin pivot noktası DİF eklemin dorsal yönü üzerinde ortalanır. Proksimal kol orta falanksın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır. Distal kol distal falanksın dorsal orta hattı üzerinde hizalanır (Şekil 2.12) (47).



Şekil 2.12. 2. Parmak MKP, PİF ve DİF eklemler fleksiyon ve ekstansiyon ölçüm ve gonyometre pozisyonları

(Norkin ve White’tan (47) alınmıştır).

Tablo 2.6. Yetişkinler İçin Parmak Aktif Normal EHA Değerleri (Derece)

		AAOS	AMA	IFSSH	Hume	Mallon	Skvarilova	Smahel
					26-28 yaş N=35 Erkekler	18-35 yaş N=60 Kadın, 60 Erkek	20-25 yaş N=100 Kadın, 100 Erkek	18-28 yaş N=52 Erkek, 49 Kadın
Eklemler	Hareket				Ortalama	Ortalama	Ortalama (SS)	Ortalama (SS)
MKF	Fleksiyon	90	90	90	100	95	91,0 (6,2)	91,9 (8,0)
	Ekstansiyon	45	20	30	0	20	25,8 (6,7)	24,8 (7,2)
PIF	Fleksiyon	100	100	105	105	105	107,9 (5,6)	110,7 (5,3)
	Ekstansiyon	0	0	0	0	7		
DİF	Fleksiyon	90	70	70	85	68	84,5 (7,9)	81,3 (7,0)
	Ekstansiyon	0	0	0	0	8		
Total Aktif Hareket					290	303	309,2 (6,6)	308,7 (6,8)

SS:standart sapma

Fonksiyonel, mesleki ve rekreasyonel aktiviteleri gerçekleştirebilen bir el için eklem hareketi, kas gücü ve kontrolü, duyu, yeterli parmak uzunluğu, avuç içi genişliği ve derinliği gereklidir.

Genel olarak, çoğu aktivite ve fonksiyonel el modelinde, yüzük ve serçe parmakların, işaret ve orta parmaklardan daha fazla fleksiyonda olduğu parmakların MKF ve İF eklemlerindeki fleksiyon pozisyonları kullanılır. Bununla birlikte, MKF ve İF eklemlerde ekstansiyona doğru hareket kavramayı başlatmak ve ardından bir nesneyi serbest bırakmak için gereklidir. Tablo 2.7 günlük yaşam aktiviteleri sırasında parmakların ve başparmağın aktif EHA'nı inceleyen çalışmaların bulgularını özetlemektedir.

Tablo 2.7. Fonksiyonel Aktiviteler Sırasında Parmak ve Başparmak EHA Değerleri (Derece)

Aktivite		Çalışma		Parmak	Eklem	Fleksiyon		Ekstansiyon	
	Yazar	N	Yöntem			Min	Max	Min	Max
Yazı yazmak	Hayashi	20	Uniaksiyel elektrogonyometre	2.parmak	MKF	30	68		
				3.parmak	MKF	31	82		
				4.parmak	MKF	36	84		
				5.parmak	MKF	40	90		
Yemek hazırlamak	Hayashi	20	Uniaksiyel elektrogonyometre	2.parmak	MKF	10	67		
				3.parmak	MKF	15	81		
				4.parmak	MKF	9	89		
				5.parmak	MKF	12	95		
Sırtını yıkamak	Hayashi	20	Uniaksiyel elektrogonyometre	2.parmak	MKF	8	62		
				3.parmak	MKF	8	80		
				4.parmak	MKF	2	83		
				5.parmak	MKF	4	87		
Yatak yapmak	Hayashi	20	Uniaksiyel elektrogonyometre	2.parmak	MKF		70		6
				3.parmak	MKF		82		5
				4.parmak	MKF		84		8
				5.parmak	MKF		85		11
Klavye kullanmak	Baker	20	Üç boyutlu video sistemi	1.parmak	MKF		2		
				2.parmak	MKF		36		
				3.parmak	MKF		30		
				4.parmak	MKF		24		
				5.parmak	MKF		17		
				1.parmak	İF		18		
				2.parmak	PİF		36		
				3.parmak	PİF		44		
				4.parmak	PİF		44		
				5.parmak	PİF		32		

2.4. Fizyoterapide Telerehabilitasyon

2.4.1. Telerehabilitasyonun Tarihi ve Önemi

Gelişmekte olan telesağlık alanlarından biri olan telerehabilitasyon, rehabilitasyon sürecini uzaktan yürütmek için bir dizi araç, prosedür ve protokol olarak

tanımlanır. Telesağlık, geniş anlamda, bilgi-iletişim teknolojileri kullanılarak sağlık bilgilerinin transferi veya değiş tokuşunu ifade etmek için kullanılır. Telerehabilitasyon, rehabilitasyon hizmetlerinin telesağlık yöntem ve teknikleri aracılığıyla uygulanmasını ifade eder. Telesağlık tarihi, önce telefon ve telgraf ve sonrasında radyo iletimi, kapalı devre televizyon sinyalleri ve uydu iletişiminin geliştirilmesi gibi teknolojik gelişmelerle doğrudan bağlıdır. 1990'ların ortalarından sonlarına kadar olan dijital iletişimin ortaya çıkışı, elektronik tıbbi kayıtların büyümesi ve internetin hızla yaygınlaşması gibi bazı gelişmeler, 'modern' telesağlık çağı olarak adlandırılan dönemi getirdi.

Telesağlık hizmetleri klinik olmayan ve klinik hizmetleri içeren geniş bir modaliteler şemsiyesini içermektedir. Telerehabilitasyon ise, özellikle değerlendirme, teşhis ve tedavi odaklı klinik rehabilitasyon hizmetlerini ifade eder. Telerehabilitasyon hizmetleri; sesli, görüntülü veya her ikisi birlikte iki yönlü gerçek zamanlı ziyaretler; asenkronize e-ziyaretler; sanal check-in'ler; kaydedilen videoların veya görüntülerin uzaktan değerlendirilmesi; ve telefon değerlendirme ve yönetim hizmetleri gibi çeşitli yöntemlerle sunulabilir (58).

Erken telerehabilitasyon uygulamaları, çoğunlukla uygulanabilirliğin kanıtlanması amacıyla yapılan örneklem boyutu olarak küçük pilot projeler olarak yapılandırılmıştır. Bu çalışmalarda bazı rehabilitasyon değerlendirme ve tedavi tekniklerinin, fiziksel olarak ayrı yerlerde bulunan hastalara sunulabileceğini ve böylece mesafe engellerinin ve uzman personele erişim eksikliklerinin aşılabileceği gösterilmiştir. İlk telerehabilitasyon projelerinin bazılarında, klinisyenler telefonu hasta takibi ve bakıcı desteği sağlamak ve hasta öz-değerlendirme ölçümlerini yönetmek için kullanmışlardır (59, 60). 1980'lerin sonlarında bu yaklaşım, hastalarla görsel etkileşim sağlamak için kapalı devre televizyon ve önceden kaydedilmiş video materyallerinin kullanımını kapsayacak şekilde genişlemiştir (61, 62). Bilgi-iletişim teknolojileri geliştikçe telerehabilitasyon uygulamalarının kapsamı genişlemiş ve canlı etkileşimli video konferansı kullanılmaya başlanmıştır. Daha yüksek hızlı bir bağlantının mevcut olduğu durumlarda, klinisyenler konsültasyonlar, teşhis değerlendirmeleri, tedavi müdahalelerinin sağlanması ve telerehabilitasyon yoluyla uzaktan eğitim ve süpervizyon sağlamak için yüksek kaliteli video iletimini kullanabilmişlerdir. Bu projeler, etkinliği gösteren ve yüksek düzeyde hasta ve

klınısyen memnuniyeti sağlayan sonuşlarla telerehabilıtasyonun potansiyel faydalarına işaret etmiştir. Telerehabilıtasyonun fizibilitesi sadece kontrollü laboratuvar veya klinik ortamlarında değil, aynı zamanda uzun mesafelerde uzakve kırsal nüfuslara tedavi ve değerlendirme hizmetleri verilerek gōsterilmiřtir. Gelişmiş sensōr ve uzaktan değerlendirme teknolojilerindeki son gelişmeler, giderek artan sayıda telerehabilıtasyon uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamıştır (58).

Literatürdeki alışmalar, telerehabilıtasyonunun; kırsal alanlarda sağlık hizmetleri sağlama, bilgisayar destekli sistemler kullanarak rehabilıtasyon olanaklarını genişletme, yaşam kalitesini iyileştirme, tıbbi maliyetleri azaltma, tek bir günde veya tek bir profesyonel birim tarafından tedavi edilen hasta sayısını artırma, seyahat süresini azaltma kapasitesine atıfta bulunmaktadır (18, 63).

El Rehabilıtasyonunda Telerehabilıtasyon

Kırsal ve uzak bōlgelerde yaşayan bireylerin, el cerrahisi ve sonrasında rehabilıtasyon için uzman hizmetine erişimleri genellikle bōyüķřehir veya daha bōyüķ bōlgesel merkezlere seyahat etmeyi gerektirir. Devam eden tedavi yōnetimi genellikle lokal terapi hizmet sağlayıcılarının uyguladığı el terapisi protokolleri ile sağlanır. Kırsal ve uzak yerlerdeki yoğun terapiye ihtiyaç duyan bireylerin lokal hizmetlerle bu dōzeyde bir tedaviye erişimi genellikle mōmkün olmaz. El yaralanmaları için tıbbi ve rehabilıtasyon hizmetlerine ilişkin kırsal ve uzak kesimlerdeki hasta deneyimlerinin araştırıldığı bir çalışma, hastaların tedaviye erişimde gecikmeler konusunda endişeleri olduğunu ve tedaviye devam etmek için lokal terapistlere erişimde zorluk yaşadıklarını ortaya koymuştur (64). Bu sorunların, tedavi programına uyumu etkilediği ve tedavi programının kōtő sonuçlanmasına yol açtığı dōřünőlmektedir. Kırsal ve uzak bōlgelerdeki hastalar için el terapisi hizmetlerine erişimi iyileştirmeye yōnelik bir çözüm, telesağlıktır. Telesağlık, uzaktan klinik konsőltasyona izin veren, sağlık hizmetlerine erişimi iyileştiren ve hasta yükünü hafifleten bir hizmet dağıtım modelidir (65). COVID-19 küresel salgını, toplumda benzeri görölmemiş değişikliklere neden olmuştur ve kişiden kişiye teması azaltmak için sağlık sistemlerinde değiştirilmiş hizmet dağıtımına ihtiyaç oluşturmuştur.

Telerehabilıtasyon hizmetleri, özellikle son yıllarda doğrudan teması ortadan kaldıran bir rehabilıtasyon yōntemi olarak öne çıkmaktadır. Üst ekstremitte hastalıkları

ve yaralanmaları olan bireylerde güvenilir değerlendirme ve tedavi sağlamak için sanal ortamın yeterli olabileceğine ve bu yöntemle hem hastaların hem de klinisyenlerin yüksek düzeyde memnuniyetinin sağlanabileceğine dair kanıtlar sunan çalışmalar mevcuttur (65-68). İnme sonrası üst ekstremité fonksiyonu için internet video konferansı ile desteklenen ev tabanlı terapiyi tamamlayan hastalarda üst ekstremité performansında iyileşme görülmüştür (69). Piga ve ark. evde gerçekleştirilen el rehabilitasyonu egzersiz programını desteklemek için uzaktan izlemenin etkinliği hakkında araştırma yapmıştır. Görsel ve işitsel geri bildirimden yararlanarak hastaya önerilen egzersizlere rehberlik etmek için sistemler kullanılmış ve sağlık profesyoneli egzersiz programının sonucunu uzaktan takip etmiştir. Evde kendi kendine uygulamayı tamamlayanlara kıyasla, telemonitörizasyon sistemiyle desteklenen tedaviyi tamamlayan hastalarda kavrama ve çimdikleiyici kuvvette daha fazla gelişme olduğu saptanmıştır (70).

2.4.2. Telerehabilitasyonda Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri

Objektif bir fizyoterapi değerlendirmesi, kas-iskelet sistemi hastalıklarının teşhisinde ve tedavisinde önemli bir bileşendir. Telerehabilitasyon tabanlı fizyoterapi hizmetlerinin düzenli klinik uygulamaya entegre edilmesindeki birincil zorluk, geçerli ve güvenilir olan objektif fizyoterapi değerlendirmeleri yapabilmektir. Geçerlik ve güvenilirlik, klinisyenlerin gelişimi izlemesi ve müdahalenin uygun şekilde uygulanmasına rehberlik etmesi için temel olan iki bileşendir (71). Yapılan çalışmalarda uzaktan değerlendirme ile; normal eklem hareket açıklığı, postür değerlendirmesi, kas kuvveti, dayanıklılık, motor kontrol, özel ortopedik testler, nörodinamik testler, ağrı, ödem, yara izi değerlendirmesi, yürüyüş ve dengenin değerlendirilmesi, fonksiyonel sonuç ölçekleri gibi farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Uzaktan değerlendirmelerin geçerliliği ve güvenilirliğine ilişkin sistematik bir derleme, ağrı, ödem, eklem hareket açıklığı, kas gücü ve fonksiyon değerlendirmelerinin geçerliğinin iyi düzeyde olduğunu göstermektedir (72). Ancak, özel ortopedik testlerin, nörodinamik testler ile yara izi değerlendirmelerinin geçerliliğinin düşük ile orta arasında olduğu bildirilmiştir (72). Bir çalışmada, kas-iskelet sistemi dirsek rahatsızlıklarının değerlendirilmesinde tele sağlık modelinin kullanımını incelenmiştir. Canlı video konferans oturumu sırasında klinisyen,

katılımcıya normal eklem hareket açıklığı, kas kuvveti ve kendi kendine uygulanan ortopedik ve nöral gerilim testlerini yapabilmesi için rehberlik etmiştir. Uzaktan değerlendirmenin doğru diagnoz sonuçları sağladığı kaydedilmiştir (66).

2.5. Ölçme Yöntemlerinin Psikometrik Özelliklerinin Araştırılması

2.5.1. Geçerlik

Gonyometrinin anlamlı bilgi sağlaması için ölçümlerin geçerli olması gerekir. Geçerlik, "bir ölçümden yararlı (anlamlı) bir yorumun çıkarılma derecesidir." Başka bir deyişle, bir ölçümün geçerliği, ölçümün ilgilenilen değişkenin gerçek değerini ne kadar iyi temsil ettiği ve bu ölçümün belirli bir amaç için ne kadar iyi kullanılabileceği anlamına gelir (73). Gonyometrinin amacı, vücut kemikleri tarafından bir ekleme oluşturulan açığı ölçmektir. Bu nedenle, geçerli bir gonyometrik ölçüm, gerçek eklem açısını temsil eden ve klinik karar vermede kullanım için veri sağlayabilen ölçümdür. Görünüş geçerliği, aracın genellikle ölçmeyi amaçladığı şeyi ölçüyor gibi göründüğünü, diğer bir deyişle testi kullananlar için makul olduğunu gösterir. Gonyometrik ölçümle ilgili literatürün çoğu, çalışmalarda bu tür bir geçerlik genel olarak test edilmediğinden görünüş geçerliğini özel olarak ele almaz. Bunun yerine, evrensel bir gonyometrenin kollarının kemikli noktalarla hizalanmasıyla oluşturulan açının, eklemi oluşturan proksimal ve distal kemikler tarafından oluşturulan açığı gerçekten temsil ettiği varsayımı yapılır.

İçerik geçerliği, bir aracın ilgilenilen değişkenin içerik alanını, özünü, yeterince ölçüp temsil edip etmediğine karar verilerek belirlenir (74). Hem içerik hem de görünüş geçerliliği görüşe dayalıdır (75). Yapı geçerliği, bir aracın soyut bir kavramı (yapıyı) ölçme veya çıkarımsal bir yorum yapmak için kullanılma yeteneğidir. Fizyoterapistler, bir kişinin fonksiyonel durumu hakkında çıkarımlarda bulunmak için EHA ölçümlerini kullanabilir. Ölçüte bağlı geçerlik, araçla yapılan ölçümleri altın standart olarak kabul edilen gelişmiş bir ölçüm yöntemiyle karşılaştırarak ölçüm aracının geçerliğini doğrular. Araç ve altın standart ile yapılan ölçümler yaklaşık olarak aynı zamanda alınarak uyum geçerliliği test edilir. Eşzamanlı geçerlik, kritere (altın standart) bağlı bir geçerlik türüdür ve gonyometre için en sık bildirilen geçerlik türüdür. Ölçüte bağlı geçerlik, korelasyon gibi istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilebilir. EHA'nı ölçmekte kullanılan araç, altın standart olarak kabul edilen

ölçüm yöntemi ile karşılaştırılabilir. Eşzamanlı geçerlilik, bir gonyometre ile eklem pozisyonu ölçümünün gerçek eklem açısını yansıtmayı yansıtmadığına odaklanabilir. Bu durumda, radyografi ile elde edilen bir eklem pozisyonu ölçüsü, gerçek eklem açısını temsil eden altın standart ölçüsü olarak hizmet edebilir.

Bir ölçümün geçerli olabilmesi için kesinlikle güvenilir olması gerekir ancak güvenilir bir ölçüm geçerli olmayabilir yani bir ölçüm yöntemiyle anlamı olmayan ve bu nedenle geçerli olmayan oldukça tutarlı ölçümler elde edilebilir. Güvenilir olmayan bir ölçüm tutarsızdır, aynı değişken aynı kişi üzerinde aynı koşullar altında tekrar tekrar ölçüldüğünde aynı sonuçları vermez ve büyük miktarda ölçüm hatası içerir. Bu tutarlılık eksikliği ve artan hata, geçerliliği de zayıf hale getirecektir. Güvenilirliği ve geçerliliği zayıf olan bir ölçüm güvenilir değildir ve klinik kararlar vermek için kullanılmamalıdır .

2.5.2 Güvenirlik

Bir ölçümün geçerli olabilmesi için, ölçümün sadece ilgilenilen gerçek değişkeni temsil etmesinin yanı sıra, aynı koşullar altında ölçüm tekrarlandığında aynı değer elde edilmesi gerekir. Güvenirlik, aynı koşullar altında aynı kişi üzerinde aynı değişkenin ardışık ölçümleri arasındaki tutarlılık miktarını ifade eder. Bir eklem açısının aynı kişi üzerinde ve aynı koşullar altında art arda yapılan ölçümleri aynı sonuçları veriyorsa, bu ölçüm oldukça güvenilirdir. Oldukça güvenilir bir ölçüm, çok az ölçüm hatası içerir (76). Bir ölçümün hem yüksek düzeyde güvenilir hem de geçerli olduğunu varsayarsak, gözlemci, disfonksiyonun gerçek yokluğunu, varlığını veya değişimini belirlemek için bu ölçüm sonuçlarını güvenle kullanabilir. Örneğin, sınırlı EHA'nın varlığını belirlemek, rehabilitasyon hedeflerine yönelik ilerlemeyi değerlendirmek ve terapötik müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek için güvenilir ve geçerli bir gonyometrik ölçüm yöntemi kullanılabilir(47).

Değerlendiriciler İçi Güvenirlik

Gözlemci içi güvenirlik, aynı eklem pozisyonunun veya EHA'nın aynı gözlemci (testçi) tarafından tekrarlanan ölçümleri arasındaki uyum miktarını ifade eder. Bir gözlemci içi güvenirlik çalışması şu soruyu yanıtlar: Bir gözlemci kendi

ölçümlerini ne kadar doğru bir şekilde yeniden üretebilir? Aynı gözlemcinin aynı ölçüm aracını kullanarak yaptığı ölçümler birbirinden farklılık gösterebilir(47).

Değerlendiriciler Arası Güvenirlilik

Gözlemciler arası güvenilirlik, aynı eklem pozisyonunun veya EHA'nın farklı gözlemciler (testçiler) tarafından tekrarlanan ölçümleri arasındaki uyum miktarını ifade eder. Bir gözlemciler arası güvenilirlik çalışması "Bir gözlemci, diğer gözlemciler tarafından yapılan ölçümleri ne kadar doğru bir şekilde yeniden üretebilir?" sorusunu yanıtlar (77).

2.6. Verilerin Analizi

Verilerin analizi IBM® SPSS® Statistics 23 yazılımı ve R stüdyo paket programı kullanılarak yapıldı. Kullanılacak test seçilmeden önce veriler normal dağılım bakımından incelendi. Veriler normal dağılım gösterdiği için merkezi eğilim ölçütü olarak aritmetik ortalama, yayılım ölçütü olarak standart sapma ile ifade edildi. Çalışmamızın gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliği sınıf içi korelasyon katsayısı (intraclass correlation coefficient, ICC) ile test edildi. Sınıf içi korelasyon katsayıları 0- 0,20 arasında "önemsiz", 0,21-0,40 arasında "zayıf", 0,41-0,60 arasında "orta", 0,61-0,80 arasında "güçlü" ve 0,81-1 arasında "çok güçlü" olarak sınıflandırıldı (78). Verilerin geçerlik analizinde Pearson testi kullanıldı. Pearson korelasyon katsayıları 0,90- 1,00 arası çok yüksek, 0,70-0,90 arası yüksek, 0,50-0,70 arası orta, 0,30-0,50 arası zayıf, 0,30'un altı ise göz ardı edilebilir korelasyon olarak tanımlandı (79). Ölçümler arasındaki fark Student-t testi ve Bland-Altman grafikleri ile incelendi. Ölçüm hataları SEM (*Standard Error of Measurement*) $Se = Sx \sqrt{1-ICC}$ (Se: Ölçümün standart hatası Sx: Sonuçların standart sapması ICC: güvenilirlik katsayısı) hesabı yapılarak belirlendi. Klinik anlamlı farklılık ise MDD (*Minimal Detectable Difference*) ile hesaplandı (%95 güven aralığı). İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak alındı.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Araştırmanın türü gözlemseldir ve metodolojik bir çalışmadır. Araştırma, telerehabilitasyon ile takip edilen bireylerde el ve el bileği eklemlerinin internet bazlı gonyometrik ölçümlerinin geçerlik ve güvenilirliğini test etmek amacıyla yapılmıştır.

Araştırmanın etik açıdan uygunluğu Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 15 Haziran 2021 tarihinde yapılan toplantısında (GO 21/403 proje numaralı ve 2021/12-77 karar numaralı araştırma projesi) değerlendirilmiş ve onaylanmıştır.

3.1. Bireyler

3.1.1. Araştırmanın Örneklemi

Çalışmaya 19-57 yaş arasında üst ekstremitesinde kas-iskelet sistemi problemi olmayan ve gönüllü olmayı kabul eden bireyler dahil edilmiştir. Bireyler için çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri aşağıda yer almaktadır. Dahil edilmeme kriterlerinden herhangi birini sahip olan bireyler ve gönüllü olmaktan vazgeçen bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri

- 18-65 yaş arasındaki çalışmaya katılmayı kabul eden bireyler
- Üst ekstremitede problemi olmayan, sağlıklı, asemptomatik bireyler

Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri

- Çalışmaya katılımı etkileyebilecek herhangi bir fiziksel, zihinsel, görme, işitme engeli olması
- Üst ekstremitede daha önce geçirilmiş travma hikayesinin varlığı
- Üst ekstremitede eklem hareket açıklığını ve/veya fonksiyonlarını bozabilecek konjenital veya edinilmiş ortopedik, nörolojik veya romatolojik bir hastalık hikayesinin varlığı
- Beighton Hipermobilete Skorundan 6 puan ve üzeri almak

3.1.2. Araştırmanın Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Primer hipotez olan internet bazlı gonyometre ile eklem hareket açıklığı ölçümü ve üniversal gonyometre ile eklem hareket açıklığı ölçümü arasındaki korelasyonun incelenmesinde G*power 3.1.9.7 programı ile %80 güç ve %5'lik bir hata düzeyinde ($\alpha=0.05$, $\beta = 0.20$, etki büyüklüğü=0.35) 49 ölçüm yapılması gerektiği hesaplandı. Ölçümler her bir bireyin her iki eli için tekrar edileceğinden, ölçümlerin 25 birey üzerinde gerçekleştirilmesi yeterli görüldü.

3.1.3 Örneklemin Oluşturulması

Örneklemin oluşturulmasında kartopu yöntemi kullanıldı. Araştırmacıların iş, akraba ve arkadaş çevresinde bulunan ve araştırma kriterlerini sağladığı düşünülen bireylerle yüz yüze iletişime geçildi ve bireyler çalışmaya davet edildi. Bu bireylerin de iş, akraba ve arkadaş çevresinde bulunan ve araştırma kriterlerini sağlaması muhtemel olan bireylerle yüz yüze veya telefon yolu ile iletişime geçmeleri ve bu bireyleri de çalışmaya davet etmeleri istendi.

3.2. Yöntem

El ve el bileği eklem hareket açıklıklarının değerlendirilmesinde kullanılacak internet bazlı gonyometrik ölçüm yönteminin geliştirilmesi ve sağlıklı bireylerde psikometrik özelliklerinin incelenmesi amacıyla yapılan bu araştırma 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın birinci aşaması video kayıtlardan elde edilen ekran görüntüleri üzerinden yapılacak gonyometrik ölçüm yöntemi için standartların belirlenmesi, ikinci aşaması ise internet bazlı gonyometrik ölçüm yönteminin geçerlik ve güvenilirlik özelliklerinin incelenmesiydi.

3.2.1 Aşama 1: Video Kayıtlardan Elde Edilen Ekran Görüntüleri Üzerinden Yapılacak Gonyometrik Ölçüm Yöntemi İçin Standartların Belirlenmesi

Bireylerin gonyometrik ölçüm pozisyonları standardize edilmiştir. Bireylerin ilgili eklemlerini ölçüm sırasında pozisyonlamak amacıyla ölçüm platformu kullanılmıştır. Ölçümleri kaydetmek için akıllı telefon kamerası kullanılmıştır. Akıllı

telefon sabit durması için tripod ile desteklenmiş olup, ilgili bölgeden el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümü için 60 cm; pronasyon, supinasyon ve parmaklar ile ilgili ölçümler için 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. El bileği radial ve ulnar deviasyonu ölçümü için akıllı telefon el bileğinden dikeyde 50 cm yukarıda olacak şekilde pozisyonlanmıştır. Akıllı telefon kamerasının yere paralelliği tripod üzerindeki su terazisi ile sağlanmıştır. Platform kullanılmadan yapılan pronasyon, supinasyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon hareketleri haricinde, tüm eklem hareketi kaydı yapılan eklemler için, kameranın uzayda x, y, ve z eksenlerinde sabitliği, ölçüm platformunun üst düzlemi uç köşesinin tüm eksenlerde kameranın merkezinde olacak şekilde ve ölçümü yapılacak parmak/ön kol hattının düzlemin bu kenarına paralel şekilde yerleştirilmesiyle sağlanmıştır.

Kayıt başlamadan önce bireylere uygulama anlatılmıştır. Bireylere, hangi pozisyonlarda çekim yapılacağı detaylı bir şekilde gösterilmiş, her bir eklem hareketi demonstre edilmiştir. Bireylerin uygulamaya alışması bakımından bir kere deneme kaydı yapılmıştır. Ekran görüntülerinde daha net bir görüntü elde etmek için video kayıtlar sırasında eklem hareketi, 60bps metronom sesi baz alınarak aşamalı olarak tamamlanmıştır. Değerlendirmeler randomize olarak sağ ve sol tarafa uygulanmıştır. Değerlendirme öncesinde bireylerin her bir eklem hareketi ölçümünde pivot nokta ile sabit ve hareketli kolların görsel takibini yapabilmek için parmaklarda eklem bölgelerinin dorsal yüzünde; ikinci ve üçüncü parmak ölçümleri için PİF ve DİF eklemlerin radialinde ve dördüncü ve beşinci parmak ölçümleri için PİF ve DİF eklemlerin ulnar taraf orta noktasında; el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümü için radial stiloid çıkıntı ile önkolda radius kemiği hattının lateral orta noktası ve ikinci metakarp başının radial taraf orta noktasında; el bileği radial ve ulnar deviasyon ölçümü için palpasyon ile üçüncü metakarp bazisi ve ön kol hattının dorsal yüz orta noktasında; başparmak ölçümleri için palpasyon ile KMK ekleme, birinci metakarp bazisi ile MKF ve İF eklemlerin radial orta noktasında belirli anatomik bölge işaretleri yapılmıştır.

Ekran görüntüsünde ilgili eklemi daha net ayırt edebilmek amacıyla her bir parmak için farklı renkte kalem kullanılarak işaretleme yapılmıştır. Bu anatomik işaretlemeler her bir eklem hareketini ölçmek için gerekli olan pivot nokta, sabit ve hareketli kolları içermektedir. İşaretleme her iki ekstremitte için aynı şekilde, elin

dorsal yüzeyi yukarıda kalacak şekilde önkol pronasyonda iken el ve önkolun bir masanın üzerinde pozisyonlanmasıyla yapılmıştır. Bireylerin önkol pronasyon ve supinasyon, el bileği fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon, 2-5 parmakların MKF, PİF, DİF eklemlerinin fleksiyon ve ekstansiyon, başparmak KMK eklemleri abduksiyon ve adduksiyon, ve başparmak MKF ve IF eklemleri fleksiyon ve ekstansiyon aktif eklem hareketleri ölçülmüştür. Bireyler ölçümler için video kaydı uygunluğu açısından farklı bir pozisyon kullanılması haricinde tüm ölçümlerde Amerikan El Terapistleri Derneği tarafından önerilen standart pozisyonda pozisyonlanmıştır (80).



Şekil 3.1. Ölçüm düzeneği ve ölçüm platformu.

Bireylerin NEH ölçümleri için, 48 MP ana kamera, 8 MP ultra geniş açı 2 MP makro ve 2 MP derinlik kamerasından oluşan 4 adet arka kameraya sahip Xiaomi Poco X3 Pro cihazı ile her bir eklem hareketi için video kaydı yapılmıştır. Kayıt sonrasında her bir eklem hareketi için video rastgele seçilen bir saniyede durdurulmuş ve hareketin ekran görüntüsü kaydedilmiştir. Her bir eklem hareketi için ekran görüntüsünde universal gonyometre/parmak gonyometresi ve internet bazlı gonyometre ile NEH ölçümleri yapılmıştır.

Ekran görüntüsü üzerinden el ve el bileği eklem hareket açıklıkları universal gonyometre ve internet bazlı gonyometre kullanılarak ölçülmüştür. İnternet bazlı

gonyometre ile değerlendirmeyi 4 yıllık deneyimi olan fizyoterapist (B.G.) ve 20 yıllık deneyimi olan bir fizyoterapist (C.A.K.) yapmıştır. Aynı ekran görüntüleri üzerinden tüm değerlendirmeler universal gonyometre ve parmak gonyometresi kullanılarak B.G. tarafından ölçülmüştür.

Universal Gonyometre ile Normal Eklem Hareketi Değerlendirmesi

Ön kol supinasyon ve pronasyon, el bileği fleksiyon, ekstansiyon, ulnar ve radial deviasyon aktif eklem hareket açıklıkları universal gonyometre (Saehan, Kore) ile; MKF, PİF ve DİF eklemlerin aktif fleksiyon ve ekstansiyonu ile KMK eklem abduksiyon ve adduksiyonu ise parmak gonyometresi (Saehan, Kore) ile ekran görüntüleri üzerinden ölçülmüştür.

İnternet Bazlı Gonyometre ile Normal Eklem Hareketi Değerlendirmesi

El bileği, ön kol ve el için her bir aktif eklem hareket açıklıkları Ben Burlingham tarafından geliştirilen Protractor v3.1.2 internet bazlı gonyometre uzantısı kullanılarak ölçülmüştür (35).

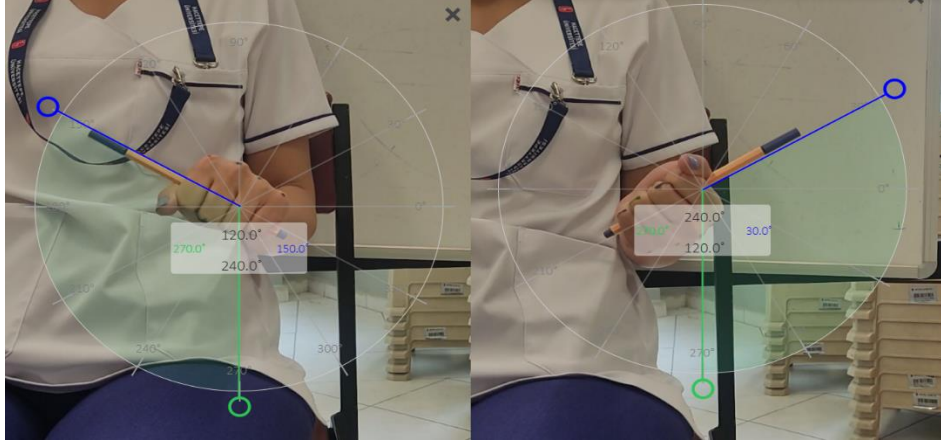
Ekran Görüntüleri Üzerinden Yapılan Gonyometrik Ölçüm Yöntemi

Önkol Pronasyon ve Supinasyonu

Pivot nokta: üçüncü metakarp başında yapılan işaretleme; sabit kol: yere dik uzanan hat; hareketli kol: bireyin elinde tuttuğu kalem hattı.

Birey eli yumruk olacak şekilde bir kalemi tutarken ayakları yere değerek oturacak şekilde pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x, y ve z eksenlerinde üçüncü metakarpı merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir.

Bireylere hareket gösterildikten sonra pronasyon için “metronom sesi ile beraber elinizi toplam 5 hareket olacak şekilde içeri bükün”; supinasyon için “metronom sesi ile beraber elinizi toplam 5 hareket olacak şekilde dışarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.



Şekil 3.2. İnternet bazlı gonyometre ile pronasyon ve supinasyon ölçümü.



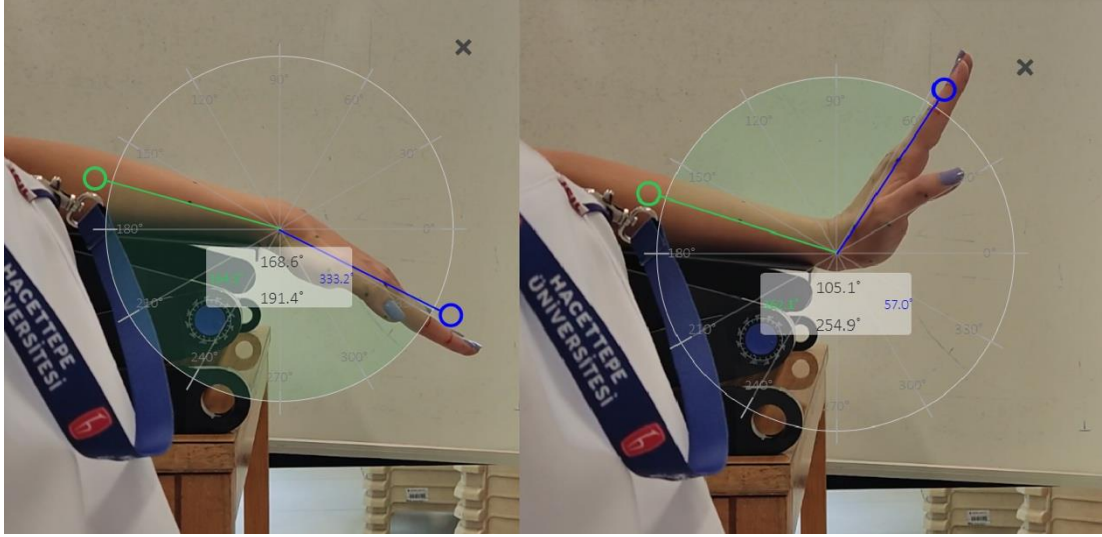
Şekil 3.3. Universal gonyometre ile pronasyon ve supinasyon ölçümü.

El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyonu

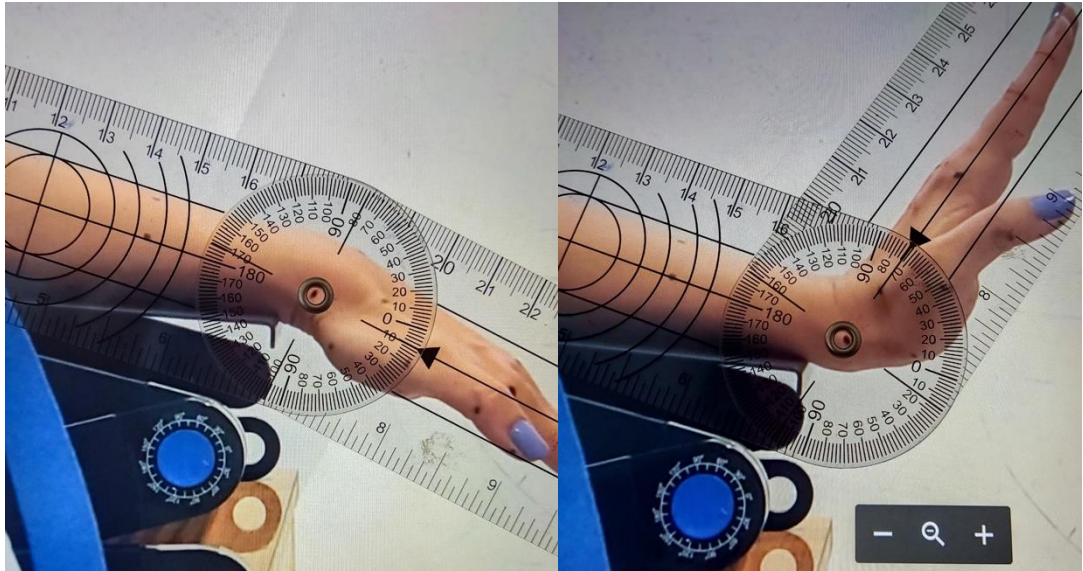
Pivot nokta: radial stiloid çıkıntının lateral işaretlemesi; sabit kol: Radius kemik hattının lateral orta noktada yapılan işaretleme; hareketli kol: ikinci metakarp başının lateral işaretlemesi

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda ve el ve önkolu pronasyonda; el bileği platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve önkol transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x, y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 60 cm uzaklığa yerleştirilmiştir.

Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber elinizi toplam 5 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber elinizi toplam 5 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.



Şekil 3.4. İnternet bazlı gonyometre ile el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümü.



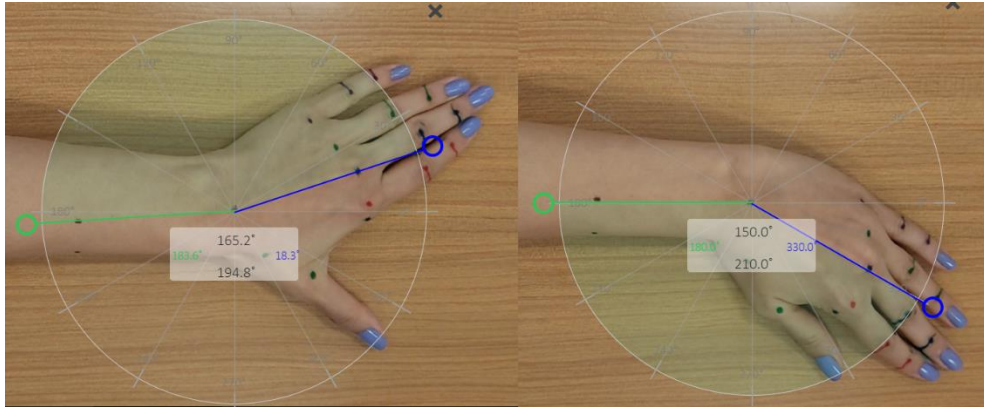
Şekil 3.5. Universal gonyometre ile el bileği fleksiyon ve ekstansiyon ölçümü.

El Bileği Radial ve Ulnar Deviasyon

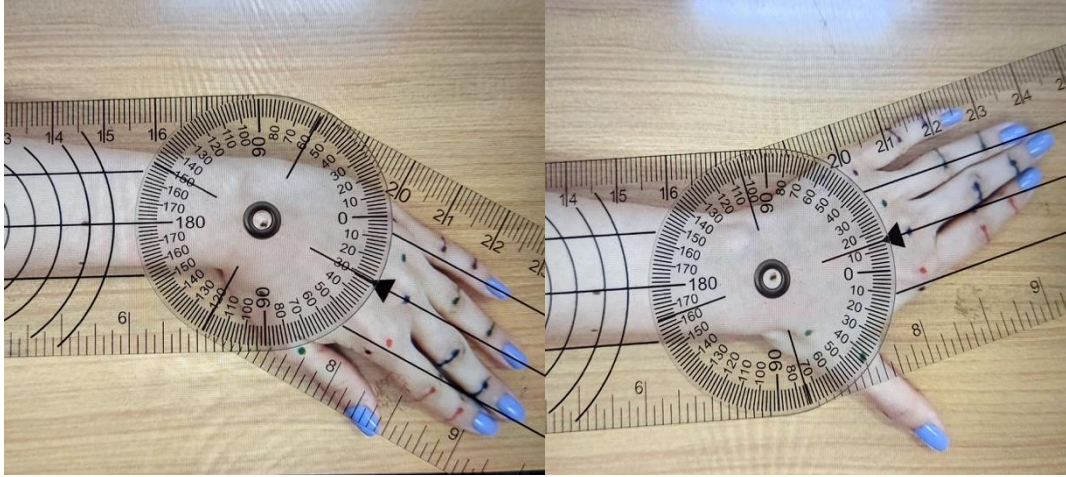
Pivot nokta: üçüncü metakarp bazisinin dorsal işaretlemesi; sabit kol: önkol dorsal yüz orta noktasında yapılan işaretleme; hareketli kol: üçüncü metakarp başının dorsal işaretlemesi

Birey ayakları yere değecek şekilde otururken el ve önkolu pronasyonda masanın üzerinde, önkol masanın aynı yönde uzanan kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera üçüncü metakarp başını merkez alacak pozisyonda masa düzlemine paralel ve 50 cm yukarıda olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Bireylere hareket gösterildikten sonra radial deviasyon için “metronom sesi ile beraber elinizi toplam 3 hareket olacak şekilde başparmak tarafına doğru bükün”; ulnar deviasyon için “metronom sesi ile beraber elinizi toplam 3 hareket olacak şekilde serçe parmak tarafına doğru bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.



Şekil 3.6. İnternet bazlı gonyometre ile el bileği radial ve ulnar deviasyon ölçümü.



Şekil 3.7. Universal gonyometre ile el bileği radial ve ulnar deviasyon ölçümü.

Başparmak KMK Abduksiyon ve Adduksiyonu

Pivot nokta: KMK eklemin palpasyon ile yapılan işaretlemesi; sabit kol: ikinci metakarp başının lateral işaretlemesi; hareketli kol: başparmak metakarp başı işaretlemesi.

Birey ayakları yere değecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda ve el ve önkolu pronasyonda; el bileği platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ikinci metakarp hattı transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa ve yerleştirilmiş ve 2 kat yakınlaştırma ile kayıt alınmıştır.

Bireylere hareket gösterildikten sonra abduksiyon için “metronom sesi ile beraber başparmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde aşağı doğru açın”; adduksiyon için “metronom sesi ile beraber başparmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde yukarı doğru kapatın” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır

Başparmak MKF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Pivot nokta: MKF eklemin palpasyon ile palmar yüzeyde yapılan işaretlemesi; sabit kol: birinci metakarp bazisinin palmar yüzeyde yapılan işaretlemesi; hareketli kol: İF eklemin palpasyon ile palmar yüzeyde yapılan işaretlemesi

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; el ve önkol nötral pozisyonda platformun üzerinde, başparmak proksimal falanks hattı platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiş ve 2 kat yakınlaştırma ile kayıt alınmıştır.

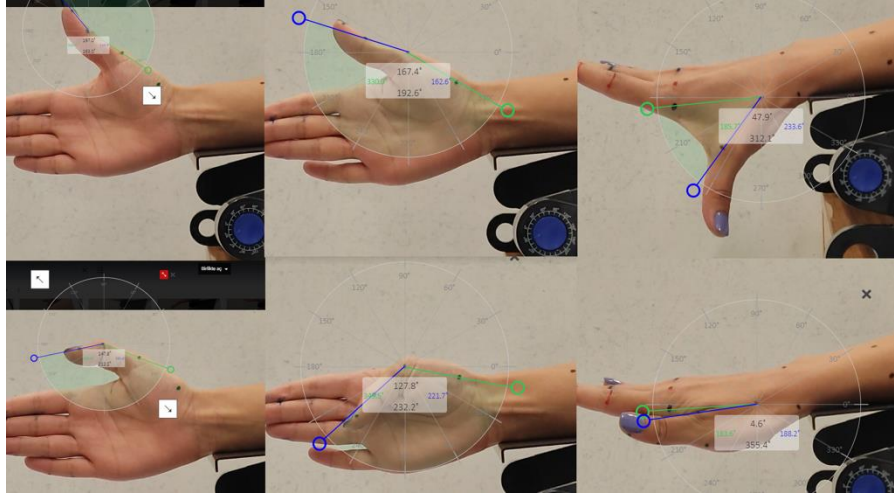
Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber başparmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber başparmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.

Başparmak İF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

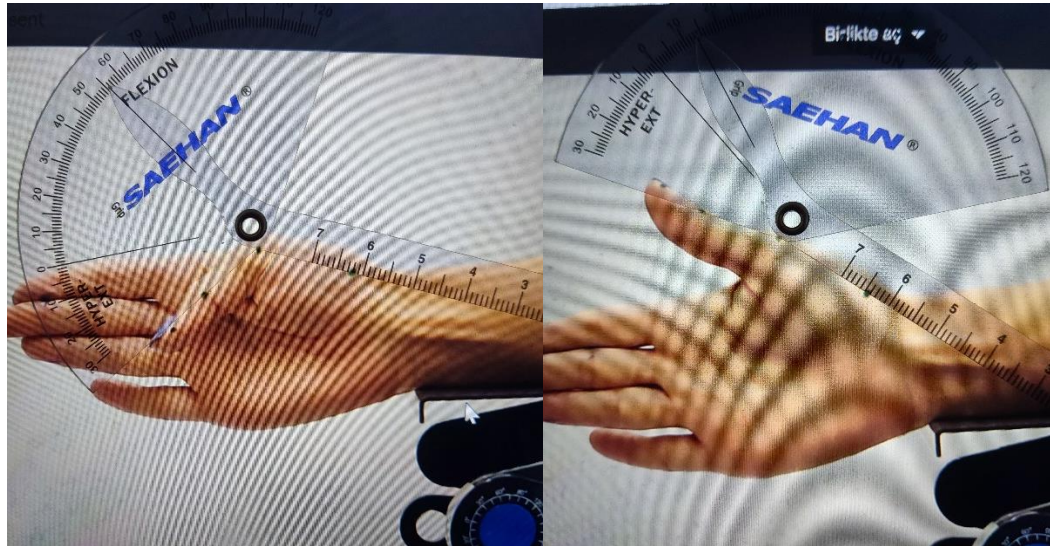
Pivot nokta: İF eklemin palpasyon ile palmar yüzeyde yapılan işaretlemesi; sabit kol: MKF eklemin palpasyon ile palmar yüzeyde yapılan işaretlemesi; hareketli kol: başparmak tırnak kenar hattında yapılan işaretleme.

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; el ve önkol nötral pozisyonda platformun üzerinde, başparmak proksimal falanks hattı platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiş ve 2 kat yakınlaştırma ile kayıt alınmıştır.

Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber başparmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber başparmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.



Şekil 3.8. İnternet bazlı gonyometre ile başparmak EHA ölçümleri.



Şekil 3.9. Universal gonyometre ile başparmak EHA ölçümü.

2. Parmak MKF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Pivot nokta: ikinci metakarp başının dorsal işaretlemesi; sabit kol: ikinci metakarp hattı; hareketli kol: ikinci PİF eklemin dorsal işaretlemesi

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, el ve önkolu pronasyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; metakarp başları platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ikinci metakarp hattı transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm

uzaklığa yerleştirilmiştir. Kayıtlar 2 kat yakınlaştırma ile elin radyal tarafından alınmıştır.

Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.

3-4-5. Parmaklar MKF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Pivot nokta: her bir parmak için kendisine ait MKF eklemin dorsal işaretlemesi; sabit kol: her bir parmak için kendisine ait metakarp hattı; hareketli kol: her bir parmak için kendisine ait PİF eklemin dorsal işaretlemesi

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, el ve önkolu pronasyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; metakarp başları platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ölçümü yapılacak metakarp hattı transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Kayıtlar 2 kat yakınlaştırma ile elin ulnar tarafından alınmıştır.

Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.

2. ve 3. Parmaklar PİF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Pivot nokta: ilgili parmağa ait PİF eklemin dorsal işaretlemesi; sabit kol: ilgili parmağa ait MKF eklemin dorsal işaretlemesi; hareketli kol: ilgili parmağa ait DİF eklemin dorsal işaretlemesi

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, el ve önkolu pronasyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; PİF eklemler platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ölçülecek parmağa ait proksimal falanks transvers düzlemde platformun kısa kenarına

paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Kayıtlar 2 kat yakınlaştırma ile elin radyal tarafından alınmıştır.

Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.

4.ve 5. Parmaklar PİF Fleksiyon ve Ekstansiyonu

Pivot nokta: ilgili parmağa ait PİF eklemin dorsal işaretlemesi; sabit kol: ilgili parmağa ait MKF eklemin dorsal işaretlemesi; hareketli kol: ilgili parmağa ait DİF eklemin dorsal işaretlemesi

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, el ve önkolu pronasyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; PİF eklemler platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ölçülecek parmağa ait proksimal falanks transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Kayıtlar 2 kat yakınlaştırma ile elin ulnar tarafından alınmıştır.

Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 5 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.

2. ve 3. Parmaklar DİF Fleksiyon ve Ekstansiyon

Pivot nokta: İlgili parmağa ait DİF eklemin dorsal işaretlemesi; sabit kol: ilgili parmağa ait PİF eklemin dorsal işaretlemesi; hareketli kol: ilgili parmağın tırnak dorsal hattı.

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, el ve önkolu pronasyonda “uçak pozisyonu” olarak

tanımlanan pozisyonda; İF eklemler platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ölçülecek parmağa ait orta falanks transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Kayıtlar 2 kat yakınlaştırma ile elin radyal tarafından alınmıştır. 3. parmak DİF eklem hareketinin video kayıta takip edilebilmesi amacıyla 2. Parmak bir miktar abduksiyonda ve kamera açısı için gerekiyorsa DİF eklemi bir miktar fleksiyonda pozisyonlandıktan sonra kayıt alınmıştır.

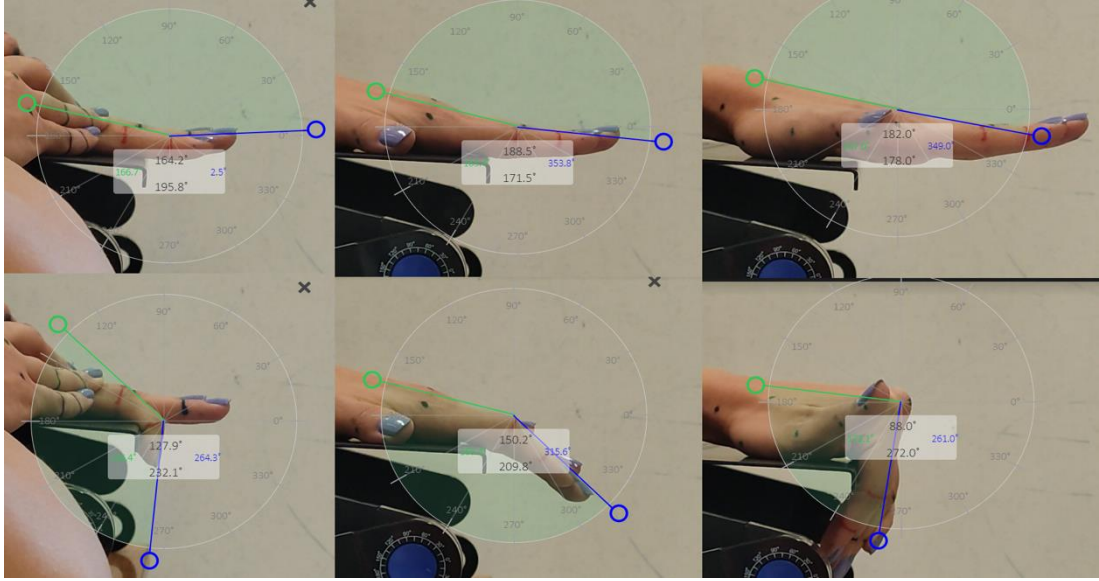
Bireylere hareket gösterildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.

4. ve 5. Parmaklar DİF Fleksiyon ve Ekstansiyon

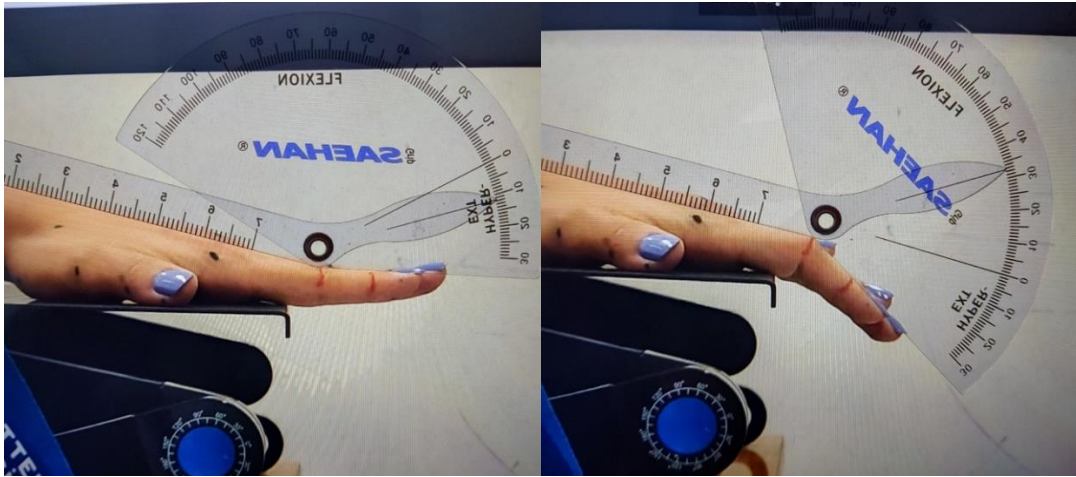
Pivot nokta: İlgili parmağa ait DİF eklem dorsal işaretlemesi; sabit kol: ilgili parmağa ait PİF eklem dorsal işaretlemesi; hareketli kol: ilgili parmağın tırnak dorsal hattı.

Birey ayakları yere degecek şekilde otururken, kolu 90 derece abduksiyon, dirseği 90 derece fleksiyonda, el ve önkolu pronasyonda “uçak pozisyonu” olarak tanımlanan pozisyonda; İF eklemler platform düzleminin bitiş çizgisinin dışında ve ölçülecek parmağa ait orta falanks transvers düzlemde platformun kısa kenarına paralel olacak şekilde ölçüm platformunda pozisyonlanmıştır. Kamera uzayda x,y ve z eksenlerinde platformun kısa kenarının en uç köşesini merkez alacak pozisyonda elden 50 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Kayıtlar 2 kat yakınlaştırma ile elin ulnar tarafından alınmıştır. 4. parmak DİF eklem hareketinin video kayıta takip edilebilmesi amacıyla 5. Parmak bir miktar abduksiyonda pozisyonlandıktan sonra kayıt alınmıştır.

Bireylere hareket demonstre edildikten sonra fleksiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde aşağı bükün”; ekstansiyon için “metronom sesi ile beraber parmağınızı toplam 3 hareket olacak şekilde yukarı bükün” şeklinde talimat verilerek kayıt alınmıştır.



Şekil 3.10. İnternet bazlı gonyometre ile 2.parmak EHA ölçümleri.



Şekil 3.11. Universal gonyometre ile 2.parmak EHA ölçümleri.

3.2.2. Aşama 2: Psikometrik Özelliklerin İncelenmesi

Araştırmanın ikinci aşamasında internet bazlı gonyometrik ölçümün güvenilirliği ve geçerliği incelenmiştir.

Güvenirliğin İncelenmesi

İnternet bazlı gonyometrik ölçümün gözlemciler içi ve gözlemciler arası güvenilirliği test edilmiştir. Gözlemciler arası güvenilirliği test etmek amacıyla iki gözlemci çalışmada yer almıştır. Birinci gözlemci (B.G.) el rehabilitasyonu alanında 4

yıllık deneyimi olan bir fizyoterapist; ikinci gözlemci (C.A.K.) ise 20 yıllık deneyimi olan bir fizyoterapist idi. Gözlemci içi güvenilirliğin belirlenmesi için ölçümden en az iki gün ve en fazla yedi gün sonra her bir eklem hareketi için aynı ekran görüntüsü kullanılarak birinci gözlemci (B.G.) tarafından ölçümler tekrarlandı.

Geçerliğin İncelenmesi

Video kayıtlardan elde edilen ekran görüntülerinden internet bazlı gonyometre ile deneyimli araştırmacı tarafından gerçekleştirilen EHA ölçümleri, altın standart olarak kabul edilen universal gonyometre ile yapılan ölçümlerle karşılaştırılarak yöntemin eşzamanlı geçerliği değerlendirildi.

3.2.3. Araştırmada Kullanılan Ölçüm Araçları

Dijital Okuryazarlık Değerlendirmesi

Wan Ng tarafından 2012 yılında geliştirilen (81) ve Hamutoğlu ve diğerleri tarafından 2017 yılında Türkçe'ye uyarlaması yapılan (82) Dijital Okuryazarlık Ölçeği (Digital Literacy Scale) kullanılmıştır.

Fonksiyonel Durum Değerlendirmesi

Chung ve arkadaşları tarafından 1998'de geliştirilen Michigan El Sonuç Anketi (Michigan Hand Outcomes Questionnaire) kullanılmıştır (83). Anket genel el fonksiyonu, GYA (unilateral ve bilateral), iş, ağrı, estetik ve memnuniyet olmak üzere altı alt başlıktan oluşmaktadır. Alt başlıklar sağ ve sol el için ayrı olarak doldurulmaktadır. Her başlığın skoru ayrı olarak hesaplanmaktadır. Her soruya verilen puanların toplanması ile elde edilen ham puanların yüzdesi hesaplanarak normalize edilmektedir. Yüksek puanlar daha iyi fonksiyonel düzeyi göstermektedir. Türkçe geçerlik ve güvenilirliği 2011 yılında Öksüz ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (84).

4. BULGULAR

4.1. Bireylere Ait Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmaya 19-57 yaşları arasında 26 sağlıklı yetişkin birey dahil edilmiştir. Bireylerin demografik özelliklerinin cinsiyete göre dağılımı Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Bireylerin demografik özellikleri

	Bireyler (n=26)
Demografik özellikler	X±SS
Yaş (yıl)	29,12±10,24
Boy (cm)	170,03±8,53
Vücut ağırlığı (kg)	69,10±10,21
VKİ (kg/m²)	23,69±3,87

n: Birey Sayısı; X: Ortalama; SS: Standart Sapma; VKİ: Vücut Kütle İndeksi

Bireylerin Michigan El Sonuç Anket puanları 94,01±3,33 idi. Bireylerin Dijital Okuryazarlık Ölçeği puanları 70,33±6,54 idi.

4.2. İnternet Bazlı Gonyometrik Ölçümün Psikometrik Özelliklerine Ait Bulgular

İnternet bazlı gonyometrenin psikometrik özelliklerine ait bulgular; güvenilirliğine ait bulgular ve geçerliğine ait bulgular olmak üzere iki başlıkta ele alınmıştır.

4.2.1. İnternet Bazlı Gonyometrik Ölçümün Geçerliğine Ait Bulgular

Universal gonyometrik test ölçümleri için değerlendiriciler arası uyum katsayıları Tablo 4.2’de gösterilmektedir. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometrik test arasındaki ICC değerleri internet bazlı ölçümün geçerlik özelliğini göstermektedir. ICC değerlerinin 0,686-982 arasında olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometre arasındaki ICC değerleri

NEH	ICC	%95 Güven Aralığı	
El bileği fleksiyon	0,980	0,964	0,988
El bileği ekstansiyon	0,957	0,924	0,976
El bileği radial deviasyon	0,928	0,873	0,959
El bileği ulnar deviasyon	0,970	0,947	0,983
Önkol pronasyon	0,982	0,968	0,990
Önkol supinasyon	0,686	0,443	0,823
1. Parmak			
KMK abduksiyon	0,957	0,924	0,976
KMK adduksiyon	0,874	0,776	0,929
MKF fleksiyon	0,972	0,950	0,984
MKF ekstansiyon	0,919	0,856	0,954
İF fleksiyon	0,980	0,965	0,989
İF ekstansiyon	0,888	0,801	0,937
2. parmak			
MKF fleksiyon	0,939	0,892	0,966
MKF ekstansiyon	0,928	0,873	0,960
PİF fleksiyon	0,948	0,908	0,971
PİF ekstansiyon	0,897	0,817	0,942
DİF fleksiyon	0,850	0,733	0,915
DİF ekstansiyon	0,963	0,935	0,979
3. parmak			
MKF fleksiyon	0,951	0,914	0,973
MKF ekstansiyon	0,946	0,905	0,970
PİF fleksiyon	0,976	0,958	0,987
PİF ekstansiyon	0,949	0,910	0,971
DİF fleksiyon	0,917	0,853	0,953
DİF ekstansiyon	0,892	0,809	0,939
4. parmak			
MKF fleksiyon	0,973	0,953	0,985
MKF ekstansiyon	0,896	0,816	0,942
PİF fleksiyon	0,975	0,955	0,986
PİF ekstansiyon	0,901	0,824	0,944
DİF fleksiyon	0,939	0,891	0,965
DİF ekstansiyon	0,918	0,855	0,954
5. parmak			
MKF fleksiyon	0,980	0,964	0,988
MKF ekstansiyon	0,922	0,862	0,956
PİF fleksiyon	0,975	0,955	0,986
PİF ekstansiyon	0,951	0,913	0,972
DİF fleksiyon	0,965	0,938	0,980
DİF ekstansiyon	0,906	0,834	0,947

NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal eklem; PİF: Proksimal interfalangeal eklem; DİF: Distal interfalangeal eklem.

Tablo 4.3. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometre arasındaki ilişki bulguları

NEH	r	p
El bileği fleksiyon	0,960	p<0,001
El bileği ekstansiyon	0,922	p<0,001
El bileği radial deviasyon	0,866	p<0,001
El bileği ulnar deviasyon	0,942	p<0,001
Önkol pronasyon	0,964	p<0,001
Önkol supinasyon	0,522	p<0,001
1. Parmak		
KMK abduksiyon	0,919	p<0,001
KMK adduksiyon	0,778	p<0,001
MKF fleksiyon	0,947	p<0,001
MKF ekstansiyon	0,849	p<0,001
İF fleksiyon	0,963	p<0,001
İF ekstansiyon	0,805	p<0,001
2. parmak		
MKF fleksiyon	0,892	p<0,001
MKF ekstansiyon	0,868	p<0,001
PİF fleksiyon	0,902	p<0,001
PİF ekstansiyon	0,817	p<0,001
DİF fleksiyon	0,739	p<0,001
DİF ekstansiyon	0,940	p<0,001
3. parmak		
MKF fleksiyon	0,909	p<0,001
MKF ekstansiyon	0,898	p<0,001
PİF fleksiyon	0,954	p<0,001
PİF ekstansiyon	0,903	p<0,001
DİF fleksiyon	0,848	p<0,001
DİF ekstansiyon	0,826	p<0,001
4. parmak		
MKF fleksiyon	0,948	p<0,001
MKF ekstansiyon	0,812	p<0,001
PİF fleksiyon	0,951	p<0,001
PİF ekstansiyon	0,822	p<0,001
DİF fleksiyon	0,884	p<0,001
DİF ekstansiyon	0,856	p<0,001
5. parmak		
MKF fleksiyon	0,962	p<0,001
MKF ekstansiyon	0,859	p<0,001
PİF fleksiyon	0,951	p<0,001
PİF ekstansiyon	0,912	p<0,001
DİF fleksiyon	0,932	p<0,001
DİF ekstansiyon	0,829	p<0,001

Pearson korelasyon analizi; NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal eklem; PİF: Proksimal interfalangeal eklem; DİF: Distal interfalangeal eklem.

Tablo 4.4. Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometre ölçümleri arasındaki farka ilişkin bulgular

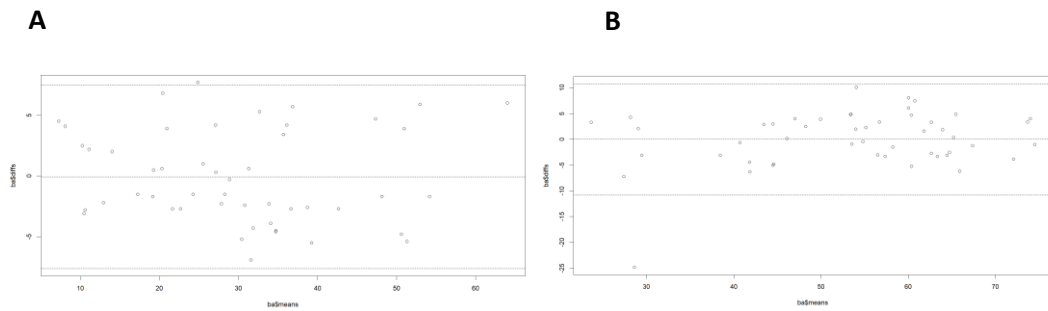
NEH	DD X±SS (°)	UG X±SS (°)	t	p
El bileği fleksiyon	29,99±13,52	30,06±13,73	-0,130	0,897
El bileği ekstansiyon	53,25±14,16	53,20±12,79	0,057	0,955
El bileği radial deviasyon	16,71±6,61	17,43±6,50	-1,481	0,145
El bileği ulnar deviasyon	20,47±8,76	20,20±8,51	0,640	0,525
Önkol pronasyon	58,05±18,31	57,00±18,29	1,507	0,138
Önkol supinasyon	68,41±23,34	61,67±24,39	2,021	0,049
1. Parmak				
KMK abduksiyon	43,76±8,88	44,33±9,37	-1,064	0,292
KMK adduksiyon	19,81±6,10	20,63±6,65	-1,343	0,186
MKF fleksiyon	46,58±12,69	47,78±13,66	-1,909	0,062
MKF ekstansiyon	7,88±6,61	9,20±6,67	-2,546	0,014
İF fleksiyon	52,68±19,51	52,69±20,57	-0,015	0,988
İF ekstansiyon	13,90±9,22	14,45±8,12	-0,694	0,491
2. parmak				
MKF fleksiyon	51,25±19,80	51,10±17,54	0,113	0,910
MKF ekstansiyon	14,92±9,56	16,10±8,98	-1,727	0,091
PİF fleksiyon	54,70±21,09	55,16±20,65	-0,348	0,729
PİF ekstansiyon	10,77±8,70	11,14±7,83	-0,513	0,610
DİF fleksiyon	37,88±12,52	38,82±12,32	-0,728	0,470
DİF ekstansiyon	8,53±13,18	9,37±11,27	-1,273	0,209
3. parmak				
MKF fleksiyon	54,07±21,30	56,08±20,01	-1,584	0,120
MKF ekstansiyon	11,76±8,52	11,65±8,64	0,195	0,846
PİF fleksiyon	63,37±18,97	64,49±18,89	-1,372	0,176
PİF ekstansiyon	9,96±7,11	10,29±7,01	-0,731	0,468
DİF fleksiyon	37,86±15,07	38,98±14,49	-0,961	0,341
DİF ekstansiyon	7,99±6,81	8,86±5,44	-1,574	0,122
4. parmak				
MKF fleksiyon	46,70±14,98	48,82±14,65	-3,106	0,003
MKF ekstansiyon	10,62±6,92	12,59±6,80	-3,282	0,002
PİF fleksiyon	63,47±18,35	65,59±17,48	-2,625	0,012
PİF ekstansiyon	11,34±7,01	10,65±6,47	1,181	0,243
DİF fleksiyon	35,82±11,53	37,61±11,70	-2,239	0,030
DİF ekstansiyon	9,42±6,29	9,16±5,49	0,545	0,588
5. parmak				
MKF fleksiyon	38,26±17,80	39,35±16,62	-1,560	0,125
MKF ekstansiyon	12,56±7,57	13,43±8,30	-1,425	0,161
PİF fleksiyon	45,94±16,82	47,10±17,21	-1,518	0,136
PİF ekstansiyon	10,14±9,73	10,63±8,70	-0,869	0,389
DİF fleksiyon	40,82±15,19	42,47±15,34	-2,059	0,045
DİF ekstansiyon	8,55±5,84	8,96±5,98	-0,821	0,416

Student-t Test; NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal PİF: Proksimal interfalangeal eklem DİF: Distal interfalangeal eklem, DD: Deneyimli değerlendirici UG: Universal Gonyometre

Deneyimli değerlendirici ölçümleri ve universal gonyometre ölçümleri arasındaki ilişki incelendiğinde r değeri 0,522-964; $p < 0,001$ arasında bulunmuştur (Tablo 4.3).

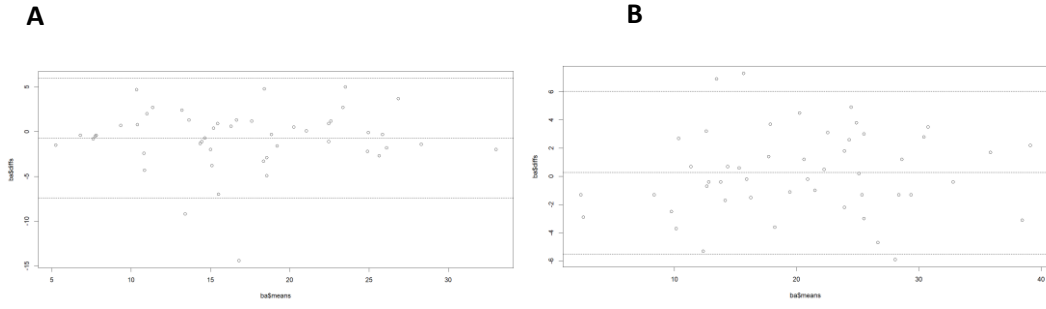
Deneyimli değerlendirici ve universal gonyometrik ölçüm arasındaki fark Student-t test ile incelendi. Önkol supinasyon; Başparmak MKF ekstansiyon; 4. Parmak MKF fleksiyon, ekstansiyon, PİF fleksiyon ve DİF fleksiyon; 5. Parmak DİF fleksiyon ölçümleri arasında istatistiksel olarak fark kaydedildi (Tablo 4.4).

Çalışmamızda iki değerlendirme yöntemi arasındaki uyumu incelemek amacıyla Bland-Altman grafiksel yaklaşımı kullanılmıştır. Bland-Altman grafiği bir saçılım grafiği olup, elde edilen iki ölçümün gözlemlerine ilişkin ortalamaları x ekseninde, iki ölçümün farkları ise y ekseninde yer almaktadır. Genel olarak tüm eklem hareketleri için Bland-Altman grafikleri incelendiğinde değerler iki uyum sınırları içinde olduğu için rastgelelik olduğu gözlenmektedir. Değerlendirmeler arasındaki farkların 0 etrafında ve sıfıra yakın bir değer etrafında rastgele dağıldığı ve %95'inin sınırları arasında olduğu görülmektedir. Bu durum, iki değerlendirme arasındaki farkların normal dağıldığını ve ortalamalar ile farklar arasında ilişki olmadığını göstermektedir.



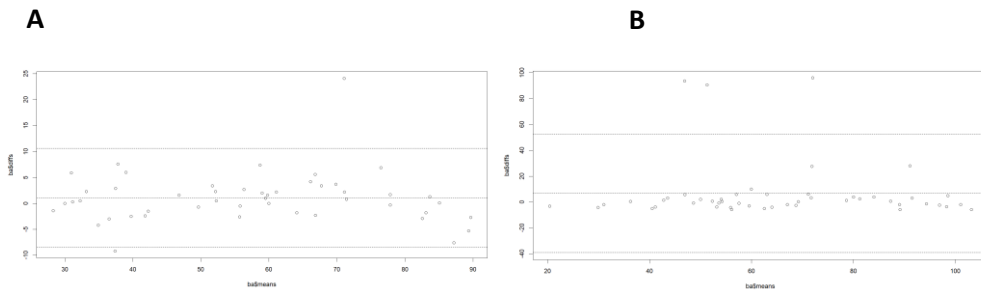
Şekil 4.1. El bileği normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:

A. Fleksiyon hareketi. **B.** Ekstansiyon hareketi



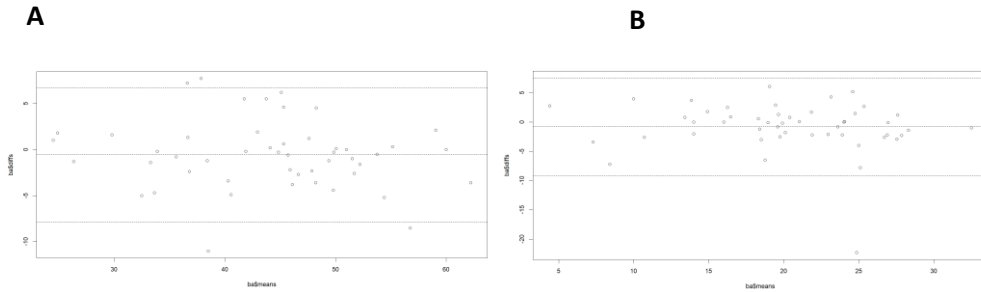
Şekil 4.2. El bileği normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafiği.

A. Radial deviasyon hareketi **B.** Ulnar deviasyon hareketi



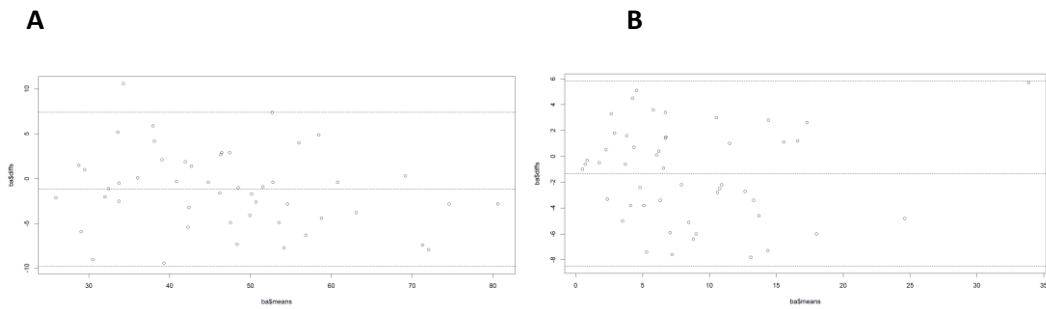
Şekil 4.3. Ön kol normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafiği.

A. Pronasyon hareketi **B.** Supinasyon hareketi



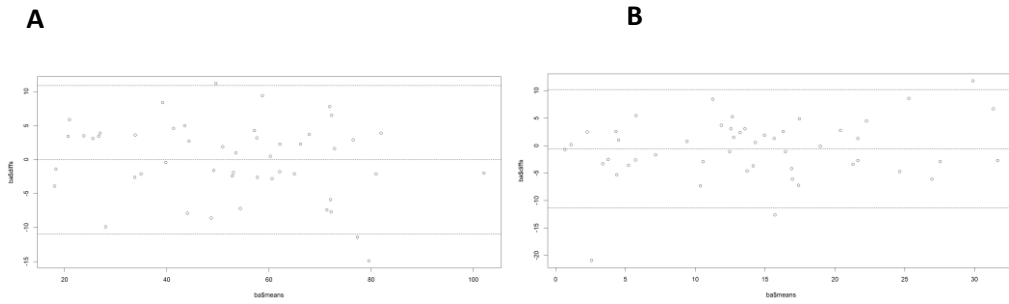
Şekil 4.4. Başparmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:

A. KMK eklem abduksiyon hareketi **B.** KMK eklem adduksiyon hareketi

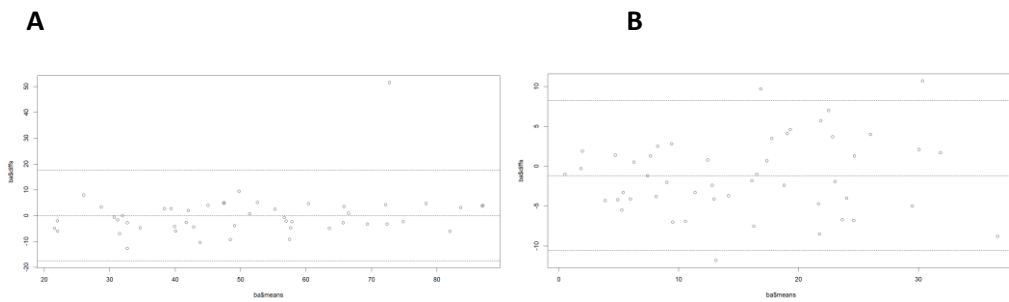


Şekil 4.5. Başparmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:

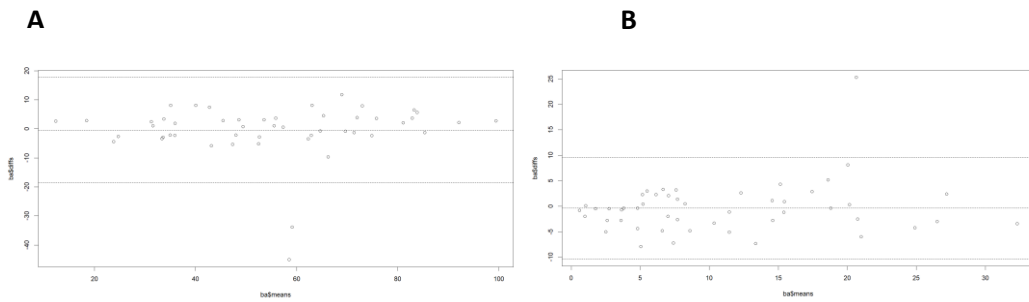
A. MKF eklem fleksiyon hareketi **B.** MKF eklem ekstansiyon hareketi



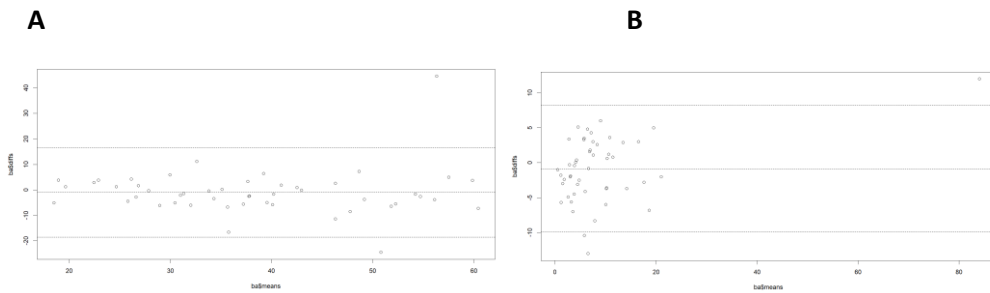
Şekil 4.6. Başparmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. IF eklem fleksiyon hareketi **B.** IF eklem ekstansiyon hareketi



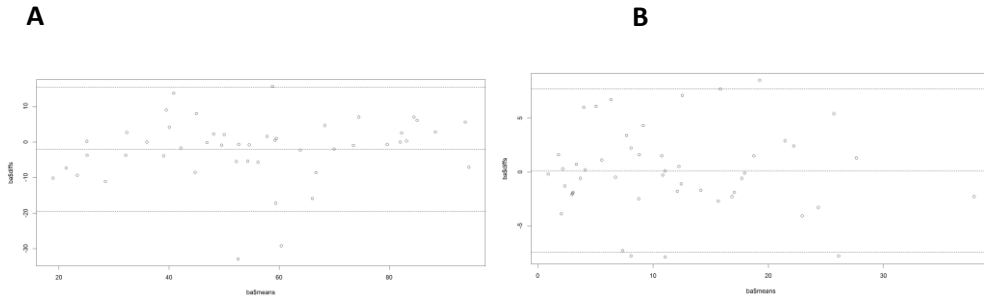
Şekil 4.7. 2. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. MKF eklem fleksiyon hareketi **B.** MKF eklem ekstansiyon hareketi



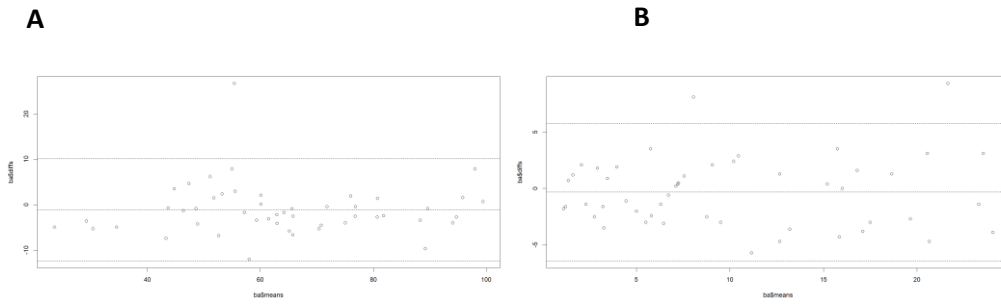
Şekil 4.8. 2. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. PIF eklem fleksiyon hareketi **B.** PIF eklem ekstansiyon hareketi



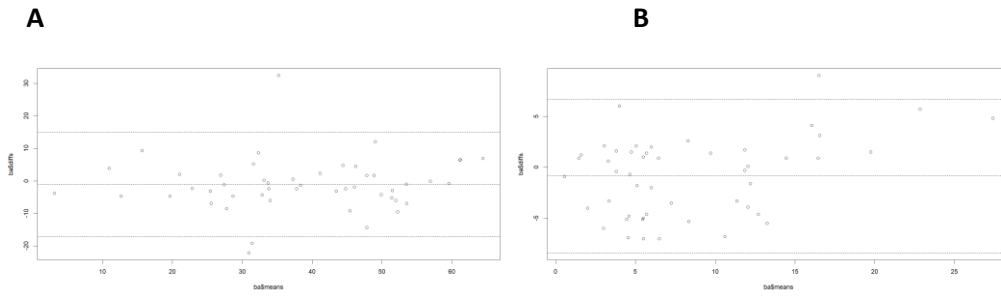
Şekil 4.9. 2. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. İF eklem fleksiyon hareketi **B.** İF eklem ekstansiyon hareketi



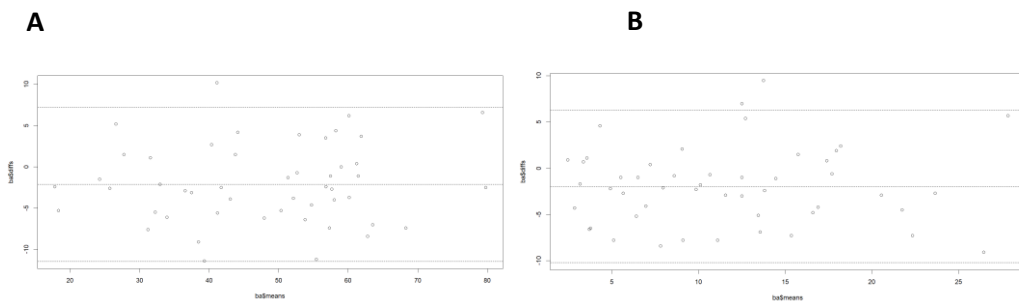
Şekil 4.10. 3. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. MKF eklem fleksiyon hareketi **B.** MKF eklem ekstansiyon hareketi



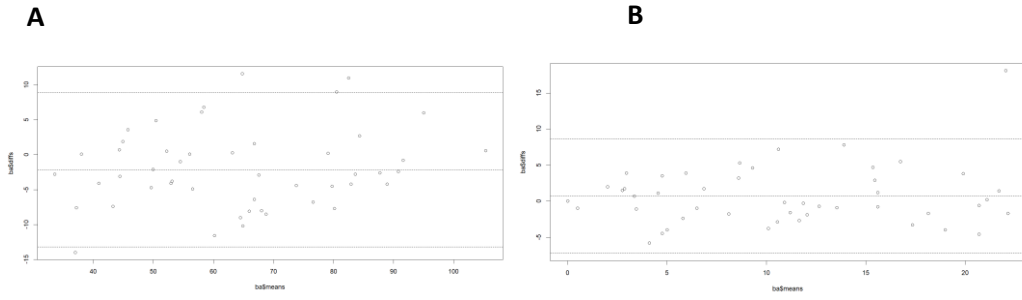
Şekil 4.11. 3. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. PIF eklem fleksiyon hareketi **B.** PIF eklem ekstansiyon hareketi



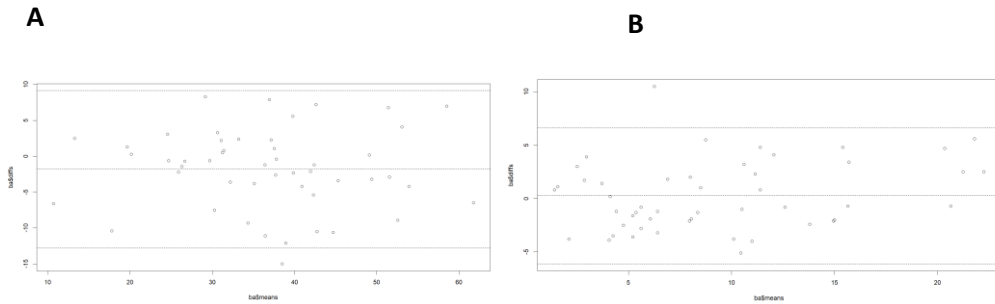
Şekil 4.12. 3. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. IF eklem fleksiyon hareketi **B.** IF eklem ekstansiyon hareketi



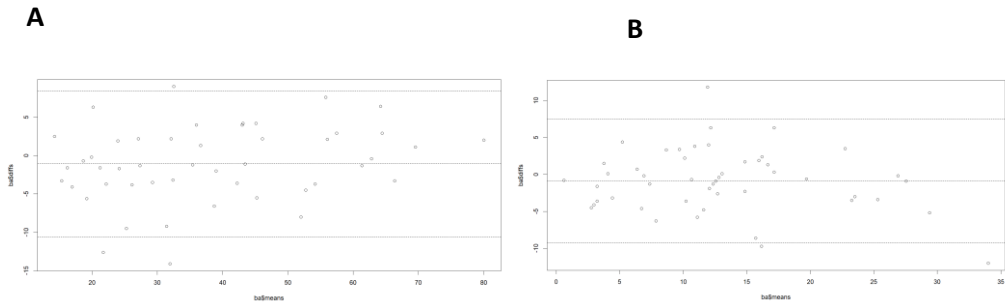
Şekil 4.13. 4. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. MKF eklem fleksiyon hareketi **B.** MKF eklem ekstansiyon hareketi



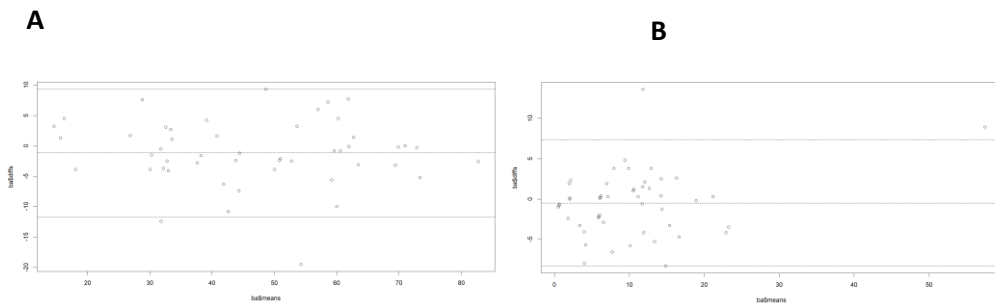
Şekil 4.14. 4. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. PİF eklem fleksiyon hareketi **B.** PİF eklem ekstansiyon hareketi



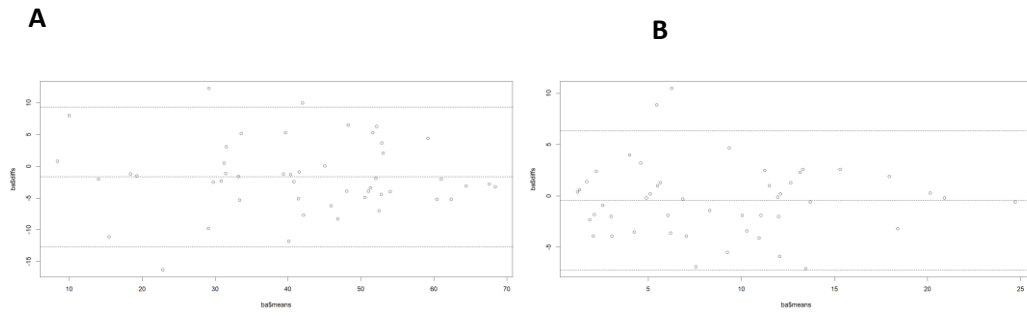
Şekil 4.15. 4. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. İF eklem fleksiyon hareketi **B.** İF eklem ekstansiyon hareketi



Şekil 4.16. 5. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. MKF eklem fleksiyon hareketi **B.** MKF eklem ekstansiyon hareketi



Şekil 4.17. 5. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. PİF eklem fleksiyon hareketi **B.** PİF eklem ekstansiyon hareketi



Şekil 4.18. 5. parmak normal eklem hareketi ölçümlerinin Bland-Altman grafikleri:
A. İF eklem fleksiyon hareketi **B.** İF eklem ekstansiyon hareketi

4.3. İnternet Bazlı Gonyometrik Ölçümün Güvenirliğine Ait Bulgular

Değerlendiriciler içi güvenilirlik bulguları Tablo 4.5'te gösterilmektedir. Birinci değerlendiricinin bir hafta arayla yaptığı iki ölçümü arasındaki güvenilirlik yüksek bulunmuştur. ICC değerleri 0,797 - 0,997 arasında değişmektedir.

Tablo 4.5. Değerlendiriciler içi güvenilirlik bulguları

NEH	ICC	%95 Güven Aralığı	
El bileği fleksiyon	0,977	0,959	0,987
El bileği ekstansiyon	0,977	0,959	0,987
El bileği radial deviasyon	0,962	0,934	0,979
El bileği ulnar deviasyon	0,956	0,923	0,975
Önkol pronasyon	0,994	0,989	0,996
Önkol supinasyon	0,997	0,994	0,998
1. Parmak			
KMK abduksiyon	0,937	0,890	0,964
KMK adduksiyon	0,797	0,666	0,880
MKF fleksiyon	0,980	0,964	0,988
MKF ekstansiyon	0,906	0,839	0,946
İF fleksiyon	0,987	0,978	0,993
İF ekstansiyon	0,910	0,845	0,948
2. parmak			
MKF fleksiyon	0,988	0,979	0,993
MKF ekstansiyon	0,914	0,852	0,950
PİF fleksiyon	0,989	0,981	0,994
PİF ekstansiyon	0,941	0,897	0,966
DİF fleksiyon	0,964	0,936	0,979
DİF ekstansiyon	0,960	0,931	0,977
3. parmak			
MKF fleksiyon	0,982	0,968	0,990
MKF ekstansiyon	0,942	0,900	0,967
PİF fleksiyon	0,986	0,976	0,992
PİF ekstansiyon	0,883	0,801	0,932
DİF fleksiyon	0,940	0,896	0,966
DİF ekstansiyon	0,878	0,793	0,929
4. parmak			
MKF fleksiyon	0,967	0,942	0,981
MKF ekstansiyon	0,883	0,801	0,932
PİF fleksiyon	0,987	0,976	0,992
PİF ekstansiyon	0,931	0,880	0,960
DİF fleksiyon	0,976	0,959	0,987
DİF ekstansiyon	0,947	0,907	0,970
5. parmak			
MKF fleksiyon	0,991	0,984	0,995
MKF ekstansiyon	0,907	0,841	0,946
PİF fleksiyon	0,986	0,975	0,992
PİF ekstansiyon	0,935	0,887	0,963
DİF fleksiyon	0,968	0,944	0,982
DİF ekstansiyon	0,825	0,709	0,897

NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal eklem; PİF: Proksimal interfalangeal eklem; DİF: Distal interfalangeal eklem.

Tablo 4.6. Değerlendiriciler arası güvenilirlik bulguları

NEH	ICC	%95 Güven Aralığı	
El bileği fleksiyon	0,978	0,961	0,988
El bileği ekstansiyon	0,955	0,921	0,975
El bileği radial deviasyon	0,976	0,957	0,986
El bileği ulnar deviasyon	0,959	0,927	0,977
Önkol pronasyon	0,986	0,976	0,992
Önkol supinasyon	0,980	0,965	0,989
1. Parmak			
KMK abduksiyon	0,983	0,970	0,991
KMK adduksiyon	0,764	0,582	0,867
MKF fleksiyon	0,989	0,980	0,994
MKF ekstansiyon	0,904	0,830	0,946
İF fleksiyon	0,983	0,970	0,990
İF ekstansiyon	0,820	0,680	0,898
2. parmak			
MKF fleksiyon	0,949	0,909	0,971
MKF ekstansiyon	0,937	0,888	0,964
PİF fleksiyon	0,938	0,890	0,965
PİF ekstansiyon	0,871	0,771	0,927
DİF fleksiyon	0,884	0,794	0,935
DİF ekstansiyon	0,925	0,866	0,958
3. parmak			
MKF fleksiyon	0,955	0,920	0,975
MKF ekstansiyon	0,897	0,818	0,942
PİF fleksiyon	0,976	0,957	0,986
PİF ekstansiyon	0,858	0,748	0,920
DİF fleksiyon	0,941	0,896	0,967
DİF ekstansiyon	0,803	0,650	0,889
4. parmak			
MKF fleksiyon	0,970	0,947	0,983
MKF ekstansiyon	0,859	0,751	0,921
PİF fleksiyon	0,976	0,958	0,987
PİF ekstansiyon	0,923	0,864	0,957
DİF fleksiyon	0,952	0,915	0,973
DİF ekstansiyon	0,881	0,789	0,933
5. parmak			
MKF fleksiyon	0,986	0,975	0,992
MKF ekstansiyon	0,902	0,826	0,945
PİF fleksiyon	0,970	0,946	0,983
PİF ekstansiyon	0,919	0,857	0,954
DİF fleksiyon	0,972	0,951	0,984
DİF ekstansiyon	0,827	0,693	0,902

NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal eklem; PİF: Proksimal interfalangeal eklem; DİF: Distal interfalangeal eklem.

İki değerlendirici arası güvenilirlik bulguları Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Tüm ölçümler için ICC değerlerinin yüksek olduğu kaydedilmiştir. ICC değerleri 0,764-0,989 arasında değişmektedir (Tablo 4.6).

İki değerlendiricinin ölçümleri için standart sapma bulguları Tablo 4.7'de gösterilmektedir. 2. Parmak fleksiyon/ekstansiyon, 3. parmak MKF fleksiyon/ekstansiyon, PİF fleksiyon/ekstansiyon ve 4. parmak PİF fleksiyon/ekstansiyon hareketleri sırasında standart sapma değerlerinin yüksek olduğu kaydedildi.

Tablo 4.7. İki değerlendiricinin ölçümleri için 196 değer için standart sapma bulguları

NEH	Standart sapma
El bileği fleksiyon/ekstansiyon	18,4
El bileği radial/ulnar deviasyon	8,1
Önkol pronasyon/supinasyon	21
1. parmak	
KMK abduksiyon/adduksiyon	14,3
MKF fleksiyon/ekstansiyon	21,9
İF fleksiyon/ekstansiyon	25
2. parmak	
MKF fleksiyon/ekstansiyon	23,7
PİF fleksiyon/ekstansiyon	27,4
DİF fleksiyon/ekstansiyon	19,2
3. parmak	
MKF fleksiyon/ekstansiyon	27,1
PİF fleksiyon/ekstansiyon	30,7
DİF fleksiyon/ekstansiyon	19,4
4. parmak	
MKF fleksiyon/ekstansiyon	21,8
PİF fleksiyon/ekstansiyon	30,4
DİF fleksiyon/ekstansiyon	16,7
5. parmak	
MKF fleksiyon/ekstansiyon	18,7
PİF fleksiyon/ekstansiyon	23,1
DİF fleksiyon/ekstansiyon	20,6

NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal eklem; PİF: Proksimal interfalangeal eklem; DİF: Distal interfalangeal eklem.

Tablo 4.8. Ölçümlerin standart hataları ve en küçük değişim miktarı bulguları

	Ölçümün standart hatası	MDD
El bileği fleksiyon/ekstansiyon	2,596	7,197
El bileği radial/ulnar deviasyon	1,445	4,005
Önkol pronasyon/supinasyon	2,658	7,368
1. parmak		
KMK abduksiyon/adduksiyon	2,393	6,633
MKF fleksiyon/ekstansiyon	1,699	4,710
İF fleksiyon/ekstansiyon	3,066	8,498
2. parmak		
MKF fleksiyon/ekstansiyon	3,437	9,527
PİF fleksiyon/ekstansiyon	4,158	11,524
DİF fleksiyon/ekstansiyon	3,691	10,231
3. parmak		
MKF fleksiyon/ekstansiyon	3,741	10,370
PİF fleksiyon/ekstansiyon	2,745	7,608
DİF fleksiyon/ekstansiyon	3,122	8,654
4. parmak		
MKF fleksiyon/ekstansiyon	2,490	6,901
PİF fleksiyon/ekstansiyon	2,547	7,059
DİF fleksiyon/ekstansiyon	2,362	6,546
5. parmak		
MKF fleksiyon/ekstansiyon	2,134	5,916
PİF fleksiyon/ekstansiyon	2,829	7,841
DİF fleksiyon/ekstansiyon	2,523	6,994

NEH: Normal Eklem Hareketi; MKF: Metakarpofalangeal eklem; PİF: Proksimal interfalangeal eklem; DİF: Distal interfalangeal eklem; MDD: Minimal Detectable Difference

$Se = S_x \sqrt{1-ICC}$ (Se : Ölçümün standart hatası S_x : Sonuçların standart sapması ICC : güvenilirlik katsayısı)

5. TARTIŞMA

Gonyometrik ölçümler, fizyoterapistler tarafından temel hareket limitasyonlarını ölçmek, uygun terapötik müdahalelere karar vermek ve bu müdahalelerin etkinliğini rapor etmek amacıyla kullanılır. En yaygın olarak kullanılan değerlendirme prosedürü olan gonyometre, fizik tedavi biliminin temel bir parçası olarak kabul edilebilir. Manuel gonyometre yöntemi fizik tedavi kliniklerinde hareket açıklığının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin avantajları arasında gonyometrenin düşük maliyeti ve neredeyse tamamıyla muayene eden kişinin önceki deneyimine bağlı olan ölçüm kolaylığı yer alır. Bu avantajlar, fizyoterapi kliniğinde manuel gonyometreyi oldukça erişilebilir hale getirmiştir (14). Literatürdeki çalışmalar dirsek, el bileği, önkol ve parmak eklem açılarının fotoğraflardan iyi bir güvenilirlikle ölçülebileceğini bildirmektedir (22, 23, 28, 85, 86). Bu araştırmalar, hastaların veya bakım verenlerin ilgili eklemlerinin fotoğraflarını çekerek değerlendirilmek üzere sağlık profesyonellerine göndermek üzere eğitildikleri konusunda bilgi vermektedir. Sağlık profesyonelleri daha sonra eklem açılarını ölçmek için yazılım programları kullanarak ölçümleri yapmaktadırlar.

Covid 19 pandemisi ile birlikte bu uygulamalar hem hastalar hem de klinisyenler için kabul edilebilir bir ölçüm yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Hastalar veya bakım verenler tarafından çekilen fotoğrafları kullanmanın aksine, video görüşmeleri sırasında alınan ekran görüntüsü ölçümlerinin eşzamanlı olarak yapılması eğitim veya ek yazılım gerektirmez. El bileği ve parmak ölçümlerinin ekran görüntüleri üzerinden manuel gonyometre kullanılarak yapılan bir çalışmanın sonuçları bildirilmiştir (85). Ancak literatürde internet bazlı gonyometre kullanılarak ekran görüntüsü üzerinden önkol, el bileği ve tüm parmak eklemlerinin hareketlerinin ölçümü için standardize bir yöntem tanımlayan ve psikometrik özelliklerini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, çalışmamızın amacı video çekimlerinden elde edilen ekran görüntüleri üzerinden önkol, el bileği ve parmak eklem hareketlerinin ölçümü için standardize bir yöntem geliştirmek ve internet bazlı gonyometrenin psikometrik özelliklerini araştırmaktır. Çalışmamızda, tüm el bileği ve el ölçümleri için internet bazlı gonyometrenin eşzamanlı geçerlik özelliği için ICC değerleri güçlü bulundu ve deneyimli değerlendirici tarafından ölçülen internet bazlı gonyometre ölçümleri ile universal gonyometre ölçümleri arasında pozitif yönde orta ile çok

yüksek arasında ilişki olduğu saptandı. İnternet bazlı gonyometre ile yapılan ölçümlerin değerlendiriciler içi ve değerlendiriciler arası güçlü güvenilirlik gösterdiği bulundu. Ayrıca, el bileği ve el ölçüm hatalarının küçük olduğu ve en fazla ölçüm hatasının 2. ve 3. parmaklar olduğu kaydedildi. Çalışma sonuçlarına göre 4 hipotez kabul edilmiştir. Fizyoterapistler eklem açılarını internet bazlı gonyometre kullanarak ekran görüntüsünden güvenilir bir şekilde ölçebilir. Çalışmamızın, telerehabilitasyon uygulamalarında kullanılmak üzere standardize bir ölçüm yöntemi geliştirmesi ve internet bazlı gonyometrenin psikometrik özelliklerini tüm el ve el bileği eklemlerinde ilk defa araştıran çalışma olması yönleriyle literatüre özgün bir katkı sağladığını düşünüyoruz.

5.1. Çalışmamızda Ölçüm Yönteminin Standardizasyonu

5.1.1. Ölçüm Zamanı

Gonyometre ölçümlerinde güvenilirlik, NEH ölçümlerinin tutarlılığı veya tekrarlanabilirliği, diğer bir deyişle gonyometrenin uygulanması ve prosedürlerin aynı koşullar altında sürekli olarak aynı ölçümleri üretip üretmediği anlamına gelir. Aynı çalışma tasarımını kullanan çok az araştırmacı olduğundan, güvenilirlik çalışmalarının sonuçlarının karşılaştırılması genellikle zordur. Örneğin, tekrarlanan testlerin kısa zaman aralıklarıyla (yani bir saat) ayrıldığı araştırmalar, tekrarlanan testlerin daha uzun zaman aralıklarıyla (yani günler veya haftalar) ayrıldığı çalışmalardan çok farklı sonuçlar verebilir. Ölçümlerin güvenilirliği, yalnızca rapor edilen zaman aralıklarıyla ilişkili olarak yeniden tekrarlanabilirliklerini veya tutarlılıklarını ifade eder. Gonyometrenin ve prosedürlerin güvenilirliğinin en doğru değerlendirmesi, klasik "test-tekrar test" çalışma tasarımı olan kısa zaman aralıkları ayrı testler ile belirlenir. Bu sonuçlar, testler arasında uzun zaman aralıkları olan çalışmaların sonuçlarından güvenilir olmaktadır. Lewis ve ark.'nın yaptığı çalışmada parmak gonyometrik ölçümlerinin değerlendiriciler içi güvenilirliği 3 hafta arayla yapılan iki ölçümle test edilmiştir. Ölçümler arasındaki fark <5% olarak kaydedilmiştir (87). Johnson ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise değerlendiricilerin önceki ölçümlerin hatırlanmasını en aza indirmek için 7-14 gün arayla tekrar ölçümleri alması planlanmış, ancak, işyeri faktörleri nedeniyle, değerlendiricilerin ölçümleri arasındaki sürenin 21 gün olduğunu (aralık 0-60 gün) belirtilmiştir (85). Bu durumun ise değerlendiriciler arası güvenilirlik

bulgularını etkileme potansiyeline sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Kısa zaman aralıklarında gerçekleştirilen test-tekrar test çalışmalarının, testin güvenilirliğini en iyi şekilde yansıttığı görüşünü desteklemektedir. Çalışmamızda gözlemci içi güvenilirliği değerlendirmek yapılan iki ölçümün arası bir hafta idi. İki ölçüm arasındaki sürenin sabit tutulması değerlendiriciler içi güvenilirliği olumlu etkilemiş olabilir. Çalışmamıza sağlıklı kişileri dahil ettiğimiz için normal koşulları sağlamak kolay olsa da travma veya yaralanmaya bağlı el problemi olan bireylerde yapılan test-tekrar test çalışmalarında bireylerin değerlendirme süresini etkileyen faktörler olabilir. Hastaya veya hastalığa ilişkin faktörleri göz önüne alarak hastanın durumunda değişiklik meydana gelmesi öngörülmeleyen bir süre içinde (genellikle 1 hafta) değerlendirmenin tekrar edilmesi uygun olacaktır.

5.1.2. Ölçüm Sayısı

NEH ölçümlerinin güvenilirliği, tekrarlanan test denemelerinden kaynaklanan hareket açıklığı değişikliklerinden de etkilenebilir. Bazı araştırmacılar bireysel dalgalanmalar ölçümlerin değişkenliğini artırdığı için birkaç ölçümün ortalamasının kullanılmasını önermektedir (88). Ancak Boone ve ark, üst ve alt ekstremitelerin altı ekleme hareketinin aktif NEH'i ölçümlerinin güvenilirliğini inceledikleri çalışmalarında ölçüm seansı başına bir ölçümün, bir seansta tekrarlanan ölçümlerin ortalamasını almak kadar güvenilir olduğu sonucuna varmışlardır (89). Rothstein ve ark. da, pasif dirsek ve diz gonyometrik ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmiş ve çoklu ölçümlerin ortalama puanının gözlemciler arası güvenilirlikte yalnızca çok az bir iyileşme sağladığını kaydetmişlerdir (90). Bu çelişkili sonuçlar ölçülen ekleme ve ölçüm yöntemine (aktif ve pasif) bağlı olarak değişebilmektedir. Birkaç ölçümün ortalamasının kaydedilmesi bazı NEH ölçümlerinin güvenilirliğini artırabilirken bazı NEH ölçümleri çok kararlı olabilir ve bu nedenle ortalaması alınmadan güvenilirlik sağlayabilir. Lewis ve ark çalışmalarında parmak gonyometrik ölçümlerinin 7 değerlendirici arasındaki güvenilirliğini 20 sağlıklı bireyde test etmiştir. MKF, PİF ve DİF ekleme ölçümleri kompozit yumruk yapma hareketi sırasında her bireyde 3 kez tekrarlanmıştır. Bireylerde yorgunluk, kas ağrısı ve tekrarlamaya bağlı NEH değişikliklerini önlemek için detaylı bir değerlendirme takvimi hazırlamışlar ve yorgunluğu önlemek amacıyla dinleme aralarını uzun tutmuşlardır (87). Dokuların

zaman içinde tekrarlanan testlerden artan uyumluluğunu da göz önüne almak gerekir. Özellikle ölçülen belirli hareketler ve kullanılan yöntemlerle ilgili olarak tekrarlanan ölçümlerin etkilerini incelemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

Fotoğraflama yöntemiyle yapılan gonyometrik ölçüm çalışmalarında ise genellikle bir ölçüm kullanılmaktadır (10). Çalışmamızda her fotoğrafik ölçüm, iki farklı değerlendiricinin her biri tarafından birer kez alınmıştır. Fotoğraf üzerinden ölçümlerde tekrarlı ölçümlerin etkisini araştıran bir çalışma yoktur. Geleneksel gonyometrik ölçümlerde bile güvenilirliği çok az etkilemesi fotoğrafik ölçümlerde etkisinin ihmal edilebilir düzeyde olabileceğini düşündürmektedir. Ölçüm standardizasyonunun uygun şekilde yapılması, referans işaretlemeler kullanılarak eklem ölçümlerinin tutarlı bir şekilde yapılmasına imkân sağlayacaktır. Bu nedenle, el bileği ve el eklemlerinin ölçümünde gonyometrik yerleşimin standardize edilerek güvenilir bir yöntemle uygulanması önemlidir.

5.1.3. Gonyometre yerleşimi

Çalışmamızda el bileği ve el eklemlerinin hareket açıklıklarını ölçmek için şeffaf gonyometre kullanılmıştır. Şeffaf gonyometrenin iki boyutlu (düz) tasarımı, ekran görüntüsünde hareket aralığı değerlendirmesi için daha uygun hale getirmektedir. Bu nedenle çalışmamızda plastik şeffaf gonyometre kullanılmıştır (85). Klinik amaçlar için farklı fizyoterapistlerin belirli bir zamanda aynı NEH sonuçlarını elde etmesi beklenmektedir. Çalışmamızda kullandığımız gonyometrik yerleşim ilgili eklemlerde fotoğraf üzerinde gonyometrik ölçümlerin güvenilirliğini araştıran çalışmalar dikkate alınarak planlanmıştır. Önkol pronasyon ve supinasyon ölçümlerinde kollar gövde yanında ve dirsek 90° fleksiyonda pozisyonlanmıştır (10, 91). Çalışmamızda, Reid ve ark.(92), Keijsers ve ark.(93) ve Santos ve ark.'nın(91) çalışmalarında olduğu gibi önkol rotasyon ölçümleri sırasında bireylerin bir kalem tutması istenmiş ve 3. metakarpal başı referans nokta olarak işaretlenerek ölçüm yapılmıştır. El bileği eklem hareket açıklıklarının fotoğraf üzerinden ölçümünde radial, ulnar veya dorsal/volar taraftan farklı referans noktaları kullanılabilir. El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin ulnar taraftan ölçümü için sıklıkla kullanılan referans noktaları olekranon çıkıntısı, ulnar styloid ve 5. metakarp (10, 94). El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin radial taraftan ölçümlerinde radial

styloid, önkol merkezinin uzun ekseni ve metakarpal uzun ekseni referans noktaları kullanılmaktadır (16, 23, 31, 95). Scott ve ark, fotoğraf üzerinden ölçümlerde gonyometre kollarını el bileği fleksiyonu için önkol ve elin dorsal sınırına; el bileği ekstansiyonu için önkol ve elin volar sınırına; radial ve ulnar deviasyon için ulnar ve radial sınırların orta hattına ve 3. metakarpale yerleştirmişlerdir (32). Çalışmamızda el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin ekran görüntüsü ölçümlerinde gonyometrenin radial taraf yerleşimi kullanılmıştır. Pilot çalışmada her üç yöntem kullanılarak ekran görüntüsü alınmış ve referans işaretlemelerin radial taraftan daha iyi takip edildiği sonucuna varılmıştır. El bileği radial ve ulnar deviasyon ölçümü için önkol 90° pronasyonda ölçüm yapılmıştır. Referans noktaları üçüncü metakarp başı, üçüncü metakarpal hat ve önkol uzun ekseni kullanılmıştır (16, 23, 32). Parmak eklemlerinin hareket açıklıklarının ölçümünde dorsal ve lateral yerleşim kullanılabilir. NEH ölçümleri sırasında belirli değerlendirme yöntemlerine veya belirli gonyometrelere odaklanan çalışmalar bulunmaktadır (3, 57, 96-98). Rolyan gonyometre, kısa kollu metal gonyometre ve plastik uzun kollu gonyometre arasındaki farkların araştırıldığı bir kadavra çalışmasında kısa kollu gonyometrelerin dorsal yöntem için daha uygun olduğu yönündedir (99). Ellis ve Bruton (57), parmak gonyometrisinin gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirliğin iyi olduğunu bildirmiştir. Hamilton ve Lachenbruch (96), dorsal, universal ve sarkaç gonyometrenin aynı doğruluk derecesinde NEH'i ölçtüğünü bildirmişlerdir. Groth ve ark. (100), iki gonyometrenin dorsalden (0,99) ve lateralden (0,86) ölçümün yüksek güvenilirliği olduğunu kaydetmiştir. Çalışmamızda Amerikan El Terapistleri Derneği tarafından önerilen şekilde gonyometrenin dorsal yerleşimi kullanılmıştır(80). Bu yerleşim, Groth ve Ehretzman'ın yaptığı çalışmada ankete katılan el terapistlerinin %73'ü tarafından tercih edilmektedir(100, 101).

5.1.4. Ölçüm standardizasyonu

Gonyometrinin güvenilirliği birçok faktörden etkilenmektedir. Ölçülen hareketin karmaşıklığı, ölçülen vücut bölgeleri arasındaki varyasyonlar, hareketin aktif ya da pasif olması ve ölçümün aynı taraftan yapılıp yapılmadığı ölçüm sonuçlarını etkilemektedir. El ve el bileğinin karmaşık anatomisi nedeniyle gonyomerik ölçümler arasında farklılık daha fazla görülebilmektedir. Bu nedenle

tekrarlı gonyometrik ölçümleri aynı kişinin yapması tavsiye edilmektedir. Değerlendiriciler içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik çalışmaları bu konuyu araştırmak amacıyla yapılmaktadır. Bununla birlikte NEH ölçümlerinin hastalar için güvenilirliği hastaların klinik sorunlarına göre değişebilmektedir ve sağlıklı bireyler için bildirilenden farklı olabileceğini göz önünde bulundurmak gerekir. Bu farklılıkların, fizyoterapinin NEH üzerindeki etkilerini raporlamak için önemli çıkarımları vardır.

Eklem hareketlerini ölçmek için objektif enstrümantasyon ve standartlaştırılmış klinik prosedürler önemlidir (55, 102). Ölçümde kullanılan gonyometre güvenilir olsa da, NEH ölçümlerinin güvenilirliği öncelikle prosedürlerin standardizasyonuna bağlıdır. Universal gonyometre oldukça güvenilir bir araçtır. Hamilton ve Lachenbruch, ölçüm prosedürü standardize edildiğinde parmak eklemi açılarını ölçmek için üç farklı gonyometrenin (dorsal, universal ve sarkaç) geçerlik ve güvenilirliğinin benzer olduğunu kaydetmiştir. Bazı araştırmacılar ise gonyometre hatasının önemsiz olduğunu, yanlış ölçümlerin esas olarak hatalı uygulamanın sonucu olduğunu belirtmektedir (103). Muayene masası, masa yüksekliği, referans işaretlemelerin doğru tanımlanması, manuel kuvvetin sabit olması ve gonyometrenin sabit ve hareketli kollarının hatalı hareketinin kontrolü ölçüm hatalarını önlemek amacıyla standardizasyon prosedürlerinde yer almaktadır (104, 105). Çalışmamızda gonyometrik ölçüm için literatürdeki çalışmalara benzer olarak standardize bir yöntem uygulanmıştır. El bileği ve parmak ölçümleri sırasında, bireylerin omuz ve dirsek pozisyonlarını standardize etmek amacıyla ayarlanabilir bir aparat kullanılmıştır. Bireylerin omuzu 90° abduksiyon ve nötral rotasyonda, dirsekleri 90° fleksiyonda ve önkol pronasyonda olacak şekilde aparatın destek yüzeyinde pozisyonlanmıştır (5). Tüm bireylerin ölçümleri sabit masa yüksekliğinde yapılmıştır. Video çekimleri lateral ve anteriora yerleştirilen tripod ile sabit bir mesafeden yapılarak standardize edilmiştir. Tüm el eklemlerinde referans işaretlemelerini standardize etmek amacıyla pilot çalışma yapılmıştır. Özellikle 3. ve 4. parmak PIF ve DIF eklemlerin fotoğraf üzerinden gonyometrik ölçümleri görünürlüğün azalması nedeniyle oldukça zordur. Kemik işaretlemeler aynı renk işaretleyici kullanılarak yapıldığında ölçüm hatasının fazla olduğu kaydedilmiştir. Bu nedenle her eklemi ayırt edebilmek amacıyla farklı renklerde işaretleyiciler kullanılmıştır. Bununla birlikte nokta şeklinde yapılan

işaretlemelemin fotoğrafta görünürlüğünün azalması nedeniyle eklem lateraldeki rotasyon merkezinden dorsal eklem merkezine doğru dikey çizgi çizilerek işaretleme belirginleştirilmiştir. Benzer şekilde kemik yer işaretlerinin önceden etiketlendiği dirsek EHA'nın değerlendirilmesinde fotoğrafla eklem açısı ölçümünün doğruluğunun standart gonyometriden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (106). Önceden işaretleme ve eklemde limitasyon olmaması gibi faktörler her ne kadar gerçek simülasyonu etkileyerek çalışmayı limitelese de ölçüm standardizasyonunu sağlamak için gerektiği kanısındayız. Bununla birlikte, Blonna ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada kemik yer işaretlerini önceden etiketleme yapmadan standart bir şekilde çekilen fotoğraflardan eklem EHA'sını ölçmenin klinik gonyometri ile yapmaktan daha güvenilir olduğu kaydedilmiştir (107). İleri çalışmalarda işaretleme yapmadan elde edilen ölçümlerin güvenilirliğinin test edilmesi bu alanda literatüre katkı sağlayacaktır.

5.2. Ölçümlerde Minimal Değişiklik ve Ölçüm Hatası

Ortopedik problemi olan bir bireyin ilgili bölgesinde zaman içinde meydana gelen değişiklikleri ölçmek için kullanılan değerlendirme araçlarının klinik açıdan önemli olan minimum farklılıkları saptama özelliği olması beklenir. Bu nedenle, ölçüm hatasının boyutunun bilinmesi sadece uygun ölçüm aracının seçimi için değil, aynı zamanda verilerin yorumlanması ve farklı çalışmalar arasında karşılaştırma yapılması için de gereklidir. Kliniklerde uygulanan tedavinin aynı bireyde zaman içinde etkilerini değerlendirmek veya değişiklikleri izlemek için yöntemler sıklıkla kullanılır. Kullanılan yöntemler için iki değerlendirici veya iki ölçüm arasındaki uyuma parametrelerinin önemine odaklanılmaktadır (108). SEM ve MDD ölçüm hatasını orijinal değerle aynı birimde ifade ederek klinik yorumlamayı kolaylaştıran parametrelerdir. SEM ve MDD, ICC'nin aksine bireyler arasındaki değişkenlikten etkilenmez (109). Bu nedenle, değerleri çeşitli hasta gruplarına aktarılabilir.

Reissner ve ark.'nın 20 sağlıklı bireyde el bileği ve el eklemlerinin 3-boyutlu video analizi ve plastik gonyometre ölçümlerinin karşılaştırmalı çalışmasında analiz edilen tüm eklemlerin ortalaması alındığında, gonyometrik ölçümün MDD'sini 18° ve 3 boyutlu ölçümün ise 10° olarak bulmuşlardır (110). Bu durum, NEH'deki bir değişikliği gerçek bir değişiklik veya sadece bir ölçüm hatası olarak yorumlamak için çok dikkatli olunması gerektiği anlamına gelir. Araştırmacılar, el bileği

fleksiyon/ekstansiyon ve radial/ulnar deviasyon için MDD'yi 18° bulmuşlardır. Macedo ve Magee ise, 12 sağlıklı yetişkinde el bileğinin pasif NEH'ini universal gonyometre ile ölçtükleri çalışmalarında MDD'yi el bileği fleksiyonu için 11° ve ekstansiyonu için 8° olduğunu saptamışlardır (111). Çalışmamızda internet bazlı gonyometrenin en küçük farkının el bileği fleksiyon/ekstansiyon için 7° ve radial/ulnar deviasyon için 4° olduğu bulunmuştur. Çalışmamızdan elde edilen el bileği hareketleri için MDD değerleri literatürdeki çalışmalardan daha küçüktür. İnternet bazlı gonyometre ile ölçülen parmak eklemleri için MDD değerleri ise 5° - $11,5^\circ$ arasında değişmektedir. Reissner ve ark. parmak eklemleri için MDD değerini 12° ile 24° arasında olduğunu bildirirken (110); Ellis ve Bruton'un splintlenmiş bir pozisyonda parmak eklemlerinin gonyometrik ölçümünü inceledikleri çalışmalarında MDD 4° - 5° olarak bildirilmiştir (57). Farklı ölçüm araçları ve standardizasyon prosedürleri kullanıldığı zaman dikkate alınması gereken minimal ölçüm değişikliği de değişmektedir. Dolayısıyla, hastaya uygulanan bir tedavinin etkinliğini değerlendirirken kullanılan ölçüm yöntemine göre ölçüm sonuçlarının yorumlanması daha doğru çıkarımlara ulaşılmasını sağlayacaktır. Nitekim, çalışmamızda olduğu gibi standardize pozisyonların kullanıldığı ölçümler (57) veya üç boyutlu hareket analiz sistemlerinin kullanıldığı ölçümler (110) eklem hareketliliğinde daha küçük değişiklikleri tanımlanmasına izin vermektedir.

Eklem hareket ölçümlerinin hesaplanan kesinliği kullanılan ölçüm aracına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin; üç boyutlu hareket sistemi kullanılarak yapılan ölçümlerde ölçüm hatası manuel gonyometre ölçümlerinden daha az olduğu bildirilmiştir. Ölçüm hatasının büyüklüğü, ölçüm araçlarının hastaya uygun olarak seçilmesine ve ölçüm sonuçlarının objektif yorumlanmasına yardımcı olur. Reissner ve ark.'nın çalışmalarında ölçüm hatası el bileği fleksiyon/ekstansiyon için $6,4^\circ$, radial/ulnar deviasyon için $6,5^\circ$ olarak bildirilmiştir (110).

LaStayo ve Wheeler, el bileği problemi olan 120 hastada universal gonyometre kullanarak el bileğinin pasif NEH'ini değerlendirmiş ve SEM'i $5,6^\circ$ ile $8,1^\circ$ bulmuştur (13). Horger, el terapisi kliniğine yönlendirilen 48 bireyde aktif ve pasif el bileği hareket ölçümlerinin güvenilirliğini test etmek amacıyla yaptığı çalışmasında ölçüm hatasını $2,6^\circ$ - $4,5^\circ$ arasında bulmuştur (112). Macedo ve Magee ise el bileği hareketleri için ölçüm hatasını $2,9^\circ$ ile $7,4^\circ$ arasında bildirmişlerdir (111). Çalışmamızda internet

bazlı gonyometrenin ölçüm hatası el bileği fleksiyon/ekstansiyon için $2,6^\circ$ için, radial/ulnar deviasyon için $1,5^\circ$ bulunmuştur. Çalışmamızda Reissner ve ark.'nın (110) yaptığı çalışmaya benzer olarak el bileği hareketleri her yöne ayrı olarak değerlendirilmemiştir. Nitekim, sonuçlarımız hareketin yönünden ziyade eklem hareket açıklığını dikkate almıştır, bu nedenle her yöndeki iki ölçüm noktasının da gonyometrenin yerleştirilmesiyle ilişkili bağımsız hatadan etkilendiği düşünülebilir.

Çalışmamızda parmak eklemleri için ölçüm hatası $2,1^\circ$ ile $4,2^\circ$ arasındaydı. Parmaklar arasında en fazla ölçüm hatası olan parmak ikinci parmak eklem ölçümleri idi. İkinci parmağın PİF eklem hareket ölçüm hatası $4,2^\circ$ idi. İkinci parmak eklemlerinin fleksiyonu ve ekstansiyon hareketlerinin ölçümleri sırasında ekran görüntüsünde üçüncü ve dördüncü parmakların hatlarının görünmesi ölçüm hatasını artırmış olabilir. Ölçüm hatasının en fazla olduğu ikinci eklem 3. MKF eklem hareketi idi. Üçüncü parmak eklemlerinin ekran fotoğrafında diğer parmaklara göre daha az belirgin olması ölçüm hatasını artırmış olabilir. Üçüncü parmak ölçümleri için standardizasyonu sağlamak amacıyla pilot çalışmada hem radial hem de ulnardan kemik işaretlemeler kullanılarak deneme çekimleri yapılmıştır. Üçüncü parmağın PİF ve DİF eklemlerinin ekranda en belirgin olarak radialden, MKF eklemının ise en belirgin olarak ulnardan ayırt edilmesi nedeniyle bu şekilde ölçüm tercih edilmiştir. Çalışmamızda parmak eklemleri için hesaplanan ölçüm hataları literatürdeki çalışmalarda belirtilen değerlerden daha az kaydedildi. Reissner ve ark. parmak eklemleri için ölçüm hatasını $4,2^\circ-8,8^\circ$ (110); Stam ve ark. $4^\circ-6^\circ$ arasında bildirmişlerdir (113).

Ölçüm hatası ve minimal değişim değerleri özellikle örneklem büyüklüğü hesaplamaları için en önemli parametrelerdir. Deneysel bir çalışmada daha kesin sonuçlar sağlayan değerlendirme yöntemlerinin kullanılması çalışma için gerekli birey sayısını büyük ölçüde azaltacaktır. Bu nedenle, çalışmamızda kullandığımız gonyometrik yöntem el bileği ve el eklem hareketlerinin ölçümlerinde daha az ölçüm hatasına neden olması, dolayısıyla daha küçük değişimleri ayırt edebilmesi nedeniyle gelecek çalışmalarda kullanılabilir.

5.3. Değerlendiriciler İçi ve Değerlendiriciler Arası Güvenirlilik

Johnson ve ark'nın yaptığı çalışmada yirmi yedi el terapisti, iki farklı gonyometre kullanarak dört farklı ekran görüntüsünden parmakların MKF, PİF ve DİF eklem açılarını ölçmüştür (85). Ölçüm için bireylerin ölçüm yapılan eklemi özel yapım orteze sabitlenerek ekran görüntüsü alınmıştır. Ölçümler plastik gonyometre ve parmak gonyometresi kullanılarak yapılmıştır. Değerlendiriciler içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik için ICC değerleri tüm eklemler ve her iki gonyometre için orta ile mükemmel (parmak gonyometresi: ICC= 0,59-0,86; plastik gonyometre: ICC= 0,69-0,92) arasında bulunmuştur. Değerlendiriciler arası güvenilirlik MKF eklemlerde (parmak ve plastik gonyometre) ve DIF eklemlerde (plastik gonyometre) daha düşük çıkmıştır. Araştırmacılar MKF eklem ölçümünde parmak gonyometresinin orta seviyede güvenilir olmasının nedeni olarak uzun metakarpal hat ile gonyometresinin kısa mobil kolu arasındaki uyumsuzluk olduğunu öne sürmüştür. DIP eklem ölçümünde de plastik gonyometrenin uzun hareketli kolu ile kısa distal falanks arasındaki uyumsuzluğun sonuçları etkilemiş olabileceği belirtilmektedir. Çalışmamızda plastik gonyometre ve internet bazlı gonyometre için ekran görüntüsünden yapılan tüm eklem ölçümlerinin ICC değerleri güçlü bulunmuştur. DIF eklem ölçümlerinin ICC değerinin Johnson ve ark'nın (85) yaptığı çalışmadan daha yüksek olmasının sebebi ölçüm pozisyonundan kaynaklanmış olabilir. Çalışmamızda, her bir eklemin izole hareketini ölçmek için sabit bir platform kullanılarak tüm ölçümler yatay düzlemde yapıldı. Böylelikle, distal eklem ölçümleri sırasında proksimal eklemler stabilize edilmiş oldu. Johnson ve ark. ise DIF eklem ölçümlerini kombine parmak fleksiyonu sırasında vertikal pozisyonda ölçmüşlerdir (85). Ekran görüntüsü ölçümleri için el eklemleri gibi aynı hat üzerinde birden çok eklemin yer aldığı eklemlerin NEH ölçümünde pozisyonlama, ölçüm hatalarını azaltmak için odaklanılması gereken önemli konular arasında yer alır.

Eklemlerin ekran görüntüsü ölçümlerinde kullanılan yöntem, üç boyutlu bir parmağın iki boyutlu bir resme dönüştürülmesine bağlıdır. Bu nedenle “paralaks hatası” olasılığını ortaya çıkarır. Paralaks etkisi, farklı açılardan bakıldığında nesnelerin göreceli konumlarındaki değişikliklerdir. Ekran görüntüsünde, merceğin ekleme göre konumuna bağlı olarak eklem açıları daha büyük veya daha küçük görünebilir. Örneğin Johnson ve ark'nın yaptığı çalışmada DİF ve MKF eklemlerin sanal

ölçümlerinin ortalamasının yüz yüze yapılan ölçümlerden farklı çıkmasının paralaks hatasına bağlı olduğu düşünülmüştür (85). Bu nedenle, ölçüm hatasını önlemek için çekim yapılan cihazın eklemden uzaklığını ve konumunu da standardize etmek önemlidir. El eklemlerinin lateral fotoğraflamasında dijital kameranın MKF eklem aksisine göre hizalanması ve parmak eklem ölçümlerinin el bileği nötral pozisyondayken yapılması tavsiye edilmektedir (33). Çalışmamızda parmak eklem ölçümlerini standardize edebilmek amacıyla platform kullanarak proksimal eklemlerin nötralde pozisyonlanmasına ve dijital kameranın sabit bir uzaklıktan MKF eklem aksisine göre konumlandırılmasına dikkat edilmiştir. Böylelikle fotoğraf ölçümlerinde sıklıkla karşılaşılan paralaks hata olasılığı azaltılmaya çalışılmıştır. Çalışmamızda sağlıklı bireyler kullanıldığı için eklemlerin pozisyonlaması kolaylıkla yapılabildi. Ancak, travma sonrası ağrı, ödem veya komşu parmakların pozisyonu gibi travmaya veya hastalığa ilişkin faktörler nedeniyle video konsültasyonla NEH ölçümleri komplike hale gelebilir. Bununla birlikte, zayıf ışıklandırma, zayıf internet bağlantısı veya hastaya ilişkin teknoloji kullanımı ile ilgili diğer faktörler de ölçümü zorlaştırabilir. Gelecek çalışmalarda, çalışmamızda kullandığımız yöntemin farklı el problemleri olan hastalardaki güvenilirliğinin test edilmesini ve hastaya ve/veya fiziki ortama ilişkin faktörlerin video konsültasyonla NEH ölçümlerine olan etkisinin araştırılmasını öneriyoruz.

Fenelon ve ark. çalışmalarında PİF eklem içi kırığı nedeniyle statik eksternal fiksator ile tedavi edilen 15 hastanın klinik sonuçlarını cep telefonu aracılığıyla gönderilen klinik resimler aracılığıyla değerlendirmişlerdir (34). Hastalardan etkilenen parmağın iki klinik görüntüsünü cep telefonuyla çekmeleri ve bunları e-posta ile göndermeleri istenmiştir. Hastalar tam ekstansiyonda ya da “tam düz” parmağın lateral görünüşünü ve tam fleksiyonda ya da “olabildiğince bükülmüş” parmağın lateral görünüşünü fotoğraflamışlardır. Görüntüler alındıktan sonra JPEG formatına dönüştürülerek elektronik gonyometre (Scale 2.0 ücretsiz yazılım, açı ölçüm aracı, ^a Sgrillo) kullanarak her hasta için parmak NEH’ini iki değerlendirici tarafından bağımsız olarak hesaplanmıştır. PİF eklem merkezi dayanak noktası olarak alınarak proksimal falanksın volar yüzeyi ile orta falanks arasındaki açı ölçülmüştür. Değerlendiriciler arası güvenilirlik mükemmel düzeyde bulunmuştur (ICC=0,957) (34). Smith ve ark. dupuytren hastalığı olan 60 hastada dupuytren kontraktürlerinin

bilgisayar yazılımı destekli ölçümünü klinik gonyometrik ölçümlerle karşılaştırmışlardır (21). Hastaların 70 PİF ve 6 DİF eklemlerinin dijital fotoğrafları çekilerek bu görüntülerin kontraktür dereceleri, farklı kıdeme sahip altı ortopedist tarafından bilgisayar yazılımı ile değerlendirilmiştir. PİF ve DİF eklem hareketlerini ölçerken dorsal yerleşim yerine etkilenen parmağın falankslarının orta eksenlerini kriter almışlardır. Değerlendiriciler arasında, gonyometrik ölçümler ile bilgisayar yazılımı ile yapılan ölçümleri arasında güçlü bir ilişki ($r=0,88$) ve değerlendiriciler arası ($ICC=0,92$) ve değerlendiriciler içi ($ICC=0,95$) yüksek korelasyon katsayıları bulunmuştur (21). Araştırmacılar dupuytren kontraktürlerinde ameliyattan sonra kontraktürün izlenmesinde ve hastalığın ilerlemesine yönelik araştırmalarda ve cerrahi tedavinin etkinliğini değerlendirmeyi kolaylaştırması bakımından bilgisayar destekli NEH ölçümlerini önermektedir.

Smith ve ark. çalışmalarında her fotoğraf, fotoğrafın hangi özelliklerinin en iyi ilişkiyi sağladığını belirlemek için belirli kriterlere göre değerlendirilmiştir(21). Değerlendirilen özellikler: (1) Fotoğraf çekilirken elin üzerinde durduğu yüzeye göre pronasyon derecesi kaydedilmiştir. Pronasyon derecesi üç kategoride değerlendirilmiştir: düz ($0-15^\circ$), hafif pronasyonda ($16-30^\circ$), orta derecede pronasyonda ($31-45^\circ$). (2) Elin lateral veya oblik görünümde fotoğraflandığı kaydedilmiştir. (3) Kamera-el görüntüsünün kaydırma açısının düşük ($0-25^\circ$), orta ($26-50^\circ$) veya yüksek ($51-75^\circ$) olup olmadığı görsel olarak belgelenmiştir (21). El genişliği, distal enine palmar radial çizgiden distal palmar ulnar çizgiye olan mesafe olarak tanımlanmıştır. Fotoğrafın farklı büyütmelerine izin vermek için, palmar genişliği, küçük parmağın terminal falanksının uzunluğuna, parmak pulpasının ucuna kadar olan distal fleksiyon çizgisine göre standardize etmişlerdir. El genişliğinin distal falanks oranı kameranın kaydırma açısı ile ilişkilendirilmiştir. Dupuytren'in kontraktürlerini dijital bir fotoğraftan görsel olarak tahmin ederken, en iyi korelasyonu oluşturmak için elin düz olması, lateralden görüntü alınması ve orta derecede yükseltilmiş bir kamera kaydırma açısından fotoğraflanması gerektiğini göstermektedir. El bilgisayar destekli ölçümler için değerlendirildiğinde ise düzden biraz pronasyonlu bir el görüntüsünün marjinal olarak daha iyi, ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir korelasyona sahip olduğu bulunmuştur (21).

Klinisyenin deneyiminin gonyometre ölçümlerini etkilediği belirtilmektedir. Dijital fotoğraflamada ise hastanın kendisi veya bakım veren bir kişi de uygun talimatlar verilmesi halinde ölçümleri yapabilir. Ölçümlerin tutarlı ve güvenilir olması ise sağlık profesyonellerine telerehabilitasyon uygulamalarıyla hasta tedavi ve takibinde kolaylık sağlar. Zhao ve ark. 50 dupuytren hastasının 123 eklemde akıllı telefon fotoğraflama ile parmak eklem ölçümlerinin güvenilirliğini değerlendirmişler ve geleneksel gonyometre ölçümleriyle karşılaştırılmıştır (28). Fotoğraflamayı bir el cerrahı (eğitilmiş fotoğraflama) ve hastaların aile üyeleri gibi tıbbi eğitim almamış ve çalışmaya aşina olmayan bir klinik dışı kişi (eğitimsiz fotoğraflama) tarafından yapılmıştır. Görüntüler, “GNU Image Manipulation Program” yazılımıyla kontraktür açıları açısından analiz edilmiştir. Her eklem kontraktürü için açılar, parmağın dorsal yüzeyi boyunca 3 referans noktası kullanılarak hesaplanmıştır. Dorsal yüzey işaretleri kolayca tanımlanamadığında, bunun yerine dorsal ve volar yüzeyler arasındaki her bir eklemdaki orta noktalar kullanılmıştır. Her iki fotoğraf seti de yazılım analizi yoluyla kontraktür derecesi açısından analiz edilerek geleneksel gonyometre ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Eğitilmiş ve eğitimsiz fotoğraf seti ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (28). Kontraktür ölçümündeki ortalama fark manuel gonyometre ve eğitilmiş fotoğraflama ölçümü arasında $3,2^{\circ}$, ve manuel gonyometre ve eğitimsiz fotoğraflama ölçümleri arasında $3, 0^{\circ}$ bulunmuştur. İki değerlendirici arasındaki fotoğraf ölçümleri yüksek tutarlılık göstermiştir (ICC = 0.92) (28). Smith ve ark.’nın dupuytren kontraktürü olan hastalarda fotoğraf gonyometre kullanımını inceledikleri çalışmalarında MKF eklemler hariç tutmuş ve tüm fotoğraflar hekimler tarafından akıllı telefon yerine dijital kamera kullanılarak çekilmiştir (21). Zhao ve ark.’nın çalışmalarında ise, parmak eklemlerinin açı ölçümü için referans kılavuzu olarak her görüntüde bir kalemin düz kenarını kullanarak MKF eklem kontraktürlerini görselleştirmedeki zorluk aşılabilmektedir (28). Ayrıca bu çalışma, profesyoneller tarafından çekilen fotoğraflar ile hasta aile üyeleri ve arkadaşlar gibi eğitimsiz kişiler tarafından çekilen fotoğrafları karşılaştırarak, fiziksel olarak uzak bir ortamda elde edilen fotoğraflar için gerçekçi bir temsil sağlanmaya çalışılmıştır. Georgeu ve ark. ayrıca parmak eklem ölçümlerini hem bilgisayar destekli gonyometre hem de standart gonyometre ile ölçmüşler ve aralarında 1° ’lik bir fark elde edilmiştir (33). Ancak çalışmalarında, elin tek tip yerleştirilmesi için özel yapım bir

jig kullanılmıştır ki bu, yoğun bir ortamda kullanım için çok külfetli ve klinik veya telerehabilasyon uygulamaları için pratik olmayan bir prosedürdür. Klinik kullanım için pratik prosedürler ve talimatlar geliştirilmesi değerlendiriciler arası güvenilirliği artırmak için önemlidir. Özellikle klinik dışı kişilerin ölçümlerini standardize etmek amacıyla çalışmaya alınan hastalara bir talimat broşürü verilerek ilgili parmakları broşürde açıklandığı gibi konumlandırarak fotoğraflaması istenebilir (28).

Uygun talimatlar kullanılarak akıllı telefon fotoğrafçılığının kontraktürleri ölçmedeki doğruluğu, hem klinik hem de araştırma ihtiyaçları için potansiyel telerehabilasyon uygulamaları sunması bakımından önemlidir. Akıllı telefon fotoğrafçılığı gibi video konsültasyon sırasında çekilen fotoğraflar da gonyometre ölçümüne eşdeğer ölçümleri sağlamaktadır. Çalışmamızda NEH ölçümleri bu konuda eğitim görmüş 20 yıllık deneyimi olan bir fizyoterapist (C.A.K.) ile 4 yıllık deneyimi olan bir fizyoterapist (B.G.) tarafından yapılmıştır. Fotoğraflama için bireylerin pozisyonlanması, referans nokta işaretlemeleri, video çekimi B.G. tarafından talimatlara uygun şekilde yapılmıştır. Değerlendiriciler arası güvenirliliğin tüm NEH ölçümleri için güçlü olduğu kaydedilmiştir. Ölçümler için ICC değerleri 0,764-0,989 arasında değişmektedir. Çalışmamızda el bileği ve parmakların MKF, PİF ve DİF eklemler için değerlendiriciler içi ve değerlendiriciler arası güçlü bir güvenilirlik göstermesi; video konsültasyonları sırasında parmak eklemi açısını ölçmek için bu tekniğin kullanımını desteklemektedir. Görece deneyimsiz değerlendiriciler bile standartlaştırılmış bir yöntemi izlerse doğru ölçüm yapabilirler. Bu çalışmaların sonuçları, Salter'in "gonyometre ölçümlerinde ölçüm hataları esas olarak hatalı uygulamalarından kaynaklanmaktadır" şeklindeki söylemini de desteklemektedir (103) ve test prosedürlerinin standardize edilmesinin önemini açıkça göstermektedir. Çalışma hedefleri dışında kaldığı için eklem hareket ölçümlerinin klinik dışı bir kişi ile tutarlılığı incelenmemiştir. Ancak ölçüm talimatları hazırlanırken, hastaların veya bakım verenlerin de video konferans sırasında veya akıllı telefon uygulamalarıyla ilgili eklem hareketlerini fotoğraflayabilmeleri için talimatların basit, anlaşılır ve kolay uygulanabilir olmasına dikkat edilmiştir. Gelecek çalışmalarda farklı hasta gruplarında video konferans sırasında çekilen ekran görüntülerinden yapılan ölçümlerin farklı değerlendiriciler arasındaki güvenilirliği araştırılabilir.

5.4. Geçerlik

Yeni bir yöntemin geçerliğini test etmek için altın standart bir yöntem ile karşılaştırılması ölçümlerin doğruluğunu tahmin etme olanağı sağlayacaktır. Literatürde gonyometrik ölçümlerin geçerliğini test eden çalışmalarda radyografik ölçümlerle karşılaştırmalı çalışmalar bulunmaktadır. Chapleau ve ark. dirsek hareket açıklıklarının değerlendirilmesinde radyografik ölçümlerle karşılaştırıldığında gonyometrik ölçümlerin geçerliliğini değerlendirmiştir. Her iki ölçüm yönteminin ilişkili olduğu, ancak, gonyometre ile ölçüldüğünde, dirsek NEH'inin yaklaşık 10°'lik bir maksimum hata gösterdiği bulunmuştur (114). Hallux valgus ölçümünde ise klinik gonyometri ile karşılaştırıldığında radyografik ölçümlerin farkının 1,8° olduğu kaydedilmiştir (115). El ve parmak gonyometrik ölçümlerinin radyografik ölçümlerle karşılaştırıldığı bir çalışmada el bileği, 2.MKF ve 2. PİF eklemleri için gonyometre değerlendirmeleri, kontrol radyografilerinde elde edilen ölçümlerin $\pm 5^\circ$ dahilinde olmadığı kaydedilmiştir (51). Aynı eklemler göz önüne alındığında, gonyometre ölçümleri, bazı PİF eklem pozisyonunda kontrol radyografi ölçümlerine önemli ölçüde daha yakın olduğu bulunmuştur (51).

Literatürde fotoğraf üzerinden yapılan ölçümlerin geçerliğini araştıran az sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalar genellikle fotoğraf üzerinden yapılan ölçümler ile farklı gonyometre kullanılarak yapılan ölçümler veya yüz yüze yapılan gonyometrik ölçümler arasındaki ilişkiyi ve ölçüm farkları analiz etmektedir. Trehan ve ark. el bileği cerrahisi geçiren 69 hastada yaptıkları çalışmalarında el bileği hareketlerinin yüz yüze gonyometrik ölçümleri ile dijital fotoğraftan ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Tüm yönlerdeki el bileği aktif hareketleri için iki ölçüm arasında iyi düzeyde ilişki bulunmuştur (31). Georgeu ve ark. bilgisayar destekli gonyometrinin doğruluğunu yüz yüze yapılan standart gonyometre ölçümleri ile karşılaştırmıştır (33). Parmak fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri standart gonyometri kullanarak ölçülmüş ve sonrasında eklem hareketlerinin lateralden görüntüsü çekilerek gonyometrik ölçümler tekrarlanmıştır. Sonuçlar arasında güçlü bir korelasyon ($r^2=0.975$) olduğu kaydedilmiştir (33). Bilgisayar bazlı gonyometre ölçümleri ile standart gonyometre ölçümleri arasında ortalama 18° fark olduğu saptanmıştır. Smith ve ark.'nın yaptığı çalışmada dupuytren kontraktürü olan hastalarda yüz yüze gonyometrik ölçüm ile fotoğrafik gonyometrik ölçüm arasında güçlü bir ilişki olduğu ($r=0.88$) bulunmuştur

(21). Zhao ve ark'nın yaptığı çalışmada da dupuytren hastalarında yüzyüze yapılan ölçümler ile fotoğraf üzerinden yapılan ölçümler arasında sadece 3° fark çıkmıştır (28).

Çalışmamızda internet bazlı gonyometrenin geçerlik özelliğini test etmek amacıyla deneyimli değerlendiricinin ölçümleri ile altın standart kabul edilen universal gonyometre ölçümleri arasındaki uyum katsayıları incelenmiştir. Tüm el bileği ve el ölçümleri için ICC değerleri güçlü bulunmuştur. Bunun yanı sıra, deneyimli değerlendirici tarafından ölçülen internet bazlı gonyometre ölçümleri ile universal gonyometre ölçümleri arasında pozitif yönde orta ile çok yüksek arasında ilişki olduğu saptanmıştır. İki ölçüm arasında önkol supinasyon; başparmak MKF ekstansiyon; 4. Parmak MKF fleksiyon, ekstansiyon, PİF fleksiyon ve DİF fleksiyon; 5. Parmak DİF fleksiyon ölçümleri arasında fark saptanmıştır. Bu eklemlerin ölçümleri için daha belirleyici referans işaretlemeler kullanılabilir. Üçüncü parmağın ekran görüntüsünden ölçümü komşu parmakların PİF eklem görüntüsünü bozması nedeniyle zorlaşmaktadır. Üçüncü parmağın ölçümleri için farklı görüntüleme yöntemlerinin karşılaştırmalı çalışmalarına ihtiyaç vardır. Özellikle ekran görüntüsü ölçümleri ile radyografik açı ölçümlerinin karşılaştırması klinik verilerin daha doğru yorumlanmasını sağlayacaktır.

5.5. Çalışmanın Limitasyonları

1. Çalışmada kullandığımız yöntemde her ne kadar ölçüm yöntemi standardize edilse de, üç boyutlu bir parmak iki boyutlu bir resme dönüştürüldüğü için paralaks hatası olasılığı ölçüm hatasına neden olabilir. İleri çalışmalarda ekran görüntüsü gonyometrik ölçümlerinde ölçüm hatalarını etkileyen değişkenlerin araştırılmasını öneriyoruz. Bununla birlikte, eklemin 'gerçek' bir lateral görünümü elde edilecek şekilde ekran görüntüsü alırken elin ve hedef parmağın konumlandırılması önemlidir. Gelecekteki çalışmalarda radyologlar ile birlikte paralaks hatasının potansiyel etkisini en aza indirmek için standartlaştırılmış bir protokol geliştirilebilir.

2. Çalışmamızda, internet-bazlı gonyometre ölçüm yöntemi, plastik gonyometre kullanılarak ekran görüntüsünden yapılan ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, yüz yüze yapılan ölçümlerle veya farklı gonyometre kullanılarak yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında farklılık gösterebilir.

3. Çalışmamızda eklem hareket ölçümleri pozisyonlama, işaretleme ve video çekimi bu konuda eğitimi olan bir fizyoterapist tarafından yapılmıştır. Çalışma protokolünün hastalar veya bakım verenler tarafından uygulanabilirliğine yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır. Tıbbi eğitim almamış klinik dışı bireylerin yaptığı ölçümlerin güvenilirliğinin test edilmesi ölçüm protokolünün kliniklerde kullanılması için önemlidir.

4. Çalışmamızda işaretleme yaparak gonyometrik ölçümler yapılmıştır. Gelecek çalışmalarda işaretleme yapmadan elde edilen ölçümlerin güvenilirliğinin test edilmesi bu alanda literatüre katkı sağlayacaktır.

5. Çalışmamızda eklem hareketleri akıllı telefon kamerası ile yüksek kalitede çekilen videolardan elde edilen ekran görüntüleri üzerinden ölçülmüştür. Video konsültasyon sırasında ise internet bağlantısının hızına bağlı olarak görüntü kalitesinde düşüş yaşanacaktır, dolayısıyla bu protokolün video konsültasyon sırasında elde edilen görüntülerden yapılacak ölçümlerde uygulanabilirliğinin test edilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır

5.6. Ortopedik Rehabilitasyon Bilimine Katkısı

COVID-19 pandemisi, ortopedik problemi olan hastaların çevrimiçi platformlar aracılığıyla tedavi ve takip edilmesine yönelik hızlı bir geçişi teşvik etmiştir. Sağlık politikaları, tele sağlık konsültasyonları da dahil olmak üzere teknolojik çözümlerin yüz yüze görüşmelerin üçte birinin yerini alacağını öngörmektedir (116-118). Bu durumu ülkelerin sağlık politikaları, ekonomik gücü, iklim değişimleri ve kültürel farklılıkları etkilemektedir. Telerehabilitasyon ve teleizlem uygulamaları, hastalar ve sağlık hizmetleri için maliyet tasarrufu sağlama potansiyeline sahiptir ve hastaların seyahat yükünü azaltarak uzman hizmetlere erişimi artırabilir. Ayrıca, nakliye gereksinimlerinin azaltılması ile çevrenin korunmasına bir faydası vardır. Çalışmamızda el bileği ve el problemleri olan hastaların telerehabilitasyon uygulamaları ile takip edilebilmesi için internet bazlı gonyometre kullanarak standardize bir ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem ile video konsültasyon sırasında alınan ekran görüntüsünden hastaların eklem hareket ölçümlerini güvenilir bir şekilde ölçmek mümkün olacaktır. Fizyoterapistler eli

ve/veya el bileğini içeren kas iskelet sistemi problemi olan hastaların eklem açılarını bir ekran görüntüsünden güvenilir bir şekilde ölçebilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızda, sağlıklı kişilerde internet bazlı gonyometrenin değerlendiriciler içi ve değerlendiriciler arası güvenilirliği ve geçerliği test edildi. Çalışmamızda geliştirdiğimiz standardize ölçüm yönteminin el veya el bileği problemi olan bireylerdeki psikometrik özelliklerinin araştırılması ve hastalığa özel ölçüm protokollerinin tanımlanması önerilir.
2. Çalışmamızda ölçümler sırasında referans işaretlemeler kullanıldı. Üç boyutlu anatomik yapıların dijital ortamda iki boyuta indirgenmiş görüntülerinden yapılan ölçüm hatalarını azaltmak için referans işaretlemeleri kullanılması önerilir. Çünkü, işaretleme şekilleri bile ölçüm uygulaması açısından farklılığa yol açabilir ve ölçüm hatalarını artırabilir. Çalışmamızda, önce pilot çalışma yapılarak ekran görüntüsünden en iyi algılanabilecek işaretleme modeli üzerinde çalışıldı. Parmak ölçümleri için eklem dorsal yüz merkezi ile ulnar/radial taraftaki merkezinin bir çizgi ile birleştirilmesi uygun olduğuna karar verildi.
3. Çalışmamızda ölçümleri standardize etmek amacıyla kullanılan bir diğer yöntem ise ölçüm platformu kullanmaktı. Eklem ölçüm için önceden belirlenmiş uygun pozisyonlarda platform üzerinde pozisyonlanarak değerlendirilen eklem hareketini proksimal eklemlerin stabilizasyonu sağlanarak izole olarak ölçmek amaçlandı. Özellikle el yaralanması olan bireylerin yaralanmaya ilişkin faktörlerini göz önüne alarak farklı ölçüm pozisyonlarının geliştirilmesi önerilir.
4. Sonuçları etkileyecek bir diğer faktör olan kameranın pozisyonu da standardize edildi. Paralaks hatasını en aza indirmek için kamera açısının platform düzlemi referans alınarak ölçülen eklemi merkeze alması sağlandı. Ölçüm hatasını önlemek için çekim yapılan cihazın da göz önünde bulundurulmasını ve eklemden uzaklığı ve konumunun standardize edilmesini önermekteyiz.
5. Çalışmamızda internet bazlı gonyometrenin eşzamanlı geçerlik özelliğini test etmek amacıyla değerlendirilen, deneyimli değerlendiricinin ölçümleri ile altın standart kabul edilen universal gonyometre ölçümleri arasındaki ICC değerleri tüm el bileği ve el ölçümleri için oldukça yüksek bulundu ve deneyimli

değerlendirici tarafından ölçülen internet bazlı gonyometre ölçümleri ile universal gonyometre ölçümleri arasında pozitif yönde orta ile çok yüksek arasında ilişki olduğu saptandı.

6. Çalışmamızda internet bazlı gonyometre ile yapılan el bileği ve parmak eklemleri ölçümlerinin değerlendiriciler içi ve değerlendiriciler arası güçlü güvenilirlik gösterdiği bulundu. Bu sonuçlar test prosedürlerinin standardize edilmesinin önemini ortaya koymakta ve video konsültasyonlar sırasında el bileği ve el eklem hareket açısını ölçmek için bu yöntemin kullanılabilirliğini desteklemektedir.
7. Çalışmamızda el bileği ve el ölçüm hatası literatürdeki çalışmalardan küçüktü. En fazla ölçüm hatası olan parmaklar 2. ve 3. parmaklardı, bu parmakları ilgilendiren eklem hareket açıklığı ölçümlerinde yapılacak referans işaretlemelerin, görüntü kaydı sırasında anatomik yapıların daha iyi ayırt edilebilmesine olanak sağlayacak biçimde standardize edilmesini önermekteyiz.
8. Sonuç olarak internet bazlı gonyometre el bileği ve el eklem hareket açıklığı ölçümlerinde kullanılacak alternatif bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu protokolün tıbbi eğitim almamış hastalar veya bakım verenler tarafından uygulanabilirliğine, referans işaretleme yapılmaksızın elde edilen ölçümlerin güvenilirliğinin test edilmesine, internet hızı ile bağlantılı olarak video konsültasyon sırasında daha düşük kalitede elde edilecek görüntülerden yapılacak ölçümlerde uygulanabilirliğine ve üçüncü parmağın ölçümleri için farklı görüntüleme yöntemlerinin karşılaştırmalı değerlendirmelerine dair çalışmalarla desteklenmesini önermekteyiz.

7. KAYNAKLAR

1. De Carvalho RMF, Mazzer N, Barbieri CH. Analysis of the reliability and reproducibility of goniometry compared to hand photogrammetry. *Acta Ortopedica Brasileira*. 2012;20(3):139.
2. Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. *JBJS*. 1979;61(5):756-9.
3. Ellis B, Bruton A, Goddard JR. Joint angle measurement: a comparative study of the reliability of goniometry and wire tracing for the hand. *Clinical rehabilitation*. 1997;11(4):314-20.
4. Russell T, Jull G, Wootton R. Can the Internet be used as a medium to evaluate knee angle? *Manual therapy*. 2003;8(4):242-6.
5. Pourahmadi MR, Ebrahimi Takamjani I, Sarrafzadeh J, Bahramian M, Mohseni-Bandpei MA, Rajabzadeh F, et al. Reliability and concurrent validity of a new iPhon® goniometric application for measuring active wrist range of motion: a cross-sectional study in asymptomatic subjects. *Journal of anatomy*. 2017;230(3):484-95.
6. Carter TI, Pansy B, Wolff AL, Hillstrom HJ, Backus SI, Lenhoff M, et al. Accuracy and reliability of three different techniques for manual goniometry for wrist motion: a cadaveric study. *The Journal of hand surgery*. 2009;34(8):1422-8.
7. MEng KL. Development of finger-motion capturing device based on optical linear encoder. *Journal of rehabilitation research and development*. 2011;48(1):69.
8. Oess NP, Wanek J, Curt A. Design and evaluation of a low-cost instrumented glove for hand function assessment. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2012;9(1):1-11.
9. Macionis V. Reliability of the standard goniometry and diagrammatic recording of finger joint angles: a comparative study with healthy subjects and non-professional raters. *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14(1):1-11.
10. Crasto JA, Sayari AJ, Gray RR, Askari M. Comparative analysis of photograph-based clinical goniometry to standard techniques. *Hand*. 2015;10(2):248-53.
11. MacDermid J, Solomon G, Fedorczyk J, Valdes K. Impairment based conditions. *Clinical Assessment Recommendations Third Edition Mount Laurel, NJ: American Society of Hand Therapists*. 2015.
12. Bovens AM, van Baak MA, Vrencken JG, Wijnen JA, Verstappen FT. Variability and reliability of joint measurements. *The American Journal of Sports Medicine*. 1990;18(1):58-63.
13. LaStayo PC, Wheeler DL. Reliability of passive wrist flexion and extension goniometric measurements: a multicenter study. *Physical Therapy*. 1994;74(2):162-74.
14. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Physical therapy*. 1987;67(12):1867-72.
15. Jacklin P, Roberts J, Wallace P, Haines A, Harrison R, Barber J, et al. Virtual outreach: economic evaluation of joint teleconsultations for patients referred by their general practitioner for a specialist opinion. *Bmj*. 2003;327(7406):84.
16. Ge M, Chen J, Zhu Z, Shi P, Yin L, Xia L. Wrist ROM measurements using smartphone photography: reliability and validity. *Hand Surgery and Rehabilitation*. 2020;39(4):261-4.
17. Hailey D, Roine R, Ohinmaa A, Dennett L. Evidence of benefit from telerehabilitation in routine care: a systematic review. *Journal of telemedicine and telecare*. 2011;17(6):281-7.
18. Rogante M, Grigioni M, Cordella D, Giacomozzi C. Ten years of telerehabilitation: A literature overview of technologies and clinical applications. *NeuroRehabilitation*. 2010;27(4):287-304.
19. Turolla A, Rossetini G, Viceconti A, Palese A, Geri T. Musculoskeletal physical therapy during the COVID-19 pandemic: is telerehabilitation the answer? *Physical therapy*. 2020;100(8):1260-4.

20. Mehta SP, Kendall KM, Reasor CM. Virtual assessments of knee and wrist joint range motion have comparable reliability with face-to-face assessments. *Musculoskeletal Care*. 2021;19(2):208-16.
21. Smith R, Dias J, Ullah A, Bhowal B. Visual and Computer Software-Aided Estimates of Dupuytren's Contractures: Correlation with Clinical Goniometric Measurements. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*. 2009;91(4):296-300.
22. Meislin MA, Wagner ER, Shin AY. A comparison of elbow range of motion measurements: smartphone-based digital photography versus goniometric measurements. *The Journal of hand surgery*. 2016;41(4):510-5. e1.
23. Wagner ER, Conti Mica M, Shin AY. Smartphone photography utilized to measure wrist range of motion. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2018;43(2):187-92.
24. Kemp S. DIGITAL 2022: TURKEY 2022 [Available from: <https://datareportal.com/reports/digital-2022-turkey?rq=turkey>].
25. Otter SJ, Agalliu B, Baer N, Hales G, Harvey K, James K, et al. The reliability of a smartphone goniometer application compared with a traditional goniometer for measuring first metatarsophalangeal joint dorsiflexion. *Journal of foot and ankle research*. 2015;8(1):1-7.
26. Shin SH, Lee O-S, Oh JH, Kim SH. Within-day reliability of shoulder range of motion measurement with a smartphone. *Manual therapy*. 2012;17(4):298-304.
27. KELEŞ E, ŞİMŞEK E, SALMANI M, ŞİMŞEK TT, ANGIN S, YAKUT Y. Eklem hareket açıklığı ölçümünde kullanılan iki akıllı telefon uygulamasının uygulayıcı içi ve uygulayıcılar arası güvenilirliğinin incelenmesi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*. 2016;3(1):21-9.
28. Zhao JZ, Blazar PE, Mora AN, Earp BE. Range of motion measurements of the fingers via smartphone photography. *Hand*. 2020;15(5):679-85.
29. Bergmo TS, Kummervold PE, Gammon D, Dahl LB. Electronic patient-provider communication: will it offset office visits and telephone consultations in primary care? *International journal of medical informatics*. 2005;74(9):705-10.
30. Jadad AR, Delamothe T. What next for electronic communication and health care? : *British Medical Journal Publishing Group*; 2004. p. 1143-4.
31. Trehan SK, Rancy SK, Johnsen PH, Hillstrom HJ, Lee SK, Wolfe SW. At home photography-based method for measuring wrist range of motion. *Journal of wrist surgery*. 2017;6(04):280-4.
32. Scott KL, Skotak CM, Renfree KJ. Remote assessment of wrist range of motion: inter- and intra-observer agreement of provider estimation and direct measurement with photographs and tracings. *The Journal of Hand Surgery*. 2019;44(11):954-65.
33. Georgeu G, Mayfield S, Logan A. Lateral digital photography with computer-aided goniometry versus standard goniometry for recording finger joint angles. *Journal of Hand Surgery*. 2002;27(2):184-6.
34. Fenelon C, Murphy EP, Galbraith JG, O'Sullivan ME. Telesurveillance: exploring the use of mobile phone imaging in the follow-up of orthopedic patients with hand trauma. *Telemedicine and e-Health*. 2019;25(12):1244-9.
35. Burlingham B. Protractor 2021 [updated February 2021. Available from: <https://chrome.google.com/webstore/detail/protractor/kpjldaeddfokhmgdmpdlecmbaonnj>]
36. Tanaka MJ, Oh LS, Martin SD, Berkson EM. Telemedicine in the era of COVID-19: the virtual orthopaedic examination. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2020.
37. Mansfield PJ, Neumann DA. Chapter 6 - Structure and Function of the Wrist. In: Mansfield PJ, Neumann DA, editors. *Essentials of Kinesiology for the Physical Therapist Assistant (Third Edition)*. St. Louis (MO): Mosby; 2019. p. 120-40.
38. Ayhan Kuru Ç, Tekdemir İ. El ve El Bileği: Anatomi ve Biyomekanik. In: Tunay V, Erden Z, Yıldız C, editors. *Üst Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon*. Ankara: Hipokrat Yayıncılık; 2021. p. 66-113.
39. Mansfield PJ, Neumann DA. Chapter 7 - Structure and Function of the Hand. In:

- Mansfield PJ, Neumann DA, editors. *Essentials of Kinesiology for the Physical Therapist Assistant (Third Edition)*. St. Louis (MO): Mosby; 2019. p. 141-77.
40. Hurley M, Stevens T, Fracassi R, Neu D, Olivieri MP. Cutaneous Innervation of the Palmar Aspect of the Hand. *The FASEB Journal*. 2017;31:748.1-1.
 41. HAGERT C-G. The distal radioulnar joint in relation to the whole forearm. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*. 1992;275:56-64.
 42. Oatis CA. *Kinesiology the mechanics and pathomechanics of human movement*: Wolters Kluwer; 2009.
 43. İpteç M, Özkan B, Eren M. Distal radyoulnar eklem ve ulnokarpal kompleks anatomisi. *TOTBİD Dergisi*. 2021(20):370-9.
 44. Mesplíe G. *Hand and wrist rehabilitation: Theoretical aspects and practical consequences*: Springer; 2015.
 45. Jaffe R, Chidgey LK, Lastayo PC. The Distal Radioulnar joint: Anatomy and Management of Disorders. *Journal of Hand Therapy*. 1996;9(2):129-38.
 46. Palmer AK, Werner FW. Biomechanics of the distal radioulnar joint. *Clin Orthop Relat Res*. 1984;187(187):26-35.
 47. Norkin CC, White DJ. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*: FA Davis; 2016.
 48. Ayhan Kuru Ç, Kitiş A. El ve El Bileği: Klinik ve Fonksiyonel Değerlendirme. In: Tunay V, Erden Z, Yıldız C, editors. *Üst Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon*. Ankara: Hipokrat Yayıncılık; 2021. p. 113-57.
 49. Webber CM, Shin AY-S, Kaufman KR. Current Concepts in Assessment of Upper Extremity Function. *Journal of Hand Surgery*. 2018.
 50. Santos CMd, Ferreira G, Malacco PL, Sabino GS, Moraes GFdS, Felício DC. Intra and inter examiner reliability and measurement error of goniometer and digital inclinometer use. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2012;18:38-41.
 51. McVeigh KH, Murray PM, Heckman MG, Rawal B, Peterson JJ. Accuracy and validity of goniometer and visual assessments of angular joint positions of the hand and wrist. *The Journal of hand surgery*. 2016;41(4):e21-e35.
 52. Webber CM, Shin AY, Kaufman KR. Assessment of Upper Extremity Function. *J Hand Surg Am*. 2019;44(7):600-5.
 53. Walmsley CP, Williams SA, Grisbrook T, Elliott C, Imms C, Campbell A. Measurement of upper limb range of motion using wearable sensors: a systematic review. *Sports medicine-open*. 2018;4(1):1-22.
 54. Carey MA, Laird DE, Murray KA, Stevenson JR. Reliability, validity, and clinical usability of a digital goniometer. *Work*. 2010;36(1):55-66.
 55. Moore ML. The Measurement of Joint Motion: Part II: The Technic of Goniometry. *Physical Therapy*. 1949;29(6):256-64.
 56. Marx RG, Bombardier C, Wright JG. What do we know about the reliability and validity of physical examination tests used to examine the upper extremity? *The Journal of hand surgery*. 1999;24(1):185-93.
 57. Ellis B, Bruton A. A study to compare the reliability of composite finger flexion with goniometry for measurement of range of motion in the hand. *Clinical rehabilitation*. 2002;16(5):562-70.
 58. Brennan DM, Mawson S, Brownsell S. *Telerehabilitation: enabling the remote delivery of healthcare, rehabilitation, and self management. Advanced technologies in rehabilitation*: IOS Press; 2009. p. 231-48.
 59. Korner-Bitensky N, Wood-Dauphinee S. Barthel Index information elicited over the telephone. Is it reliable? *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 1995;74(1):9-18.
 60. Vaughn G. *Tel-communicology: Health-care delivery system for persons with communicative disorders*. Asha. 1976;18(1):13-7.
 61. Wertz RT, Dronkers NF, Bernstein-ellis E, Sterling LK, Shubitowski Y, Elman R, et

- al. Potential of telephonic and television technology for appraising and diagnosing neurogenic communication disorders in remote settings. *Aphasiology*. 1992;6(2):195-202.
62. Wertz RT, Dronkers NF, Bernstein-Ellis E, Shubitowski Y, Elman R, Shenaut GK. Appraisal and diagnosis of neurogenic communication disorders in remote settings. *Clinical aphasiology*. 1987;17:117-23.
63. Theodoros D, Russell T, Latifi R. Telerehabilitation: current perspectives. *Studies in health technology and informatics*. 2008;131(1):191-210.
64. Kingston GA, Judd J, Gray MA. The experience of medical and rehabilitation intervention for traumatic hand injuries in rural and remote North Queensland: a qualitative study. *Disability and rehabilitation*. 2015;37(5):423-9.
65. Worboys T, Brassington M, Ward EC, Cornwell PL. Delivering occupational therapy hand assessment and treatment sessions via telehealth. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2018;24(3):185-92.
66. Lade H, McKenzie S, Steele L, Russell TG. Validity and reliability of the assessment and diagnosis of musculoskeletal elbow disorders using telerehabilitation. *Journal of Telemedicine and Telecare*. 2012;18(7):413-8.
67. Steele L, Lade H, McKenzie S, Russell TG. Assessment and diagnosis of musculoskeletal shoulder disorders over the internet. *International Journal of Telemedicine and Applications*. 2012;2012.
68. Szekeres M, Valdes K. Virtual health care & telehealth: Current therapy practice patterns. *Journal of Hand Therapy*. 2022;35(1):124-30.
69. Langan J, DeLave K, Phillips L, Pangilinan P, Brown SH. Home-based telerehabilitation shows improved upper limb function in adults with chronic stroke: a pilot study. *Journal of rehabilitation medicine*. 2013;45(2):217.
70. Piga M, Tradori I, Pani D, Barabino G, Dessì A, Raffo L, et al. Telemedicine applied to kinesiotherapy for hand dysfunction in patients with systemic sclerosis and rheumatoid arthritis: recovery of movement and telemonitoring technology. *The Journal of rheumatology*. 2014;41(7):1324-33.
71. Russell T. Goniometry via the internet. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2007;53(2):136.
72. Mani S, Sharma S, Omar B, Paungmali A, Joseph L. Validity and reliability of Internet-based physiotherapy assessment for musculoskeletal disorders: a systematic review. *Journal of telemedicine and telecare*. 2017;23(3):379-91.
73. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, et al. The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study. *Qual Life Res*. 2010;19(4):539-49.
74. Lee EH. [Psychometric property of an instrument 1: content validity]. *Korean J Women Health Nurs*. 2021;27(1):10-3.
75. Royal K. "Face validity" is not a legitimate type of validity evidence! *Am J Surg*. 2016;212(5):1026-7.
76. Gisev N, Bell JS, Chen TF. Interrater agreement and interrater reliability: key concepts, approaches, and applications. *Res Social Adm Pharm*. 2013;9(3):330-8.
77. Alavi M, Biros E, Cleary M. A primer of inter-rater reliability in clinical measurement studies: Pros and pitfalls. *J Clin Nurs*. 2022;31(23-24):e39-e42.
78. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports medicine*. 2000;30(1):1-15.
79. Mukaka MM. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi medical journal*. 2012;24(3):69-71.
80. Casanova J. American Society of Hand Therapists (ASHT). *Clinical Assessment Recommendations* 2nd edn Garner, NC: ASHT. 1992.
81. Ng W. Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & education*. 2012;59(3):1065-78.

82. Hamutoğlu NB, Güngören ÖC, Uyanık GK, Erdoğan DG. Dijital okuryazarlık ölçeği: Türkçe'ye uyarlama çalışması. *Ege Eğitim Dergisi*. 2017;18(1):408-29.
83. Chung KC, Pillsbury MS, Walters MR, Hayward RA. Reliability and validity testing of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire. *The Journal of hand surgery*. 1998;23(4):575-87.
84. Öksüz Ç, Akel BS, Oskay D, Leblebicioğlu G, Hayran KM. Cross-cultural adaptation, validation, and reliability process of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire in a Turkish population. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(3):486-92.
85. Johnson D, Barradas R, Newington L. Inter-rater and intra-rater reliability of finger goniometry measured from screenshots taken via video consultation. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2022:17531934221132690.
86. Chen J, Xian Zhang A, Jia Qian S, Jing Wang Y. Measurement of finger joint motion after flexor tendon repair: smartphone photography compared with traditional goniometry. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2021;46(8):825-9.
87. Lewis E, Fors L, Tharion WJ. Interrater and intrarater reliability of finger goniometric measurements. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2010;64(4):555-61.
88. Low JL. The reliability of joint measurement. *Physiotherapy*. 1976;62(7):227-9.
89. Boone D, SP Azen, CM. Lin, C. Spence, C. Baron, and L Lee Reliability of goniometer measurement *Phys Ther*. 1978;58:1355-60.
90. Rothstein JM, Miller PJ, Roettger RF. Goniometric reliability in a clinical setting: elbow and knee measurements. *Physical therapy*. 1983;63(10):1611-5.
91. Santos C, Pauchard N, Guilloteau A. Reliability assessment of measuring active wrist pronation and supination range of motion with a smartphone. *Hand surgery and rehabilitation*. 2017;36(5):338-45.
92. Reid S, Egan B. The validity and reliability of DrGoniometer, a smartphone application, for measuring forearm supination. *Journal of Hand Therapy*. 2019;32(1):110-7.
93. Keijsers R, Zwerus EL, van Lith DR, Koenraadt KL, Goossens P, van den Bekerom MP, et al. Validity and reliability of elbow range of motion measurements using digital photographs, movies, and a goniometry smartphone application. *Journal of Sports Medicine*. 2018;2018.
94. Kassay AD, Daher B, Lalone E. An analysis of wrist and forearm range of motion using the Dartfish motion analysis system. *Journal of Hand Therapy*. 2021;34(4):604-11.
95. Ienaga N, Fujita K, Koyama T, Sasaki T, Sugiura Y, Saito H. Development and User Evaluation of a Smartphone-Based System to Assess Range of Motion of Wrist Joint. *Journal of Hand Surgery Global Online*. 2020;2(6):339-42.
96. Hamilton GF, Lachenbruch PA. Reliability of goniometers in assessing finger joint angle. *Physical Therapy*. 1969;49(5):465-9.
97. Breger-Lee D, Voelker ET, Giurintano D, Novick A, Browder L. Reliability of torque range of motion: a preliminary study. *Journal of Hand Therapy*. 1993;6(1):29-34.
98. Dijkstra PU, De Bont LG, Van Der Weele LT, Boering G. Joint mobility measurements: reliability of a standardized method. *CRANIO®*. 1994;12(1):52-7.
99. Kato M, Echigo A, Ohta H, Ishiai S, Aoki M, Tsubota S, et al. The accuracy of goniometric measurements of proximal interphalangeal joints in fresh cadavers: comparison between methods of measurement, types of goniometers, and fingers. *Journal of Hand Therapy*. 2007;20(1):12-9.
100. Groth GN, Ehretzman RL. Goniometry of the proximal and distal interphalangeal joints, Part I: a survey of instrumentation and placement preferences. *Journal of Hand Therapy*. 2001;14(1):18-22.
101. Groth GN, VanDeven KM, Phillips EC, Ehretzman RL. Goniometry of the proximal and distal interphalangeal joints, Part II: placement preferences, interrater reliability, and concurrent validity. *Journal of hand therapy*. 2001;14(1):23-9.
102. Moore ML. The Measurement of Joint Motion: Part I—Introductory Review of the Literature. *Physical Therapy*. 1949;29(5):195-205.

103. Salter N. Methods of measurement of muscle and joint function. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1955;37(3):474-91.
104. Ekstrand J, Wiktorsson M, Oberg B, Gillquist J. Lower extremity goniometric measurements: a study to determine their reliability. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1982;63(4):171-5.
105. Fish DR, Wingate L. Sources of goniometric error at the elbow. *Physical Therapy*. 1985;65(11):1666-70.
106. Ergina PL, Cook JA, Blazeby JM, Boutron I, Clavien P-A, Reeves BC, et al. Challenges in evaluating surgical innovation. *The Lancet*. 2009;374(9695):1097-104.
107. Blonna D, Zarkadas PC, Fitzsimmons JS, O'Driscoll SW. Validation of a photography-based goniometry method for measuring joint range of motion. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2012;21(1):29-35.
108. de Vet HC, Terwee CB, Knol DL, Bouter LM. When to use agreement versus reliability measures. *Journal of clinical epidemiology*. 2006;59(10):1033-9.
109. Stratford PW, Goldsmith CH. Use of the standard error as a reliability index of interest: an applied example using elbow flexor strength data. *Physical therapy*. 1997;77(7):745-50.
110. Reissner L, Fischer G, List R, Taylor WR, Giovanoli P, Calcagni M. Minimal detectable difference of the finger and wrist range of motion: comparison of goniometry and 3D motion analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2019;14(1):1-10.
111. Macedo LG, Magee DJ. Effects of age on passive range of motion of selected peripheral joints in healthy adult females. *Physiotherapy theory and practice*. 2009;25(2):145-64.
112. Horger MM. The reliability of goniometric measurements of active and passive wrist motions. *The American journal of occupational therapy*. 1990;44(4):342-8.
113. Stam H, Ardon M, Den Ouden A, Schreuders T, Roebroek M. The compangle: a new goniometer for joint angle measurements of the hand. *Eur Medicophys*. 2006;42:37.
114. Chapleau J, Canet F, Petit Y, Laflamme G, Rouleau DM. Validity of goniometric elbow measurements: comparative study with a radiographic method. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 2011;469(11):3134-40.
115. Janssen D, Sanders AP, Guldmond NA, Hermus J, Walenkamp GH, Van Rhijn LW. A comparison of hallux valgus angles assessed with computerised plantar pressure measurements, clinical examination and radiography in patients with diabetes. *Journal of foot and ankle research*. 2014;7(1):1-9.
116. Iacobucci G. NHS long term plan: all patients to have access to online GP consultations by 2023-24. *British Medical Journal Publishing Group*; 2019.
117. Chapman R, Middleton J. The NHS long term plan and public health. *British Medical Journal Publishing Group*; 2019.
118. Alderwick H, Dixon J. The NHS long term plan. *British Medical Journal Publishing Group*; 2019.

8. EKLER

Ek-1. Aydınlatılmış Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

(Fizyoterapistin Açıklaması)

Araştırma Adı: İnternet Bazlı Gonyometre ile Ölçülen El Bileği ve El Eklem Hareket Açıklığı Ölçümlerinin Geçerlik ve Güvenirliğinin Araştırılması

Sevgili katılımcı,

Çalışma bir araştırma projesidir. İnternet bazlı gonyometre ile el bileği ve el eklem hareket açıklığı ölçümlerinin geçerlik ve güvenirliliği ile ilgili sonuçları aydınlatmak amacıyla planlanmıştır. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında size bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırma Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi'nde yapılacaktır. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, ölçümler şahsınıza Fzt. Büşra GÜVENÇ ve Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU tarafından uygulanacaktır.

Çalışma internet bazlı gonyometre ile el bileği ve el eklem hareket açıklığı ölçümlerinin geçerlik ve güvenirliliğinin araştırılmasına yöneliktir. Yaklaşık olarak 1 saat sürecek bu değerlendirmeler sırasında canınız yanmayacak ve geçici ve kalıcı herhangi bir tehlikeye maruz kalmayacaksınız. Bu değerlendirmeler sırasında el bileği ve parmaklarınızın hareket açıklığı ölçülecek, günlük yaşam aktiviteleriniz sırasındaki fonksiyonel seviyenizi tespit etmeye yönelik bazı soruların sorulduğu ve dijital okuryazarlığımızın ölçülmesine yönelik bazı soruların bulunduğu anketler uygulanacaktır. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. İstedığınız zaman, herhangi bir cezaya ve yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz. Orijinal tıbbi kayıtlarınız kimliğiniz belirtilmeden etik kurul, kurum ve diğer ilgili sağlık otoriteleri paylaşılabilir. Ayrıca sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde ve bilimsel nitelikli yayınlarda kimliğiniz belirtilmeden kullanılabilir. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak, başkalarına verilmeyecektir.

Araştırmada olası bir risk bulunmamaktadır. Yapılacak çalışma uzaktan eklem hareket açıklığı değerlendirmelerinin geçerlik ve güvenilirliği konusunda literatüre katkıda bulunarak yarar sağlayacaktır.

Katılımcı Beyanı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen görevli tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilirim ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum; ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi bildirmenin uygun olacağını bilincindeyim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Şahsıma da herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; Fzt. Büşra Güvenç'e ve Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU'ya ulaşabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırmada katılımcı olma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün

Adı, Soyadı

Adres:

Tel:

İmza :

Tarih:

Görüşme tanığı

Adı, Soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı İle Görüşen Fizyoterapist

Adı, Soyadı: Büşra Güvenç

Adres: Hacettepe Üniversitesi

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi 06100 Ankara

İmza:

Sorumlu Araştırmacı: Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU

Adres: Hacettepe Üniversitesi

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi 06100 ANKARA

İmza:

EK-2. Michigan El Sonuç Anketi

MICHIGAN EL SONUÇ ANKETİ

Tarih: _____

University of Michigan temsilcileri© 1998

Her hakkı saklıdır

Regents of the University of Michigan© 1998

All rights reserved

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Her zaman
2. Sıklıkla
3. Bazen
4. Nadiren
5. Hiçbir zaman

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

2- El/bileğinizdeki ağrıyı tanımlayın

1. Çok az
2. Az
3. Orta
4. Şiddetli
5. Çok şiddetli

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

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

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

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

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1- Sol elimin görünüşünden tatmin oluyorum	1	2	3	4	5
2- Sol elimin görünüşü bazen toplum içinde rahatsız olmama neden oluyor	1	2	3	4	5
3- Sol elimin görünüşü içimi karartıyor	1	2	3	4	5
4- Sol elimin görünüşü	1	2	3	4	5

günlük sosyal
yaşamımı etkiliyor

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

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

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

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

EK-3. Dijital Okuryazarlık Ölçeği

Dijital Okuryazarlık	1- Kesinlikle katılmıyorum 2- Katılmıyorum 3- Kararsızım 4- Katılmıyorum 5- Kesinlikle katılıyorum	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1	Öğrenme sürecinde Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmak hoşuma gider.	1	2	3	4	5
2	Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak daha iyi öğrenirim.	1	2	3	4	5
3	Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak öğrenmek daha ilgi çekicidir.	1	2	3	4	5
4	Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak öğrenmek beni daha motive eder.	1	2	3	4	5
5	Öğrenme etkinliklerim için arkadaşlarımdan sıklıkla İnternet aracılığıyla (Skype, Face ve Bloglar vb) yardım alırım.	1	2	3	4	5
6	Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak öğrenmek öz-yönetimli ve bağımsız olmamı sağlar.	1	2	3	4	5
7	Karşılaştığım teknik problemleri nasıl çözeceğimi bilirim	1	2	3	4	5
8	Yeni teknolojilerin kullanımını kolaylıkla öğrenebilirim.	1	2	3	4	5
9	Önemli olduğunu düşündüğüm yeni teknolojilere ayak uydurabilirim.	1	2	3	4	5
10	Birçok farklı teknoloji hakkında bilgim var.	1	2	3	4	5
11	Öğrenmede ve yeni şeyler oluşturmada (Sunumlar, dijital hikâyeler, wikiler, bloglar vb) bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmak için gerekli olan teknik becerilere sahibim.	1	2	3	4	5
12	İnternette bilgi elde etmeye yönelik araştırma ve değerlendirme becerilerime güvenirim.	1	2	3	4	5
13	Öğrenme sürecinde mobil teknolojilerin (Cep telefonları, PDAs, İpadler, akıllı telefonlar vb) kullanım potansiyeli yüksektir.	1	2	3	4	5
14	Öğretmenlerim ders anlatırken bilgi ve iletişim teknolojilerini daha çok kullanmalıdır.	1	2	3	4	5
15	Bilgi ve iletişim teknolojileri proje çalışmalarında ve diğer öğrenme etkinliklerinde arkadaşlarımla daha iyi işbirliği içinde çalışmamı sağlar.	1	2	3	4	5
16	Bilgi ve iletişim teknolojileri becerilerim iyidir.	1	2	3	4	5
17	İnternet tabanlı aktivitelerle ilgili konuları (Örn; siber güvenlik, eser hırsızlığı, araştırma konuları vb) bilirim.	1	2	3	4	5

EK-4. Kongre Bildirisi

138

29. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, Poster Bildiriler

ve 18 yaş üstünde ev dışı mesleki aktiviteler genelde nedeni oluşturduğu görüldü.

Çıkarımlar: Her bölgedeki el yaralanmalarına müdahale eden kliniklerin sık karşılaştığı yaralanma paternlerine yaklaşım farklılıklarını ortaya koyması önemlidir. Özellikle çocuk hastalarda kış aylarında balta ile yaralanmanın fazlalığı yaralanma önleyici yaklaşım geliştirirken önemli bir veri olarak kullanılabilir. 18 yaş üzerinde özellikle mobilya, marangoz gibi el yaralanması açısından riskli meslek gruplarında eldiven kullanımını özendirici yasal düzenlemeler fayda sağlayabilir.

EL-8/PB - 145 Nadir bir birliktelik: 1. parmak CMC kronik çıkığı ve radial kolleteral hasarı

Mahmut Sert⁽¹⁾, Mehmet Ali Acar⁽¹⁾, Yusuf Ziya Yeşil⁽¹⁾

1) Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Konya

Amaç: Parmaklarda bulunan Volar plate eklemün hiperkestansiyonunu ve dislokasyonunu engelleyen primer stabilize edici yapılardan biridir. Aşırı zorlanma (spor ve kavgı), parmağa çarpan cisimler (top), trafik kazası ve düşme vb durumlarda yaralanabilir. Literatürde volar plate yaralanmasının tedavisi için çeşitli teknikler tariflenmiştir.

Yöntem: 15 yaş kadın hasta 8 hafta önce okula elini masaya çarpması sonrasında sağ el 1. parmakta hassasiyet, ağrı ve şekil bozukluğu üzerine dış merkeze başvurmuş. Mp eklemden volar plate yaralanması ön tanısıyla dış merkezde basparmak destekli alçı ile 3 hafta takip edilmiş. Daha sonra alçı çıkartılıp 3 haftada basparmak destekli bileklik ile takip edilmiş. Şikayetlerinin geçmemesi ve parmakta şekil bozukluğunun devam etmesi üzerine hasta kliniğimize başvurdu. Yapılan muayenesinde 1. parmak volar taraf mp eklemden hassasiyet ve ağrı, 1. parmakta mp eklemden hiperkestansiyon pip eklemden fleksiyon (kuğu boynu deformitesi) ve süpbeli radial kolleteral hasarı olduğu görüldü. Çekilen X-ray'de kemik yapılarla ilgili patoloji görülmedi. MR görüntülemesinde 1. parmak mp eklemden volar plate'de rüptür olduğu görüldü. Hastanın sağ el 1. parmağı mp eklemi içine alacak şekilde dorsolateralden insizyon yapıldı, damar ve sinir paketi korundu. Eklem kapsülü açıldı. Volar plate ve Radial kolleteralin rüptürü olduğu görüldü. Extansör Pollicis Brevis tendonu el bileği seviyesinden bulunup serbestleştirildi, distal kısımdaki kemiğe yağıştığı yer korundu ve otogreft olarak kullanılarak 1. parmak metakarp distali ve proksimal falanks proksimaline 2.7 mm'lik diril ile tüneller açılıp aynı tendon ile volar plate ve radial kolleteral rekonstrüksiyonu yapıldı. Postop dönemde atele alındı.

BULGULAR: Erken postop dönemde deformiteni düzelmiş olduğu görüldü. Nörovasküler muayenesi normaldi. Hasta postop erken dönemde olduğu için uzun dönem sonuçlarıyla ilgili henüz bilgi sahibi değiliz.

Çıkarımlar: Ekstansör pollicis brevis tendon otogreftiyle onarım yeni kullanılan ve faydalı bir tekniktir



EL-9/PB - 146 Elde dev lipom: 3 olgu sunumu

Emir Harbiyelil⁽¹⁾, Sezai Çaltepe⁽¹⁾, Abdülhamit Mısırcı⁽¹⁾, Hakan Başar⁽¹⁾

⁽¹⁾ SBÜ Gaziosmanpaşa Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Amaç: Lipom benign bir tümör olup matür adipozit içerirler. Sıklıkla üst ekstremité proksimalinde görülürler. Lipomlar elde nadir görülen tümör olup, 5 cm'den büyük olan dev lipomlar elde çok nadir görülürler. Sıklıkla çevre dokulara yaptıkları basıdan dolayı ağrı oluştururlar.

Yöntem: Üç olgumuzdan birincisi 33 yaşında bayan hastada hipotenar bölgede 5x4x3 cm boyutlarında, ikincisi 65 yaşında bayan hastada avuç içinde 5,5x4x4 cm boyutlarında ve üçüncüsü 57 yaşında erkek hastada tenar bölgede 5x3,5x3 cm boyutlarında dev lipomdur. Hastaların MR görüntülerinde; avuç içi ve tenar bölgesinde kittele Dev Lipomu destekleyen az sayıda thin septası olan daha homojen bir kitle görüntüsü varken, hipotenar bölgedeki kittele ise daha çok Low Grade Liposarkomu destekleyen homojen olmayan çok sayıda thin ve thick septası olan bir kitle görüntüsü mevcuttu. MR değerlendirilmesi sonrası non-homojen görüntüye sahip hipotenar kitlesi olan hastaya cerrahi eksizyon öncesi biyopsi uygulandı ve histolojik değerlendirme sonucunda Low Grade Liposarkom değil Dev Lipom tanısı alındı. MR görüntülerinde homojen görüntüye sahip olan avuç içi kitlesi olan hastaya ise cerrahi eksizyon öncesi biyopsi uygulanmadık.

Bulgular: Her iki hasta da definitif cerrahi olarak marjinal eksizyon uygulandı. Hastaların kesin tanısı cerrahi eksizyon sonrası yapılan histolojik değerlendirme ile Dev Lipom olarak koyuldu. Hastalarda cerrahi eksizyon sonrası nörovasküler araz, yara yeri problemi görülmedi. Hastaların ortalama 36 aylık takip süreleri boyunca lokal nüks görülmedi.

Çıkarımlar: Elde nadir görülen Dev Lipomlarda marjinal eksizyon sonrası sonuçlar başarılı olup, cerrahi öncesi görülen ağrı şikayeti ve nörolojik bulgular cerrahi sonrası hemen iyileşmektedir.

EL-10/PB - 147 Bilateral radius distal uç kırıklı romatoid artritli hastaya yaklaşım; olgu sunumu

Eyyüp Serdar Yalvaç⁽¹⁾, Hacı Ali Olcar⁽¹⁾

⁽¹⁾ Yeşat Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Yozgat

Amaç: Radius distal uç kırıkları üst ekstremitenin en sık görülen yaralanmalarının içinde yer almaktadır. Fakat bilateral radius distal uç kırıkları nadir görülür. Tedavi yöntemleri kırık ve hastanın özelliklerine göre değişmekle birlikte biz bu çalışmamızda bilateral radius distal uç kırığı olan romatoid artritli hastaya yaklaşımını tartışmayı amaçlamaktayız.

Yöntem: 55 yaşında kadın hasta basit düşme sonrasında her iki el bilekte ağrı yakınması nedeniyle acil servismize başvurdu acilde değerlendirilen hastada bilateral radius distal uç parçalı kırığı saptandı. hastadan alınan öyküye göre Romatoid artrit nedeniyle tedavi görmek ve 1 yıldır zelanj 7,5 mg 1x1, plaq 1x1 kullanmaktaymış. Romatoloji görüşü alındıktan sonra Xelanj kullanmadığı 3. Günde operasyona alındı. Hasta preop ve post op prednol zelanj 7,5 mg 1x1, plaq 1x1 kullanılmadığı genel anestesisi altında bilateral volar anatomik plak

yapıldı. ameliyat sonrasında 2 hafta boyunca atelede takip edilen hasta erken mobilizasyona başlandı. En son 4 ay kontrolünde el bilek hareketlerinin sağda tama yakın solda minimal kısıtlılık olduğu görüldü. ilaç kullanımına bağlı enfeksiyon bulgusu, kaynama, tendon rüptürü saptanmadı. Hasta rutin kontrollerine gelmekte ve romatoloji ilaçlarını kullanmaya devam etmektedir.

Çıkarımlar: Bilateral radius distal uç kırığı nadir görülmesiyle birlikte her hasta ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Genç hasta olması, bilateral olması, erken mobilizasyon sağlanması, el bilek fonksiyonlarının rahat sağlanması, eklem uzanımı parçalı kırıkta eklem bütünlüğü sağlanması açısından cerrahi yaklaşım düşünülmelidir.

EL-11/PB - 148 Tip 1 diyabete bağlı gelişen sınırlı eklem hareketi sendromunun postoperatif rehabilitasyon sonuçları: Olgu sunumu

Büşra Güvenç⁽¹⁾, Çiğdem Ayhan⁽¹⁾, Egemen Ayhan⁽²⁾

⁽¹⁾ Hacettepe Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara ⁽²⁾ Dışkayı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara

Amaç: Tip 1 diyabetin en erken görülen komplikasyonlarından biri olan eklem hareketinde kısıtlılığı, 1974'te Rosenbloom tanımlanmıştır. Sınırlı eklem hareketi sendromu (SEHS) tanısı önemlidir ve diğer mikrovasküler komplikasyonlara dair erken bir uyarıcı olabilir. Bu olgu sunumunun amacı, Tip 1 diyabete bağlı SEHS sonrası fleksör kaydırma yapılan hastanın postoperatif rehabilitasyon izlenimi aktarmaktır.

Yöntem: 23 yaşındaki, 11 yıl önce tip 1 diyabet tanısı alan kadın hasta, Mayıs 2017'de kolunu çarptı. Aynı yıl 9 Eylül'de pnömöni atığıyla hastaneye yatış yaptı ve 3 hafta sonra taburcu oldu. Takibinde, 3. 4. ve 5. parmaklarında gelişen fleksör kontraktür sebebiyle 13.12.17'de 3. 4. ve 5. FDS ve FDP kaslarına fraksiyone uzatma ameliyatı yapıldı. 3 ay süren statik progresif splintleme ile birlikte 6 ay boyunca, kontraktürlere yönelik germe egzersizlerinin uygulandığı fizyoterapi programına alındı. 2019 yılında aynı parmaklarda kontraktürlerin tekrarlama sonucu 13.03.2019'da 3. 4. ve 5. FDS ve FDP'ye selektif kaydırma ameliyatı yapıldı. 3 hafta alçı atel ile izlendi. Takibinde parmakları ekstansiyonda pozisyonlayan statik progresif splint uygulandı ve 8 hafta boyunca haftada 2 gün, eklem hareketi açıldı, germe ve kuvvetlendirme egzersizlerinin uygulandığı postoperatif rehabilitasyon programına dahil edildi.

Bulgular: Atel çıkarıldıktan sonra 04.04.2019'da aktif normal eklem hareketi açıklığı (ANEH) ölçümleri; 3. parmak 0°-80° MKP, 30°-65° PIP, 0°-45° DIP fleksiyonu; 4. parmak 0°-80° MKP, 25°-65° PIP, 0°-25° DIP fleksiyonu; 5. parmak 0°-85° MKP, 10°-45° PIP ve 0°-35° DIP fleksiyonu şeklindeydi. 22.04.2019'da ölçülen standart kavrama kuvveti (SKK) 2.8 kg, çimdik kavrama kuvveti (ÇKK) 0.6 kg idi. 28.05.2019'da ANEH ölçümü sonucu PIP ekstansiyon defisitlerinde 3, 4 ve 5. parmaklarda sırasıyla 20°, 10° ve 5° fleksiyonda MKP 10°, PIP ve DIP eklemlerde 5° ilerleme görüldü. Aynı tarihte SKK 2.9 kg, ÇKK 0.9 kg idi.

Çıkarımlar: Postoperatif izlediğimiz olgumuzda, erken dönemde splintleme ve fizyoterapiye başlanmasına rağmen fleksör kontraktürler devam etti ve kavrama kuvvetinde gelişme gözlenmedi. Bu duru-

mun hiperglisemiye bağlı oksidatif stresin arttığı ve glükolizasyon ürünlerinin biriktirildiği olumsuz mikroortam ile ilişki olabileceği düşünülmektedir. Kontraktürlerin ilerleyişini önleyebilmek için cerrahi sonrası erken dönemde başlayıp uzun dönemde devam eden progresif splintleme ve germe egzersizleri önem kazanmaktadır.

EL-12/PB - 149 Travmatik brakial pleksus hasarı tanılı hastada motor imgeleme ve ayna terapinin kavrama fonksiyonu üzerine etkisinin incelenmesi: Olgu sunumu

Tuba Eren⁽¹⁾, Çiğdem Ayhan⁽²⁾, Gülcan Harput⁽²⁾, Gürsel Leblebicioğlu⁽³⁾

⁽¹⁾ Beykent Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, İstanbul ⁽²⁾ Hacettepe Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara ⁽³⁾ Özel Bayındır Hastanesi, Ankara

Amaç: Bu çalışma travmatik brakial pleksus hasarı gelişen hastada motor imgeleme ve ayna terapi yönteminin kavrama fonksiyonu üzerindeki akut etkisini araştırmak amacıyla yapıldı.

Yöntem: Kliniğimizde kavrama güclüğü şikayetiyle başvuran 24 yaşındaki kadın olgu (VKİ: 24.2) çalışmaya dahil edildi. 2017 yılı Mart ayında geçirdiği trafik kazası sonrası sol humerusunda parçalı kırık ve brakial pleksus hasarı oluşan hastaya internal fiksasyon yapılarak kırık sabitlendi. Sol taraf C7-T1 ve T1-2 nöral foramenlerinde psödomeningeal keseler; sol C8 ve T1 sinir köklerinde preganglionik rüptür izlenen hastaya 2017 Kasım ayında sural sinir grefti ile (8 cm'lik segment) radial sinir rekonstrüksiyonu, posterior arkadada median sinir ve supinator arkadada posterior interosseal sinir dekompresyonu yapıldı. Motor imgeleme ve ayna terapi öncesi hastanın motor ve duyu değerlendirildi yapıldı. Kavrama fonksiyonuna katılan ön kol kaslarının elektiriksel aktivite için; Yüzeysel Elektromyografi (sEMG) kullanıldı. Yüzeysel elektrotlar ön kolun fleksör ve ekstansör grup kaslarının en şişkin yerlerine yerleştirildi ve 4 farklı pozisyonda (istirahat, 2 farklı kavrama aktivitesi ve motor imgeleme esnasında) ölçüm yapıldı. Fonksiyonel değerlendirme için DASH (Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi) ve Michigan El Sonuç Anketi kullanıldı. Konservatif tedaviye ek olarak haftada 3 gün toplam 10 seans motor imgeleme ve ayna terapi uygulandı. Motor imgeleme için Recognise Hand programından farklı pozisyonlarda çekilmiş 40 sol el fotoğrafı kullanıldı. Ölçümler tedavi öncesi ve 10 seanslık tedavi sonrasında yapıldı.

Bulgular: Kavrama kuvveti ve duyu değişikliği gözlemlenmedi. Fleksör ve ekstansör grup kasların kavrama aktiviteyi esnasında meydana gelen sEMG sinyallerinde anlamlı artış oldu. Tedavi öncesi DASH skoru 85 iken bu değer tedavi sonrası 68'e düştü. Michigan El Sonuç Anketi'nin tüm alt parametrelerinde tedavi öncesi değerlere göre artış saptandı.

Çıkarımlar: Kavrama el fonksiyonları içerisinde günlük yaşam aktivitelerinin devamlılığı için önemli bir fonksiyondur. Normal kavrama paternlerinin sağlanabilmesi elin anatomik bütünlüğüne ve eli destekleyen nöral yapıların normal işlevlerini yerine getirebilmesine bağlıdır. 10 seanslık tedavi sonrasında kavrama aktiviteyi esnasında dinamik EMG ile kaslardan elde edilen sinyallerde artış kaydedilmesinin tedavinin akut etkisini ortaya koymuştur. Hastamızın tedavi sonrası ihmal ettiği sol kol ve elini artık da

EL-13/PB - 151 El bileğinde median sinir yerleşimli yabancı cisim: Olgu sunumu

Yakup Ekinci⁽¹⁾, Sabri Batın⁽¹⁾, Kaan Gürbüz⁽¹⁾

⁽¹⁾ Kayseri Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kayseri

Amaç: Burada olguda iş kazası sonrası belirgin bir yaralanması olmayan hastanın, 3 hafta sonra çekilen direkt grafide farkedilen ve operasyonla kolayca çıkarılabileceği düşünülen yabancı cismin beklenen aksine median siniri penetre ederek sinir dokusu içine hiçbir penetrasyon bulgusu oluşturmadan yerleştiğini tespit ettiğimiz olguyu sunmayı amaçladık.

Yöntem: Olgu Sunumu: 24 yaşındaki erkek olgu, on yedi gün önce işyerinde çektiği kullanırken sol el bileğinde hafif bir ağrı ile birlikte, 2-3 mm uzunluğunda kanamasız bir sıyrık oluştuğunu fark etmiş. Başvurduğu sağlık kuruluşunda pansuman yapılarak eksterne edilmiş. Sol el 1,2 ve 3. parmaklarındaki uyuşma şikayetlerinin artması üzerine polikliniğimize başvuran hastaya çekilen direkt grafide, el bilek volar yüzde 3x3x0.1 mm boyutlarında radyopak bir yabancı cisim olduğu ve median sinir trasesinde bulunduğu tespit edildi. Çekilen EMG tetkikinde ise median sinir ileti hızında hafif düzeyde kayıp olduğu rapor edilmiş idi. Kasa bir cerrahi müdahale ile yabancı cismin kolayca çıkarılabileceği öngörülerek olgu ameliyata alındı. Planlandığı gibi karpal tünel içinde aranan yabancı cisim, umulandan aksine bulunamadı. Median sinirde herhangi bir travma bulgusu olmadığı için, yabancı cismin sinirle olan ilişkisi kurulmadı. İntraoperatif şüphe üzerine median sinir mikroskopla muayene edildiğinde yabancı cisminin, şaşırıcı bir şekilde neredeyse aynı kalınlıktaki sinir dokusunun içinde olduğu tespit edildi. Cisim mikrocerrahi yöntemlerle çıkarılarak epinöryum onarıldı. Olgunun postoperatif 6. hafta muayenesinde tam iyileşme sağlandığı gözlemlendi.

Çıkarımlar: Üst ekstremitedeki yabancı cisim yaralanmalarında cisimlerin çıkarılması iyi bir preoperatif hazırlık gerektirir. Yabancı cisimler penetre oldukları dokularda çeşitli komplikasyonlara yol açabilmektedir. Ayrıntılı fizik muayene ve radyolojik tetkikler, iyi sonuç alınması yönünden önem taşımaktadır.

EL-14/PB - 153 Ulnar sinir felci nedeniyle tendon transferleri yapılan hastaların retrospektif incelenmesi

Serdar Karaman⁽¹⁾, Serhat Ekrem⁽¹⁾, Kadir Ertem⁽¹⁾

⁽¹⁾ İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Malatya

Amaç: Kliniğimizde ulnar sinir felci gelişmiş hastalara uyguladığımız tendon transferi cerrahilerinin orta dönem sonuçlarını değerlendirmek ve bunu literatür ile karşılaştırmayı amaçladık.

Yöntem: Kliniğimizde 2012 ile 2018 yılları arasında başvuran ulnar sinir felci tanısı alıp tendon transferleri yapılan 11 hastayı çalışmamıza dahil ettik. Hastaların yaralanma etiyolojileri, yaralanmadan ne kadar süre sonra bize başvurduğunu, yüksek mi yoksa alçak ulnar sinir felci mi olduğunu, mayo ve dash skorlaması, memnuniyet skalası (çok iyi, iyi, orta, kötü), peçe el varlığı, wartenberg bulgusu, vas skorlaması, froment

işareti ve yan çimdikleme testleri yapıldı. Hastaların 8'i erkek 2 tanesi kadın olup, ortalama yaşları 34 (min: 22-59) idi. Hastaların ortalama yaralanma sonrası başvuru süresi 7,95 (min: 1,5-30) yıl idi. Postop ortalama takip süremiz 3,75 (min: 1-maks: 7) yıl idi. Hastalardan 2 tanesinde ateşli silah, 3 hastanın künt travma ve 5 hastanında kesi nedeniyle yaralandığı öğrenildi. Hastaların 7'sinde yüksek seviyede paraliz varken, 3 hastada alçak seviye ulnar paraliz vardı. Sekiz hastaya palmaris longus (PL) grefti kullanılıp ekstansör carpi radialis tendonu üzerinden addüktörplastisi yapılmış 1. parmağa. Peçe el deformitesine yönelik 6 hastaya 4. ve 5. Fleksör digitorum süperficialis (FDS) kullanılarak pulley üzerinden dinamik tenodes (Zancolli Lasso Prosedür) uygulanmış. Altı hastaya ekstansör digiti minimi tendonu kullanılarak 5. parmağa addüktörplastisi yapılmış. İşaret parmağı abduksiyonu için 5 hastada ekstansör indicis proprius, 2 hastada brachioradialis 1. interosseozun yapışma yerine transfer edilmiş.

Bulgular: Hastalarımızdan 2'sinde peçe elin bir miktar devam ettiği, 2'sinde wartenberg azalmış olsa varolduğu, 3 hastada ise froment işaretinin mevcut olduğu saptandı. Opozisyon seviyesinin ortalama 9.3 (min: 7-maks: 10) olduğu saptandı. Memnuniyet sorgusunda 12 hastanın 8'inde çok iyi ve iyi yanıtları alındı. Skorlama sistemlerinde dash skoru ortalaması 33.25 (min: 9.5-maks: 45), mayo skoru 74.5 (min: 50-maks: 90) ve vas ağrı skoru ise 1.8 (min: 0-maks: 5) olarak hesaplandı. Bir hastamızda ise 5. parmak fleksiyon kontraktürü komplikasyonu olarak tespit edildi.

Çıkarımlar: Ulnar sinir felcine yönelik uygulanan tendon transferleri, hasta açısından çok iyi uyum ve sabır gerektiren cerrahilerden olduğundan; yöntemler aynı olsa da sonuçlar hastaya göre değişebilmektedir. Ulnar sinir yaralanmalarının akut tedavi edilmesinin önemli olduğu, ulnar sinir felci gelişen hastaların tüm cerrahi müdahalelere rağmen kalıcı sakatlıklarının olduğu göz ardı edilmemelidir.

EL-15/PB - 154 Başparmak metacarpophalangeal eklem kollateral bağ yaralanmaları cerrahi tedavisi orta dönem sonuçlarının retrospektif olarak incelenmesi


Serdar Karaman⁽¹⁾, Serhat Ekrem⁽¹⁾, Kadir Ertem⁽¹⁾

⁽¹⁾ İnönü Üniversitesi, Turgut Özal Tıp Merkezi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Malatya

Amaç: Bu yazımızda kliniğimizde başparmak metacarpophalangeal (MP) eklem kollateral yaralanmaları ile başvuran hastalara yapılan cerrahi tedavinin sonuçlarını ortaya koymak ve literatür ile karşılaştırmak amaçlandı.

Yöntem: Kliniğimizde 2012 ile 2019 yılları arasında başparmak instabilitesi ve kavrama gücü azlığı şikayetiyle başvuran, başparmak MP eklem kollateral yaralanması tanısı alan 12 hastanın cerrahi yöntemleri ile orta dönem sonuçları araştırıldı. Yapılan muayenelerinde yaş, cinsiyet, yaralanma şekli, tarafı, ulnar mı yoksa radial taraf mı olduğu, el mayo ve dash skorlaması, ağrısı için vas skorlaması, opozisyon seviyesi, pinch testi ve ek hastalıkları değerlendirildi. Çalışmamızdaki hastaların 6'sı erkek diğer 6'sı ise kadındı. Etiyolojisine göre 10 hastada düşme, bir hastada araç içi trafik kazası ve 1 hastada ezici yaralanma nedeniyle başparmak MP kollateral hasarı olduğu

EK-5. Etik Kurul İzin Belgesi



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

Sayı : 16969557-1285

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 15 HAZİRAN 2021 SALI
Toplantı No : 2021/12
Proje No : GO 21/403(Değerlendirme Tarihi: 30.03.2021)
Karar No : 2021/12-77

Üniversitemiz Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Doç. Dr. Çiğdem AYHAN KURU'nun sorumlu araştırmacı olduğu, Fzt. Büşra GÜVENÇ'in yüksek lisans tezi olan, GO 21/403 kayıt numaralı **"İnternet Bazlı Gonyometre ile Ölçülen El Bileği ve El Eklem Hareket Açıklığı Ölçümlerinin Geçerlik ve Güvenirliğinin Araştırılması"** başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 16 Haziran 2021-16 Haziran 2022 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Başkan) 7. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR (Üye)

2. Prof. Dr. G. Burça AYDIN (Üye) 8. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK (Üye)

3. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK (Üye) 9. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ (Üye)

4. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER (Üye) 10. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR (Üye)

5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN (Üye) 11. Av. Serap MORALIOĞLU (Üye)

6. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye)

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için:

EK-6 Tez Orijinallik Raporu

İNTERNET BAZLI GONYOMETRE İLE ÖLÇÜLEN EL BİLEĞİ VE EL EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI ÖLÇÜMLERİNİN GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 7	% 7	% 2	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
3	library.unisel.edu.my İnternet Kaynağı	<% 1
4	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	www.fizyoterapirehabilitasyon.org İnternet Kaynağı	<% 1
6	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<% 1
7	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
8	9lib.net İnternet Kaynağı	<% 1

nek.istanbul.edu.tr:4444

EK-7 Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen:	Büşra Güvenç
Ödev başlığı:	İNTERNET BAZLI GONYOMETRE İLE ÖLÇÜLEN EL BİLEĞİ VE EL ...
Gönderi Başlığı:	İNTERNET BAZLI GONYOMETRE İLE ÖLÇÜLEN EL BİLEĞİ VE EL ...
Dosya adı:	BU_S_RA-_CAK_27.12.2022_du_zeltme.docx
Dosya boyutu:	16.41M
Sayfa sayısı:	111
Kelime sayısı:	23,046
Karakter sayısı:	159,693
Gönderim Tarihi:	26-Oca-2023 11:39ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası:	1999734368

Copyright 2023 Turnitin. Tüm hakları saklıdır.

9. ÖZGEÇMİŞ