



T.C.  
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**SAĞLIKLI GENÇ VE YAŞLILARIN EL VE EL BİLEĞİNDEKİ  
DUYUSAL PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

HASAN ATACAN TONAK

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
PROF. DR. Z. CANDAN ALGUN

İSTANBUL - 2017



T.C.  
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**SAĞLIKLI GENÇ VE YAŞLILARIN EL VE EL BİLEĞİNDEKİ  
DUYUSAL PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

HASAN ATACAN TONAK

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN  
PROF. DR. Z. CANDAN ALGUN

İSTANBUL - 2017



*Bu tez çalışmasını anneme ve babama ithaf ediyorum.*

## TEŞEKKÜR

Öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, doktora ders dönemim ve tez çalışmam süresince desteğini, bilgisini ve deneyimini hiçbir zaman benden esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Z. Candan ALGUN'a,

Deneyimlerini benimle bizzat paylaşan, akademik gelişimime her zaman destek veren, hastalarım ve öğrencilerime yönelik bakış açımı genişleten ve akademik hayatım süresince öğrettiklerini hiçbir zaman unutmayacağım Sayın Hocam Prof. Dr. Hanifegül TAŞKIRAN'a,

İstanbul Medipol Üniversitesinin değerli öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Fatma MUTLUAY'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Devrim TARAKCI'ya

Bana mesleğimi ve el rehabilitasyonu alanını sevdiren, araştırmalarım her zaman destek veren Sayın Hocam Prof. Dr. Ali KİTİŞ'e

Çalışmamın en sıkıntılı anlarında beni yalnız bırakmayan, her zaman yanımda olan canım arkadaşlarım Jeo. Müh. Ömer Faruk ÖZKAYA'ya, Dr. Yaşar PAZIR'a, Uzm. Fzt. Mustafa Can KILIÇ'a, Londra'da yaşamalarına rağmen her an yanımdalarmış gibi hissettiğim Eda ve Can GÜLDOĞAN'a, İstanbul Medipol Üniversitesi'nde doktora ders dönemimde birlikte ders aldığım bütün meslektaşlarıma ve İstanbul Aydın Üniversitesi'nde birlikte çalıştığım bütün arkadaşlarıma,

Bu tez çalışmasının oluşmasına katkısı olan ve atıf yaptığım bütün araştırmacılara, değerli katılımcılara ve Kadıköy Yaşam Huzurevi Yetkililerine,

Bütün hayatım boyunca yanımda olan canım ablalarım Helin TONAK ÖZEN ve Cansu TONAK YILMAZ'a, yeğenlerim Güney, Asya, Atlas ve Deniz'e ve eşimin ailesine,

ve

Canıma can katan eşim Pelvin GÜÇLÜ TONAK'a

sonsuz teşekkürler...

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

<b>TEZ ONAYI</b> .....	<b>i</b>
<b>BEYAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>İTHAF</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iv</b>
<b>KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1-ÖZET</b> .....	<b>1</b>
<b>2-ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>3-GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>3</b>
<b>4-GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>6</b>
4.1. El ve El Bileğinin Anatomisi ve Kinezyolojisi .....	6
4.1.1. El Bileği Anatomisi .....	6
4.1.1.1. Distal Önkol .....	6
4.1.1.2. Karpal Kemikler .....	6
4.1.1.3. Karpal Tünel .....	9
4.1.2. El Bileği Eklemleri ve Ligamentleri .....	10
4.1.2.1. Eklemler .....	10
4.1.2.1.1. Radiokarpal Eklem .....	10
4.1.2.1.2. Midkarpal Eklem .....	10
4.1.2.1.3. İnterkarpal Eklemler .....	11
4.1.2.2. Ligamentler .....	11
4.1.3. El Bileği Hareketlerinin Kinematığı .....	12
4.1.3.1. Osteokinematik .....	12
4.1.3.2. Artrokinematik .....	13
4.1.4. El Bileği Kasları .....	14
4.1.5. El Anatomisi .....	16
4.1.5.1. Kemikler .....	16

4.1.5.2. Eklemler .....	16
4.1.5.2.1. Karpometakarpal Eklemler .....	16
4.1.5.2.2. Metakarpofalangeal Eklemler .....	17
4.1.5.2.3. İnterfalangeal Eklemler .....	17
4.1.5.3. Başparmak .....	17
4.1.5.4. Elin Arkları .....	18
4.1.5.5. Tendon Mekanizması .....	19
4.1.5.6. Elin Ligamentleri .....	20
4.2. El ve El Bileğinin Duyusu .....	21
4.2.1. Duyu Sistemine Genel Bakış .....	21
4.2.2. Duyu Reseptörleri .....	22
4.2.3. Dokunma (Taktıl) Duyusu .....	23
4.2.4. Periferik Sinir Sistemi .....	26
4.2.5. Merkezi Sinir Sistemi .....	26
4.2.6. Primer Somatoduyu Korteks .....	27
4.2.7. El ve El Bileğinin Duyu Değerlendirmesi .....	28
4.2.8. Duyu Testleri .....	29
4.2.8.1. Objektif Testler .....	29
4.2.8.2. Eşik Testler .....	29
4.2.8.3. Fonksiyonel Testler .....	31
4.2.8.4. Provakatif ve Stres Testleri .....	34
4.2.8.5. Elin Ayırıcı Duyusunun Diğer Testleri .....	34
4.2.8.5.1. Stereognosis .....	34
4.2.8.5.2. Proprioepsiyon .....	34
<b>5-MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>36</b>
5.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer .....	36
5.2. Katılımcılar .....	36
5.3. Değerlendirme .....	37
5.3.1. Hikaye .....	37
5.3.2. El Bileği Eklem Pozisyon Hissi (EPH) Değerlendirmesi .....	38

5.3.3. Kavrama Hassasiyetinin Değerlendirilmesi .....	41
5.3.4. Basınç Hassasiyetinin Değerlendirilmesi .....	42
5.3.5. Duyu Eşiği Değerlendirmesi .....	44
5.3.6. İki Nokta Ayırımının Değerlendirilmesi .....	45
5.3.7. Vibrasyon Değerlendirmesi .....	46
5.3.8. El Kavrama ve Lateral Tutma Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi .....	47
5.3.9. El Fonksiyonelliğinin Değerlendirilmesi .....	49
5.4. İstatistiksel Analiz .....	56
<b>6-BULGULAR .....</b>	<b>58</b>
6.1. Tanımlayıcı Bulgular .....	58
6.2. Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	59
6.3. Kavrama Hassasiyetinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	61
6.4. Basınç Hassasiyetinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	62
6.5. Duyu Eşiğinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	63
6.6. İki Nokta Ayırımının Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	64
6.7. Vibrasyon Duyusunun Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	66
6.8. El Kavrama ve Lateral Tutma Kuvvetlerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	67
6.9. El Fonksiyonelliğinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar .....	68
6.10. Katılımcıların Eklem Pozisyon Hisleri, Kavrama Hassasiyetleri, Basınç Hassasiyetleri ve Vibrasyon Değerlendirmeleri ile El Fonksiyonelliklerinin Karşılaştırılması .....	71

6.10.1. Eklem Pozisyon Hissi ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi .....	71
6.10.2. Kavrama Hassasiyeti ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi .....	73
6.10.3. Basınç Hassasiyet ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi .....	74
6.10.4. Vibrasyon ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi .....	75
<b>7-TARTIŞMA .....</b>	<b>77</b>
<b>8-SONUÇ .....</b>	<b>96</b>
<b>9-KAYNAKLAR .....</b>	<b>98</b>
<b>10-EKLER .....</b>	<b>114</b>
<b>11-ETİK KURUL ONAYI .....</b>	<b>122</b>
<b>12-ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>125</b>



## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

GYA	: Günlük Yaşam Aktiviteleri
SWMT	: Semmes-Weinstein Monofilament Testi
JTEFT	: Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi
EPH	: Eklem Pozisyon Hissi
SBP	: Stabilizer Pressure Biofeedback
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa No.

Şekil 4.1.1.2.1. Sağ el bileği kemiklerinin dorsal görüntüsü .....	7
Şekil 4.1.1.3.1. Sağ el bileğinin tüm içeriği çıkarıldığında karpal tünel görüntüsü .....	10
Şekil 4.1.3.1.1. El bileğinin osteokinematığı .....	13
Şekil 4.1.5.4.1. Elin palmar yüzeyinin doğal konkavitesi .....	19
Şekil 4.2.6.1. Duyu ve motor homonkulus .....	28



## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa No.

Tablo 4.1.2.2.1. El Bileğinin Ekstrinsik ve İntrinsik Ligamentleri .....	12
Tablo 4.2.3.1. Duyu Siniri Lifleri .....	25
Tablo 6.1.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri - I .....	58
Tablo 6.1.2. Katılımcıların Demografik Özellikleri - II .....	59
Tablo 6.2.1. Yaşa Göre EPH'nin Karşılaştırılması .....	60
Tablo 6.2.2. Cinsiyete Göre EPH'nin Karşılaştırılması .....	60
Tablo 6.3.1. Yaşa Göre Kavrama Hassasiyetinin Karşılaştırılması .....	61
Tablo 6.3.2. Cinsiyete Göre Kavrama Hassasiyetinin Karşılaştırılması .....	61
Tablo 6.4.1. Yaşa Göre Ellerin Basınç Hassasiyetinin Karşılaştırılması .....	62
Tablo 6.4.2. Cinsiyete Göre Ellerin Basınç Hassasiyetinin Karşılaştırılması .....	62
Tablo 6.5.1. Yaşa Göre Duyu Eşiğinin Karşılaştırılması .....	63
Tablo 6.5.2. Cinsiyete Göre Duyu Eşiğinin Karşılaştırılması .....	64
Tablo 6.6.1. Yaşa Göre İki Nokta Ayırımının Karşılaştırılması .....	65
Tablo 6.6.2. Cinsiyete Göre İki Nokta Ayırımının Karşılaştırılması .....	65
Tablo 6.7.1. Yaşa Göre Vibrasyon Duyusunun Karşılaştırılması .....	66
Tablo 6.7.2. Cinsiyete Göre Vibrasyon Duyusunun Karşılaştırılması .....	66
Tablo 6.8.1. Yaşa Göre Kavrama Kuvvetinin Karşılaştırılması .....	67
Tablo 6.8.2. Yaşa Göre Lateral Tutma Kuvvetinin Karşılaştırılması .....	67
Tablo 6.8.3. Cinsiyete Göre Kavrama Kuvvetinin Karşılaştırılması .....	68
Tablo 6.8.4. Cinsiyete Göre Lateral Tutma Kuvvetinin Karşılaştırılması .....	68
Tablo 6.9.1. Yaşa Göre El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	69
Tablo 6.9.2. Cinsiyete Göre El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	70
Tablo 6.10.1.1. Katılımcıların Dominant El Bileklerinin Eklem Pozisyon Hissi ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	72
Tablo 6.10.1.2. Katılımcıların Nondominant El Bileklerinin Eklem Pozisyon Hissi ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	73
Tablo 6.10.2.1. Katılımcıların Kavrama Hassasiyetleri ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	74

Tablo 6.10.3.1. Katılımcıların Basınç Hassasiyetleri ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	75
Tablo 6.10.4.1. Katılımcıların Vibrasyonu Hissetme Süreleri ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması .....	76



## RESİMLER LİSTESİ

### Sayfa No.

Resim 5.3.2.1. 3D Hareket Sensörü - mOOver .....	39
Resim 5.3.2.2. El Bileği Radial ve Ulnar Deviasyon Pozisyon Hissi .....	39
Resim 5.3.2.3. FreeSTEP Yazılımı .....	40
Resim 5.3.2.4. FreeSTEP Yazılımında EPH Değerlendirmesi .....	40
Resim 5.3.3.1. Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer Aleti .....	41
Resim 5.3.3.2. Kavrama Hassasiyetinin Değerlendirilmesi .....	42
Resim 5.3.4.1. Stabilizer Pressure Biofeedback Aleti .....	43
Resim 5.3.4.2. El Basınç Hassasiyetinin Değerlendirilmesi .....	43
Resim 5.3.5.1. Duyu Eşiğinin Değerlendirilmesi .....	44
Resim 5.3.5.2. Semmes-Weinstein Monofilament Testinin Uygulanması .....	45
Resim 5.3.6.1. İki Nokta Ayırımının Değerlendirilmesi .....	46
Resim 5.3.7.1. Vibrasyon Değerlendirmesi .....	47
Resim 5.3.8.1. El Kavrama Kuvvetinin Değerlendirilmesi .....	48
Resim 5.3.8.2. Lateral Tutma Kuvvetinin Değerlendirilmesi .....	48
Resim 5.3.9.1. Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi .....	49
Resim 5.3.9.2. JTEFT Yazı Yazma Alt Testi .....	50
Resim 5.3.9.3. JTEFT Kart Çevirme Alt Testi .....	51
Resim 5.3.9.4. JTEFT Küçük Cisimleri Toplama Alt Testi .....	52
Resim 5.3.9.5. JTEFT Yemek Yemeyi Uyarma Alt Testi .....	53
Resim 5.3.9.6. JTEFT Fişleri Yerleştirme Alt Testi .....	54
Resim 5.3.9.7. JTEFT Boş Kutuları Hareket Ettirme Alt Testi .....	55
Resim 5.3.9.8. JTEFT Dolu Kutuları Hareket Ettirme Alt Testi .....	56

## 1. ÖZET

### SAĞLIKLI GENÇ VE YAŞLILARIN EL VE EL BİLEĞİNDEKİ DUYUSAL PARAMETRELERİN KARŞILAŞTIRILMASI

El, günlük ve mesleki yaşantımızda en çok kullandığımız organlardan biridir. Yaşlanmanın el ve el bileği üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılmasına rağmen, el ve el bileği bu süreçte birçok fizyolojik ve anatomik değişikliğe uğrar. Çalışmamızın amacı, sağlıklı genç ve yaşlılarda el ve el bileğinin duyusunu değerlendirmek ve karşılaştırmak, bunları el fonksiyonları ile ilişkilendirmektir. Çalışmamıza 20 ile 25 yaşlar arasında 60 genç ve 70 ile 75 yaşlar arasında 60 yaşlı katılmıştır. Eklem pozisyon hissi (EPH) değerlendirmesi, kavrama hassasiyeti, ellerin basınç hassasiyeti, duyu eşiği, iki nokta ayırımı, vibrasyon değerlendirmeleri yapılmıştır. El kavrama ve lateral tutma kuvveti değerlendirilmiştir. Katılımcıların üst ekstremitelerinin fonksiyonel kapasitesinin değerlendirilmesi için Jebson Taylor El Fonksiyon Testi (JTEFT) ile kullanılmıştır. Gençlerde dominant ve nondominant el bileğinin bütün hareketlerinin EPH hata miktarları, kavrama ve basınç hassasiyeti hata miktarları genç bireylerde daha düşük bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Duyu eşiği ağırlığı ve iki nokta ayırım mesafesi gençlerin bütün parmaklarında daha düşük belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Vibrasyon duyusunun süresi genç bireylerde dominant ve nondominant ekstremitede daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Genç katılımcılarda el kavrama ve lateral tutma kuvvetleri daha yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). JTEFT'nin alt parametreleri karşılaştırıldığında sadece nondominant ekstremitenin yemek yemeyi uyarma alt parametresi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). El ve el bileğindeki duyusal parametrelerin yeterli ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi, bu bölgede karşılaşılabilecek patolojilerin doğru tespitini sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Duyu, El ve El Bileği, Fonksiyonellik, Geriatri, Proprioepsiyon

## **2. ABSTRACT**

### **COMPARISON OF HAND AND WRIST SENSORY PARAMETERS IN HEALTHY YOUNG AND ELDERLY PEOPLE**

Hand is one of the organs that we use more frequently in our daily and professional lives. Although the effects of aging on hands and wrists are not totally understood, hands and wrists undergo many physiological and anatomical changes during this process. The aim of our study is to evaluate and compare the sensation of hand and wrist in healthy young and elderly people and relation of its' hand functions. Sixty young healthy people, ages between 20 and 25 years and sixty elderly ages between 70 and 75 years were participated. The joint position sense (JPS), grip and pressure sensitivity, sensory threshold, two-point discrimination and vibration were evaluated. Hand grip and lateral pinch force evaluations were made. The functional capacity of the participants' upper limbs was measured by using the Jebsen Taylor Hand Function Test (JTHFT). JPS error rates of all movements of dominant and nondominant wrists and errors of grip and pressure sensitivity were lower in youths ( $p < 0.05$ ). Sensory threshold and two points discrimination distance were found lower in youths' all fingers ( $p < 0.05$ ). Sense of vibration's duration was found higher in youths' dominant and nondominant extremities ( $p < 0.05$ ). Hand grip and lateral holding forces were higher in young participants ( $p < 0.05$ ). As the subparameters of JTHFT were compared, there was no statistically difference between eating stimulation of nondominant extremity ( $p > 0,05$ ). Evaluation of hand and wrist sensory parameters adequately and accurately, will enable to provide detection of pathologies that may be encountered in this region.

**Keywords:** Functionality, Geriatrics, Hand and Wrist, Proprioception, Sense

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

El, günlük ve mesleki yaşantımızda en çok kullandığımız organlardan biridir. Elin motor ve duyuşal parametrelerinin birleşimiyle günlük yaşam aktivitelerimizde daha anlamlı ve daha efektif hareketler açığa çıkmaktadır. İnsan eli, insan beyni gibi diğer canlılara göre daha fazla gelişmiştir ve daha fonksiyoneldir. El, vücudun en fonksiyonel ve kozmetik yapılarından biridir ve devamlı dış dünya ile temastadır. İnsanoğlu için el; çevre ile ilişkide ve bir mesajın iletiminde odak noktasıdır (1). El, insan vücudunda, yüz ve boyun dışında görünen vücut kısmı olup saklanması zor bir organdır. İnsan vücudunun her bölümü ve bütün iç ve dış organları ne kadar önemli ve farklı özelliklere sahip olursa olsun, el ve el bileğinin kendine özgü duyu ve motor özellikleri mevcuttur. Ayrıca el bileği eklemi, biyomekanik açıdan da karmaşık bir yapıya sahiptir. El bileği eklemi, parmakların ve bütün olarak elin fonksiyonel hareketlerine de katkı sağlar. El bileği, el ve parmakların duyuşal ve fonksiyonel açıdan gelişimi bireyin sosyal ortamda kolay deneyim kazanmasını sağlar. Aynı zamanda bireylerin, öz bakım becerileri ve akademik gelişimleri açısından da çok önemlidir.

Elin duyu ve motor olmak üzere iki ana fonksiyonu mevcuttur. Bu iki ana fonksiyon; el ve el bileğinde dokunma, yakalama, jest-mimik, yazı yazma ve sanatsal etkinlik gibi ifade etme, beslenme, hijyen, seksüel, saldırı ve savunma gibi günlük yaşamda ihtiyacımız olan temel fizyolojik gereksinimleri koordine eder. Tıpkı gözler gibi el de çevremizi algılamamızı sağlayan çok önemli bir duyu organıdır. Ciltte ve derin dokularda bulunan birçok duyu reseptörü sayesinde bir bilgi edinme organı olarak düşünülebilen el, beyin ile bağlantılar kurar. Bu bağlantı şekilleri son derece karmaşık ve ayrıntılıdır. Beynin tüm birincil motor bölgesinin 1/3'ünden daha fazlasının ele ait olması, elin ayrıcalıklı bir organ olduğunu özetler (2). Elin çok karmaşık ve koordineli fonksiyonları bölge kasları, deri ve eklemlerin motor ve duyu inervasyonu kaynağının zengin olmasını gerektirir. Parmaklar çok yüksek yoğunlukta duyu reseptörü içermektedir, bu da dokunma duyarlılığını en üst seviyeye çıkarır (3).

İnsan yaşamı boyunca el ve el bileği, iç ve dış faktörler nedeniyle fizyolojik ve anatomik olarak çeşitli değişikliklerle karşı karşıya kalır. El fonksiyonları genç



bireyler için ne kadar önemliyse, geriatrik grup için de sosyal hayatlarını, günlük yaşam aktivitelerini sürdürebilmeleri açısından bir o kadar önemlidir. Yaşlanan elin fonksiyonlarını yerine getirmede el ve el bileğinin duyuşal devamlılığının önemli olduğu bilinmektedir (4). Normal yaşlanmanın, sağlıklı yaşlıların el ve el bileği işlevleri ve işlev bozukluğu üzerindeki etkileri hala iyi bilinmemekle birlikte, eller yaşlanmayla ilişkili birçok fizyolojik ve anatomik değışikliğe uğrarlar (5).

Yaşlanmayla birlikte çeşitli nedenlerle, günlük yaşam aktivitelerinde önemli rolü olan el ve el bileğinin fonksiyonlarının bozulması, geriatrik nüfusun yaşam kalitesini ve bağımsızlığını azaltır. Yaşlanmayla birlikte merkezi sinir sisteminde meydana gelen dejenerasyonlar, elin duyusunu ve becerisini etkilemektedir (6). Yaşlanmanın olmasıyla birlikte, duyuşal bütünlükte azalmanın olduğu yönünde genel kabul bulunmaktadır. Bununla birlikte alt ekstremitelere oranla üst ekstremitelerde hatta el ve el bileğinde yaşa bağılı duyu değışiklikleri ve önemi üzerinde çok fazla durulmamıştır (5). Elin somatosensöryel sistemini anlamak, el ve üst ekstremiteler rehabilitasyonu alanında çalışan klinisyenler için önem arz etmektedir. El ve el bileğinde fonksiyonelliğın devamı için, doğru duyuşal girdinin olması gerekmektedir. Doğru duyuşal girdinin olmaması durumunda ise motor fonksiyonlarını tam fonksiyonellikle yerine getiremeyen bir el ve el bileğinin günlük yaşam aktivitelerindeki rolü azalabilecektir.

El, karmaşık motor davranışlarımız için primer efektör organdır ve duygularımızı mimik, dokunma, müzik ve resim yoluyla ifade etmemizi sağlar. Elde 29 eklem, 27 kemik, 30'dan fazla kas ve tendon bulunmaktadır. Biyomekaniksel olarak tüm bu yapılar muhteşem bir etkileşim içindedir. El, primitif bir şekilde kanca veya sopa gibi veya daha çok kuvvet ve hassasiyetin çok fonksiyonlu seviyelerini içeren karmaşık manipülasyonlar gerektiren çok özelleşmiş bir araç olarak kullanılabilir. El öyle kompleks bir organdır ki birçok kişi onun fonksiyonlarını anlamak için veya hastalıklarını iyileştirmek için hayatlarını adamıştır (1). Bu tez çalışmasının sonucunda kişilerin günlük yaşam aktivitelerini, toplumsal katılımlarını, yaşam kalitelerini etkileyen el ve el bileğindeki duyuşal değışikliklerle ilgili olarak önemli bir veri kaynağı elde edilecektir.

Çalışmamızın amacı, sağlıklı genç ve yaşlılarda el ve el bileğinin duyusunu değerlendirmek, bunu el fonksiyonları ile ilişkilendirmek ve genç ve yaşlanmış eldeki duyuşal farklılıkları ortaya koymaktır. Aynı zamanda bu veriler el ve üst ekstremite rehabilitasyonunda çalışan fizyoterapistler için, yaşlanmayla el ve el bileğinde karşılaşılabilecekleri duyuşal parametrelerin değışikliklerini önceden tahmin ederek koruyucu rehabilitasyon çalışmalarında ve fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarını oluşturmalarında yol gösterici olacaktır.

Çalışmamızın hipotezleri:

H<sub>1</sub>: Genç ve yaşlı el ve el bileğinde duyuşal parametreler arasında fark yoktur.

H<sub>2</sub>: Yaşlanma, el ve el bileğinde duyuşal parametreleri olumsuz yönde etkiler.

H<sub>3</sub>: Genç kadının ve erkeğın el ve el bileğinde duyuşal parametreler yönünden fark yoktur.

H<sub>4</sub>: Geriatrik kadının ve erkeğın el ve el bileğinde duyuşal parametreler yönünden fark yoktur.

H<sub>5</sub>: Olumsuz duyu değışiklikleri fonksiyonelliğı olumsuz yönde etkilemektedir.

## **4. GENEL BİLGİLER**

### **4.1. El ve El Bileğinin Anatomisi ve Kinezyolojisi**

El - el bileğinin anatomisi ve kinezyolojisi kas iskelet sisteminin diğer bölgelerine göre biraz daha karmaşıktır (7). Birçok fonksiyonel eklem varlığından ve kontraktıl ve non-kontraktıl yapıdan söz edilebilir (8). Eldeki hassas hareketler, birbirlerinden bağımsız ya da birbirleriyle birlikte hareket edebilen birçok kemik ve eklem varlığından kaynaklıdır (9).

#### **4.1.1. El Bileği Anatomisi**

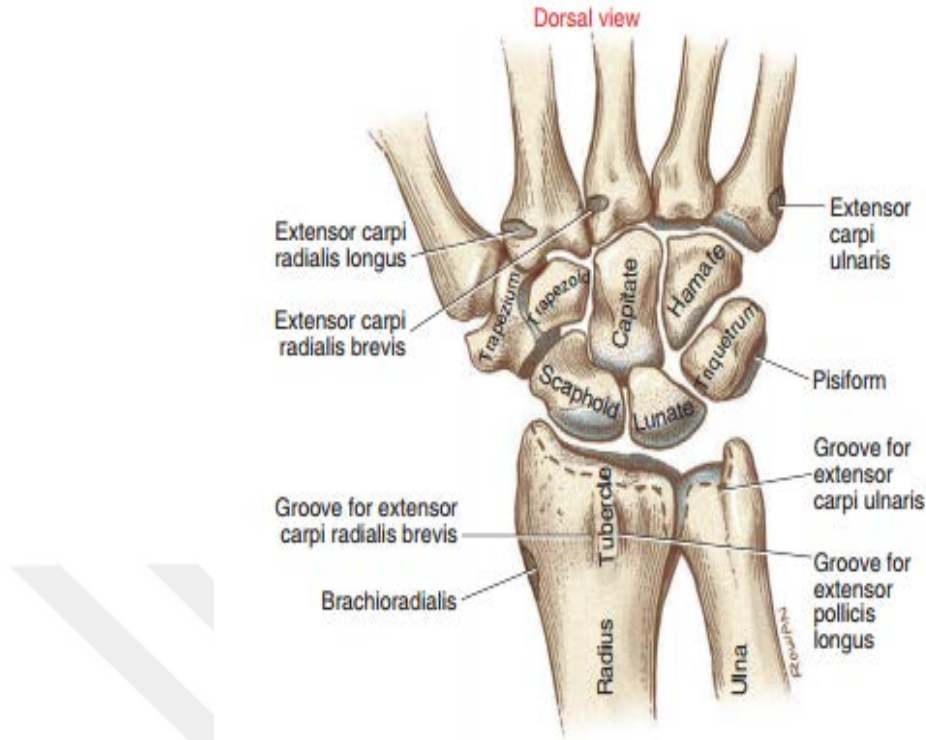
El bileği; önkol ve el arasında, bir grup olarak, fonksiyonel bir boşluk görevi gören sekiz karpal kemiği kapsar. El bileği primer iki eklem, radiokarpal ve midkarpal eklemler, ek olarak da çok sayıda küçük interkarpal eklemden oluşur. Radiokarpal eklem radiusun distal ucu ve karpal kemiklerin proksimal sırası arasında yer alır. Bu eklem hemen distalinde, proksimal ve distal karpal kemik sıralarının birleşimiyle meydana gelen midkarpal eklem vardır. Bu iki eklem el bileğinin radial ve ulnar deviasyonuna ve fleksiyon ekstansiyon hareketlerine izin verir (3).

##### **4.1.1.1. Distal Önkol**

Radius dorsal tüberkülü, radius stiloid çıkıntısı, ulnar stiloid çıkıntısı, radius distal artiküler yüzeyi distal önkolda yer alan osteolojik yapılardır. Radiusun distal artiküler yüzeyi mediolateral ve anteroposterior yönlerde konkavdır (10).

##### **4.1.1.2. Karpal Kemikler**

Skafoid, lunatum, triquetrum, pisiform proksimal karpal diziyi, trapezium, trapezoid, kapitatum ve hamatum ise distal karpal diziyi oluşturur (11) (Şekil 4.1.1.2.1.). Distal karpal dizi, güçlü ligamentler ile birbirine sıkıca bağlanır. Metakarpal kemikler ile eklemleşmek için rijit ve stabil bir taban sağlar (10).



Şekil 4.1.1.2.1. Sağ el bileği kemiklerinin dorsal görüntüsü (3).

### *Skafoid*

Skafoid veya navikular kemiğin tabanı radius üzerine oturur. Yük alma kısmı ise kapitatumun başıyla doldurulmuştur. Skafoid kemiği, 4 karpal kemik ve radius ile temas halindedir. Skafoidin iki konveks yüzeyi vardır. Proksimaldeki yüzeyi radiusun skafoid faseti ile eklemler. Distal yüzeyi ise, trapezium ve trapezoid ile eklemler. Distal medial yüzeyi kapitatumun başının lateral yarısını kavrayan derin bir konkaviteye sahiptir. Medial kenarın küçük faseti lunatum ile temastadır. Skafoid kemik, bilekten geçen kuvvetlerin yolunda yer aldığı için, diğer karpal kemiklere oranla kırıkların en fazla görüldüğü kemiktir (3, 10, 11, 12).

### *Lunatum*

Skafoid ve triquetrum kemikleri arasında proksimal dizinin ortasında yer alır. Lunatuma herhangi bir kas yapışmaz ve çok az ligamente sahiptir. Üstüne kas yapışmadığı için ve az sayıda ligamenti olduğu için sıklıkla disloke olur. Skafoid gibi lunatum da travma sonrasında beslenmesi olumsuz yönde etkilenir ve avasküler nekroz riski meydana gelir (3, 13).

### *Triquetrum*

Triquetrum veya triangular kemiğin üç köşesi mevcuttur. Lunatumun medialinde yer alır. Triquetrumun lateral yüzü uzun ve düzdür. Bu yüz hamatumun benzer yüzeyi ile eklem yapar (3, 10).

### *Pisiform*

Pisiform kemiği, triquetrumun palmar yüzüyle gevşek bir biçimde eklenmiştir. Kemik kolayca hareket ettirilebilir ve palpe edilebilir. Pisiform fleksör carpi ulnaris tendonu içine gömülüdür, bu nedenle sesamoid kemik karakterine sahiptir (3, 11).

### *Trapezium*

Trapezium asimetrik bir şekle sahiptir. Proksimal yüzey skafoidle eklenmek için hafifçe konkavdır. Distal eyer şekilli yüzeyin önemli özelliği birinci metakarpalin tabanı ile eklenmesidir. Birinci karpometakarpal eklem baş parmağa geniş bir hareket açısı sağlayan çok spesifik eyer tipli bir eklemdir. İnce ve keskin bir tüberkül trapeziumun palmar yüzeyinden çıkıntı yapar. Bu tüberkül, skafoidin palmar tüberkülü boyunca, transvers karpal ligamentin lateral yüzü için bağlantı sağlar. Doğrudan doğruya palmar tüberkülün mediali fleksör carpi radialis tendonu için belirgin bir oluktur (2, 3, 9).

### *Trapezoid*

İkinci metakarp tabanı ile eklem yapan trapezoid, nispeten daha az simetriktir ve kapitatum ve trapezium arasında sıkıca yerleşmiştir (14).

### *Kapitatum*

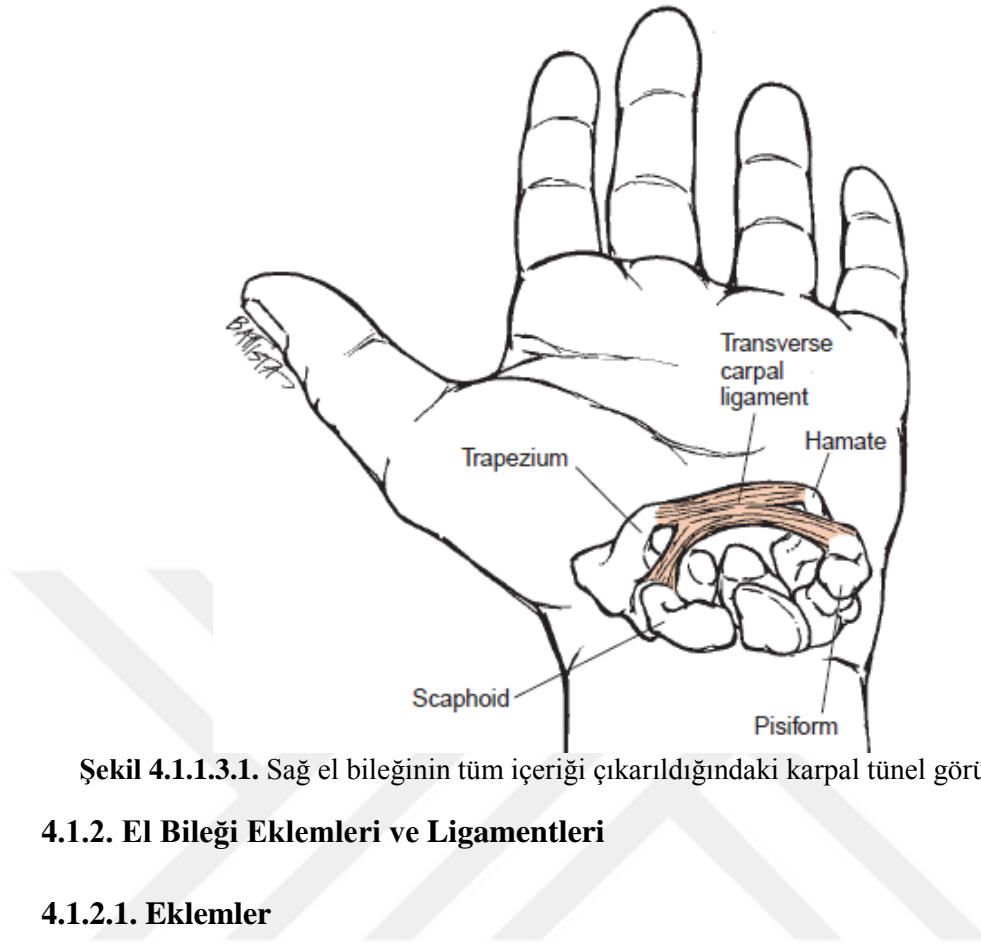
Kapitatum tüm karpal kemiklerin en büyüğüdür. Metakarpaller de göz önüne alındığında etrafını kuşatan yedi kemikle artiküler bağlantı yapan bu kemik, el bileğinin merkezine yerleşimlidir. Kapitatum kısa fakat güçlü ligamentlerce hamatum ve trapezoid arasında iyi stabilize olmuştur. Bu rijit ekleniş kapitatum ve üçüncü metakarpalin, tüm el bilek ve ele önemli longitudinal stabilite sağlayan tek bir kolon işlevi görmesine izin verir. Tüm el bilek hareketlerinin rotasyon eksenini kapitatumun içinden geçer (3, 8, 9, 10).

### *Hamatum*

Palmar yüzeyinde çengel yapan kanca gibi büyük bir çıkıntıdan dolayı hamatum ismini almıştır. Tabanı veya distal yüzeyi, dördüncü ve beşinci metakarpaller kemiklerle eklenmiştir. Bu eklenme; el kavrama yaptığı zaman, elin ulnar yöne önemli fonksiyonel mobilitesini sağlar (2, 9).

#### **4.1.1.3. Karpal Tünel**

Karpal kemiklerin palmar yüzünde bir konkavite bulunmaktadır. Bu konkavitenin üzerindeki kemerleşme, transvers karpal ligament olarak bilinen konnektif dokunun kalın fibröz bir bandıdır. Bu ligament palmar el bilek kemiklerinin üzerindeki dört yükselmiş nokta; yani pisiform, ulnar taraftaki hamatum kancası, skaphoid tüberkülü ve radial taraftaki trapezium ile bağlantılıdır. Transvers karpal ligament el bileği fleksör kası olan palmaris longus ve el arasında lokalize olmuş birçok kasa primer bağlantı yeri olarak görev yapar. Transvers karpal ligament, karpal tüneldeki karpal kemikler tarafından palmar konkaviteye dönüştürülür. Tünel parmakların ekstrinsik fleksör kaslarının tendonlarına ve median sinir için bir geçiş yolu görevi görür (2, 3, 10, 11) (Şekil 4.1.1.3.1.). Karpal tünelin küçük olması ve sinovyal membrandaki ödem, median sinir üzerinde basıya yol açabilir. Karpal tünel sendromunda, median sinirin innerve ettiği bölgenin duyu sahasında ağrı veya paresteziyle karşılaşılırken, daha ileri vakalarda, başparmaktaki intrinsik kaslarda kas gücü kaybı ve atrofi görülebilir (10).



Şekil 4.1.1.3.1. Sağ el bileğinin tüm içeriği çıkarıldığında karpal tünel görüntüsü (9).

## 4.1.2. El Bileği Eklemleri ve Ligamentleri

### 4.1.2.1. Eklemler

#### 4.1.2.1.1. Radiokarpal Eklem

Radiokarpal eklem proksimal komponentleri radiusun konkav yüzeyleri ve bitişik artiküler disklerdir. Radiokarpal eklem distal komponentleri skafoid ve lunatumun konveks proksimal yüzeyleridir. Triquetrum da radiokarpal eklem parçası olarak düşünülmektedir, çünkü tam ulnar deviasyonda triquetrumun medial yüzeyi artiküler diskle temas eder. El bileği ekstansiyon ve ulnar deviasyona geldiğinde radiokarpal eklemdaki temas alanı, en geniş olma eğilimindedir. Bu pozisyon maksimal kavrama gücünün sağlandığı bilek pozisyonudur (3, 10, 15, 16, 17).

#### 4.1.2.1.2. Midkarpal Eklem

Midkarpal eklem; karpal kemiklerin distal ve proksimal sıraları arasında meydana gelen eklemdir. Midkarpal eklemi saran eklem kapsülü, her bir interkarpal eklem ile devam eder (11).

#### **4.1.2.1.3. İnterkarpal Eklemler**

Küçük kayma hareketlerinin meydana geldiği durumlarda, el bileği hareketlerine yardım ederler. El bileğindeki diğer eklemler ile karşılaştırıldığında hareketler daha azdır. Ancak el bileğinin eklem hareket açıklığının hareketinin tamamlanması için interkarpal eklemlerin hareketi önemlidir (10, 17, 18).

#### **4.1.2.2. Ligamentler**

El bileğindeki ligamentler küçüktür ve bu ligamentlerin izole edilmeleri zordur. El bileğinin ligamentleri, doğal interkarpal dizilimi korumak ve el bilek kemikleri içinden ve arasından geçen kuvvetlerin transferi için özelleştirilmiştir. Gerilmiş ligamentlerdeki depolanmış kas kaynaklı kuvvetler, el bileğinin kompleks artrokinematikinde önemli kontrol sağlar (3, 8). Ligamentler aktive olmuş kaslara duyu geri bildirim de sağlarlar. Yaralanma ve hastalıklar nedeniyle hasar alan ligamentler, el bileğini zayıflığa, deformiteye, instabiliteye ve dejeneratif artrit açığa getirir (3, 19). El bileği ligamentleri, ekstrinsik ve intrinsik olarak sınıflandırılır (Tablo 4.1.2.2.1.). El bileğinin ulnar tarafında yer alan konnektif doku yapısı, triangular fibrokartilaj kompleks olarak bilinir. Triangular fibrokartilaj kompleksin primer fonksiyonu; radiusun sabit bir ulna etrafında el bilek kemikleriyle serbest bir şekilde dönmeye olanak verdiğinde radius ve ulnanın distal uçlarını güvenli bir biçimde birbirine bağlamaktır. Distal radioulnar eklem primer stabilizasyonu, el bileğinin ulnar tarafını güçlendirme, radiokarpal eklem konkav kısmını şekillendirme, elden önkola geçen kompresyon kuvvetlerinin bir kısmını transfer etme gibi sekonder fonksiyonları da mevcuttur (3, 10).



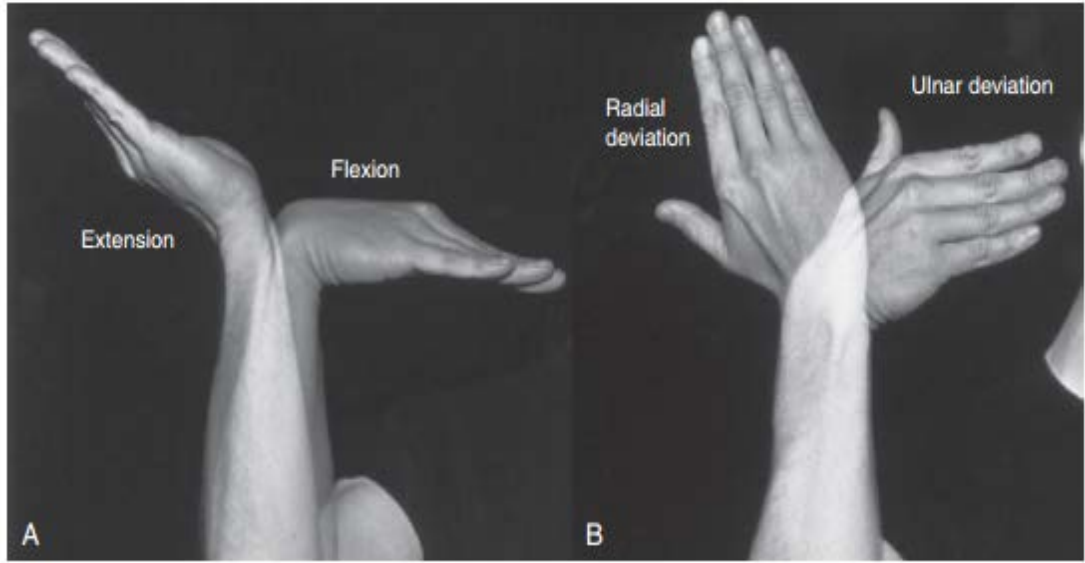
**Tablo 4.1.2.2.1.** El Bileğinin Ekstrinsik ve İntrinsik Ligamentleri (3, 10).

<b>EL BİLEĞİNİN EKSTRİNSİK LİGAMENTLERİ</b>	
Dorsal radiokarpal lig.	
Radial kollateral lig.	
Palmar radiokarpal lig.	
• Radiokapitate	
• Radioulnate	
• Radioskapholunate	
Ulnokarpal kompleks	
• Artiküler disk	
• Ulnar kolleteral lig.	
• Palmar ulnokarpal lig.	
<b>EL BİLEĞİNİN İNTRİNSİK LİGAMENTLERİ</b>	
Kısa	
• Dorsal	
• Palmar	
• İnterosseöz	
Orta	
• Lunotriquetral	
• Skapholunate	
• Skaphotrapezial	
Uzun	
• Palmar interkarpal	
• Dorsal interkarpal	

### **4.1.3. El Bileği Hareketlerinin Kinematığı**

#### **4.1.3.1. Osteokinematik**

El bileğinin osteokinematikleri iki serbestlik derecesi olarak tanımlanmıştır: fleksiyon-ekstansiyon ve ulnar-radial deviasyon. El bileği sirkumduksiyonu ise el bileği tarafından yapılan tam bir sirküler hareket - hareketlerin sagittal ve frontal düzlemde eş zamanlı olarak gerçekleşmesiyle meydana gelen bir kombinasyondur (3, 10, 20) (Şekil 4.1.3.1.1.). El bileğinin çoğu doğal dinamik hareketleri, her iki frontal ve sagittal düzlemlerde meydana gelen hareketleri kombinler: ekstansiyon radial deviasyon ile ve fleksiyon ulnar deviasyon ile oluşma eğilimindedir (20). El bileğinde meydana gelen doğal hareketler hafif oblik bir şekilde meydana gelir. Hareketlerin bu doğal kombinasyonu, günlük yaşamda kullandığımız birçok aktiviteyi gerçekleştirmeye katkı sağlar. Bu doğal kinematik hareketler, herhangi bir hastalık, yaralanma veya el bileği artroplastisi sonrasında, el bileğinin rehabilitasyonu yapılırken dikkate alınmalıdır (3, 20, 21).



**Şekil 4.1.3.1.1.** El bileğinin osteokinematığı. **A.** Fleksiyon ve ekstansiyon. **B.** Ulnar ve radial deviasyon (3).

El bileğinin rotasyon hareketinin eksenini kapitatum kemiğidir. Üçüncü metakarpal kemik tabanı ve kapitatum arasındaki sıkı eklemleşme tüm elin direkt osteokinematik yörüngesinin kapitatumda rotasyon meydana gelmesine yol açar. El bileği sagittal düzlemde yaklaşık 130 ile 160 derece arasında harekete izin verir. El bileği ortalama 70 ile 85 derece fleksiyona gelir ve yaklaşık 60 ile 75 derece ekstansiyona gelir. Bazı iki eklemler gibi el bileği eklem hareketi, hareketin aktif veya pasif olarak yapılmasına, yaşa ve sağlık durumuna göre değişebilir. Toplam fleksiyon açısı normalde ekstansiyonu yaklaşık 10 ile 15 derece aşar. Ekstansiyonun son sınırı doğal olarak kalın palmar radiokarpal ligamentdeki sertlik tarafından limitlenir. Bazı insanlarda distal radiusun ortalamasının üzerindeki bir palmar eğimi ekstansiyon mesafesini limitleyebilir. El bileğinde frontal düzlemde yaklaşık 50 ile 60 derecelik hareket meydana gelir. El bileğinin ulnar deviasyonu yaklaşık 35 ile 40 derece arasında, radial deviasyonu ise 15 ile 20 derece arasındadır (3, 9, 10, 18, 22).

#### **4.1.3.2. Artrokinematik**

##### *Ekstansiyon ve Fleksiyonu Artrokinematığı*

Radiokarpal ve midkarpal eklemlerin birbirine uyumlu bir şekilde çalışması, konveks ve konkav rotasyonel hareketlere dayanır. Ekstansiyon, lunatumun konveks yüzeyinin radius üzerinde dorsale doğru kayması ile meydana gelir. Kapitatumun

başı, lunatum üzerine dorsale doğru yuvarlanır ve eş zamanlı olarak palmar yönde kayar. Her iki eklemdaki artrokinematik kombine olduğu zaman total el bileği ekstansiyonu yaklaşık olarak 60 dereceye ulaşır (10). El bileğindeki fleksiyon artrokinematığı, ekstansiyon kinematığı ile aynıdır fakat ters yönde gerçekleşir (3).

#### *Ulnar ve Radial Deviasyon Artrokinematığı*

Fleksiyon ve ekstansiyon gibi ulnar ve radial deviasyon, radiokarpal ve midkarpal eklemlerin her ikisinde de senkronik konkav-konveks yönlü rotasyonlar sayesinde meydana gelir (11). Ulnar deviasyon meydana geldiği sırada skafoid, lunatum ve triquetrum ulnara doğru yuvarlanır ve radiale doğru kayarlar. Radial deviasyon, ulnar deviasyon artrokinematığına benzerdir. Radiokarpal eklemden radial deviasyon miktarı korpusun radial kenarının, radiusun stiloid çıkıntısına çarpması ile kısıtlanır. Bu durum, el bileğindeki radial deviasyonun çoğunun, midkarpal eklemden meydana gelmesine yol açar. Radial deviasyon hareketi tamamlandığında, hamatum ve triquetrum birbirinden ayrılır (10).

El bileği kasları, el bileğinin hareketlerini aktif olarak kontrol ediyor olmasına rağmen, ligamentlerin pasif gerilimi ile el bileği hareketleri kısıtlanır (23).

#### **4.1.4. El Bileği Kasları**

El bileğinin dorsalinden geçen bütün kaslar radial sinir tarafından innerve edilir. Ekstansör yüzeydeki primer kaslar, ekstansör karpi radialis longus, ekstansör karpi radialis brevis ve ekstansör karpi ulnaristir. El bileğinin palmar yüzeyinden geçen kaslar ise median ve ulnar sinir tarafından innerve edilir. Fleksör karpi radialis ve palmaris longus kasları median sinir tarafından, fleksör karpi ulnaris kası ise ulnar sinir tarafından innerve edilir (24).

Karpal kemiklere direkt olarak yapışan kas fleksör karpi ulnaris kasıdır. Bu kas dışında karpal kemiklere doğrudan tutunan başka bir ekstrinsik kas bulunmamaktadır. Primer olarak el bileğinde görev alan birçok kas, el bileğini geçerek metakarp tabanına ve falankslara yapışır. El bileğinin rotasyon eksenini etkileyen, anteroposterior veya mediolateral olarak geçen herhangi bir kas bulunmamaktadır. Bu sebeple, el bileğindeki bütün kaslar uzunluklarına göre değişen

kuvvet kolu ile sagital ve frontal düzlemlerin her ikisinde de tork oluştururlar. El bileğinin radial ve ulnar deviatörleri, herhangi bir aktivite yapılırken, objelerin kontrol edilmesinde ve kavranmasında rol alır (3, 10, 24).

El bileğinde ekstansiyon hareketini primer olarak açığa çıkaran üç ekstansör kas bulunmaktadır. Bu kaslar; ekstansör karpi radialis longus ve brevis ile ekstansör karpi ulnaris kaslarıdır. Ekstansör digitorum kommunis kası, el bileği ekstansiyonu yaptırabilen bir kas olmasına rağmen, primer fonksiyonu parmak ekstansiyonudur. El bileğine sekonder olarak katkı veren diğer kaslar ise, ekstansör indicis, ekstansör digiti minimi ve ekstansör pollisis longus kaslarıdır. El bileğine ekstansiyon yaptıran primer kasların yapışma yeri humerusun lateral epikondili ve ulnanın dorsal sınırına yakındır. Daha distalde ise ekstansör karpi radialis longus ve brevis kasları ikinci ve üçüncü metakarpların dorsal tabanına yan yana gelecek şekilde yapışırlar. Ekstansör karpi ulnaris kası ise beşinci metakarpın tabanının dorsaline tutunur (10, 25).

El bileğinde fleksiyon hareketini yaptıran 3 primer kas mevcuttur. Bu kaslar; fleksör karpi radialis, fleksör karpi ulnaris kaslarıdır ve eğer bulunuyorsa palmaris longus kasıdır. Palmaris longus kası, insanların yaklaşık %10'unda bulunmayabilir. Parmakların ekstrinsik fleksörleri olan fleksör digitorum profundus ve superficialis ve fleksör pollisis longus kasları aynı zamanda el bileğine fleksiyon yaptıran diğer sekonder kaslardır. El bileği nötral pozisyonda iken, abduktor pollisis longus ve ekstansör pollisis brevis kasları da el bileğinde fleksiyon hareketi açığa çıkartmaya küçük de olsa katkı sağlarlar. Primer el bileği fleksör kasları, humerusun medial epikondili ile ulnanın dorsal sınırı arasında uzanır (23, 24, 25).

Ekstansör karpi radialis longus ve brevis, ekstansör pollisis longus ve brevis, fleksör karpi radialis, abduktor pollisis longus ve fleksör pollisis longus kasları el bileğinde radial deviasyon hareketini yaptıran kaslardır. Primer ulnar deviatör kaslar ise; ekstansör karpi ulnaris ve fleksör karpi ulnaris kaslarıdır. Fleksör ve ekstansör karpi ulnaris kaslarının fonksiyonel açıdan birlikteliğinden dolayı, bu kaslardan herhangi birinde yaralanma meydana geldiğinde, ulnar deviasyonun tüm kinetiğinde kısıtlamalar oluşabilir (3, 10, 25).

#### **4.1.5. El Anatomisi**

El oldukça komplike bir yapıdır. İnce ve koordine işleri yapan bir organdır ve beynin periferik olan uzantısıdır. Karpal, metakarpal ve parmakların uzunluklarının oranı 2:3:5'dir, bu oran ayakta ise 5:3:2 şeklindedir. Bu durum elde proksimalden distale doğru gidildikçe kemiklerin uzadığını gösterir ve bu sayede elde mobilite ön plandadır. Elde 29 eklem, 27 kemik, 30'dan fazla kas ve tendon bulunmaktadır. Tüm yapıların birlikte çalışmasıyla elin kavraması sağlanır (10, 12, 13).

##### **4.1.5.1. Kemikler**

Metakarpaller tıpkı parmaklar gibi, birden beşe doğru numara şeklinde radial taraftan başlayarak adlandırılır. Her bir metakarpal kemik benzer anatomik özellik göstermektedir. Birinci metakarpal kemik kısa ve kalındır; ikincisi genelde uzundur; geriye kalan 3 kemiğin boyu radialden ulnara doğru küçülür (3).

Metakarpal kemiklerin proksimal bölümü ve karpal kemiklerin distal dizisi karpometakarpal eklemleri oluşturur. Metakarpallerin distal bölümü ve proksimal falanksların arasında da metakarpofalangeal eklemler meydana gelir. Başparmak hariç, her bir parmak, iki interfalangeal eklem sahiptir. Bu eklemler proksimal ve distal interfalangeal eklemlerdir. Başparmakta bir tane interfalangeal eklem olmasının nedeni ise başparmağa ait iki tane falank bulunmasından kaynaklıdır (10).

Metakarpal kemiklerin her biri, benzer anatomik yapıya sahiptir. Metakarpal kemiklerin her birinde taban, shaft, baş ve boyun mevcuttur. Birinci metakarpal kemik en kısa ve kalın olan metakarpal kemiktir (29). Başparmağın, diğer parmaklarla birlikte aktive olması, hemen hemen bütün el hareketlerinin açığa çıkması açısından önemlidir. Eğer elde, sağlıklı ve mobil bir başparmak bulunmazsa, elin bütün fonksiyonları önemli ölçüde etkilenir (11).

##### **4.1.5.2. Eklemler**

###### **4.1.5.2.1. Karpometakarpal Eklemler**

Karpometakarpal eklemler, distal karpal dizi kemikleri ile beş metakarpal kemiğin tabanı arasında meydana gelmektedir. Elde meydana gelebilecek bütün

hareketlerin temeli karpometakarpal ekleme başlar. İkinci metakarpal kemik esas olarak trapezoid ile sekonder olarak da trapezium ve kapitatum ile eklemler. Üçüncü metakarpal kemik primer olarak kapitatum ve hamatum ile eklem yapar. Beşinci metakarpal kemik ise hamatum ile bir eklem meydana getirir. Tüm karpometakarpal eklemler transvers ligamentler aracılığıyla güçlü bir şekilde desteklenir. Volar ve dorsal longitudinal ligamentler ise daha az bir şekilde destekler (10, 28, 29).

Opozisyon hareketi sırasında, birinci karpometakarpal eklem, eldeki en mobil eklemdir. Elin beceri kabiliyetinin artırılması için karpometakarpal eklemler palmar yüze doğru hafif konkavite yapar (24).

#### **4.1.5.2.2. Metakarpofalangeal Eklemler**

Metakarpofalangeal eklemlerde, sagittal ve frontal düzlemlerde fleksiyon - ekstansiyon, abduksiyon - adduksiyon hareketleri primer hareketler olmasına rağmen bazı yardımcı hareketler de açığa çıkmaktadır. Bu yardımcı hareketler sayesinde parmakların materyallerin kavranması kontrollü olarak sağlanır (3, 10).

#### **4.1.5.2.3. İnterfalangeal Eklemler**

Proksimal interfalangeal eklemlerde yaklaşık 100 ile 120 derece arasında fleksiyon hareketi açığa çıkar. Distal interfalangeal eklemlerde ise fleksiyon derecesi 70 ile 90 derece arasındadır. Proksimal ve distal interfalangeal eklemlerde genellikle minimal derecede hiperekstansiyon hareketi de açığa çıkar. İnterfalangeal eklemlerde görülen fleksiyon hareketleri, ulnar tarafa doğru gittikçe artış gösterir (11, 12, 13).

#### **4.1.5.3. Başparmak**

Bütün el fonksiyonları yapılırken, başparmak %40 oranında görev alır. Başparmağın hareket eksenini karpometakarpal eklemdir ve diğer metakarpal kemikler ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 80 derece fleksiyon ve pronasyon hareketleri meydana gelebilir. Bu sayede başparmak sirkümdüksiyon yaparak opozisyon hareketini açığa çıkartır (25).

### *Karpometakarpal Eklem*

Başparmağın daha geniş bir hareket açısına sahip olabilmesi için, karpometakarpal eklemi saran kapsül yapısal olarak daha gevşek bir yapıdadır. Aynı zamanda bu kapsül güçlü ligamentler ile sarılmış durumdadır. Bununla birlikte, kapsülün üzerine yerleşen kaslar da eklemi destekler özelliindedir (10). Başparmağın karpometakarpal eklemi, eyer tipi, bikonkav ve konveks yapıdadır. Eklem kendisinin stabilizasyonu çok iyi olmadığı için, karpometakarpal eklemi ve trapeziumu stabilize edecek superior anterior ligament, dorso radial ligament, dorsal intermetakarpal ligament gibi 16 farklı ligament bulunmaktadır (3, 10, 13, 29).

### *Metakarpofalangeal Eklem*

Başparmağın metakarpofalangeal eklemi top-socket tipi bir eklem olup, 3 derecelik bir serbestlik alanına sahiptir. Bu eklemde primer olarak açığa çıkan hareketler fleksiyon ve ekstansiyondur. Abduksiyon ve adduksiyon hareketlerini eklem çevresindeki yumuşak dokular kısıtlamaktadır. Bu sebeple eklem boyunca sınırlı bir rotasyon derecesi görülür (23, 24).

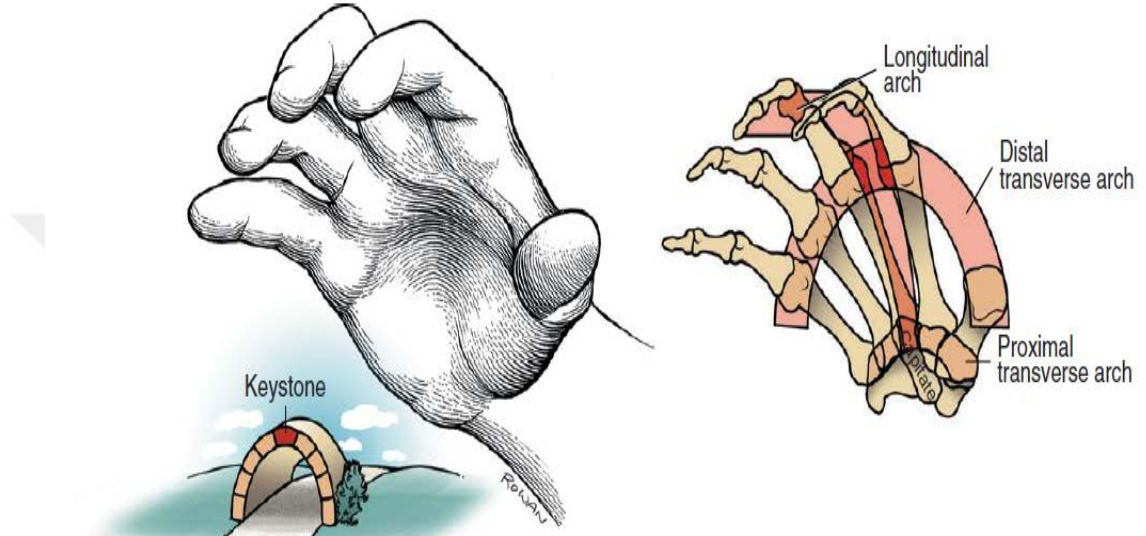
### *İnterfalangeal Eklem*

Distal falanks tabanının ortasındaki çentik nedeniyle, interfalangeal eklemde stabilite daha iyi sağlanır. Normalde başparmağın interfalangeal eklemde 20 derecelik bir ekstansiyon ve 75 ile 80 derecelik fleksiyon hareketleri açığa çıkar.

#### **4.1.5.4. Elin Arkları**

İstirahat pozisyonundaki bir elin palmar yüzeyinde doğal bir konkavite görülür. Bu konkavitenin kontrolü, insana güvenli bir şekilde tutma ve çeşitli şekil ve boyuttaki cisimlerin manipülasyonunu ve kavramasını sağlar. Bu palmar konkavite 3 birleşik ark sistemiyle desteklenmektedir: 2 transvers ark ve bir longitudinal ark (3) (Şekil 4.1.5.4.1.). Proksimal transvers arkı karpal kemiklerin distal sırası oluşturmaktadır. Bu statik ve rijit ark karpal tüneli meydana getirir. Kapitatum kemiği, proksimal transvers arkin temel kilit noktasıdır, diğer karpal kemiklerle olan teması ve güçlü interkarpal ligamentler tarafından desteklenmektedir. Elin distal transvers arkı metakarpofalangeal eklemler boyunca uzanmaktadır. Proksimal arkin

rijiditesinin aksine distal ark daha mobildir. Distal transvers arkın kilit noktası metakarpofalangeal eklemlerdir. Elin longitudinal arkı ikinci ve üçüncü rayın genel şeklini takip eder. Bu arkın proksimal ucu karpometakarpal eklemlerle el bileğine sıkıca bağlanmıştır. Arkın distal ucu parmaklara fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yaptırabilmek için çok hareketlidir. Longitudinal arkın kilit taşı ikinci ve üçüncü metakarpofalangeal eklemleri içermesidir (3, 8, 13, 27).



Şekil 4.1.5.4.1. İki transvers ark ve longitudinal ark tarafından desteklenen elin palmar yüzünün doğal konkavitesi (3).

#### 4.1.5.5. Tendon Mekanizması

Uzun ekstansör tendonlar, sagittal bantlar tarafından sabit tutularak, sinovyal kılıftan çıkan ve metakarpofalangeal eklem üzerinden dönen düz yapılardır. Proksimal falanksın dorsalinde, ekstansör tendonlar ve interosseöz kasların bir bölümü birleşerek tendinöz kompleksi oluşturur. Ekstansör tendonlar, bu şekilde interfalangeal eklemler üzerinde seyrederek. Klinik olarak ekstansör kasların tendonlarında karşılaşılabilecek herhangi bir yaralanma sonucunda, parmaklar ekstansiyona gelmediği için, kişinin kavrama gücü ciddi oranda etkilenir. Kişi kavrama yaparken, el bileğini fleksiyona getirerek, parmakları açmaya çalışır. Parmaklara fleksiyon yaptıran ekstrinsik kaslar, fleksör digitorum superficialis ve profundus ve fleksör pollicis longus kaslarıdır. Bu kaslar humerusun medial epikondilinden orijin alırlar ve radius ve ulnanın palmar yüzüne yapışırlar. Dört derin ve dört yüzeysel fleksör kasların tendonları, palmar tarafta el bileğini geçtikten sonra, karpal tünel içinden geçerek falankların palmar yüzüne yapışırlar. Yüzeysel fleksör



tendonlar, proksimal interfalangeal eklemlere, derin fleksör tendonlar ise distal interfalangeal eklemlerin izole fleksiyonundan sorumludurlar (10, 25, 30, 31).

#### **4.1.5.6. Elin Ligamentleri**

El parmaklarının ortak özelliği, parmakların tümünün fleksiyon hareketini açığa çıkartmak için tasarlanmış olmasıdır. Her bir eklem bilateral olarak kollateral ligamentlere sahiptir ve fibrokartilaj bir yapı olan volar plate denen güçlü kalın bir anterior kapsül tarafından sarılmıştır. Metakarpofalangeal eklemler fleksiyon hareketini tamamladığı zaman kollateral ligamentler gerilir. Metakarpofalangeal eklemler fleksiyon pozisyonunda durdurulursa lateral mobilite sınırlandırılmış olur. Bu sebeple, eğer el açılmaz veya düzleştirilmez ise parmaklar abduksiyona getirelemez (25, 26, 27).

Elde biyomekaniksel olarak yedi temel kavrama hareketi yapılıır:

*Silindirik kavrama:* Tipik bir kaba kavrama şeklidir. Baş parmak opozisyonunda, diğer parmaklar fleksiyondadır. Silindirik kavramadan sorumlu primer kas fleksör digitorum profundus kasıdır. Daha büyük bir kuvvetle silindirik kavrama yapılması gerektiğinde fleksör digitorum superficialis ve interosseöz kaslar kavramaya yardımcı olur.

*Sferik kavrama:* Silindirik kavramaya benzer bir kavrama şeklidir. Beyzbol topu tutmada kullanılan kavramadır. Sferik kavramada metakarpal kemikler daha fazla abduksiyon pozisyonundadır. İnterosseöz kaslar bu kavramada daha fazla aktif durumdadır.

*Çengel kavrama:* Çanta taşıma sırasında kullanılan kavrama şeklidir. Çengel kavrama yapılırken başparmak abduksiyon pozisyonunda, diğer parmaklar da proksimal interfalangeal eklemlerden itibaren fleksiyon pozisyonundadır.

*İntrinsik kavrama:* Büyük ve yatay cisimlerin tutulmasında kullanılan kavrama şeklidir.

*Palmar (Üç Nokta) Kavrama:* Kalem tutarken kullanılan kavrama şeklidir. Başparmağın pulpasının, işaret ve orta parmak pulpasıyla opozisyon yapması ile gerçekleşir.

*Parmak Ucu Kavrama:* Çivi gibi küçük ve ince cisimleri tutarken kullanılan kavrama şeklidir. Parmak ucu kavrama, güçten ziyade iyi bir koordinasyon ve dikkat gerektiren aktiviteler sırasında kullanılan bir kavrama şeklidir.

*Lateral (Anahtar) Kavrama:* İşaret parmağının orta falanksının başparmağın pulpasının opozisyonu ile yapılan kavrama şeklidir (32, 33).

## **4.2. El ve El Bileğinin Duyusu**

### **4.2.1. Duyu Sistemine Genel Bakış**

Duyu sistemi, vücudun her noktasına yayılmış özel reseptörlerin uyarılması ile bireyin, çevrenin dış şartlarındaki ve vücudun bütün hücrelerinin iç şartlarındaki değişimlerden haberdar olmasında görev alır. Duyu reseptörlerinden veya dış ve iç vücut ortamlarındaki duyu organlarından gelen çeşitli impulslar, duysal sinirler aracılığıyla santral sinir sistemine taşınır. Duyu sistemi farklı şekillerde sınıflandırılır. Duyu, Charles Sherrington tarafından ekstreptif, interoseptif ve proprioseptif olarak isimlendirilir. Dış dünya ve çevre hakkında bilgi sağlayan duyu sistemi, somatosensoryal fonksiyonları ve özel duyuları da içeren ekstreptif duyudur. İntroseptif duyu sistemi, kan basıncı ve vücut sıvılarındaki kimyasal içeriklerin konsantrasyonları gibi internal fonksiyonlar hakkındaki bilgiyi taşıyan duyudur. Proprioseptif duyular ise uzayda insan vücudunun ve ekstremitelerin oryantasyonunu taşır. Duysal sistem tarafından işlenen bilgiler, uyarının bilinçli olarak farkına varılmasına neden olabilir ya da olmayabilir. Duyu sistemleri bilinçli ve bilinçsiz olarak fonksiyon görmektedir. Herhangi bir bilgi, farkında olunsun ya da olunmasın duysal bilgi olarak adlandırılır.

İnsan vücudunun iç çevresini düzenlemede bilinçsiz visseral duyu sistemleri görev alır. Uzayda ekstremitenin pozisyonunun algılanmasının hem bilinçli hem de bilinçsiz komponentleri bulunmaktadır. Bilinçli olarak posterior kolon yolları aracılığıyla, bilinçsiz olarak da spinoserebellar yollar aracılığıyla taşınır. Bilinçli somatosensoryel duyu sistemi de iki komponente sahiptir; pozisyon / vibrasyon / ince ayırt edici dokunma sistemi ve ağrı / ısı / kaba ayırt edici dokunma sistemi. Pozisyon / vibrasyon / ince ayırt edici dokunma sistemi medial lemniskal sistem üzerinden taşınır.

Sherrington'ın duyu sınıflandırması dışında duylar 4 farklı şekilde de sınıflandırılır. Yüzeyel duylar hafif dokunma, ağrı, ısı, yüzeyel basınç; derin duylar proprioepsiyon - kinestezi, eklem pozisyon hissi, derin basınç, derin ağrı; mix duylar stereognozi, grafiestezi, iki nokta diskriminasyonu, vibrasyon, parmak tanıma, duysal lokalizasyon, barognozi ve iç organlardan yayılan ağrı, açlık, bulantı visseral duylar olarak gruplandırılır (34, 35, 36).

#### **4.2.2. Duyu Reseptörleri**

Çevre ile duysal sinir sistemi arasındaki ara yüzey duyu reseptörleridir. Deri, subkutan doku, tendon, kas, periost ve visseral yapılarda, çeşitli tiplerdeki duysal bilginin sinir impulslarına çevrilmesini sağlayan çok sayıda ve farklı tipte reseptörler bulunmaktadır. Duysal son organlar tüm vücutta deride ve muköz membranlarda mevcuttur. Dil, dudaklar, genital bölge ve parmak uçlarında reseptörler daha yoğun iken, reseptörler omuz, kalça ve gövdede daha seyrek bulunur. Herhangi bir sinir lifi birden fazla reseptörü innerve edebilir ve her bir son organ birden fazla sinir lifinden dal alabilir. Reseptörler birden fazla stimülasyona da yanıt verebilir, ancak özel bir tip uyaran için eşikleri en düşük olduğundan "spesifiteye" sahiptir.

Reseptörler serbest sinir sonlanmaları, enkapsüle ya da duyu organını oluşturmak üzere özelleşmiş nonnöral içerikler olabilirler. Ekstroseptörler, eksternal uyarana yanıt verirler ve çevre ile vücut arasındaki yüzeyde ya da bu yüzeye yakın bir bölgede bulunurlar. Özel duysal ekstroseptörler görme, işitme, tat, koku ve vestibüler duylara ve fonksiyonlara aracılık ederler. Kutanöz ya da genel duysal organlar deride serbest ve enkapsüle reseptör sonlanmalarıdır. Proprioseptörler ise kas ve tendonlar gibi daha derindeki dokuların stimülasyonuna yanıt verir ve özellikle de hareketi ve vücut bölümlerinin pozisyonunun belirlenmesi amacıyla düzenlenmiştir. Reseptörler; mekanoreseptörler, termoreseptörler, kemoreseptörler, fotoreseptörler ve osmoreseptörler gibi daha duyarlı oldukları spesifik modaliteye göre de sınıflandırılmaktadır. Vücudun farklı bölgeleri arasında, duysal reseptörlerin yoğunluğu anlamında büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bununla birlikte, yaşın ilerlemesiyle birlikte de reseptör yoğunluğu azalmaktadır (34, 37).

### 4.2.3. Dokunma (Taktıl) Duyusu

İki fiziksel yapı arasında doğrudan temas sağlamak dokunma olarak tanımlanmaktadır. Dokunma duyusu doğumdan önce gelişen ilk duydur, bu sayede kişiler vücudunun farkına varır ve kendisini dış dünya ile ayırabilir. Vücut ağırlığımızın yaklaşık %18'inin dokunma duyusu reseptörlerinden oluştuğu tahmin edilmektedir. Dokunma duyusu aktif dokunma ve pasif dokunma olarak ikiye ayrılmaktadır. Elimizi ya da vücudumuzun bir parçasını başka bir yüzey üzerinde gezdirerek yapılan dokunma aktif dokunmadır. Pasif dokunma ise başka bir insan veya başka bir şey kişiye dokunduğunda oluşan dokunma şeklidir. Herhangi bir dokuyu tanımlamak veya objeleri isimlendirmek için kullanılan dokunma şekli pasif dokunma iken, objelerin manipulasyonu için aktif dokunma gereklidir (37, 38).

#### *Dokunma Duyusunun Algılanması ve İletilmesi*

Dokunma duyusu, deride ve deri altında bulunan reseptörler aracılığıyla algılanır. Dokunulan yerin ilgili dermatom alanındaki periferik sinir aracılığıyla medulla spinalise arka kökten girer, ilgili laminada sinaps yaptıktan sonra afferent yollar ile ilk olarak talamusa iletilir, talamustan sonra da somatosensoriyal kortekse iletilir. Örneğin işaret parmağının pulpasına iğne batan bir kişide, dokunma duyusu mekanoreseptörler tarafından algılanır, median sinir aracılığıyla medulla spinalise iletilir, lamina 2'de sinaps yapar ve spinotalamicus lateral traktus ile somatosensoriyal kortekse iletilir (37, 39).

#### *Mekanoreseptörler*

Dokunma duyusu, elde dermis ve epidermiste, stratum korneum ile adipoz ve konnektif doku arasında yerleşmiş dört farklı mekanoreseptör aracılığıyla algılanan bilgilerin kombinasyonu olarak yorumlanır. Reseptörlerin her biri, morfolojik özelliklerinden, derideki yerleşim yerinden ve inervasyon paterninden dolayı farklı şekilde cevap açığa çıkartır. Daha derin dokulardaki şekil değişiklikleri basınç duyusunu oluşturur. Vibrasyon duyusu tekrarlayıcı ve hızlı duysal sinyallerle meydana gelir ve dokunma duyusunu algılayan aynı reseptörler tarafından algılanır (37, 38). Meissner Korpüskülleri derinin yüzeyel tabakasında, 0,5 ile 1 mm. arasında dermis ve epidermisin birleşme noktasında bulunur. Parmak uçlarında, dudaklarda,

derinin kıl ve tüy olmayan bölümlerinde dokunma duyusunun geliştiği diğer bölgelere yerleşmiş durumdadır. Hızlı adapte olan A $\beta$  sinir lifleri tarafından innerve edilirler ve çok hızlı bir şekilde adaptasyon gösterirler. Bu reseptör, elin objeler ile ilk temasını algılar ve objenin şeklini ve yapısını algılamada rol alır. Düşük frekanslı vibrasyon, ağırlığı çok hafif olan cisimlerin dokunma lokalizasyonuna ve deri üzerindeki hareketlerine duyarlıdır (40).

Yavaş adapte olan Tip I lifleri tarafından innerve edilen merkel diskleri, meissner korpüsküllerinin bulunduğu alanlarda ve bunun yanısıra kıllı deride bulunmaktadır. Kişinin derisine sürekli temas eden cisimlerin farkında olmasını sağlar. Deriye uygulanan basıncı ve dokunma duyusunun lokalizasyonunu algılar. Merkel Diskleri görme engelli bireylerin kullandığı Braille alfabesini okumada çok önemlidirler (39). Ruffini sonlanması derinin derin tabakalarında ve derin dokularda yer alır. A $\beta$  sinir lifleri innerve edilir ve çok az adaptasyon gösterir. Deride ve daha derin dokulardaki sürekli dokunma duyusunu ve ağrı duyusunu algılamada görev alır. Ele alınan büyük objelerin şeklini tanımlamada rol alır. Aynı zamanda eklem kapsülünde bulunması nedeniyle de eklem rotasyon derecesini bildirir. Pacini korpüskülleri, uzun eksen deriye paralel olarak yerleşmiş derin deri dokularında bulunur. Dokuların mekanik durumlarındaki değişiklikleri saptamada ve doku vibrasyonunu algılamada önemlidir. Hızlı adapte olan A $\beta$  sinir lifleri tarafından innerve edilirler ve çok hızlı bir şekilde adaptasyon gösterirler. Dokuların hızlı hareketleri ile uyarılır ve yüksek frekanstaki vibrasyon duyusuna duyarlıdır. Pacini Korpüsküllerinin en önemli görevi, ele alınan objelerin vibrasyonunun algılanmasıdır (35, 37, 38, 39).

Bu mekanoreseptörlerin dışında, vücuttaki ince kılların hareketi, kılların alt kısmını çevreleyen kıl dibi organını uyarır. A $\beta$  sinir lifleri tarafından innerve edilir ve çok hızlı bir şekilde adapte olur. Vücuda ilk teması ve vücut yüzeyindeki nesnelere hareketini algılar. Ayrıca dermis boyunca yerleşmiş A $\delta$  ve C tipi liflerden oluşan serbest sinir sonlanmaları dokunma, basınç ve ağrı duyusunu algılar (34, 36) (Tablo 4.2.3.1.).

**Tablo 4.2.3.1. Duyu Siniri Lifleri (39).**

Myelin Durumu	Tip	Çap	İletim Hızı	Reseptör Tipi	Modalite
Myelinli	A-β	6-12	35-75	Merkel Paccini Ruffini Meisner Korpüskülleri Kıl Dibi Organı	Dokunma Vibrasyon Pozisyon hissi Titreşim
	A-δ	1-5	5-30	Kıl Dibi Organı Termoreseptör Özelleşmiş Sonlanmalar	Dokunma Sıcak-Soğuk Acı
Myelinsiz	C	0,2-1,5	0,5-2	Mekanoreseptörler Termoreseptörler Nosiseptörler	Hafif dokunma Hareket Sıcak Soğuk Künt Ağrı

Eklemlerde ve kaslarda bulunan mekanoreseptörler, vücudun postürü, vücut hareketleri ve çeşitli kasların uzunluk ve gerilimleri hakkında proprioseptif reseptörlerle birlikte proprioepsiyonda ve motor kontrolde önemli rol oynar. Kasta en fazla bulunan reseptör kas içiğidir ve temel olarak kinestezi hakkında bilgiyi sağlar. Kas liflerinin uzunlukları ve gerilmeleri hakkında bilgi verir. Golgi tendon organı kas pasif olarak gerildiğinde oluşan gerilime veya kas kısaldığında, kuvvete ve hıza hassastır. Bu iki reseptörün yanında, primer olarak eklem kapsülü ve eklemi çaprazlayan ligamentlerin içine yerleşmiş çeşitli afferent reseptörler de bulunmaktadır. Bu reseptörler ise eklemlerin hareketleri sırasında uyarılır ve eklem yer değiştirmesi ile ilgili bilgilerin merkezi sinir sistemine taşınmasından sorumludur (36, 37, 39, 41).

Nosiseptörler, dokuda hasar oluşturan stimuluslara cevap veren özelleşmiş reseptörlerdir. Mekanik, termal stimuluslara ve travmatize olan hücrelerden salgılanan kimyasallara cevap oluşturur. Nosiseptörlerin en önemli görevi yaralanan dokuyu merkezi sinir sistemine bildirmek ve yaralı dokunun korunmasını sağlamaktır. Ağrı duyusuna ait nosiseptörler vücudun tüm dokularında yer alan çıplak sinir uçlarıdır. İnsan vücudu dört farklı şekilde ısı duyusunu algılar; sıcak, ılık, soğuk ve serin. İnsan derisi sıcaklıktaki ani değişimlere duyarlıdır. Isı duyusu Aδ sinir lifi ile veya ısı ağrısına yol açıyorsa C lifleri ile taşınmaktadır. Gıdıklanma ve kaşınma duyuları yüzeysel yerleşimli ve hızlı bir şekilde adapte olan serbest sinir

sonlanmaları tarafından algılanır ve myelinsiz C lifleri tarafından iletilir. Vibrasyon duyusu tüm farklı dokunma reseptörleri aracılığıyla algılanır. Farklı reseptörler, vibrasyonun farklı frekanslarını tespit eder; 30 devir/sn'den 800 devir/sn'ye kadar olan vibrasyon Paccini Korpüskülleri tarafından, 2 devir/sn'den 80 devir/sn'ye kadar olan vibrasyon duyusu ise Meissner Korpüskülleri tarafından algılanır (35, 37, 38, 39, 40, 42).

#### 4.2.4. Periferik Sinir Sistemi

Mekanoreseptörde meydana gelen mekanik şekil değişikliği reseptör membranını gerer, iyon kanalları açılır ve membran kanallarından iyon akışı sağlanır ve membran potansiyeli değişir. Membran potansiyelinin değişmesiyle maksimum bin milivoltluk reseptör potansiyeli meydana gelir. Reseptör potansiyeli reseptörün bağlı bulunduğu sinir lifinde aksiyon potansiyeli yaratacak eşik değerin üstüne çıktığı zaman aksiyon potansiyeli oluşur. Bu reseptör potansiyeli daha sonra sinir lifinden merkezi sinir sistemine periferik sinir sistemiyle iletilir (39).

Duyular merkezi sinir sistemine 31 tane spinal sinir veya 12 tane kranial sinir aracılığıyla ulaşır. Vücudun somatik alanlarından gelen duyu bilgileri, spinal sinirlerin arka kökleri ile medulla spinalise girer ve medulla spinaliste farklı laminalarda sinaps yaparlar. Lamina 1: soğuğu ve keskin ve karıncalanma şeklindeki ağrıları algılar. Lamina 2 (Substantia Gelatinosa): C lifleriyle gelen nosiseptörler, mekanoreseptörler ve nosiseptörler ile Lamina 3 ve 4: deriden gelen mekanoreseptörler A $\delta$  ve A $\beta$  lifleri ile sinaps yapar (43, 44).

#### 4.2.5. Merkezi Sinir Sistemi

Duyu sinyalleri medulla spinalise girdikten sonra farklı afferent yollar ile taşınır. Bu yollar şunlardır:

*Tractus Spinothalamicus Anterior*: Taşıdığı Duyular: Hafif dokunma, Birinci Nöron: Ganglion spinale, İkinci Nöron: Lamina 6, 7, 8, Decussatio: Commissura albi anterior, Üçüncü Nöron: Thalamus (Ventral posterolateral nucleus), Korteks: Broadman 3, 1, 2 (Gyrus postcentralis)

*Tractus Spinothalamicus Lateralis:* Taşıdığı Duyular: Ağrı ve ısı, Birinci Nöron: Ganglion spinale, İkinci Nöron: Lamina 6, 7, 8, Decussatio: Commissura albi anterior, Üçüncü Nöron: Talamus (Ventral posterolateral nucleus), Korteks: Broadman 3, 1, 2 (Gyrus postcentralis)

*Fasciculus Gracilis ve Fasciculus Cuneatus:* Taşıdığı Duyular: Proprioepsiyon, vibrasyon, ayırt edici dokunma, Birinci Nöron: Ganglion spinale, İkinci Nöron: Nucleus cuneatus ve nucleus gracilis, Decussatio: Decussatio leminisci medialis, Üçüncü Nöron: Talamus (Ventral posterolateral nucleus), Korteks: Broadman 3, 1, 2 (Gyrus postcentralis)

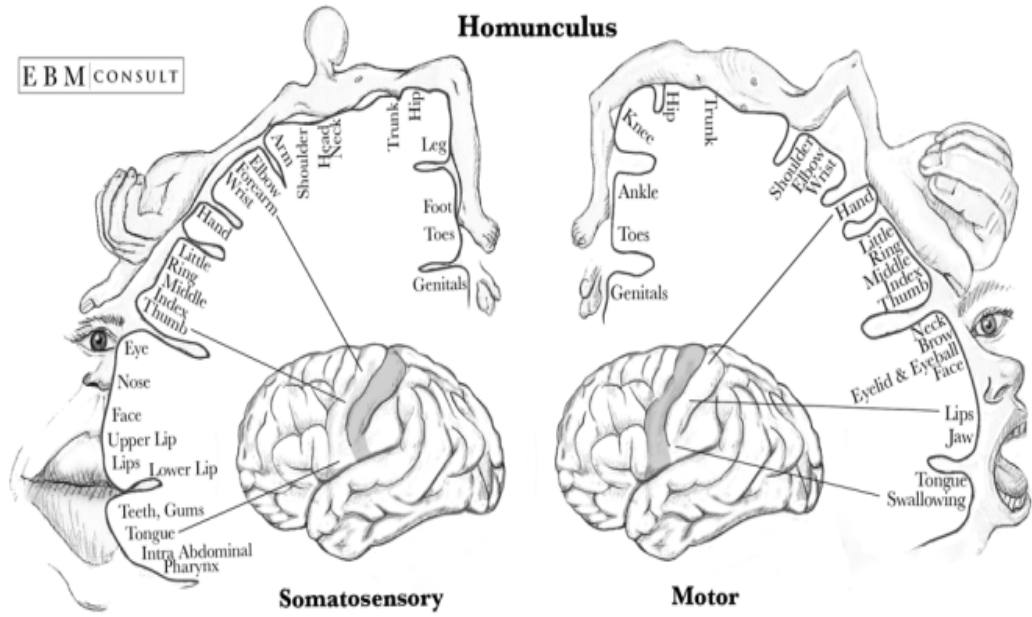
*Tractus Spinocerebellaris Anterior:* Taşıdığı Duyular: Şuuraltı Proprioepsiyon, Birinci Nöron: Ganglion spinale, İkinci Nöron: Lamina 5, 6, 7, Decussatio: Yok., Üçüncü Nöron: Vermis cerebelli

*Tractus Cuneocerebellaris:* Taşıdığı Duyular: Şuuraltı Proprioepsiyon, Birinci Nöron: Ganglion spinale, İkinci Nöron: Nucleus cuneatus accessorius, Decussatio: Yok., Üçüncü Nöron: Cerebellar korteks (39, 44).

#### **4.2.6. Primer Somatoduyu Korteks**

Somatoduyu sinyaller afferent yollar aracılığıyla merkezi sinir sistemine taşınır. Somatoduyu sinyalleri thalamusa uğradıktan sonra, postcentral gyrusta bulunan Broadmann'ın 3, 1, 2 numaralı alanlarında somatoduyu kortekste sonlanır. Vücudun farklı bölgelerinden iletilen somatoduyu sinyalleri Broadmann'ın 3, 1, 2 numaralı alanlarında belirli bir oryantasyon içerisinde temsil edilir. Duyu homonkulusu olarak isimlendirilen bu alan içerisinde dudaklar, el ve yüz gibi bazı alanlar daha büyük bir bölgede bulunurken, alt ekstremité gibi bazı alanlar daha küçük alanlarda yer alır (Şekil 4.2.6.1.). Broadmann'ın 5 numaralı alanı sekonder somatoduyu alanıdır ve perial operkulumdan insulanın posterior parçasına kadar uzanır. Sekonder somatoduyu alanı özellikle ağrının algılandığı bölgedir (35, 37, 39, 44).





Şekil 4.2.6.1. Duyu ve motor homonculus (45).

#### 4.2.7. El ve El Bileğinin Duyu Değerlendirmesi

El ve el bileğinde duyu değerlendirmesi sıklıkla bir sinir yaralanması sonrası oluşan fonksiyonel kaybı değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte somatoduyu yollarından herhangi birinde hasar meydana gelmiş bütün hastalarda günlük yaşamları sırasında yaralanmaları önlemek amacıyla duyu değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir. Duyu değerlendirmesinin sonuçları, duyu kaybının derecesinin belirlenmesinde, yapılacak tedavi şeklinin seçilmesinde ve uygulanan tedavinin sonuçlarının karşılaştırılmasında önemlidir. Duyu değerlendirmesi, hastanın dikkatini tam olarak toplayabileceği sessiz bir ortamda yapılmalıdır. Hastanın dikkatinin dağılmasını engellemek amacıyla farklı uyarılar elemine edilmelidir. Fizyoterapist değerlendirme sırasında, test materyallerinin çıkarabileceği ses ya da sürtünme gibi hastaya ipucu verebilecek faktörleri engellemelidir (39, 40, 46, 47).

Hastanın sosyokültürel düzeyi, psikolojik durumu, dikkat seviyesi gibi pek çok faktör duyu değerlendirmesinde test sonuçlarını etkileyebilir. Bazı hastalar uyarı olmasa bile uyarı varmış gibi cevap verirlerken, bazı hastalar da uyarıyı kesin olarak hissetmedikleri sürece cevap vermek istemeyebilir. Fizyoterapist bu durumu fark ederse, bazı yanıltmalar ile hastanın verdiği cevapların kontrolünü sağlamalıdır. Farklı değerlendirmeler yapılacaksa uygun dinlenme süreleri verilmeli ve

değerlendirmeler hastanın motivasyonunu ve konsantrasyonunu düşürecek şekilde uzun süre sürmemelidir. Bunların yanında fizyoterapistin değerlendirme konusuyla ilgili temel ve klinik bilgisinin yeterli olması gereklidir. Fizyoterapist hastanın patolojisini, dermatom alanlarını, yaralanmanın derecesini ve patomekaniğini ve iyileşme sürecini bilmelidir. Fizyoterapist; klinik bilgisi, deneyimi ve literatüre uygun olarak değerlendirme test bataryasını seçmeli ve uygulamalıdır. Değerlendirme materyallerinin kalibrasyonu ve kontrolü belirli aralıklarla yeniden yapılmalıdır. Fizyoterapist test sırasında uyguladığı her uyarının aynı hızda, kuvvette ve aynı durasyonda olduğundan emin olmalıdır. Farklı fizyoterapistlerin yapacağı değerlendirmelerde farklı sonuçlar elde edilebileceğinden standardize olmuş yöntemlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Duyu değerlendirmesinin sonuçlarının standardize bir yöntemle kaydedilmesi çok önemlidir. Değerlendirme sırasında fizyoterapist hiçbir zaman hastanın elini kendi eli ile desteklememelidir. Eğer böyle bir durum söz konusu olursa fizyoterapistin elinden hastanın eline yayılabilecek ısı ve vibrasyon duygusu değerlendirme sonuçlarını etkileyebilecektir (39, 47, 48, 49, 50).

#### **4.2.8. Duyu Testleri**

##### **4.2.8.1. Objektif Testler**

Hastanın uyarana sözel olarak yorumunu gerektirmeyen, hastanın pasif katılımını içeren testlerdir. İletişim problemi yaşanan kişilerde ve çocuklarda rahatlıkla kullanılabilir. Ninhidrin terleme testi, O'Riain kırıksıklık testi objektif duyu değerlendirme testleridir (40, 48).

##### **4.2.8.2. Eşik Testler**

Duyu bozukluğunu belirlemek amacıyla kullanılan testlerdir. Hasta tarafından algılanan en düşük uyarıyı belirlemek amacıyla yapılır. Bu testler hücre membranını depolarize etmek ve aksiyon potansiyeli üretmek amacıyla gereken uyarının şiddetinin ölçüldüğü duyu değerlendirme testleridir. Eşik testler dört kutanöz fonksiyon içindir. Bunlar; ağrı, ısı, dokunma basıncı ve vibrasyon duyularıdır (39).

### *Ağrı ve Isı (Sıcak - Soğuk)*

En subjektif duyu testi ağrının değerlendirilmesidir. Ağrı koruyucu duyu olduğundan uygun durumlarda değerlendirilmesi önemlidir. En sık kullanılan iğne testidir. Sıcak - soğuk duyusu ise içinde sıcak ve soğuk sıvı olan metal silindir veya test tüpleri ile değerlendirilir (40, 51).

### *Hafif Dokunma ve Basınç*

Bu duyu koruyucu duyunun bir şeklidir. Tüm duyu fonksiyonlarına temel teşkil eder. Pamukla da değerlendirilebilen hafif dokunma/basınç duyusu için en doğru ve en güvenilir değerlendirme yöntemi Semmes-Weinstein Monofilament Testi (SWMT)'dir (52, 53). İlk olarak 1895 yılında Von Frey tarafından kullanılan test, daha sonra 1960 da Semmes-Weinstein tarafından geliştirilerek bugün kullanılmakta olan monofilament setine dönüştürülmüştür. SWMT'de uygulama kuvveti diğer test araçlarına göre çok az değişir. Bu sebeple dokunma duyusunun ölçülmesinde en objektif testlerden biri olarak kabul edilir. Naylon monofilamentin çapı ve uzunluğu onun uygulama kuvvetini gösterir. Farklı uygulama kuvvetleri ve bu kuvvetlerin logaritmik değerleri hesaplanarak numaralandırılan 20 farklı uçlu monofilament SWMT'nin tam setini oluşturur. Uçlar 1.65'den başlayıp 6.65'e kadar artan sırayla numaralandırılmıştır. Bell-Krotoski (54) uygulama ve taşıma kolaylığı sağlamak ve test süresini kısaltmak amacıyla, monofilament kodlarını düzenlemiş ve testi 5 monofilamente indirmiştir. Bu filamentlerin renk kodları, uygulama kuvvetleri, numaraları ve yorumlama skalası aşağıdaki gibidir:

*2.83 (yeşil) - 0,0677 gram(gr): Normal duyu eşiği*

*3.61 (mavi) - 0,4082 gr: Azalmış hafif dokunma*

*4.31 (mor) - 2,062 gr: Azalmış koruyucu duyu*

*4.56 (kırmızı) - 3,632 gr: Koruyucu duyu kaybı*

*6.65(kırmızı çizgili) - 4,47 gr: Test edilememe*

Uygulama sırasında monofilamentte bükülme gözleninceye kadar kuvvet uygulaması devam eder (40). SWMT, hasta başka tarafa bakarken yapılır. Monofilament deriye dik bir şekilde yerleştirilerek hafif bombeleşene kadar deriye bastırılır. Monofilament 1,5 saniye kadar değerlendirilen bölgede, 1,5 saniye kadar

da havada tutularak işlem tekrar edilir. Hastanın hissetmesi halinde belirtmesi istenir. Değerlendirmeye 2.83 monofilamentle başlanır. Eğer hasta bu monofilamenti hissederse test bitirilir. Eğer hasta uyarıya cevap vermezse, bir sonraki monofilamente geçilir ve hasta hissedene kadar diğer monofilamentler denenir (55, 56).

### *Vibrasyon*

Vibrasyon, en temel duyularımızdan biridir; çünkü sinir sistemi hızla değişen bir uyarıyı doğru şekilde algılamalı, iletmeli ve yorumlamalıdır. Demiyelinizasyona bağlı olarak erken dönemde karşılaşılan fizyolojik değişikliklerden biri, sinir refraktör periyodunun uzamasıdır. Bu da ilgili sinir lifinin bir impuls dizisini takip etme becerisini yitirmesine yol açar. Demiyelinizasyon olması durumunda ilk olarak bozulan fonksiyonlardan biri, gerek periferik gerekse merkezi sinir sisteminde bir uyarı dizisini takip edebilme becerisidir. Vibrasyon duyusunun değerlendirilmesiyle, bu fonksiyonel beceri tespit edilir. Vibrasyon duyusunda bir kayıp söz konusu ise vibrasyon değerlendirmesiyle, herhangi bir derecede demiyelinizasyon varlığı, periferik sinir sisteminde veya posterior kolonda işlev bozukluğu duysal olarak gösterilebilmektedir (42, 43).

Vibrasyonu değerlendirmek amacıyla diapozon ve vibrometer (Bio-Thesiometer) gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Vibrasyon duyusunun değerlendirilmesinde Meissner korpüskülleri için 30 devir/sn, Pacinian cisimcikleri için 128 devir/sn'lik diapozon kullanılır. Diapozon muayene masasının kenarına veya elin hipotenar bölümüne vurularak titreştirilir ve test edilecek yüzeye uygulanır. Hastadan vibrasyonu hissettiği yeri belirtmesi ve süresini bildirmesi istenir (39).

### **4.2.8.3. Fonksiyonel Testler**

İki farklı duyuyu/dokuyu birbirinden ayırt edebilme yeteneğini ve dokunma duyusunun kalitesini ölçen testlerdir. Genel anlamda duyunun fonksiyonel olarak kullanımını değerlendiren testlerdir. Fonksiyonel testler yüksek düzeyde duyu işleme becerisini değerlendirdiği için genel anlamda bütünleyici testler olarak da düşünülmektedir. Bu testler aynı zamanda fizyoterapist tarafından uygulanan pasif uyarı yerine elin aktif manipulasyonunu gerektirir (48, 56).

### *İki Nokta Ayırımı Testi*

İki nokta ayırımı testi, elin ince motor becerileri yapabilme yeteneğini değerlendiren ve kliniklerde yaygın olarak kullanılan klasikleşmiş bir testtir. 6 mm. saat kurabilmek için, 6-8 mm. dikiş dikebilmek için, 12 mm. ise herhangi bir objenin manipulasyonu için gerekli olan mesafe olarak bildirilmiştir (47). Estesimetre ve Dellon-Mackinnon diskriminatör iki nokta ayırımının değerlendirilmesi için kullanılan test materyalleridir (40, 57).

Bu test araçları, 2-15 mm. arasında farklı mesafelerde iki noktanın cilt üzerine uygulanmasını sağlar. İki nokta ayırımı sabit ve hareketli olmak üzere iki şekilde değerlendirilir. Belirlenmiş aralıklarda iki küt uç ciltte beyazlaşma gözleninceye dek parmak uçlarına, parmağın longitudinal aksına paralel olacak şekilde uygulanır. Normal değerler 4-7 mm. olarak belirtilmekle beraber elde edilen sonuçlar için farklı sınıflamalar literatürde kullanılmaktadır (53, 58). En yaygın kullanılan sınıflama sistemi Amerikan El Cerrahları Derneği'nin tanımladığı sınıflamadır (59). Bu sınıflamaya göre:

*0-5 mm:* Normal

*6-10 mm:* Azalmış

*11-15 mm:* Zayıf

*Bir nokta algılama:* Koruyucu duyu var.

*Hiç algılayamama:* Anestezi

İki nokta ayırımı testinin sadece parmak uçlarına yapılması tavsiye edilir. Bunun nedeni ise taktil uyaran arayışının sadece parmak uçlarında olmasıdır. Fakat vücudun herhangi bir bölgesi için de iki nokta ayırımı norm değerleri yayınlanmıştır (48).

### *Lokalizasyon Testi*

Kurşun kalem ve cetvel kullanılarak dokunma duyusunun algılanması değerlendirilir. Hastanın görmesi engellenerek, eline kalem ile dokunulur ve gözlerini açarak dokunulan noktayı göstermesi istenir. Hastanın gösterdiği nokta ile gerçekte dokunulan yer arasındaki mesafe cetvelle cm. cinsinden ölçülerek, değerlendirme tamamlanır (48).

### *Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi (JTEFT)*

Uygulamasý, yönetimi ve skorlaması kolay bir testtir. Deęerlendirmeye non-dominant ekstremite ile başlanır. Yazı yazma, kartları çevirme, küçük cisimleri toplama, yemek yemeyi uyarma, fişleri yerleştirme, boş kutuları hareket ettirme ve dolu kutuları hareket ettirme gibi 7 alt testten oluşur. Normlar en uzun süre, el dominansı, yaş ve cinse göre kategorize edilmiştir (48).

JTEFT'nin alt testleri uzunluğu 105,5 cm, kalınlığı 2 cm ve genişliği 28 cm olan test tahtasında uygulanır.

1. Alt Test (Yazı yazma): Üst kısmından klipsle tutturularak sabitlenmiş olan 20 cm genişliğinde ve 27 cm yüksekliğinde bir beyaz kâğıt üzerine 24 harften oluşan bir cümle yazdırılır. Yazı yazma testine başlamadan önce cümlelerin yazılı olduğu kağıtlar ters çevrilerek olgudan bir kağıdı seçmesi ve seçtiği kağıdı çevirerek gördüğü cümleyi kağıt üzerine aktarması istenir. (Örnek: YUNUSLAR OKYANUSLARDA YAŞAR.). Cümlenin tamamlanması için geçen süre saniye cinsinden kaydedilir.

2. Alt Test (Kart çevirme): Test tahtasının üstüne 12,7 cm eninde ve 25 cm yüksekliğinde dikdörtgen şekilli 5 tane kart 5 cm ara ile yerleştirilir. Test yapılan kişiden bu kartları hızla çevirmesi istenir. Testin tamamlanma süresi saniye cinsinden kaydedilir.

3. Alt Test (Küçük cisimleri toplama): Teste başlamadan önce 450 gramlık boş bir konserve kutusu test tahtasının ön kenarından 12,5 cm uzaklıkta, doğrudan test yapılan kişinin önüne yerleştirilir ve 2 ataç, 2 şişe kapağı ve 2 tane madeni para 5 cm ara ile kutunun yanına konulur. Test yapılan kişiden bu cisimleri hızla kutunun içine atması istenir. Son cisim de kutuya atıldıktan sonra testin tamamlanması için geçen süre saniye cinsinden kaydedilir.

4. Alt Test (Yemek yemeyi uyarma): Test tahtasının ön kenarından 12,5 cm uzaklıktaki bir noktaya 5 tane kuru fasulye tanesi konulur. Test yapılan kişiden bir kaşık ile fasulye tanelerini tahtanın üstünden alıp, masanın üzerindeki boş konserve kutusuna koyması istenir. Son fasulye tanesi atıldıktan sonra kronometre durdurularak test süresi saniye cinsinden kaydedilir.

5. Alt Test (Fişleri yerleştirme): Test tahtasının 11,5 cm ve önünden 15 cm mesafe bırakılarak 4 tavlâ taşı yerleştirilir. Test yapılan kişiden tavlâ taşlarını üst üste koyması istenir. Testin tamamlanma süresi saniye cinsinden kaydedilir.

6. Alt Test (Boş kutuları hareket ettirme): Test tahtasının ön kenarına paralel olacak şekilde 5 adet boş 450 gr'lık konserve kutusu yan yana yerleştirilir. Test yapılan kişiden boş kutuları hızlı bir şekilde teker teker test tahtası üzerine koyması istenir. Son kutu test tahtası üzerine konulduktan sonra kronometre durdurulur ve test süresi saniye cinsinden kaydedilir.

7. Alt Test (Dolu kutuları hareket ettirme): Altıncı alt test bu defa 450 gr'lık dolu kutular ile tekrar ettirilir (60, 61, 62).

#### **4.2.8.4. Provakatif ve Stres Testleri**

Belirti göstermeyen duyu bulgularını açığa çıkarmak veya artırmak amacıyla stres testleri kullanılır. Hastalar genellikle dinlenme halindeki postürde ve daha sonra stres altındaki pozisyonda değerlendirilir. Stres testleri karpal tünel sendromunun değerlendirilmesinde olduğu gibi genelde provakatif bir pozisyonu, iş simülasyonunu veya manevrayı içerir (39, 48).

#### **4.2.8.5. Elin Ayırıcı Duyusunun Diğer Testleri**

##### **4.2.8.5.1. Stereognosis**

Test, hastanın gözleri kapalı iken herhangi bir işitsel ve görsel uyarandan olmadan ele alınan objenin şeklinin ve yapısının algılanabilme yeteneğidir. Klinikte test hastanın gözleri kapalı iken yapılır (39).

##### **4.2.8.5.2. Proprioepsiyon**

Proprioepsiyon duyunu ve alt parametrelerini değerlendirebilmek günümüz şartlarında henüz mümkün olamamaktadır. Özellikle de affarent iletilerin kortikal seviyede ve cerebellar düzeyde yorumlanmasının ve uygun cevabın oluşturulup oluşturulmadığının değerlendirilmesi yapılamamaktadır. Günümüzde proprioepsiyonun komponentleri olan; eklem pozisyon hissi, postür, denge, kinestezi, eklem stabilizasyonu, hedef kuvvet tekrarı gibi parametreler değerlendirilerek proprioepsiyon hakkında yorum yapılabilmektedir (63).

### *Eklem Pozisyon Hissi Değerlendirmesi*

Eklem pozisyon hissi; eklemin açısını bir model üzerinde taklit etme ile değerlendirilebildiği gibi belirli bir açıda ki eklemin aktif veya pasif olarak aynı pozisyonu tekrarlayabilme yeteneği ile de ölçülebilmektedir. Eklem pozisyon hissini kalitesi, belirlenen hedef açığı tekrarlar ken yapılan hata azaldıkça artmaktadır. Eklem pozisyon hissini değerlendirmek için dizayn edilen özel gonyometreler, kameralı sistemler, inklinometreler ve dijital açı ölçerlerden yararlanılabildiği gibi üç boyutlu hareket analiz düzenekleri de son zamanlarda kullanılmaya başlanmıştır (64, 65).

### *Kuvvet Hassasiyetinin veya Hedef Kuvvetin Tekrarının Değerlendirilmesi*

Fizyoterapist tarafından daha önceden belirlenen belli bir kuvvet miktarını hastanın uygulaması ve daha sonra o kuvveti tekrar edebilme yeteneği propriosepsiyonun bir komponenti olarak kabul edilmektedir (67). Ayrıca, ağırlık tahmini keskinliği de propriosepsiyon duyusunun bir parçası olarak kabul edilmektedir. Kuvvet hassasiyetinin değerlendirilmesinde, özel olarak düzenlenmiş ağırlık sistemlerinden, izokinetik cihazlardan, dinamometrelerden ve kas kuvvetini sayısal olarak değerlendiren cihazlardan yararlanılmaktadır. Kişiy e belirli bir hedef kuvvet önce denetilmekte ve daha sonra aynı kuvveti tekrar etmesi istenilmektedir. Hedef kuvvet ile kişinin uyguladığı kuvvet arasındaki fark hata miktarı olarak kabul edilir ve not edilir (66).



## 5. MATERYAL VE METOT

### 5.1. Çalışmanın Yapıldığı Yer

İstanbul ili Maltepe ilçesindeki Kadıköy Yaşam Huzurevi sakinleri, Maltepe ilçesinde evde yaşayan geriatik bireyler, üniversite eğitime devam eden genç bireyler ile Üsküdar ilçesinde yaşayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden bireyler araştırmaya dahil edilerek, Temmuz 2016 ile Temmuz 2017 tarihleri arasında çalışmamamız tamamlandı. Çalışma için İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 10.08.2016 tarihinde ve 424 sayılı karar sonucunda, söz konusu çalışmanın yapılmasında etik açıdan sakınca olmadığına ilişkin izin alındı.

### 5.2. Katılımcılar

İstanbul'da yaşayan 20 yaş ile 25 yaş arası altmış genç birey ve 70 ile 75 yaşları arasında altmış geriatik birey çalışmaya dahil edildi. Önceden belirlediğimiz bireylerin çalışmaya dahil edilme ya da edilmeme kriterlerine uygun olanlar belirlendi ve geriatik bireyler evlerinde ya da kaldıkları huzurevinde, gençler ise evlerinde veya iş yerlerinde ziyaret edildi. Çalışmaya uygun oldukları tespit edilen ve çalışmaya katılmayı kabul eden 120 bireye araştırma öncesi çalışmayla ilgili olarak bütün bilgiler verildi ve İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Etik Kurulunca öngörülen aydınlatılmış onam imzalatıldı.

#### *Olguların Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:*

1. 20 ile 25 yaşları arasında olma,
2. 70 yaş ile 75 yaşları arasında olma,
3. Soruları cevaplayabilecek sözel iletişim yeteneğine sahip olma,
4. Çalışmaya katılmaya gönüllü olma,
5. Bilgilendirilmiş onam formunu okumuş ve onaylamış olma.

#### *Olguların Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri:*

1. Cilt yaralanması olması,
2. Enfeksiyon riski taşıyan açık yarası olması,
3. Üst ekstremitelerde postür problemi olması,

4. Romatizmal hastalığı olması,
5. Nörolojik hastalığı olması,
6. El ve el bileğinde ortopedik bir problemi olması,
7. İleri derecede zihinsel ve bilişsel bir problemi olması.

Çalışmamız, 20 ile 25 yaşlar ve 70 ile 75 yaşlar arasında 120 katılımcı üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmaya alınan bireylere aşağıdaki yöntemler uygulanarak araştırma tamamlandı.

### **5.3. Değerlendirme**

Çalışmaya katılmayı kabul eden genç ve geriatric bireylerin işyerleri, evleri veya huzurevleri ziyaretleri sırasında hikayeleri alındı. Eklem pozisyon hissi değerlendirmesi 3D Hareket Sensörü mOOver<sup>®</sup> kullanılarak yapıldı. Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer<sup>®</sup> aleti ile kavrama hassasiyeti, Stabilizer Pressure Biofeedback<sup>®</sup> aleti ile ellerin basınç hassasiyeti değerlendirildi. Duyu eşiği, iki nokta ayırımı ve vibrasyon değerlendirmeleri tamamlandı. El dinamometresi ile el kavrama kuvveti, pinch metre ile de lateral tutma kuvveti değerlendirildi. Bireylerin üst ekstremitelerinin fonksiyonel kapasitesini değerlendirmek amacıyla Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi kullanıldı.

#### **5.3.1. Hikaye**

##### *Demografik Özellikler*

Demografik özellikler olarak yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, meslek, çalıştığı dönemde üst ekstremiteler kullanımı ve kullanım süresi kaydedildi.

##### *Fiziksel Özellikler*

Katılımcıların fiziksel özelliklerinden dominant ekstremiteler, üst ekstremitelerde deformite ve limitasyon durumu, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, el ile boy uzunlukları arasındaki oran, el, ön kol, kol uzunlukları ve el bileği çevre ölçümü ve metacarp başları çevre ölçümü yapıldı. El bileğinin fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon eklem hareket açıklıkları kaydedildi.

Dominant elin belirlenmesi için katılımcılara yazı yazma, top fırlatma, zile basma ve işaret etme gibi tek taraflı aktivitelerde hangi ellerini kullandıkları soruldu. Bu aktivitelerde her zaman aynı elini kullandığını beyan eden bireylerde katılımcının belirttiği el dominant taraf olarak kaydedildi. İlgili aktivitelerde el tercihinde farklılık olan bireylerde ise yazı yazarken kullanılan el dominant el olarak kaydedildi.

### **5.3.2. El Bileği Eklem Pozisyon Hissi (EPH) Değerlendirmesi**

El bileğinde eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi için mOOver® elektronik kinezyometre kullanıldı (Resim 5.3.2.1., Resim 5.3.2.2.). EPH değerlendirilmesi, daha önceden belirlenen hedef açığı aktif hareketle tekrarlanması esasına göre bakıldı. El bileğinin fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon yönlerindeki bütün hareket eksenlerinde yapıldı. Değerlendirmede kullanılan hedef açılar; fleksiyon ve ekstansiyon için 30°, radial deviasyon için 10°, ulnar deviasyon için 15° olarak belirlendi. mOOver cihazı bluetooth aracılığıyla bilgisayara bağlandı. Görsel feedback veren kendi yazılımı "FreeSTEP" programında, ölçüm yapılmadan önce el bileği hedef açığa pozisyonlandıktan sonra bu pozisyonu bireyin hafızasında tutması ve daha sonra aynı pozisyona getirmesi istendi. (Resim 5.3.2.3., Resim 5.3.2.4.). Bu pozisyon 3 saniye beklendikten sonra nötral pozisyona döndü ve katılımcıdan elini önceden belirlenen hedef açığa getirmesi istendi. Katılımcının el bileğinin bütün hareket eksenlerindeki pozisyonlarının açısı not edilip, hedef açı ile arasındaki farkın mutlak değeri "Eklem Pozisyon Hissi Hata Miktarı" olarak kaydedildi. Her bir hareket ve hedef açılar için ölçümler üçer defa tekrarlanıp, üç tekrar hata derecelerinin aritmetik ortalaması katılımcının el bileği proprioepsiyon hata miktarı olarak kaydedildi.

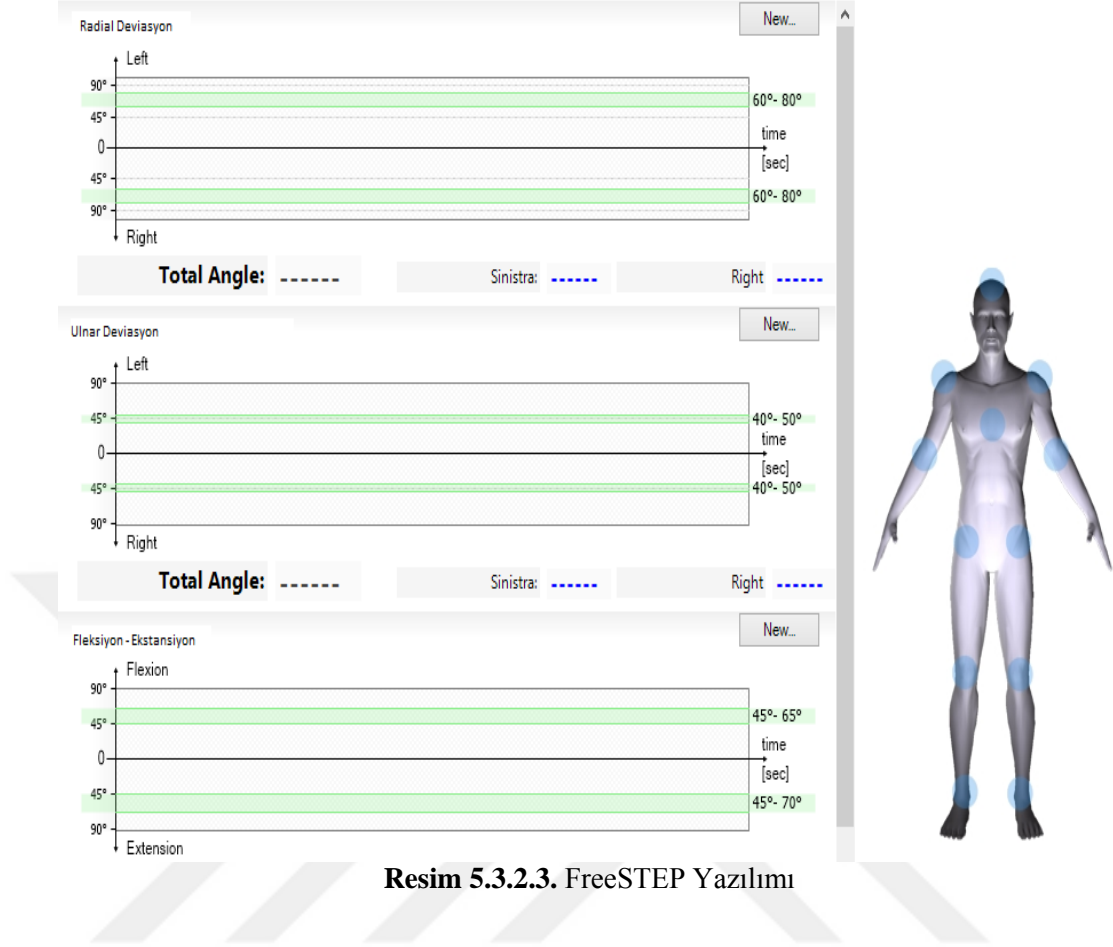
Değerlendirmelerin yapıldığı ortam iyi bir şekilde havalandırıldı ve tamamen sessiz bir ortamda gerçekleştirildi. Değerlendirmeye başlamadan önce katılımcılar yöntem hakkında bilgilendirildi ve asıl değerlendirmeye geçilmeden önce bir kaç deneme yapıldı. Motivasyon eksikliği ve yorgunluk durumuna göre 3 dakikayı geçmeyen dinlenme süreleri verildi (63, 68, 69, 70, 71).



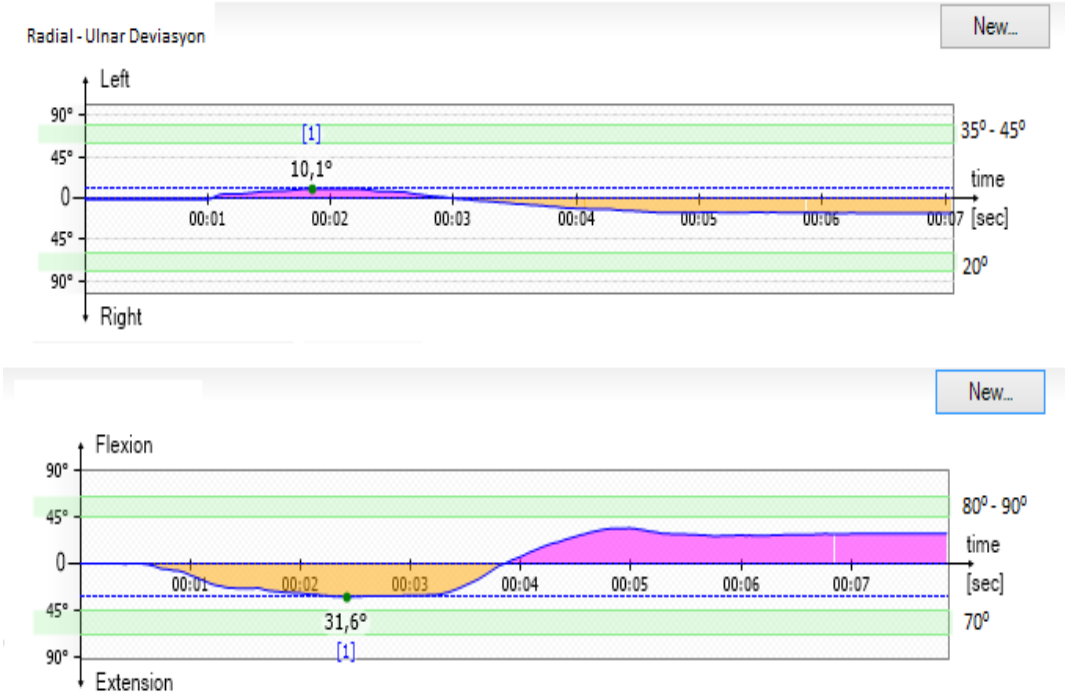
**Resim 5.3.2.1.** 3D Hareket Sensörü - mOOver



**Resim 5.3.2.2.** El Bileği Radial ve Ulnar Deviasyon Pozisyon Hissi



**Resim 5.3.2.3. FreeSTEP Yazılımı**



**Resim 5.3.2.4. FreeSTEP Yazılımında EPH Değerlendirmesi**

### 5.3.3. Kavrama Hassasiyetinin Değerlendirilmesi

Katılımcıların kavrama hassasiyetini değerlendirmek amacıyla Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer® aleti kullanıldı. Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer® aleti ile katılımcının maksimum kavrama kuvveti ölçüldü, daha sonrasında maksimum kavrama kuvvetinin %50'si hedef kuvvet olarak belirlendi ve Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer® aletinin göstergesi katılımcıya gösterilerek hedef kuvveti uygulaması söylendi ve bu kuvveti hafızasında tutup tekrar uygulaması istendi. Bu defa katılımcıya aletin kuvvet göstergesi gösterilmeden tekrar hedef kuvveti uyguladı ve hedef kuvvet ile katılımcının uyguladığı kuvvet arasındaki fark mutlak değer olarak kaydedildi. Ölçümler üç kez tekrarlandı ve hata değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak katılımcının “Kavrama Hassasiyet Hatası” not edildi.

Değerlendirmelerin yapıldığı ortam iyi bir şekilde havalandırıldı ve tamamen sessiz bir ortamda gerçekleştirildi. Değerlendirmeye başlamadan önce katılımcılar yöntem hakkında bilgilendirildi ve asıl değerlendirmeye geçilmeden önce bir kaç deneme yapıldı. Motivasyon düşüklüğü, yorgunluk gibi ihtiyaç durumlarında kısa süreli dinlenme araları verildi (63, 67, 72) (Resim 5.3.3.1., Resim 5.3.3.2.).



**Resim 5.3.3.1.** Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer® Aleti



**Resim 5.3.3.2.** Kavrama Hassasiyetinin Değerlendirilmesi

#### **5.3.4. Basınç Hassasiyetinin Değerlendirilmesi**

Katılımcıların ellerinin basınç hassasiyetlerini değerlendirmek amacıyla Stabilizer Pressure Biofeedback® (SBP) aleti kullanıldı. SBP aleti önce 20 mmHg'ye kadar şişirildi. Katılımcı oturur pozisyonda, omuz 90° abduksiyon, dirsek 90° fleksiyon ve el bileği 90° ekstansiyon pozisyonunda iken elin ayası ile aletin basınç hücrelerine uygulayabildiği maksimum basınç ölçüldü. Ölçülen bu maksimum basınç kuvvetinin yarısı hedef basınç değeri olarak belirlendi ve cihazın manometresi bireye gösterilerek hedef basınç değerini aklında tutması istendi. Bu basıncı aklında tutan katılımcıya, tekrar uygulamayı yapacağı söylendi. Bu defa bireye basınç manometresi gösterilmeden belirlenen hedef basıncı uygulaması istendi ve hedef basınç ile arasındaki farkın mutlak değeri not edildi. Bu uygulama üç tekrar şeklinde yapıldı ve hata değerlerinin aritmetik ortalaması hesaplanıp kişinin “el basınç hassasiyet hatası” olarak kaydedildi (63, 73, 74) (Resim 5.3.4.1., Resim 5.3.4.2.).



**Resim 5.3.4.1** Stabilizer Pressure Biofeedback® Aleti



**Resim 5.3.4.2.** El Basınç Hassasiyetinin Değerlendirilmesi



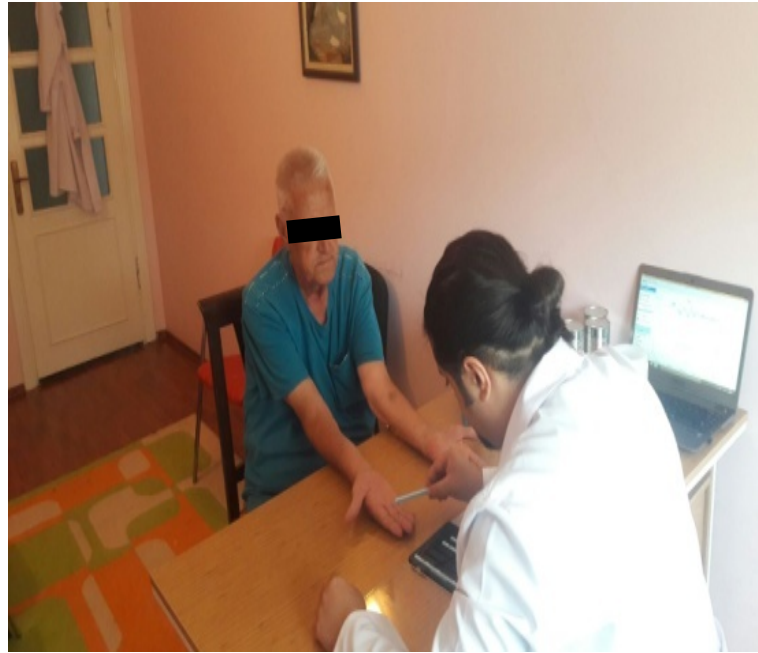
Değerlendirmeye geçilmeden önce katılımcılar cihaz ve değerlendirme yöntemi hakkında bilgilendirildi ve bir kaç denemenin ardından asıl ölçüme geçildi.

### 5.3.5. Duyu Eşiği Değerlendirmesi

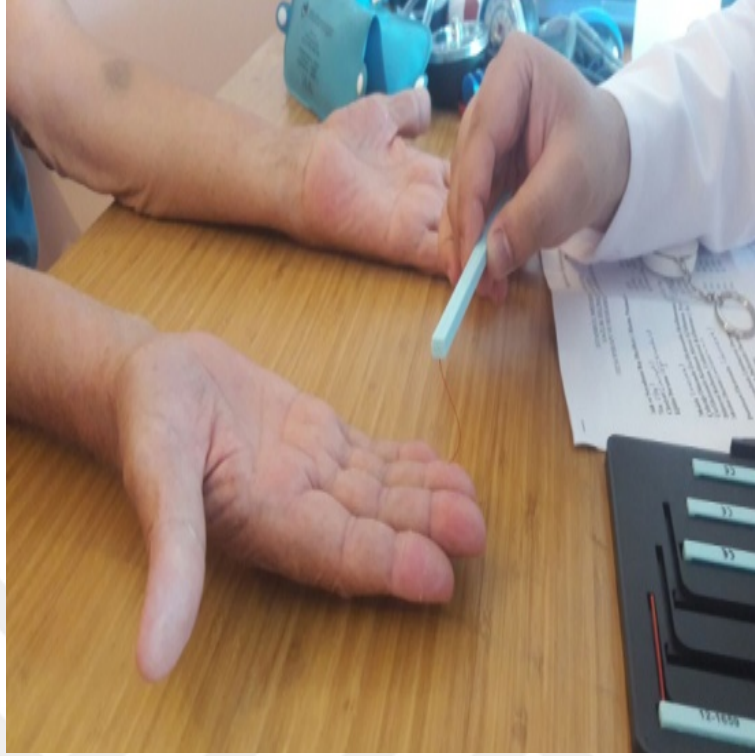
Duyu eşiğini değerlendirmek için minimum nokta basıncı değerlendirmek amacıyla tasarlanan Semmes-Weinstein Monofilament Testi kullanıldı. SWMT, özel olarak hazırlanmış ve kalem çubuklara monte edilen farklı kalınlıklardaki misinaya benzer plastik iplerden oluşmaktadır.

Değerlendirme, bireylerin gözleri kapalı olarak yapıldı. Monofilamentler her bir parmak ucuna kalından inceye doğru; hafifçe elastik deformasyon oluşacak şekilde 1-1,5 saniye dokunduruldu. Bu sırada kişiye “dokunma hissettin mi?” ya da “dokunma var mı, yok mu?” şeklinde sorular sorularak monofilamentleri hissedip hissetmediği test edildi. Verilen cevapların doğruluğunu test etmek amacıyla, parmak uçlarına monofilamenti dokundurmadan da yine aynı sorular soruldu ve katılımcının aldatıcı cevap verip vermediği belirlendi. Parmak ucuna dokunup hissettiği en ince monofilamentin katsayısı not edildi (44, 75, 76) (Resim 5.3.5.1., Resim 5.3.5.2.).

Değerlendirmeye başlamadan önce katılımcılar yöntem hakkında bilgilendirildi ve asıl değerlendirmeye geçilmeden önce bir kaç deneme yapıldı.



**Resim 5.3.5.1.** Duyu Eşiğinin Değerlendirilmesi



**Resim 5.3.5.2.** Semmes-Weinstein Monofilament Testinin Uygulanması

### **5.3.6. İki Nokta Ayırımının Değerlendirilmesi**

Bir milimetre hassasiyetindeki diskriminatör ile iki nokta ayırımı değerlendirilmesi yapıldı. Değerlendirmeye geçilmeden önce yöntem hakkında gerekli açıklama yapıldı ve gözler açık durumda iken katılımcının parmağına birbirinden oldukça uzak iki nokta uyarısı verilip “bu söz konusu iki noktadır”, sonra tek nokta uyarısı verip “bu ise tek noktadır”, daha sonra birbirine çok yakın iki nokta uyarısı verip “bu ise birbirine çok yakın iki noktadır” şeklinde ön bilgilendirme yapıldı. Bireylerin gözleri kapalı olarak tüm parmak uçları test edildi. En geniş mesafeden en dar mesafeye doğru diskriminatör parmak ucuna 1-1,5 saniye dokundurularak bireye “tek mi çift mi?” olduğu soruldu. Katılımcı tarafından hissedilebilen en dar çift nokta mesafesi kaydedildi (34) (Resim 5.3.6.1.).



**Resim 5.3.6.1.** İki Nokta Ayırımının Değerlendirilmesi

### **5.3.7. Vibrasyon Değerlendirmesi**

Vibrasyonu değerlendirmek amacıyla 128 Hz'lik diapozon kullanıldı. Asıl değerlendirmeye geçilmeden önce diapozon aracılığıyla verilen vibrasyon hissini algılayabilmesi için bireye bir kaç deneme yapıldı. Diapozon muayene masasının kenarına vurularak titreştirildi ve test edilecek bölge olan ulna başına yerleştirildi. Hastadan vibrasyonu hissettikten sonra his bitene kadar sessiz kalmasını ve hissetmesi bittiğinde söylemesi istendi. Hem dominant hem de nondominant ekstremitede bu uygulama yapıldı ve geçen süre saniye cinsinden kaydedildi (39) (Resim 5.3.7.1.).



**Resim 5.3.7.1.** Vibrasyon Değerlendirmesi

### **5.3.8. El Kavrama ve Lateral Tutma Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi**

Jamar® el dinamometresi kullanılarak elin kavrama kuvveti, Jamar® pinchmetre ile de lateral tutma kuvveti değerlendirildi. Değerlendirme, Amerikan El Terapistleri Derneği standart ölçüm yöntemine göre yapıldı. Değerlendirme için, katılımcı dik oturur pozisyonda, ayaklar yerle temas halinde, kol gövde yanında, dirsek 90° fleksiyonda, önkol ve el bileği nötral pozisyonda sabitlendi. El kavrama kuvvetinin değerlendirilmesi için katılımcının değerlendirilecek eli, dinamometrenin 2. ölçüm aralığını kavrayacak şekilde yerleştirildi. Ölçümler arasında el değiştirilerek, her bir elden üç ölçüm yapılarak kavrama ve tutma kuvvetleri değerlendirildi. Her bir ölçüm arasında 15 sn. ara verildi. Üç ölçümün ortalaması kavrama ve tutma kuvveti olarak pound cinsinden kaydedildi (77,78,79) (Resim 5.3.8.1., Resim 5.3.8.2.).



**Resim 5.3.8.1.** El Kavrama Kuvvetinin Değerlendirilmesi



**Resim 5.3.8.2.** Lateral Tutma Kuvvetinin Değerlendirilmesi

### 5.3.9. El Fonksiyonelliğinin Değerlendirilmesi

Elin ince ve kaba motor fonksiyonlarını objektif ve standart bir şekilde değerlendirmek amacıyla geliştirilen JTEFT, günlük yaşam içerisinde yapılanlara benzer aktiviteleri içeren bir testtir (Resim 5.3.9.1.). 7 alt testten oluşan değerlendirme seti, her iki el içinde uygulandı. Non-dominant ekstremiteye yapılan değerlendirmelerle başlayan uygulama öncesinde her bir alt parametre için ön bilgilendirme yapıldı ve asıl değerlendirmeye geçilmeden önce bir kaç deneme yaptırıldı (48, 61).



**Resim 5.3.9.1.** Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi

#### *1. Alt Test: Yazı Yazma*

Katılımcıya bir adet siyah tükenmez kalem ve düz çizgisiz bir A4 kağıt sert bir panonun üstüne takılı bir şekilde verildi. 13×20 cm boyutlarındaki bir kağıda "Yaşlı adam yorgun görünüyor." cümlesi yazıldı ve katılımcının göreceği şekilde karşısına yerleştirildi. 'Başla' komutuyla birlikte katılımcının gördüğü cümleyi yazması istendi. Katılımcı cümlenin sonuna gelip kalemi kağıttan kaldırdığı an kronometre durduruldu ve süre saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.2.).



**Resim 5.3.9.2. JTEFT Yazı Yazma Alt Testi**

### *2. Alt Test: Kart Çevirme*

8×13 cm ebatlarında bir yüzü çizgili diğer yüzü düz 5 adet kart, kısa kenarları hastanın önüne gelecek şekilde beşer santimetre aralıklı olacak şekilde değerlendirme tahtasının üstüne yerleştirildi. Teste başlamadan önce kartların nasıl isterse öyle çevirmesinin uygun olacağı katılımcıya bildirildi. Katılımcıdan değerlendirme yapılmayacak elinin sabit olacak şekilde tahtanın üstüne yerleştirmesini, 'başla' komutuyla da kartları çevirmesi istendi. Son kart çevrilince süre durduruldu ve saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.3.).



**Resim 5.3.9.3. JTEFT Kart Çevirme Alt Testi**

### *3. Alt Test: Küçük Cisimleri Toplama*

Teste başlamadan önce 450 gramlık boş bir konserve kutusu test tahtasının ön kenarından 12,5 cm uzaklıkta, doğrudan test yapılan kişinin önüne yerleştirildi ve 2 ataç, 2 şişe kapağı ve 2 tane madeni para 5 cm ara ile değerlendirme tahtasına yerleştirildi. Katılımcıdan bu cisimleri hızla kutunun içine atması istendi. Son cisim de kutuya atıldıktan sonra testin tamamlanması için geçen süre saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.4.).





**Resim 5.3.9.4. JTEFT Küçük Cisimleri Toplama Alt Testi**

#### *4. Alt Test: Yemek Yemeyi Uyarma*

Katılımcının 12,5 cm uzağına değerlendirme tahtası yerleştirildi. Değerlendirme tahtasının ön kenarına 5 tane kuru fasulye tanesi beşer santimetre arayla yerleştirildi. Katılımcıdan kaşık ile fasulye tanelerini tahtanın üstünden alıp, masanın üzerindeki boş konserve kutusuna koyması istendi. Fasulyeleri alırken değerlendirme tahtasının ortasındaki çıkıntıya sıkıştırıp alabileceği bildirildi. Son fasulye tanesi atıldıktan sonra kronometre durduruldu ve test süresi saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.5.).



**Resim 5.3.9.5. JTEFT Yemek Yemeyi Uyarma Alt Testi**

*5. Alt Test: Fişleri Yerleştirme*

Dört adet tavla pulu test tahtasına ikisi sağa ikisi sola ortası da boş olacak şekilde (temsili görüntü: 00|00) yerleştirildi. Test yapılan kişiden tavla taşlarını üst üste koymasına istendi. Testin tamamlanma süresi saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.6.).



**Resim 5.3.9.6. JTEFT Fişleri Yerleştirme Alt Testi**

*6. Alt Test: Boş Kutuları Hareket Ettirme*

Test tahtasının ön kenarına paralel olacak şekilde 5 adet boş 450 gr'lık konserve kutusu beşer santimetre aralıkla yan yana yerleştirildi. Katılımcıdan boş kutuları hızlı bir şekilde teker teker test tahtasının karşı tarafına geçirerek koyması istendi. Son kutu test tahtası üzerine konulduktan sonra kronometre durduruldu ve test süresi saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.7.).



**Resim 5.3.9.7.** JTEFT Boş Kutuları Hareket Ettirme Alt Testi

*7. Alt Test: Dolu Kutuları Hareket Ettirme*

Test tahtasının ön kenarına paralel olacak şekilde 5 adet dolu 450 gr'lık konserve kutusu beşer santimetre aralıkla yan yana yerleştirildi. Katılımcıdan dolu kutuları hızlı bir şekilde teker teker test tahtasının karşı tarafına geçirerek koyması istendi. Son kutu test tahtası üzerine konulduktan sonra kronometre durduruldu ve test süresi saniye cinsinden kaydedildi (Resim 5.3.9.8.).



**Resim 5.3.9.8.** JTEFT Dolu Kutuları Hareket Ettirme Alt Testi

#### **5.4. İstatistiksel Analiz**

Çalışmaya dahil edilen katılımcıların tanımlayıcı bilgileri ve değerlendirmeleri kaydedildi. Kaydedilen veriler, Windows işletim sistemi altında Statistical Packages for the Social Sciences (SPSS - Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paketi) programının 19.0 versiyonu kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun tespiti için “One-Sample Kolmogorov-Smirnov Testi” kullanıldı. Tüm veriler normal dağılıma uyduğu için analizde parametrik testler uygulandı.

Tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ortalama  $\pm$  standart sapma ( $\bar{X} \pm SS$ ) ve % şeklinde gösterildi. Yaş gruplarına ve cinsiyetlere göre el kavrama ve lateral tutma kuvvetinin karşılaştırılmasında, el bileği eklem pozisyon hislerinin karşılaştırılmasında, kavrama ve basınç hassasiyetlerinin karşılaştırılmasında, duyu eşiği ve iki nokta ayırımlarının karşılaştırılmasında ve vibrasyon sürelerinin karşılaştırılmasında "Bağımsız Gruplar t Testi (Independent-Samples t Testi)" kullanıldı. El bileği eklemi propriosepsiyonu ile Jebsen Taylor El Fonksiyon Testinin

alt parametreleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için "Pearson Korelasyon Analizi" uygulandı.

İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.



## 6. BULGULAR

Sağlıklı genç ve yaşlılarda el ve el bileğinin duyusunu değerlendirmek, bunu el fonksiyonları ile ilişkilendirmek ve genç ve yaşlanmış eldeki duyusal farklılıkları ortaya koymak amacıyla planlanan çalışmaya 60 genç ve 60 geriatrik katılımcı dahil edildi. Çalışmadan elde edilen bulgular ve analizler aşağıda yer almaktadır.

### 6.1. Tanımlayıcı Bulgular

Çalışmamıza yaşları 20 ile 25 yaşları arasında değişen, yaş ortalamaları  $21,61 \pm 1,58$  yıl olan 30'u kadın (%50), 30'u erkek (%50) 60 genç birey, 70 ile 75 yaşları arasında, yaş ortalamaları  $71,68 \pm 1,61$  yıl olan 30'u kadın (%50), 30'u erkek (%50) 60 geriatrik birey olmak üzere toplamda 120 birey katıldı. Katılımcıların tümünün yaş ortalaması ise  $46,70 \pm 25,23$  yıldır. Genç katılımcıların yer aldığı grubun vücut ağırlığı ortalaması  $68,51 \pm 15,45$  kg. iken geriatrik grubun ortalaması  $71,36 \pm 5,32$  kg.'dır. Boy ortalamalarına bakıldığında ise genç grubun ortalaması  $172,2 \pm 8,64$  cm. iken geriatrik grubun ortalaması  $163,83 \pm 6,63$  cm.'dir (Tablo 6.1.1.).

**Tablo 6.1.1.** Katılımcıların Demografik Özellikleri - I

	<b>Genç Grup</b>	<b>Geriatrik Grup</b>	min.	max.
	$\bar{X} \pm SS$ (n = 60)	$\bar{X} \pm SS$ (n = 60)		
<b>Yaş (yıl)</b>	$21,61 \pm 1,58$	$71,68 \pm 1,61$	20	75
<b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>	$68,51 \pm 15,45$	$71,36 \pm 5,32$	45	100
<b>Boy Uzunluğu (cm)</b>	$172,2 \pm 8,64$	$163,83 \pm 6,63$	150	190

Çalışmamıza katılan katılımcıların %36,7'sinin (n=44) evli olduğu görüldü. Eğitim düzeylerini incelediğimizde katılımcıların 46'sının (%38,3) lise mezunu olduğu, 11'inin ise (%9,2) üniversite mezunu olduğu görüldü (Tablo 6.1.2.). Katılımcıların 114'ünün (%95) dominant ekstremitesi sağ idi, dominant ekstremitelerinin el uzunluklarının ortalaması  $18,40 \pm 1,23$  cm, önkol uzunluklarının ortalaması  $28,85 \pm 2,45$  cm ve kol uzunluklarının ortalaması  $31,08 \pm 2,64$  cm idi. Katılımcıların dominant ekstremitelerinin el bileği çevre ölçümleri ortalaması  $17,12 \pm 2,19$  cm, metakarp çevre ölçümlerinin ortalaması ise  $20,57 \pm 2,50$  cm idi.

Katılımcıların dominant ekstremitelerinin el bileği eklem hareket açıklıkları incelendiğinde ise fleksiyon derecesi ortalaması  $81,17^0 \pm 5,96^0$ , ekstansiyon derecesi ortalaması  $70,47^0 \pm 3,18^0$ , radial deviasyon derecesi ortalaması  $25,13^0 \pm 5,05^0$ , ulnar deviasyon derecesi ortalaması  $40,93^0 \pm 6,49^0$  olarak tespit edildi.

**Tablo 6.1.2. Katılımcıların Demografik Özellikleri - II**

	<b>Genç Grup</b> n = 60 (%)	<b>Geriatrik Grup</b> n = 60 (%)
<b>Cinsiyet</b>		
<b>Kadın</b>	30 (%50)	30 (%50)
<b>Erkek</b>	30 (%50)	30 (%50)
<b>Eğitim Durumu</b>		
<b>Okuma yazma bilmiyor</b>		8 (%13,33)
<b>Okur - Yazar</b>		20 (%33,33)
<b>İlköğretim</b>	12 (%20)	21 (%35)
<b>Lise</b>	38 (%63,33)	8 (%13,33)
<b>Üniversite</b>	9 (%15)	2 (%3,33)
<b>Lisans üstü</b>	1 (%1,66)	1 (%1,66)
<b>Medeni Durum</b>		
<b>Evli</b>	13 (%21,66)	31 (%51,66)
<b>Bekar</b>	46 (%76,66)	12 (%20)
<b>Boşanmış</b>	1 (%1,66)	5 (%8,33)
<b>Eşi ölmüş</b>		12 (%20)

## 6.2. Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatrik grup ile eklem pozisyon hissi arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede el bileğinin bütün hareket yönleri açısından genç grup ve geriatik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ( $p < 0.05$ ). Dominant ekstremitede fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon ve nondominant ekstremitede fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin hata miktarları gençlerde geriatriklere göre anlamlı düzeyde daha düşük bulundu (Tablo 6.2.1.).



**Tablo 6.2.1. Yaşa Göre EPH'nin Karşılaştırılması**

	EPH	Genç Grup		Geriatrik Grup	p*
		$\bar{X} \pm SS$ (°)		$\bar{X} \pm SS$ (°)	
Dominant Ekstremitte	Fleksiyon	3,95±1,52		5,91±0,97	<b>,000</b>
	Ekstansiyon	4,05±1,64		6,05±1,13	<b>,000</b>
	Radial Deviasyon	2,48±1,03		4,19±0,79	<b>,000</b>
	Ulnar Deviasyon	2,69±1,05		4,49±0,86	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	Fleksiyon	4,88±2,10		6,92±,095	<b>,000</b>
	Ekstansiyon	4,69±1,75		6,90±1,10	<b>,000</b>
	Radial Deviasyon	3,27±1,22		5,13±,088	<b>,000</b>
	Ulnar Deviasyon	3,50±1,13		5,42±1,07	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

Genç katılımcıların cinsiyetleri ile eklem pozisyon hissi arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitedeki radial deviasyon eklem hareketi hata miktarı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ( $p < 0.05$ ). Yaşlı katılımcıların cinsiyetlerine göre eklem pozisyon hissi arasındaki ilişki incelendiğinde ise dominant ekstremitedeki radial deviasyon ve nondominant ekstremitedeki ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin hata miktarları arasında anlamlı fark belirlendi ( $p < 0.05$ ). Eklem pozisyon hata miktarları genç ve yaşlı el bileğinde erkeklerde kadınlara göre anlamlı düzeyde düzeyde daha düşük bulundu (Tablo 6.2.2.).

**Tablo 6.2.2. Cinsiyete Göre EPH'nin Karşılaştırılması**

	EPH	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
		$\bar{X} \pm SS$ (°)			$\bar{X} \pm SS$ (°)		
		Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	Fleksiyon	3,90±1,53	3,99±1,53	,823	6,09±0,92	5,74±0,99	,158
	Ekstansiyon	4,08±1,57	4,03±1,74	,897	6,19±1,04	5,91±1,20	,347
	Radial Deviasyon	2,77±1,03	2,19±0,96	<b>,029</b>	4,50±0,78	3,87±0,68	<b>,001</b>
	Ulnar Deviasyon	2,76±1,10	2,62±1,00	,624	4,68±1,00	4,30±0,64	,091
Nondominant Ekstremitte	Fleksiyon	4,65±1,79	5,10±2,39	,414	7,10±0,78	6,74±1,07	,139
	Ekstansiyon	4,79±1,94	4,59±1,57	,664	7,18±0,90	6,61±1,22	<b>,046</b>
	Radial Deviasyon	3,48±1,15	3,07±1,27	,195	5,45±0,92	4,80±0,73	<b>,004</b>
	Ulnar Deviasyon	3,66±1,09	3,35±1,16	,290	5,76±1,20	5,08±0,80	<b>,013</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

### 6.3. Kavrama Hassasiyetinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatrik grup ile kavrama hassasiyeti arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede el kavrama hassasiyet hatası açısından genç grup ve geriatik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı ( $p<0.05$ ). Kavrama hassasiyeti hata miktarları genç bireylerde anlamlı düzeyde daha düşük belirlendi ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.3.1.). Genç katılımcıların cinsiyetleri ile kavrama hassasiyeti arasındaki ilişki incelendiğinde kadın katılımcıların nondominant ekstremitelerindeki kavrama hassasiyet hataları erkek katılımcılara göre, yaşlı katılımcıların cinsiyetleri ile kavrama hassasiyeti arasındaki ilişki incelendiğinde ise erkek katılımcıların nondominant ekstremitelerindeki kavrama hassasiyet hataları kadın katılımcılara göre anlamlı düzeyde düşük bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.3.2.).

**Tablo 6.3.1.** Yaşa Göre Kavrama Hassasiyetinin Karşılaştırılması

Kavrama Hassasiyeti	Genç Grup	Geriatrik Grup	p*
	$\bar{X}\pm SS$ (psi)	$\bar{X}\pm SS$ (psi)	
Dominant Ekstremitte	1,98±1,49	8,22±3,21	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	2,80±1,65	10,81±4,72	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.3.2.** Cinsiyete Göre Kavrama Hassasiyetinin Karşılaştırılması

Kavrama Hassasiyeti	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
	$\bar{X}\pm SS$ (psi)			$\bar{X}\pm SS$ (psi)		
	Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	1,67±1,26	2,15±1,68	,219	8,87±3,67	7,57±2,56	,118
Nondominant Ekstremitte	2,36±1,33	3,24±1,84	<b>,038</b>	12,33±5,68	9,30±2,89	<b>,012</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

#### 6.4. Basınç Hassasiyetinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatric grup ile ellerin basınç hassasiyeti arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede basınç hassasiyet hatası açısından genç grup ve geriatric grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı ( $p<0.05$ ). Ellerin basınç hassasiyeti hata miktarları genç bireylerde anlamlı düzeyde daha düşük bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.4.1.). Genç katılımcıların cinsiyetleri ile basınç hassasiyeti arasındaki ilişki incelendiğinde kadın katılımcıların nondominant ekstremitelerindeki basınç hassasiyet hataları erkek katılımcılara göre, yaşlı katılımcıların cinsiyetleri ile basınç hassasiyeti arasındaki ilişki incelendiğinde ise kadın katılımcıların hem dominant hem de nondominant ekstremitelerindeki basınç hassasiyet hataları erkek katılımcılara göre anlamlı düzeyde düşük bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.4.2.).

**Tablo 6.4.1.** Yaşa Göre Ellerin Basınç Hassasiyetinin Karşılaştırılması

Basınç Hassasiyeti	Genç Grup		Geriatric Grup	p*
	$\bar{X}\pm SS$ (mmHg)		$\bar{X}\pm SS$ (mmHg)	
Dominant Ekstremitte	3,88±3,08		11,46±3,37	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	6,13±3,13		14,76±4,17	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.4.2.** Cinsiyete Göre Basınç Hassasiyetinin Karşılaştırılması

Basınç Hassasiyeti	Genç Grup		p*	Geriatric Grup		p*
	$\bar{X}\pm SS$ (mmHg)			$\bar{X}\pm SS$ (mmHg)		
	Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	3,22±1,81	4,54±3,88	,096	10,44±3,90	12,49±2,39	<b>,017</b>
Nondominant Ekstremitte	5,25±2,25	7,01±3,64	<b>,028</b>	12,84±4,31	16,69±3,01	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

## 6.5. Duyu Eşiğinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatric grup ile duyu eşiği değerlendirilmesi arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede bütün parmaklarda genç grup ve geriatric grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı ( $p<0.05$ ). Duyu eşiği ağırlığı genç bireylerde bütün parmaklarda anlamlı düzeyde daha düşük bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.5.1.). Genç ve geriatric katılımcıların cinsiyetleri ile duyu eşiğinin değerlendirilmesi arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede bütün parmaklarda anlamlı fark belirlenmedi ( $p>0.05$ ) (Tablo 6.5.2.).

**Tablo 6.5.1.** Yaşa Göre Duyu Eşiğinin Karşılaştırılması

Duyu Eşiği	Parmaklar	Genç Grup $\bar{X}\pm SS$ (gr)	Geriatric Grup $\bar{X}\pm SS$ (gr)	p*
Dominant Ekstremitede	1. Parmak	0,23±0,60	3,48±1,00	,000
	2. Parmak	0,09±0,08	3,48±1,00	,000
	3. Parmak	0,10±0,10	3,48±1,00	,000
	4. Parmak	0,11±0,10	3,48±1,00	,000
	5. Parmak	0,11±0,11	3,48±1,00	,000
Nondominant Ekstremitede	1. Parmak	0,11±0,11	3,74±0,85	,000
	2. Parmak	0,11±0,11	3,74±0,85	,000
	3. Parmak	0,11±0,12	3,74±0,85	,000
	4. Parmak	0,13±0,13	3,74±0,85	,000
	5. Parmak	0,13±0,13	3,74±0,85	,000

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.5.2. Cinsiyete Göre Duyu Eşiğinin Karşılaştırılması**

Duyu Eşiği	Parmaklar	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
		$\bar{X} \pm SS$ (gr)			$\bar{X} \pm SS$ (gr)		
		Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	1. Parmak	0,37±0,83	0,09±0,08	,066	3,62±0,88	3,33±1,10	,272
	2. Parmak	0,09±0,08	0,09±0,08	1,00	3,62±0,88	3,33±1,10	,272
	3. Parmak	0,10±0,10	0,10±0,10	1,00	3,62±0,88	3,33±1,10	,272
	4. Parmak	0,11±0,11	0,11±0,11	1,00	3,62±0,88	3,33±1,10	,272
	5. Parmak	0,12±0,12	0,11±0,11	,723	3,62±0,88	3,33±1,10	,272
Nondominant Ekstremitte	1. Parmak	0,11±0,11	0,11±0,11	1,00	3,94±0,65	3,54±0,98	,070
	2. Parmak	0,11±0,11	0,11±0,11	1,00	3,94±0,65	3,54±0,98	,070
	3. Parmak	0,12±0,12	0,11±0,11	,723	3,94±0,65	3,54±0,98	,070
	4. Parmak	0,13±0,13	0,12±0,12	,744	3,94±0,65	3,54±0,98	,070
	5. Parmak	0,13±0,13	0,12±0,12	,744	3,94±0,65	3,54±0,98	,070

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

## 6.6. İki Nokta Ayırımının Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatrik grup ile iki nokta ayırımının değerlendirilmesi arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitte ve nondominant ekstremitte bütün parmaklarda genç grup ve geriatik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ( $p < 0.05$ ). İki nokta ayırım mesafesi genç bireylerde bütün parmaklarda anlamlı düzeyde daha düşük bulundu ( $p < 0.05$ ) (Tablo 6.6.1.). Genç ve geriatik katılımcıların cinsiyetleri ile iki nokta ayırımı arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitte ve nondominant ekstremitte bütün parmaklarda anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ) (Tablo 6.6.2.).

**Tablo 6.6.1.** Yaşa Göre İki Nokta Ayırımının Karşılaştırılması

İki Nokta Ayırımı	Parmaklar	Genç Grup	Geriatrik Grup	p*
		$\bar{X} \pm SS$ (mm)	$\bar{X} \pm SS$ (mm)	
Dominant Ekstremitte	1. Parmak	3,30±0,53	6,35±0,89	,000
	2. Parmak	3,25±0,47	6,35±0,89	,000
	3. Parmak	3,45±0,59	6,35±0,89	,000
	4. Parmak	3,61±0,71	6,36±0,91	,000
	5. Parmak	3,63±0,71	6,36±0,91	,000
Nondominant Ekstremitte	1. Parmak	3,61±0,69	7,20±0,83	,000
	2. Parmak	3,60±0,66	7,20±0,83	,000
	3. Parmak	3,78±0,82	7,20±0,83	,000
	4. Parmak	3,85±0,87	7,21±0,82	,000
	5. Parmak	3,85±0,86	7,23±0,83	,000

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.6.2.** Cinsiyete Göre İki Nokta Ayırımının Karşılaştırılması

İki Nokta Ayırımı	Parmaklar	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
		$\bar{X} \pm SS$ (mm)			$\bar{X} \pm SS$ (mm)		
		Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	1. Parmak	3,40±0,49	3,20±0,55	,146	6,50±0,93	6,20±0,84	,199
	2. Parmak	3,30±0,46	3,20±0,48	,418	6,50±0,93	6,20±0,84	,199
	3. Parmak	3,56±0,62	3,33±0,54	,130	6,50±0,93	6,20±0,84	,199
	4. Parmak	3,60±0,67	3,63±0,76	,859	6,53±0,97	6,20±0,84	,162
	5. Parmak	3,63±0,66	3,63±0,76	1,00	6,53±0,97	6,20±0,84	,162
Nondominant Ekstremitte	1. Parmak	3,66±0,66	3,56±0,72	,580	7,20±0,92	7,20±0,76	1,00
	2. Parmak	3,66±0,66	3,53±0,68	,445	7,20±0,92	7,20±0,76	1,00
	3. Parmak	3,86±0,86	3,70±0,74	,439	7,20±0,92	7,20±0,76	1,00
	4. Parmak	3,93±0,94	3,76±0,81	,468	7,23±0,89	7,20±0,76	,877
	5. Parmak	3,93±0,90	3,76±0,81	,458	7,26±0,90	7,20±0,76	,759

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

## 6.7. Vibrasyon Duyusunun Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatik grup ile vibrasyon duyusunun değerlendirilmesi arasındaki ilişki incelendiğinde hem dominant ekstremitede hem de nondominant ekstremitede ulna kemiğinin başında genç grup ve geriatik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardı ( $p < 0.05$ ). Vibrasyon duyusunun süresi genç bireylerde hem dominant ekstremitede hem de nondominant ekstremitede ulna kemiğinin başında daha yüksek bulundu ( $p < 0.05$ ) (Tablo 6.7.1.). Genç katılımcıların cinsiyetleri ile vibrasyon duyusu arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ). Geriatik katılımcıların cinsiyetleri ile vibrasyon duyusu arasındaki ilişki incelendiğinde sadece dominant ekstremitede ulna başında erkekler lehine anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0.05$ ) (Tablo 6.7.2.).

**Tablo 6.7.1.** Yaşa Göre Vibrasyon Duyusunun Karşılaştırılması

Vibrasyon Duyusu	Genç Grup	Geriatik Grup	p*
	$\bar{X} \pm SS$ (sn)	$\bar{X} \pm SS$ (sn)	
Dominant Ekstremitede	11,96 $\pm$ 2,62	8,21 $\pm$ 1,27	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitede	8,51 $\pm$ 2,36	6,87 $\pm$ 1,52	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.7.2.** Cinsiyete Göre Vibrasyon Duyusunun Karşılaştırılması

Vibrasyon Duyusu	Genç Grup		p*	Geriatik Grup		p*
	$\bar{X} \pm SS$ (sn)			$\bar{X} \pm SS$ (sn)		
	Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitede	11,38 $\pm$ 2,84	12,54 $\pm$ 2,28	,088	7,72 $\pm$ 1,41	8,70 $\pm$ 1,15	<b>,005</b>
Nondominant Ekstremitede	8,42 $\pm$ 2,92	8,60 $\pm$ 1,67	,766	6,33 $\pm$ 1,27	7,40 $\pm$ 1,59	,006

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

## 6.8. El Kavrama ve Lateral Tutma Kuvvetlerinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç grup ve geriatric grup ile el kavrama ve lateral tutma kuvvetlerinin değerlendirilmesi arasındaki ilişki incelendiğinde hem dominant ekstremitede hem de nondominant ekstremitede genç grup ve geriatric grup arasında anlamlı farklılık tespit edildi ( $p<0.05$ ). Genç katılımcılarda el kavrama ve lateral tutma kuvvetleri anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.8.1., Tablo 6.8.2.).

**Tablo 6.8.1.** Yaşa Göre Kavrama Kuvvetinin Karşılaştırılması

Kavrama Kuvveti	Genç Grup $\bar{X}\pm SS$ (pound)	Geriatric Grup $\bar{X}\pm SS$ (pound)	p*
Dominant Ekstremitte	60,35 $\pm$ 19,49	37,84 $\pm$ 8,49	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	53,91 $\pm$ 19,52	29,74 $\pm$ 8,85	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.8.2.** Yaşa Göre Lateral Tutma Kuvvetinin Karşılaştırılması

Lateral Tutma Kuvveti	Genç Grup $\bar{X}\pm SS$ (pound)	Geriatric Grup $\bar{X}\pm SS$ (pound)	p*
Dominant Ekstremitte	14,86 $\pm$ 4,36	10,92 $\pm$ 2,05	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	12,79 $\pm$ 4,34	8,06 $\pm$ 2,02	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

Genç ve geriatric katılımcıların cinsiyetleri ile el kavrama ve lateral tutma kuvvetleri arasındaki ilişki incelendiğinde dominant ekstremitte kuvvetlerinin nondominant ekstremitte kuvvetlerinden anlamlı düzeyde daha büyük olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ) (Tablo 6.8.3., Tablo 6.8.4.).



**Tablo 6.8.3. Cinsiyete Göre Kavrama Kuvvetinin Karşılaştırılması**

Kavrama Kuvveti	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
	$\bar{X}\pm SS$ (pound)			$\bar{X}\pm SS$ (pound)		
	Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	46,40±10,89	74,29±15,88	<b>,000</b>	31,47±5,57	44,21±5,63	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	39,98±8,54	67,85±17,33	<b>,000</b>	23,74±5,00	35,74±7,75	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.8.4. Cinsiyete Göre Lateral Tutma Kuvvetinin Karşılaştırılması**

Lateral Tutma Kuvveti	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
	$\bar{X}\pm SS$ (pound)			$\bar{X}\pm SS$ (pound)		
	Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremitte	11,87±2,66	17,85±3,63	<b>,000</b>	9,55±1,00	12,29±1,91	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	9,69±2,13	15,89±3,73	<b>,000</b>	7,16±1,06	8,97±2,33	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

## 6.9. El Fonksiyonelliğinin Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular ve Karşılaştırmalar

Genç katılımcı grubu ve geriatrik grup ile Jebsen Taylor El Fonksiyon Testinin bütün alt parametreleri karşılaştırıldığında sadece nondominant ekstremitenin yemek yemeyi uyarma alt parametresi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi ( $p>0,05$ ). Yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışındaki bütün alt parametrelerin ölçülen sürelerinde genç grup lehine anlamlı fark bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.9.1.). JTEFT genç katılımcıların cinsiyetleri yönünden karşılaştırıldıklarında yazı yazma alt testinin nondominant ekstremiteleri dışındaki hiç bir alt parametresin anlamlı fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Geriatrik grup arasında cinsiyet yönünden yapılan karşılaştırmada ise dominant ekstremitenin küçük

cisimleri toplama alt testi dışında bütün alt testlerinde anlamlı fark tespit edildi ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.9.2.).

**Tablo 6.9.1.** Yaşa Göre El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Alt Testler	Genç Grup $\bar{X}\pm SS$ (sn)	Geriatrik Grup $\bar{X}\pm SS$ (sn)	p*
Dominant Ekstremitte	Yazı Yazma	10,34±1,50	21,14±3,57	<b>,000</b>
	Kart Çevirme	5,57±0,69	8,77±0,67	<b>,000</b>
	Küçük Cisimleri Toplama	7,03±1,24	8,34±0,40	<b>,000</b>
	Yemek Yemeyi Uyarma	8,12±0,99	8,63±0,87	<b>,003</b>
	Fişleri Yerleştirme	3,89±0,85	4,18±0,37	<b>,016</b>
	Boş Kutuları Hareket Ettirme	4,51±0,77	5,07±0,64	<b>,000</b>
	Dolu Kutuları Hareket Ettirme	4,73±0,82	5,59±0,58	<b>,000</b>
Nondominant Ekstremitte	Yazı Yazma	28,93±7,45	68,29±5,71	<b>,000</b>
	Kart Çevirme	6,80±0,65	11,24±0,76	<b>,000</b>
	Küçük Cisimleri Toplama	7,60±0,95	9,58±0,53	<b>,000</b>
	Yemek Yemeyi Uyarma	10,16±1,31	10,46±1,37	,228
	Fişleri Yerleştirme	4,51±0,86	5,67±0,25	<b>,000</b>
	Boş Kutuları Hareket Ettirme	5,18±0,77	5,78±0,41	<b>,000</b>
	Dolu Kutuları Hareket Ettirme	5,35±0,81	6,23±0,54	<b>,000</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

**Tablo 6.9.2.** Cinsiyete Göre El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Alt Testler	Genç Grup		p*	Geriatrik Grup		p*
		$\bar{X}\pm SS$ (sn)			$\bar{X}\pm SS$ (sn)		
		Kadın	Erkek		Kadın	Erkek	
Dominant Ekstremité	Yazı Yazma	10,12±1,51	10,56±1,78	,265	22,98±4,46	19,80±1,90	<b>,001</b>
	Kart Çevirme	5,62±0,71	5,51±0,68	,537	8,36±0,58	9,19±0,48	<b>,000</b>
	Küçük Cisimleri Toplama	6,87±0,49	7,18±1,68	,324	8,42±0,47	8,26±0,30	,121
	Yemek Yemeyi Uyarma	8,06±0,93	8,18±1,06	,637	8,93±1,05	8,33±0,49	<b>,007</b>
	Fişleri Yerleştirme	3,75±0,45	4,02±1,10	,221	4,36±0,38	4,01±0,27	<b>,000</b>
	Boş Kutuları Hareket Ettirme	4,61±0,83	4,41±0,71	,332	5,28±0,82	4,87±0,27	<b>,011</b>
	Dolu Kutuları Hareket Ettirme	4,80±0,72	4,66±0,93	,543	5,81±0,72	5,36±0,23	<b>,002</b>
Nondominant Ekstremité	Yazı Yazma	26,23±6,06	31,63±7,82	<b>,004</b>	71,60±3,75	65,87±5,73	<b>,000</b>
	Kart Çevirme	6,80±0,74	6,79±0,57	,941	11,04±0,87	11,44±0,59	<b>,045</b>
	Küçük Cisimleri Toplama	7,70±0,75	7,49±1,12	,403	9,83±0,61	9,34±0,28	<b>,000</b>
	Yemek Yemeyi Uyarma	10,03±1,46	10,29±1,14	,439	11,12±1,60	9,79±0,59	<b>,000</b>
	Fişleri Yerleştirme	4,35±0,59	4,66±1,05	,160	5,75±0,19	5,59±0,28	<b>,015</b>
	Boş Kutuları Hareket Ettirme	5,29±0,74	5,07±0,78	,264	5,90±0,51	5,66±0,23	<b>,020</b>
	Dolu Kutuları Hareket Ettirme	5,50±0,78	5,21±0,82	,178	6,40±0,62	6,05±0,38	<b>,013</b>

\* Bağımsız Gruplar t Testi uygulandı.

## **6.10. Katılımcıların Eklem Pozisyon Hisleri, Kavrama Hassasiyetleri, Basınç Hassasiyetleri ve Vibrasyon Değerlendirmeleri ile El Fonksiyonelliklerinin Karşılaştırılması**

Çalışmaya katılan katılımcıların eklem pozisyon hisleri, kavrama hassasiyetleri, basınç hassasiyetleri ve vibrasyon değerlendirmeleri ile el fonksiyonelliklerinin karşılaştırılması için Pearson Korelasyon analizi uygulandı. Korelasyon katsayısı değerlerindeki (r) 0,00 ile 0,25 arasındaki değerler hiç/zayıf derecede ilişki, 0,25 ile 0,50 arası değerler orta derecede ilişki, 0,50 ile 0,75 arası değerler iyi derecede ilişki ve 0,75 ile 1,00 arası değerler mükemmel derecede ilişki olarak kabul edildi ve yorumlandı (80).

### **6.10.1. Eklem Pozisyon Hissi ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi**

Katılımcıların dominant el bileklerinin fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin eklem pozisyon hissi hata miktarları ile, JTEFT'nin bütün alt testlerinin dominant ekstremitede yapılma süreleri arasında istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.10.1.1.). Katılımcıların nondominant el bileklerinin fleksiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin eklem pozisyon hissi hata miktarları ile nondominant el ile yapılan JTEFT'nin yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışındaki bütün alt parametrelerinde pozitif yönde anlamlı ilişki tespit edildi ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.10.1.2.).

**Tablo 6.10.1.1.** Katılımcıların Dominant El Bileklerinin Eklem Pozisyon Hissi ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Dominant Ekstremité							
	EPH Fleksiyon		EPH Ekstansiyon		EPH Radial Deviasyon		EPH Ulnar Deviasyon	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Yazı Yazma	,550	,000*	,527	,000*	,604	,000*	,584	,000*
Kart Çevirme	,667	,000*	,636	,000*	,650	,000*	,658	,000*
Küçük Cisimleri Toplama	,528	,000*	,493	,000*	,377	,000*	,396	,000*
Yemek Yemeyi Uyarma	,264	,004*	,366	,000*	,206	,024*	,265	,003*
Fişleri Yerleştirme	,214	,019*	,171	,048*	,228	,012*	,252	,006*
Boş Kutuları Hareket Ettirme	,398	,000*	,371	,000*	,372	,000*	,353	,000*
Dolu Kutuları Hareket Ettirme	,527	,000*	,453	,000*	,509	,000*	,430	,000*

\*p<0.05

**Tablo 6.10.1.2.** Katılımcıların Nondominant El Bileklerinin Eklem Pozisyon Hissi ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Nondominant Ekstremitte							
	EPH Fleksiyon		EPH Ekstansiyon		EPH Radial Deviasyon		EPH Ulnar Deviasyon	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Yazı Yazma	,551	,000*	,598	,000*	,586	,000*	,605	,000*
Kart Çevirme	,590	,000*	,665	,000*	,677	,000*	,682	,000*
Küçük Cisimleri Toplama	,590	,000*	,583	,000*	,581	,000*	,603	,000*
Yemek Yemeyi Uyarma	,170	,063	,238	,009*	,029	,754	,176	,055
Fişleri Yerleştirme	,426	,000*	,531	,000*	,460	,000*	,505	,000*
Boş Kutuları Hareket Ettirme	,395	,000*	,557	,000*	,511	,000*	,468	,000*
Dolu Kutuları Hareket Ettirme	,424	,000*	,600	,000*	,507	,000*	,488	,000*

\*p<0.05

### 6.10.2. Kavrama Hassasiyeti ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Katılımcıların dominant ve nondominant ekstremitelerinin kavrama hassasiyet hata miktarları ile JTEFT'nin hem dominant hem de nondominant el ile yapılan JTEFT'nin yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışındaki bütün alt parametrelerinde pozitif yönde anlamlı ilişki tespit edildi ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.10.2.1.).

**Tablo 6.10.2.1.** Katılımcıların Kavrama Hassasiyetleri ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Kavrama Hassasiyeti Dominant Ekstremitte		Kavrama Hassasiyeti Nondominant Ekstremitte	
	r	p	r	p
Yazı Yazma	<b>,688</b>	<b>,000*</b>	<b>,757</b>	<b>,000*</b>
Kart Çevirme	<b>,691</b>	<b>,000*</b>	<b>,741</b>	<b>,000*</b>
Küçük Cisimleri Toplama	<b>,415</b>	<b>,000*</b>	<b>,569</b>	<b>,000*</b>
Yemek Yemeyi Uyarma	,127	,167	,022	,808
Fişleri Yerleştirme	<b>,371</b>	<b>,000*</b>	<b>,586</b>	<b>,000*</b>
Boş Kutuları Hareket Ettirme	<b>,381</b>	<b>,000*</b>	<b>,324</b>	<b>,000*</b>
Dolu Kutuları Hareket Ettirme	<b>,401</b>	<b>,000*</b>	<b>,343</b>	<b>,000*</b>

\*p<0.05

### 6.10.3. Basınç Hassasiyeti ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Katılımcıların dominant ve nondominant ekstremitelerinin basınç hassasiyeti hata miktarları ile JTEFT'nin dominant ve nondominant el ile yapılan yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışındaki bütün alt parametrelerinde pozitif yönde anlamlı ilişki görüldü (p<0,05) (Tablo 6.10.3.1.).

**Tablo 6.10.3.1.** Katılımcıların Basınç Hassasiyetleri ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Basınç Hassasiyeti Dominant Ekstremitte		Basınç Hassasiyeti Nondominant Ekstremitte	
	r	p	r	p
Yazı Yazma	,651	,000*	,742	,000*
Kart Çevirme	,725	,000*	,778	,000*
Küçük Cisimleri Toplama	,485	,000*	,535	,000*
Yemek Yemeyi Uyarma	,140	,126	-,036	,693
Fişleri Yerleştirme	,188	,031*	,497	,000*
Boş Kutuları Hareket Ettirme	,195	,033*	,205	,024*
Dolu Kutuları Hareket Ettirme	,258	,004*	,248	,006*

\*p<0.05

#### 6.10.4. Vibrasyon ile El Fonksiyonelliği Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Katılımcıların hem dominant hem de nondominant ekstremitelerinin vibrasyonu hissetme süreleri ile JTEFT'nin hem dominant hem de nondominant el ile yapılan yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışındaki bütün alt parametrelerinde negatif yönde anlamlı ilişki bulundu ( $p<0,05$ ) (Tablo 6.10.4.1.).



**Tablo 6.10.4.1.** Katılımcıların Vibrasyonu Hissetme Süreleri ile El Fonksiyonelliğinin Karşılaştırılması

JTEFT	Vibrasyon Hissetme Süreleri Dominant Ekstremitede		Vibrasyon Hissetme Süreleri Nondominant Ekstremitede	
	r	p	r	p
Yazı Yazma	<b>-,583</b>	<b>,000*</b>	<b>-,400</b>	<b>,000*</b>
Kart Çevirme	<b>-,620</b>	<b>,000*</b>	<b>-,367</b>	<b>,000*</b>
Küçük Cisimleri Toplama	<b>-,307</b>	<b>,001*</b>	<b>-,331</b>	<b>,000*</b>
Yemek Yemeyi Uyarma	-,125	,175	-,166	,070
Fişleri Yerleştirme	<b>-,276</b>	<b>,001*</b>	<b>-,333</b>	<b>,000*</b>
Boş Kutuları Hareket Ettirme	<b>-,309</b>	<b>,001*</b>	<b>-,266</b>	<b>,003*</b>
Dolu Kutuları Hareket Ettirme	<b>-,389</b>	<b>,000*</b>	<b>-,277</b>	<b>,002*</b>

\*p<0.05

## 7. TARTIŞMA

Çalışmamız sağlıklı genç ve yaşlılarda el ve el bileğinin duyusunu değerlendirmek, bunu el fonksiyonları ile ilişkilendirmek ve genç ve yaşlı eldeki duyuşal farklılıkları ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. El ve el bileğinin insan yaşamı süresince önemi çok fazladır. Günlük yaşam aktivitelerden mesleğe, spordan rekreasyonel aktivitelere kadar olan yaşamsal faaliyetlerde el ve el bileğinin duyuşal parametrelerindeki iyi olma durumu çok önemlidir. Literatürde duyuşal parametrelerle ilgili yapılan araştırmalar, sıklıkla diz, ayak bileği, omuz ve omurga gibi bölgelerde (81, 82, 83, 84) yapılmış olmasına rağmen, el ve el bileğindeki çalışmaların az olduğu görülmüştür. Özellikle el ve el bileğinin yaşa bağı duyuşal değişikliklerinin araştırıldığı çalışma sayısının son derece kısıtlı olduğu belirlenmiştir. Örneğin: Carmeli ve arkadaşlarının 2003 yılında yayımladığı sistematik derleme makalesinde yaşlanan eldeki duyuşal parametrelerdeki değişikliklerden bahsedilmiş olmasına rağmen makale spesifik olarak duyuşal değişikliklere yönelmemiştir (5). Literatür örneklerinde karşımıza çıktığı gibi çalışmaların büyük kısmı, patolojik durumlardan kaynaklanan duyuşal değişikliklerininin araştırdırıldığı çalışmalardan meydana gelmiştir. Bu nedenle el ve el bileğindeki duyuşal parametrelerdeki değişikliklerin sağlıklı yaşlanmayla nasıl değiştiğini belirlemek ve bu durumun el ve el bileğindeki fonksiyonelliği ne derece etkilediğini araştırmak amacıyla çalışmamız 20 ile 25 yaşları arasındaki gençler ile 70 ile 75 yaşları arasındaki geriatik bireyler ile yapılmıştır.

Çalışmamıza herhangi bir el ve üst ekstremite problemi olmayan, çalışmaya katılmaya gönüllü toplam 120 birey dahil edilmiş ve eşit sayıda geriatik ve genç birey olacak şekilde homojen bir şekilde cinsiyet dağılımı yapılmıştır. Bu homojen dağılım da yaşla birlikte meydana gelebilecek duyuşal parametrelerdeki değişikliklerin cinsiyete bağı olarak değişmediğini göstermek amacıyla yapılmıştır.

Bowden ve ark. insan elindeki yaşa bağı değişiklikleri araştırdıkları çalışmalarında; bizim çalışmamıza benzer şekilde sağlıklı kişiler üzerinde ölçümler yapmış olmalarına rağmen sadece parmaklardaki kutanöz duyuşal değişikliklerini araştırmışlardır (85). Çalışmamızda, hem elde hem de el bileğinde yaşa bağı olarak değişebilecek kutanöz duyuşal ve derin duyuşal üzerine araştırmalar yapılmıştır. Bununla

birlikte yaşa bağılı olarak meydana gelebilecek duyuşal değişikliklerin el ve üst ekstremite fonksiyonelliği nasıl etkilediği de değerlendirilmiştir.

Propriosepsiyon, insanda temel olarak üç ana duyudan oluşmaktadır. Bunlar; nöromusküler kontrol, eklem pozisyon hissi ve kinestezidir (65). Aynı zamanda propriosepsiyon duyusunu oluşturan farklı bir duyu da kuvvet ve gerilim hassasiyeti duyusudur. Afferent yolu şuurlu propriosepsiyonun da taşındığı posterior kolon olan iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon duyusu da derin duyuların başında gelmektedir (44). Bu nedenle el bileği ekleminde propriosepsiyonun değerlendirilebilmesi için çalışmamızda eklem pozisyon hissiyle birlikte, kinestezi ve nöromusküler kontrol ile ilişkili olarak kavrama hassasiyeti, el basınç hassasiyeti, iki nokta diskriminasyonu, vibrasyon ve duyu eşiği değerlendirmeleri de yapılmıştır.

Fizyoterapi ve rehabilitasyon literatüründe, el bileğinde eklem pozisyon hissi konusunda yapılan araştırmaların sayısının az olduğu tespit edilmiştir (86, 87, 88). Diğer eklemlerde olduğu gibi, el bileği ekleminde de eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde standart haline gelmiş bir değerlendirme yöntemi henüz kullanılmamıştır. Eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde genellikle kliniklerde sıklıkla kullanılan gonyometreler, gelişmiş hareket analiz cihazları, araştırmacılar tarafından geliştirilen özgün değerlendirme aletleri kullanılmıştır (63, 89, 90). Son yıllarda eklem pozisyon hissini değerlendirilmesine yönelik geliştirilmiş, daha kompleks ve daha teknolojik aletlerin de araştırmacılar tarafından tasarlandığı görülmüştür. Eklem pozisyon sensometreleri (Joint Position Sensometer) (87), hareket izleme sistemi (Motion Tracking System) (86) gibi sistemler eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi amacıyla üretilmiş olan bazı farklı değerlendirme sistemleridir. Klinik tip gonyometrelerin kesin ve objektif bir veri sunmayacağı ya da gelişmiş hareket analizi cihazlarına erişim engelimizden dolayı, eklem pozisyon hissini değerlendirmesinde "3D Hareket Sensörü mOOver" cihazı kullanılmıştır. mOOver cihazı sadece el bileğindeki eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi amacıyla tasarlanan bir cihaz değildir. El bileğinin dışında bütün eklemler için de hareket analizinin yapılabildiği ve yazılımının buna uygun şekilde tasarlandığı bir cihazdır. El bileği eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde objektif veri sunması ve açıların 0,1 derece düzeyinde bile hata payını göstermesi açısından 3D

Hareket Sensörü mOOver cihazı eklem pozisyon hissini değerlendirilmesi amacıyla tarafımızdan tercih edilmiştir.

Gay ve ark. el bileği eklem pozisyon hissini değerlendirmek amacıyla "hareket izleme sistemi" geliştirmişlerdir. Bu hareket izleme sistemi ile 80 sağlıklı bireyin el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri için pasif ve aktif olarak eklem pozisyon hissini gözler kapalı olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, bizim çalışmamızdan farklı olarak pasif eklem pozisyon hissi, aktif eklem pozisyon hissini yanında değerlendirilmiştir. Radial deviasyon ve ulnar deviasyonun eklem pozisyon hareket hissi Gay ve ark. tarafından değerlendirilmemiştir (86). Çalışmamızda, el bileği eklemde fonksiyonel aktiviteler açısından en az fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri kadar önemli olan radial deviasyon ve ulnar deviasyon hareketlerinin eklem pozisyon hisleri değerlendirmeleri de yapılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız 3D Hareket Sensörü mOOver cihazı ile el bileğinin bütün hareketlerinin eklem pozisyon hissi hata miktarları ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Katılımcı elini takip ederek ve bilgisayar ekranındaki görselden hedef derecenin şeklini görerek iki farklı yerden uyarı almıştır. Daha sonrasında katılımcının gözlerini kapatarak kendi el bileği hareketini izlemesinin ve bilgisayar görseline bakmasının önüne geçilmiştir. Katılımcının önüne herhangi bir perde ya da engel konulmadan sadece gözlerini kapatmasının istenmesinin nedeni; bireyin uzaydaki vücut imajının engellenmesini önlemek ve bu sayede katılımcının kendi bedeni ile ilgili algısının devam ettirilmesinin istenmiş olmasıdır.

Eklem pozisyon hissine ve vibrasyona görme duyusunun pozitif katkısının olduğu bilinmesine rağmen el ve el bileğinin eklem pozisyon hissi açısından bu konu tartışmalıdır. Santral sinir sisteminde el ve el bileğinin duyu ve motor temsili oldukça geniş bir alanı kapladığı için, görsel duyu olmaksızın da hemen hemen aynı keskinlikte eklem pozisyon hissine sahip olduğu düşünülmektedir. El bileğinin eklem pozisyon hissi ile ilgili çalışmalar yapan çoğu araştırmacı, el bileğinin eklem pozisyon hissindeki bu keskinlik ile ilgili en önemli faktörün öğrenme olduğunu savunmuştur. Yani el ve el bileği, bir hareketi diğer eklemlere göre daha hızlı bir şekilde öğrenmektedir (89, 91, 92, 93). Bu faktörleri göz önünde bulundurarak çalışmamızda el bileği eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde öğrenme

sürecini minimuma indirmek amacıyla hedef açı tekrarı sadece üç deneme ile sınırlandırılmış ve bu sayede de öğrenmeye bağlı olacak girdinin önüne geçilmiştir.

Çalışmamızda 20 ile 25 yaşlarındaki genç katılımcı grup ve 70 ile 75 yaşları arasındaki geriatik katılımcı grup ile eklem pozisyon hissi arasındaki ilişkiyi incelediğimizde; dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede el bileğinin bütün hareket yönleri açısından genç grup ve geriatik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir. Bu da bize yaşlanmayla birlikte el bileğinde eklem pozisyon hissini azaldığını göstermiştir. Kalisch ve ark. tarafından 2012 yılında yapılan yaşa bağlı olarak insan elinin pozisyon hissinde meydana gelen değişiklikleri araştıran çalışmada, yaşlanmanın eklem pozisyon hissini olumsuz yönde etkilediği yönünde sonuca varmışlardır (94). Bu sonuç bizim verilerimizi desteklemektedir. Geriatik bireylerin eklem pozisyon hisslerinin değerlendirildiği çalışmalar literatürde çok fazla bulunmasına rağmen, el bileğine yönelik ve yaşa ve cinsiyete bağlı meydana gelebilecek değişimlere yönelik çalışma sayısının oldukça kısıtlı olduğu görülmüştür (95, 96, 97, 98). Proprioseptif duyunun en önemli parametrelerinden biri olan eklem pozisyon hissini yaşla birlikte olumsuz yönde etkilenmesi el ve el bileğindeki fonksiyonelliğin azalmasına yol açacak ve kişilerin günlük yaşam aktivitelerinde zorlanmalarına yol açabileceği düşünülebilir. Bu sebeple üst ekstremitede özellikle de el bileğindeki rehabilitasyon süreçlerinde eklem pozisyon hissi hatalarını azaltacak yönde eğitimler ve tedaviler uygulanabilir.

Genç katılımcıların cinsiyetleri ile eklem pozisyon hisleri arasındaki ilişkiyi incelediğimizde dominant ekstremitedeki radial deviasyon eklem hareketi hata miktarında erkek katılımcılar lehine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Yaşlı katılımcıların cinsiyetlerine göre eklem pozisyon hisleri arasındaki ilişkiyi incelediğimizde ise dominant ekstremitedeki radial deviasyon ve nondominant ekstremitedeki ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin hata miktarları arasında erkek katılımcılar lehine anlamlı fark tespit edilmiştir. Omuz eklemi pozisyon hissini cinsiyete göre karşılaştıran bir çalışmada araştırmacılar, kadın ve erkek cinsiyeti arasında eklem pozisyon hissi açısından anlamlı bir fark bulamadıklarını belirtmişlerdir (98).

Gay ve ark. geliştirdikleri hareket izleme sistemi ile 80 sağlıklı bireyde el bileğinin fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri için pasif ve aktif eklem pozisyon hislerini değerlendirmişlerdir. El bileği eklem pozisyon hissini fleksiyon ve ekstansiyon hata ortalamalarını pasif harekette  $4,9^0$ , aktif harekette ise  $5,9^0$  bulmuşlardır (102). Lee ve ark. lateral epikondilit tanısı almış hastalar ile yaptıkları bir çalışmada; el bileği ekstansör kaslarına bantlamanın el bileği eklem pozisyon hissine ve ekstansör kaslarının kuvvet hassasiyetine olan etkilerini 15 sağlıklı katılımcı ve 15 hasta üzerinde araştırmışlardır. Sonuç olarak lateral epikondilit tanısı alan hastaların el bileği eklem pozisyon hissi hata ortalaması  $3,13^0$ , sağlıklı katılımcıların el bileği eklem pozisyon hissi hata ortalaması ise  $1,87^0$  olarak belirlemişlerdir (66). Kendilerinin geliştirdikleri özel bir gonyometre ile el bileği eklem pozisyon hissini değerlendiren Patterson ve ark., ekstansiyondaki ve nötral pozisyondaki hata miktarlarının 0 ile 3 derece arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (103). Bu konuda yapılmış diğer çalışmalar ile bizim çalışmamız arasında farklı sonuçların çıkmasının nedeni bizim kullandığımız mOOver cihazının 0,1 derecelik hata oranını bile bize veri olarak vermesi olabilir. Bu durum da bize eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde kullanılacak cihazların kalibrasyonu iyi bir şekilde yapılmış ve daha kaliteli cihazlar olması gerektiğini göstermiştir.

Çalışmamızda, kavrama kuvveti hassasiyeti veya hedef kuvvetin tekrarı diğer bir değerlendirme parametresi olarak kullanılmıştır. Kavrama kuvveti hassasiyeti daha önceden tespit edilen belirli bir kuvvet miktarını bireyin uygulaması ve aklında tutması ve daha sonra aklında tuttuğu kuvveti tekrar edebilme kabiliyeti olarak tanımlanır. Kavrama kuvveti hassasiyeti aynı zamanda proprioepsiyonun da bir komponenti olarak kabul görür (67, 72). Bu sebeple el ve el bileğindeki proprioseptif duyuyu daha etkin bir şekilde değerlendirmek amacıyla el bileği eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinin yanında kavrama kuvveti hassasiyeti de çalışmamızda değerlendirilmiştir. Literatürde ağırlık tahmini keskinliği ya da kavrama kuvveti hassasiyeti ile yapılan çalışma sayısının az olması da dikkatimizi çekmiştir (63, 99, 100, 101).

Chang ve ark. 21 sağlıklı atletin ön koluna uyguladıkları kinezyo bantlama yönteminin kavrama hassasiyetine ve maksimum kavrama kuvvetine etkilerini

araştırdıkları çalışmalarında ve Erdem'in farklı fizyoterapi uygulamalarının el bileği propriosepsiyonu üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, katılımcıların maksimum kavrama kuvvetlerinin %50'sini hedef kuvvet olarak belirlemişlerdir (63, 72). Çalışmamızda bu iki araştırmada olduğu gibi maksimum kavrama kuvvetinin %50'si hedef kuvvet olarak belirlendi ve kavrama hassasiyeti değerlendirmesinde bu hedef kuvveti kullanılmıştır.

El ve el bileğindeki kassal yapıların gerilim miktarı, kavrama hassasiyetini tanımlar. Golgi tendon organı ve kas içiği el ve el bileğindeki kassal yapıların gerilim miktarını algılamadan ve iletmeden sorumludur. Bu sayede de proprioseptif duyu dolaylı olacak bir şekilde değerlendirilebilir. Ağırlık tahmininin keskinliğinin ve kuvvet hassasiyetinin araştırıldığı çalışma sayısı çok kısıtlı olduğu görülmüştür (63, 99, 100, 101, 104, 105, 106). Dover ve ark. sağlıklı bireyler üzerinde omuz ekleminin internal ve eksternal rotasyon hareketlerinde dinamometre ile kuvvet tekrarının ve inklinometre ile omuz eklem pozisyon hissini güvenilirliğini araştırmışlardır. 31 sağlıklı bireyin farklı günlerde eklem pozisyon hisleri ve kuvvet hassasiyetlerini değerlendirmişler ve sonuçta her iki ölçüm yönteminin de güvenilir olduğunu tespit etmişlerdir (107). Bizim çalışmamızda da el ve el bileğinde yaşa bağlı meydana gelebilecek proprioseptif duyu değişikliklerini tespit etmek amacıyla Dover ve arkadaşlarının güvenilirliğini tespit ettikleri eklem pozisyon hissi ve kavrama hassasiyeti değerlendirmeleri kullanılmıştır.

Kas kuvvet hassasiyetinin değerlendirildiği farklı bir çalışmada Dale ve ark., 8 profesyonel metal montaj işçisinin işlerini yaparken kullandıkları farklı pnömatik iş aletlerine monte edilen sensörleri kullanarak el kavrama kuvvet hassasiyetlerini çeşitli hedef kuvvetlerle değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, işçilerin el kuvvet hassasiyetleri ile kullandıkları aletlerin dördünün kullanımı arasında orta düzeyde ilişkiyi tespit etmelerine rağmen, iki aletin kullanımı ile el kuvvet hassasiyetleri arasında düşük bir ilişki bulmuşlardır (99). Bu sonuçlara ve bizim çalışmamızın sonuçlarına göre kavrama hassasiyetinin değerlendirilmesi, sadece el ve üst ekstremitelerde rehabilitasyonu açısından önemli değildir. Aynı zamanda geriatrik rehabilitasyon, mesleki rehabilitasyon alanları için de önem arz ettiği görülmüştür (108, 109).

Li ve ark.'nın 15'i kadın 15'i erkek 30 katılımcının dominant elde başparmak ve işaret parmak kavrama hassasiyetlerini araştırdıkları çalışmalarında, parmak kavrama hassasiyetleri açısından cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edememişlerdir (111). Bu sonucun bizim çalışmamızın sonuçlarına benzerlik göstermesine rağmen, nondominant ekstremitede çalışmamızla karşılaştıracak bir veri belirtmemişlerdir.

2012 yılında yayınlanan bir çalışmada, Maenhout ve ark.; rotator cuff tendinopatisi tanısı almış hastalarda proprioseptif duyuyu hedef kuvvetin uygulanmasının tekrarı ile değerlendirmişlerdir. Belirtilen çalışmaya; otuz sağlıklı birey, otuz altı da rotator cuff tendinopati tanılı hasta dahil edilmiştir. Omuz eklemi internal ve eksternal rotasyon hareketlerindeki kuvvet hassasiyet hata miktarlarını izometrik dinamometre ile değerlendirmişlerdir. Rotator cuff tendinopatisi tanılı hastaların hedef kuvvet hata ortalamaları, sağlıklı bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulmuşlardır. Bu bulgulara göre; rotator cuff tendinopatisi tanılı hastaların fizyoterapi ve rehabilitasyon süreçlerinde kuvvet hassasiyeti eğitiminin de tedavinin bir parçası olması gerektiğini vurgulamışlardır (81). Bizim çalışmamızın sonuçlarına göre, sağlıklı olarak yaşlanmaya rağmen el kavrama kuvveti hassasiyetinin olumsuz yönde etkilendiğini tespit edilmiştir. Bizim yaptığımız ve Maenhout ve ark.'ının yaptığı çalışmayı inceleyecek olursak, kuvvet hassasiyeti hem tendinopatili hastalar gibi gruplarda hem de geriatik bireylerde proprioseptif egzersizlerle geliştirilmesi gereken bir duyu parametre olduğunu düşündürmüştür. El ve el bileğine özel olduğu düşünülebilecek kavrama hassasiyeti duyusu; agonist, antagonist ve sinerjistik kasların uyumlu çalışması ve kas içiğinden üst merkezlere iletilen, algılanan ve yorumlanan bir duyudur. Bu bilgiler ışığında, el ve el bileği değerlendirilirken sadece kavrama kuvvet ölçümü değil, aynı zamanda kavrama hassasiyet hataları da değerlendirilip, bu sonuçların rehabilitasyon sürecine katkıları sağlanabilir. Geriatik el ve el bileğinde uygulanacak olan fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında uygulanması gereken rutin tedaviler dışında, kas kuvvet hassasiyetini minimuma indirecek tedavilerin de uygulanması gerektiğini göstermiştir.



Yaşlı ve genç el ve el bileği arasındaki duyuşal değişiklikleri değerlendirdiğimiz çalışmamızda, ellerin basınç hassasiyetleri bir duyuşal parametre olarak araştırılmıştır. Çalışmamızda, el basınç hassasiyetini değerlendirmek amacıyla fizyoterapi ve rehabilitasyon kliniklerinde genellikle spinal stabilizasyondan sorumlu kasların değerlendirilmesi ve tedavisinde kullanılan Stabilizer Pressure Biofeedback® cihazı kullanılmıştır (110). Gandevia ve ark.'nın yapmış oldukları çalışmada fleksör pollisis longus kasının basınç hassasiyetlerini değerlendirmişlerdir. Fleksör pollisis longus kas kuvvetinin %15'ini (büyük ağırlık), %3'ünü de (küçük ağırlık) hedef ağırlık olarak belirlemişler ve kontralateral ekstremitenin fleksör pollisis longus kasıyla karşılaştırmışlardır. Büyük ağırlıklarla yapılan basınç hassasiyet tahmininde, hata payının daha az; küçük ağırlıklarla yapılan basınç hassasiyet tahmininin ise daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır (104). Bu çalışmanın sonuçları göz önünde bulundurularak ve kavrama hassasiyetinin değerlendirilmesinde de kullandığımız %50'lik hedef kuvvet oranı, el basınç hassasiyeti değerlendirilmesinde de kullanılmıştır. Değerlendirme, katılımcı oturur pozisyonda, omuz 90<sup>0</sup> abduksiyon, dirsek 90<sup>0</sup> fleksiyon ve el bileği 90<sup>0</sup> ekstansiyon pozisyonunda iken elin ayası ile SBP basınç hücreğine kuvvet uygulamasıyla yapılmıştır.

Çalışmamızda kullandığımız el basınç hassasiyeti ve kavrama hassasiyeti değerlendirmeleri ile ilgili literatürde çok fazla çalışma bulunmadığı görülmüştür. Karşılaştığımız çalışmalarda ise el kavrama kuvveti hassasiyetinin değerlendirilmesi ile proprioseptif duyunun nöromusküler kontrol kısmını anlayabilmek açısından kullanılabileceğinden bahsedilirken, el basınç hassasiyeti ile ilgili bir sonuca ulaşılamamıştır (72, 81, 112). Ellerin basınç hassasiyetinin değerlendirilmesi sırasında, elin palmar yüzü SBP cihazına bastırılırken, sadece palmar yüzeyin kutanöz reseptörleri değil, aynı zamanda omuz, kol ve önkol kasları da çalışmaktadır. Bu şekilde yapılan değerlendirme ile ayrıca basınç reseptörleri, taktil ve üst ekstremitenin kassal geriliminin miktarı da birlikte değerlendirilebilir. Bu da bize, elin palmar yüzeyinin kuvvet kontrolünü sağlayan kasların büyük bir çoğunluğu el bileği eklemine üzerinden geçtiği için, üst ekstremitte kaslarına verilecek olan egzersiz tedavisinin el basınç hassasiyetini etkileyebileceğini göstermiştir.

Literatürde yaşlanmayla birlikte ellerin basınç hassasiyetini araştıran herhangi bir çalışma ile karşılaşmamıza rağmen, Parkinson hastalığına bağlı olarak basınç hassasiyeti duyusunu araştıran bir makaleye ulaşılmıştır. Bu makalede vücudun farklı bölgesindeki basınç hassasiyetleri araştırılmış ve 29 Parkinson tanısı almış hastanın 11 farklı vücut noktasında basınç hassasiyetlerinin istatistiksel olarak olumsuz yönde farklılıklar tespit etmişlerdir (113). Ünver 2017 yılında yaptığı bir çalışmada sağlıklı yaşlı ve genç bireylerin ayak taban basınç dağılımı değişikliklerini incelemiş, yaşlılarda ayak basınç dağılımlarının olumsuz yönde etkilendiğini ve bu sonucun da düşmeye yol açtığını vurgulamıştır (114). İnsan vücudunun farklı bölgelerindeki basınç hassasiyetlerinin değişikliği olumsuz sonuçlara yol açtığı bu iki çalışmayla gösterilmesine rağmen üst ekstremitte fonksiyonelliği açısından kullanımı oldukça önem arz eden el ile ilgili basınç hassasiyetlerinin araştırıldığı çalışmaya rastlanılamaması düşündürücüdür.

Çalışmamızda sağlıklı yaşlanmanın el basınç hassasiyet hatalarını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. El basınç hassasiyetinin algılanma mekanizması kavrama hassasiyetini çok fazla benziyor olmasına rağmen, basınç hassasiyeti duyusunun farkı; spresifik olarak elin palmar yüzeyindeki reseptörlerin daha ön planda olmasıdır. El basınç hassasiyet değerlendirmesi, el ve üst ekstremitte rehabilitasyonunda tedavi öncesi ile tedavi sonrası karşılaştırmaların yapılabileceği önemli bir değerlendirme yöntemi olabileceği düşünülebilir. Basınç hassasiyetinin proprioseptif duyunun bir parametresi olduğunu düşünecek olursak, fizyoterapistler tarafından el ve el bileğindeki proprioepsiyonu değerlendirmek amacıyla da hızlı ve güvenilir bir şekilde kullanılabilir. El ve el bileğinin fonksiyonlarında önemli bir rolü olduğu belirlenen el basınç hassasiyeti (63), günümüzde artık çok farklı alanlarda da önem arz etmektedir. Parmaklarımızın ve elimizin palmar basınç hassasiyetleri; akıllı telefon, tablet, bilgisayar gibi teknolojik ürünlerin kullanımında önemli bir yeri bulunmaktadır.

Çalışmamızda kullandığımız ve yaşlanmaya bağlı el ve el bileğinde ne tür değişikliğin meydana gelebileceğini araştırdığımız diğer bir yöntem de duyu eşliği değerlendirmesidir. Semmes-Weinstein Monofilament Testi kullanılarak el parmaklarının distal uçlarının duyu eşliği değerlendirilmiştir. Genellikle duyu eşliğinin

değerlendirilmesi, periferik sinir yaralanmaları, merkezi sinir sistemi hastalıkları ve tuzak nöropatiler gibi durumlarda ve plastik ve rekonstrüktif cerrahide uygulanan greftlerin ve fleplerin duyusunu değerlendirmede kullanılmaktadır (76, 115, 116, 117, 118). Semmes-Weinstein Monofilament Testi kliniklerde sıklıkla kullanılan ve bazı hastalıkların duyuusal etkilenimlerini öğrenebilmek amacıyla yapılan değerlendirme prokollerinde bile yer almaktadır (119). Literatürde çok farklı alanlarda kullanımına rastlanmasına rağmen, sağlıklı yaşlanmanın el parmakları distal uçlarındaki duyu eşiğine etkilerini araştıran çok fazla çalışmaya rastlanamamıştır. Parmak uçlarındaki taktıl reseptörler, yalnızca taktıl duyuyu algılamaz. Taktıl duyuyla birlikte, basınç miktarı, streognosis ve derin duyuları da algılar (63). Bu sebeple yaşlı el ve el bileğindeki duyuusal değişiklikleri daha net bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla duyu eşiği değerlendirmesi de çalışmamıza eklenmiştir.

Çalışmamızda 20 ile 25 yaşlarındaki genç katılımcı grup ve 70 ile 75 yaşları arasındaki geriatrik katılımcı grup ile duyu eşiği arasındaki ilişkiyi incelediğimizde; dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede elin bütün parmaklarında genç grup ve geriatrik grup arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Bu da bize yaşlanmayla birlikte eldeki bütün parmaklarda taktıl duyu eşiğinin olumsuz yönde arttığını göstermiştir. Bowden ve ark. tarafından 2013 yılında yapılan yaşa bağlı olarak sağlıklı insan elindeki kutanöz duyuda meydana gelen değişikliklerin araştırıldığı çalışmada, bizim sonuçlarımıza benzer bulgular elde edilmiştir (85). Bu çalışmanın sonuçları bizim yaşa bağlı meydana gelen taktıl duyusu değişiklik sonuçlarını desteklemektedir.

Genç ve yaşlı eldeki taktıl duyusundaki farklılıkları ve yaşlanmanın taktıl duyusuna olan etkilerini araştıran çalışmalarda, bizim de tespit ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçların elde edildiği görülmüştür (121). 2013 yılında yayınlanan bir fMRI çalışmasında da yaşa bağlı meydana gelebilecek beyindeki değişikliklerin taktıl duyuya olan etkilerini göstermişlerdir (122). Yaşlı elindeki azalmış taktıl duyunun, işlevsellik ve kişilerarası ilişkiler üzerine olumsuz etkilerinin olabileceği konusunda Vieira ve ark. tarafından 2016 yılında yayınlanan bir çalışmayla bulunmaktadır (123). Yaşlanma insan vücudunun iç ve dış organlarını hem motor hem de duyuusal yönden olumsuz olarak etkilemektedir. Yaşlanma bazen, kişilerin tekerlekli

sandalyeyle mobilitesini sağlayacak duruma gelmesine yol açabilir. El parmaklarındaki taktil duyunun olumsuz yönde etkilenmesiyle birlikte, kişiler beyin-bilgisayar ara yüzüyle tekerlekli sandalyelerini kontrol etmek zorunda kalabilir (120). Yaptığımız çalışma ile yaşlanmanın duyu eşiğini olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur. Duyu eşiğinin olumsuz yönde etkilenmesi bize, yaşlıların mobilizasyonu da dahil olacak şekilde tüm sosyal hayatlarını etkileyecek önemli bir duyu parametre olduğunu göstermiştir. Duyu eşiğinin yaşa bağlı olarak olumsuz etkilenimi, üst ekstremitenin distal bölgesi olan parmaklarda taktil duyunun algılanması için gerekli reseptörlerin yoğunluğunun yaşla birlikte azalabileceği veya günlük yaşamı etkileyecek taktil duyu reseptörlerinin algılama gücünün doğal olarak daha zayıflamış olabileceğini kanıtlayabilir.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz diğer bir duyu parametre, iki nokta ayırımıdır. İki nokta ayırımı, dorsal kolonda şuurlu proprioseptif taşınma yolları ile üst merkezelere ulaşan önemli bir derin duyudur. İki nokta ayırımı, basit taktil duyudan daha karmaşık bir duyudur ve ciddi bir dokunma hassasiyetine ihtiyaç vardır (126). İki nokta ayırımında reseptör alan öncelikli bir rol oynar. Spinal kord, serebral korteks ve subkortikal yapılar iki nokta ayırımının algılanmasına katkıda bulunurlar (127). Afferent sinyaller, korteks seviyesinde psikolojik ve kognitif faktörlerle düzenlenmesine rağmen, iki nokta ayırımının kortikal seviyede nasıl yorumlandığı günümüz bilgileri ışığında henüz anlaşılammıştır (69, 129). Ortam ısı, motivasyon, psikolojik faktörler, yaş gibi faktörlere bağlı olarak iki nokta ayırımı etkilenmektedir (92, 125, 128). İki nokta ayırımının değerlendirildiği çalışmalar; tuzak nöropatileri, periferik sinir yaralanmaları, inme ve beyin hasarları durumlarında yapılmıştır (124, 76).

Çalışmamızda iki nokta ayırımı duyunun yaşa bağlı olarak hem dominant ekstremitede hem de nondominant ekstremitede bütün parmaklarda olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bu sonuçlarımızı literatürde destekleyecek çok fazla çalışma ile karşılaşılmıştır. Kaneko ve ark. 20 ile 79 yaşları arasındaki sağlıklı katılımcıları dahil ettikleri çalışmalarında 60 yaşın üstündeki katılımcıların sabit ve hareketli iki nokta ayırımı duyularının başparmak ve küçük parmakta olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir (130). Çalışmamızda sadece sabit iki nokta ayırımı

değerlendirmesini yapmış olmamıza rağmen, bütün parmakların pulpasının iki nokta ayırımının değerlendirilmesi yapılmıştır.

Genç ve yaşlı katılımcıların cinsiyetleri ile iki nokta ayırımı arasındaki ilişkiyi incelediğimizde dominant ve nondominant ekstremitenin bütün el parmakları arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Koo ve ark. 20'li yaşlarda Koreli gençler üzerinde yaptıkları bir çalışmada sağlıklı 256 katılımcının iki nokta ayırımını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, katılımcıların her iki ekstremitelerindeki ellerinin palmar ve dorsal yüzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir (131). Koo ve ark.'nın çalışmasının sonuçları, bizim çalışmanın sonuçlarını destekler nitelikte olmasına rağmen, yaşlı katılımcılarımızın değerlendirme sonuçlarını destekleyecek herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

İki nokta ayırımı propriopsetif duyuyu etkileyen bazı hastalıklardan dolayı da olumsuz yönde etkilenmektedir. Karpal tünel sendromu tanısı alan 140 yaşlı birey ile 132 sağlıklı yaşlı birey üzerinde yapılan bir çalışmada iki nokta ayırımının olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, çalışmalarında yaşlı bireylerde iki nokta ayırımı duyusunun etkilendiğini ancak yaşlanmaya eşlik eden karpal tünel sendromunun iki nokta ayırımını daha da kötü düzeyde etkilediğini vurgulamışlardır (132). İki nokta ayırımının araştırıldığı çalışmalar sadece el parmakları ile sınırlı olmadığı görülmüştür. 21 aktif sağlıklı yaşlı katılımcı ve 21 sağlıklı genç üzerinde yapılan bir çalışmada, ayaklarının iki nokta ayırımı duyuları değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, her iki grubun da aktif olmasına rağmen yaşlı katılımcıların iki nokta ayırımı duyularının istatistiksel olarak olumsuz yönde anlamlı fark tespit etmişlerdir (133). İki nokta ayırımı duyusunun önemli bir duyu olduğunun gösterildiği farklı bir çalışmada, 19 bağımsız yaşlının ve 19 gencin ayak plantar iki nokta ayırımı duyusunun postüral kontrol üzerine etkileri araştırılmıştır. Yaşlı katılımcıların, genç katılımcılara göre daha kötü iki nokta ayırımı duyusuna sahip olduğunu ve bu durumun postüral kontrolü olumsuz yönde etkilediğini açıklamışlardır (134).

İki nokta ayırımı değerlendirmesine göre yapılabilecek bir tedavinin varlığı henüz net olarak bilinmemektedir. Bu nedenle geliştirilebilen bir duyu olduğu konusunda hala tartışmalar olmasına rağmen, proprioseptif yollarla üst merkezlere

taşıdığı için verilebilecek proprioseptif egzersizlerle iki nokta ayırımının algılayan reseptörlerin uyarıldığı ve iki nokta ayırımı duyusunun yaşlı elinde de geliştirilebileceği düşünülebilir.

Çalışmamızda kullandığımız ve yaşlanmaya bağlı el ve el bileğinde ne tür değişikliğin meydana gelebileceğini araştırdığımız diğer bir yöntem de vibrasyon duyusunun değerlendirmesidir. 128 Hz'lik diapozon kullanılarak dominant ve nondominant ekstremitenin ulna başında vibrasyon duyusu değerlendirilmiştir. Genellikle vibrasyon değerlendirilmesi, periferik sinir yaralanmaları, merkezi sinir sistemi hastalıkları ve tuzak nöropatiler gibi durumlarda kullanılmaktadır (124, 135, 136, 138).

Vibrasyon, düşük frekansa sahip, çoğunlukla katı ortamlarda yayılan ve dokununca hissedilebilen periyodik ve mekanik titreşimlere verilen isimdir. Vibrasyon duyusu, belirli kemik çıkıntılar üstüne titreştirilen bir diapozon yerleştirildiğinde, titreşimin algılanabilme becerisidir. Vibrasyon duyusu, proprioepsiyonu algılayan Meissner Korpüskülleri ve Merkel Diskleri aracılığı ile algılanır (44, 63, 90). Literatürde, el bileği eklemının proprioepsiyonunun vibrasyondan etkilenip etkilenmediğini araştıran çalışmaya rastlanamamıştır. Bu sebeple çalışmamızda vibrasyon duyusunun yaşlı el bileğinde nasıl değişim gösterdiği araştırılmıştır.

Sağlıklı yaşlanmayla birlikte dominant ve nondominant ekstremitede ulna başındaki titreşimi hissetme süreleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Literatürde bu sonuçlarımızı destekleyecek herhangi bir çalışma ile karşılaşmamamıza rağmen vibrasyon duyusunun araştırıldığı çok fazla çalışma bulunmuştur. Özay ve ark.'nın 2012 yılında yaptıkları çalışmada tip II diyabete bağlı gelişen nöropatik hastalarda verilen denge eğitiminin vibrasyon duyusunu geliştirdiğini ve yürüyüşe katkısının olduğunu savunmuşlardır (137). Akseki ve ark.'nın patellofemoral ağrı sendromlu hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada eklem pozisyon hissini algılanması kötüleştikçe, vibrasyon duyusunu hissetmenin süresinin de kısaldığını belirtmişlerdir (82). Bu iki çalışma da bize; vibrasyon duyusunun proprioseptif duyunun ölçülmesinde ve fonksiyonelliğin kazanılmasında çok önemli görevi olduğunu göstermiştir. Üst ekstremitede vibrasyon duyusunun

yaşa bağı olarak değişimlerinin araştırıldığı çalışmamızda, vibrasyon duyusunu değerlendirme, yaşlılığa bağı meydana gelebilecek proprioseptif duyu kaybını ve fonksiyonel kaybı belirlemek amacıyla kullanılabilir.

Çalışmamızda el ve el bileğindeki duysal parametrelerin değerlendirilmesi dışında kullandığımız farklı bir yöntem de el kavrama kuvvetinin ve parmak lateral tutma kuvvetinin değerlendirilmesidir. Ele ait motor fonksiyonların değerlendirilmesinde kavrama ve lateral tutma kuvvetinin dinamometre ile ölçümü sağlıklı ve hasta bireylerde uzun yıllardan beri kullanılan en temel değerlendirmelerden biridir. Farklı yöntemlerle değerlendirilen kavrama kuvveti için literatürde çok sayıda ve farklı modelde dinamometreden bahsedilmektedir. Farklı dinamometrelerce yapılan değerlendirmelerin sonuçları karmaşaya yol açacağından 1956 yılında California Tıp Birliği en sık kullanılan dinamometreleri incelemiş ve Jamar Dinamometresini en uygun kavrama kuvveti değerlendirme aracı olduğunu belirtmiştir. Amerikan El Cerrahları Derneği 1978 yılında Jamar El Dinamometresinin kullanımı ile ilgili standart veriler oluşturmuş ve Amerikan El Terapistleri Derneği de 1981 yılında değerlendirme sırasında ekstremite pozisyonlarını standart hale getirmiştir (77). Bu faktörleri göz önünde bulundurarak çalışmamızda el kavrama ve lateral tutma kuvvetlerini değerlendirmek amacıyla Jamar Dinamometreleri tercih edilmiştir.

Çalışmamızın en önemli araştırma yöntemlerinden biri de yaşlanmayla elde meydana gelen duyu ve motor değişikliklerin fonksiyonelliği nasıl etkilediğini ortaya konulmasıydı. Kavrama da fonksiyonelliğin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Günlük yaşam aktivitelerinde elde ve el parmaklarında meydana gelecek farklı kavrama tipleri ile fonksiyonellik sağlanır. Günlük yaşam aktivitelerinin %10'u üçlü kavrama, %10'u lateral kavrama, %10'u ekstansiyon tip kavrama, %20'si uç uca kavrama, %20'si lateral kavrama ve %25'i de güçlü kavrama ile yapılmaktadır. Güçlü kavrama haricindeki bütün kavrama çeşitleri elin intrinsik kaslarındaki fonksiyona ve kuvvete ihtiyaç duyar. Özellikle lateral kavrama, uç uca kavrama ve üçlü kavrama için elin baş parmağının fonksiyonelliği çok önemlidir (139, 140).

Çalışmamızda 20 ile 25 yaşlarındaki genç katılımcı grup ve 70 ile 75 yaşları arasındaki geriatrik katılımcı grup ile el kavrama ve lateral tutma kuvveti arasındaki

ilişki incelendiğinde; dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede genç grup ve geriatik grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Genç gruptaki katılımcıların el kavrama kuvvetleri ve lateral tutma kuvvetleri, yaşlı katılımcılardan yüksek olduğu görülmüştür. Bu da bize yaşlanmayla birlikte el kavrama ve lateral kavrama kuvvetlerinin azaldığını göstermiştir. 2015 yılında yapılan bir çalışmada 5 yaş ile 80 yaşları arasındaki katılımcıların el kavrama kuvvetleri değerlendirilmiş ve yaşlı katılımcıların kavrama kuvvetlerinin azaldığı gösterilmiştir (141). Alahmari ve ark.'nın 2017 yılında yaptıkları çalışmada 20 ile 74 yaşları arasındaki 116 sağlıklı erkeği çalışmaya dahil etmişlerdir. Bu çalışmada el kavrama kuvvetinin yaşa bağlı olarak değişikliklerini araştırmışlar ve yaşlanmayla birlikte kavrama kuvvetinin azaldığını bulmuşlardır (143). Bu iki çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir.

Kavrama ve lateral tutma kuvvetlerini cinsiyete göre karşılaştırdığımızda hem genç grupta hem de yaşlı grupta erkekler lehine olacak şekilde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Kavrama kuvveti açısından bakıldığında kadın cinsiyetinin erkek cinsiyetine göre %4,3 ile %10 arasında daha az kavrama kuvveti gösterdiği literatürde bildirilmiştir (142). Literatürde karşımıza çıkan bu sonuç bizim değerlendirme sonuçlarımızla paralel olduğu görülmüştür. İncel ve ark. cinsiyetin kavrama kuvveti üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında, erkeklerin el kavrama kuvvet değerlendirme sonuçlarının daha fazla olmasının nedenini kadın cinsiyete göre erkeklerin daha fazla kas kütesine sahip olmaları ile ilişkilili olabileceğini savunmuştur (144).

Kavrama kuvvetini yalnızca yaşın ve cinsiyetin etkilemediği bilinmektedir. Lobo ve ark.'nın 2017 yılında yayınladıkları çalışmalarında, 66'sı nonspesifik omuz ağrısı olan toplam 132 katılımcının kavrama kuvvetlerini ve ağrı eşiklerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, kavrama güçlerinin ve ağrı eşiklerinin ağrısı olmayan katılımcılarda daha fazla olduğunu bulmuşlardır (145). Yaşlanan nüfusta %31 oranında nonspesifik omuz ağrısı prevalansı mevcuttur. Karşılaşılan omuz ağrısı da omuz iç rotasyon hareketinde kayıplara neden olarak ilişkili fonksiyonlarda azalmaya yol açmaktadır (146). Çalışmamızda her ne kadar sağlıklı katılımcılar üzerinde araştırma yapmış olsak da omuz ağrısıyla karşımıza gelebilecek bir geriatik



bireyin üst ekstremitte değerlendirmesini yaparken hem el kavrama kuvvetini hem de fonksiyonel değerlendirmelerini yapmamız gerektiği yapılan araştırmalarla desteklenmiştir.

Günlük yaşam aktiviteleri yapılırken el ve el bileği normal anatomik düzlemlerde hareket etmez. Fonksiyonelliğin sağlanabilmesi için bütün bu el bileği hareketlerinin birleşimi ve ahengi söz konusudur (2, 47). Fonksiyonellik açısından iyi bir el bileğine sahip olabilmek için farklı düzlemlerdeki hareketlerin uygun bir düzende bütünlüğü gereklidir. El ve el bileğini fonksiyonellik açısından değerlendirebilmek amacıyla geçerliliği ve güvenilirliği olan anketler ya da standardize hale gelmiş testler bulunmaktadır. Çalışmamızda el ve el bileğinde yapılan duyu ve motor değerlendirmeler ile fonksiyonellik arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi kullanılmıştır. JTEFT ilk olarak romatoid artrit tanısı almış hastalar için geliştirilen bir beceri testi olmasına rağmen, hemipleji, cerebral palsi gibi nörolojik hastalıklarda ve bilek immobilizasyonuna bağlı olarak karşılaşılan durumlarda da üst ekstremitte fonksiyonelliğini değerlendirmek amacıyla kullanıldığı görülmüştür (147, 148).

Çalışmamızda 20 ile 25 yaşlarındaki genç katılımcı grup ve 70 ile 75 yaşları arasındaki geriatik katılımcı grup ile Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi arasındaki ilişkiyi incelediğimizde; dominant ekstremitede ve nondominant ekstremitede genç grup ve geriatik grup arasında nondominant ekstremitede yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiştir. Genç gruptaki katılımcıların Jebsen Taylor El Fonksiyon Testinin bütün alt parametrelerinin uygulama süreleri, yaşlı katılımcılardan daha düşük bulunmuştur. Bu da bize yaşlanmayla birlikte el fonksiyonelliğinin azaldığını göstermiştir. Yücel ve ark. tarafından 2010 yılında yapılan bir araştırmada 67'si yaşlı toplam 137 katılımcıyı çalışmalarına dahil etmişlerdir. 137 katılımcının el fonksiyonları JTEFT ile değerlendirilmiş ve yaşlanmanın el fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilediği Yücel ve ark. tarafından gösterilmiştir (149). Bu çalışmanın sonuçları, bizim sonuçlarımıza benzerlik göstermektedir.

JTEFT, genç katılımcıların cinsiyetleri yönünden karşılaştırıldıklarında yazı yazma alt testinin nondominant ekstremiteleri dışındaki hiç bir alt parametresinde

anlamli fark bulunmamıştır. Geriatrik grup arasında cinsiyet yönünden yapılan karşılaştırmada ise dominant ekstremitenin küçük cisimleri toplama alt testi dışında bütün alt testlerinde anlamli fark bulunmuştur. Agnew ve ark., cinsiyete bağıli el fonksiyonlarını JTEFT ile değerlendirdikleri çalışmalarında, yazı yazma alt parametresinde kadınların erkeklerden daha iyi olduğunu saptamışlardır (150). Literatürde karşılaştığımız başka bir çalışmada ise yaşli erkeklerde yazma fonksiyonunun benzer yaşlardaki kadınlardan daha yavaş olduğu, bunun nedenini ise kadınların yazma ile ilgili işlere daha eğilimli olmalarından kaynaklandığı şeklinde açıklamaktadır. Ayrıca araştırmacılar bu çıkarım dışında pek çok yaşli erkek katılımcının, yazı yazma işlerinin eşlerinin yaptığını belirtmişlerdir (151). Bizim çalışmamızda yaşli gruptaki kadınların hem dominant hem de nondominant ekstremitede JTEFT'nin yazı yazma alt parametresinde erkek katılımcılara göre süreleri daha kötü bulunmuştur. Çalışmamızdaki okuma-yazma bilmeme ve okur-yazarlık durumları incelendiğinde, yaşli kadınların bu grubu oluşturduğu belirlenmiştir. Türk toplumunun genel yapısı incelendiğinde, özellikle yaşli kadınların günlük hayatlarında yazı yazma ile ilgili işleri çok fazla tercih etmeyip, bu alanla ilgili işleri genellikle eşlerine ya da çocuklarına bırakması nedeniyle yaşli erkeklerin JTEFT'nin yazı yazma alt parametresinde daha başarılı olduklarını düşünölmüştür. 20'li yaşların başında erkekler kadınlarla aynı düzeyde el becerilerine sahipken, yaşlanmayla birlikte el becerilerini kadınlara oranla daha hızlı bir şekilde kaybederler (150, 153). 20 ile 25 yaşları arasındaki genç katılımcıların olduğu grup incelendiğinde kadın katılımcıların hem dominant hem de nondominant ekstremitede yazı yazma hızları erkeklerden daha iyi bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamli fark belirlenmemiştir. Elde ince motor beceri gerektiren işlere genç kadınların daha yatkın olmalarından dolayı bu sonucun elde edildiğı düşünölmüştür.

Çalışmamızda katılımcıların el bilek eklem pozisyon hissi ile el bileği fonksiyonelliği arasındaki ilişkiyi incelediğimizde, dominant ekstremitede JTEFT'nin bütün alt testleri ile el bileğindeki bütün hareketlerin eklem pozisyon hisleri arasında pozitif yönde anlamli bir ilişki görölmüştür. Walsh ve ark.'nın eklem pozisyon hissi ile el bileğinin ve dirseğin motor fonksiyonları ile ilişkilerini inceledikleri çalışmalarında, 40 sağlıklı birey üzerinde araştırma yapmışlardır. Fonksiyonelliği test etmek amacıyla işaretleme ve eşleştirme görevlerini kullanmışlardır. Yapılan

çalışmanın sonuçlarına göre el bileği ve dirsek eklem pozisyon hissi hata dereceleri düşük olan katılımcıların beceri gerektiren aktiviteleri yapmada daha iyi olduklarını bulmuşlardır (154). Bu çalışmanın sonuçları bizim sonuçlarımıza paralellik göstermektedir. Bizim de çalışmamızda eklem pozisyon hissindeki hata derecesinin azalmasıyla el fonksiyonelliğinin daha iyi bir düzeye geldiği istatistiksel olarak ispatlanmıştır. Kalisch ve ark. tarafından 45 sağlıklı katılımcı üzerinde yapılan yaşa bağlı olarak insan elinin eklem pozisyon hissinde meydana gelen değişiklikleri araştırdıkları çalışmalarında, beceri testleri ile eklem pozisyon hissi arasında anlamlı ilişki bulamamalarına rağmen proprioepsiyonun diğer parametreleri olan iki nokta diskriminasyonu ve duyu eşiği değerlendirmeleri arasında anlamlı ilişki tespit etmişlerdir (94). Bu sonuçlar da bize el bileği eklemi proprioepsiyonunu sadece eklem pozisyon hissiyle değerlendirmenin doğru olmayacağını göstermiştir. Çalışmamıza el bileği proprioepsiyonunu değerlendirmek amacıyla vibrasyon, iki nokta diskriminasyonu, basınç hassasiyet hatası, kavrama kuvveti hassasiyeti ve duyu eşiği değerlendirmesi gibi parametreler de eklenerek, el bileği proprioseptif duyusu hakkında daha güçlü bilgileri elde edilmiştir.

Çalışmamızda yaşlanmayla birlikte, JTEFT'nin nondominant ekstremitedeki yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışında bütün alt parametrelerinde genç katılımcılar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir. Bununla birlikte, kavrama kuvveti hassasiyeti, el basınç hassasiyeti ve vibrasyon hissetme süreleri ile el fonksiyonelliği arasındaki ilişkiyi incelediğimizde ise JTEFT'nin yemek yemeyi uyarma alt parametresi dışındaki bütün parametrelerinde hem dominant hem de nondominant ekstremitelerde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Shiffman (152), sağlıklı yaşlanmanın yetişkinlerde el fonksiyonları üzerine etkisinin tam olarak anlaşamadığını belirtmesine rağmen el fonksiyonunun 65 yaşına kadar sabit kaldığı, 65 yaşından sonra yavaş yavaş azaldığı ve 75 yaşın üstünde de yaşa bağlı olumsuz etkilenimin en fazla olduğu sonucuna varmıştır. Beslenme, intrauterin dönemden başlayarak ölüme kadar olan süreçte aralıksız olarak yapılan bir aktivite olduğu için yaşlanmayla birlikte yemek yeme becerilerinin etkilenmeyebileceğini ve bu nedenle JTEFT'nin nondominant ekstremitede yemek yemeyi uyarma alt parametresinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilemediği düşünülebilir.

El ve el bileğinin fonksiyonelliğini etkileyen en önemli parametrelerden biri el ve el bileğinin duyusu olmasına rağmen literatürde karşılaştığımız çalışmalarda yaşa bağlı duysal değişiklikleri inceleyen çalışmaların sayısının çok az olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalarda ise genellikle el ve el bileğindeki duyunun bütün yönleriyle değerlendirilmesinin yapılmadığı fark edilmiştir. Oysa ki, el ve el bileği, üstün duysal algılama yetenekleri ile elin günlük yaşamda yaptığı sayısız kompleks hareket ve beceriye öncülük eden üst ekstremité bölgeleridir (155, 156). Sonuçlarımız; sağlıklı yaşlanmanın el ve el bileğindeki duysal ve fonksiyonel değişikliklerin nasıl etkilediğini göstermek açısından oldukça önemlidir.

El ve el bileğindeki duysal parametrelerin yeterli ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi, bu bölgede karşılaşılabilecek patolojilerin doğru tespitini sağlayabilecektir. Üst ekstremité rehabilitasyon programlarında duysal yeniden kazanımın sağlanması ile tedavide mükemmel sonuçların alınması mümkün olabilecektir (157).

İnsan vücudundaki birçok ekleme yönelik olarak duyu değerlendirmesini ve tedavisini içeren çok fazla çalışma bulunmasına rağmen, el bileğinin duyu değerlendirmesini içeren çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. El ve el bileğindeki duyuların değerlendirilmesi, bu işlemlerin kliniklerde rutin hale gelmesi ve değerlendirme sonuçlarına göre, fizyoterapi ve rehabilitasyon sürecinde duyu eğitiminin de programa dahil edilmesi gün geçtikçe artacaktır. Özellikle geriatrik rehabilitasyon ve el rehabilitasyonu alanlarında çalışan fizyoterapistlere yönelik duyu ile ilgili birçok konuda temel kanıtlar çalışmamızda verilmiştir.

## 8. SONUÇ

Çalışmamızda sağlıklı genç ve yaşlılarda el ve el bileğinin duyusunu değerlendirerek ve bunu el fonksiyonları ile ilişkilendirerek, genç ve yaşlanmış ekteki duyuşal farklılıkları ortaya koyacak duyuşal parametreler incelendi. Çalışmamıza dahil edilen 120 katılımcı evlerinde, iş yerlerinde ve kaldıkları huzurevlerinde ziyaret edilerek değerlendirmeye alındı. Uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak sonuçlar incelendi.

1. Katılımcıların dominant ve nondominant el bileklerinin bütün hareketlerindeki eklem pozisyon hissi hata miktarları yaşa bağılı olarak arttığı ve olumsuz olarak değıştığı tespit edildi.

2. Kavrama hassasiyetinin yaşlanmayla birlikte olumsuz yönde artış gösterdiği belirlendi.

3. Yaşa göre ellerin basınç hassasiyet hata miktarları dominant ve nondominant ekstremitede incelendiğinde olumsuz yönde etkilendiğı tespit edildi.

4. Genç ve geriatric gruplar arasında duyu eşiğini karşılaştırdığımızda yaşlı katılımcıların bütün el parmaklarının duyu eşiklerinin olumsuz yönde etkilendiğı görüldü.

5. İki nokta ayırımı hassasiyetinin yaşlı katılımcılarda bütün el parmaklarının distal ucunda olumsuz yönde etkilendiğı bulundu.

6. Yaşlı katılımcılarımızın vibrasyon duyusunu hissetme süreleri genç katılımcılarımıza göre dominant ve nondominant ekstremitede daha az olduğı belirlendi.

7. Kavrama ve lateral tutma kuvvetlerini yaşa göre karşılaştırdığımızda, yaşlanmayla birlikte azaldığı görüldü.

8. Çalışmamızda yaşlanmanın el becerisini olumsuz yönde etkilediğı belirlendi.

9. Geriatrik grupta el bileğindeki proprioseptif duyu parametreleri ile el ve el bileği fonksiyonu arasında olumsuz ilişkiler tespit edildi.



## 9. KAYNAKLAR

1. Mass DP, Reider B. El ve El Bileği. s.101-159. İçinde: Reider B, editör. Ortopedik Fizik Muayene. Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2007.
2. Tubiana R, Thomine JM, Mackin E. Examination of the Hand and Wrist. p.40-128. 2nd ed. Martin Dunitz, 1996.
3. Neumann DA. Kinesiology of the Musculoskeletal System. p172-242, 2nd Ed. Mosby, 2011.
4. Kalisch T, Wilimzig C, Kleibel N, Tegenthoff M, Dinse HR. Age-Related Attenuation of Dominant Hand Superiority. PLoS ONE 1(1): e90, 2006.
5. Carmeli E, Patish H, Coleman R. The Aging Hand. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 58(2): 146-152, 2003.
6. Incel NA, Sezgin M, As I, Cimen OB, Sahin G. The geriatric hand: correlation of hand-muscle function and activity restriction in elderly. International Journal of Rehabilitation Research. 32(3): 213-218, 2009.
7. Gümüő T, Uar G, Akpek S. El ve El Bileğinin Radyolojik Değerlendirilmesi. s.55-74. İçinde: erezci Ö, Ataker Y, Canbulat N, Güdemez E, editörler. El Rehabilitasyonu. İstanbul, Amerikan Hastanesi Yayınları, 2013.
8. A System of Orthopaedic Medicine. Applied anatomy of the wrist, thumb and hand. p103-111. 3th Ed. Elsevier, 2013.
9. Oatis C.A. Kinesiology The Mechanics & Pathomechanics of Human Movement. p.253-293. 2nd Ed. Lippincott, 2009.
10. Özkan S. El ve El Bileği Biyomekaniği. s.109-136. İçinde: Akalan NE, Temelli Y, editörler. Temel Kinezyo-Mekanik Klinik Örneğli Anlatım. İstanbul. İstanbul Tıp Kitabevleri, 2017.
11. Daniels JM, Neumeister MW, Albers J, Miller TH. The Hand and Wrist. p.41-52. 2nd. Edition. in: Daniels JM, editor. Common Musculoskeletal Problems. Springer, 2010.

12. Brorsson S. Biomechanical Studies on Hand Function in Rehabilitation. p.87-106. in: Goswami T, editor. Human Musculoskeletal Biomechanics. InTech, 2012.
13. Şener G, Erbahçeci F. Kinezyoloji ve Biyomekanik. s. 565-602. Hipokrat Kitabevi, 2016.
14. Tang JB. General Concepts of Wrist Biomechanics and a View from Other Species. The Journal of Hand Surgery (European Volume). 33(4): 519-525, 2008.
15. Lees VC. Functional anatomy of the distal radioulnar joint in health and disease. Ann R Coll Surg Engl. 95: 163–170, 2013.
16. Addimanda O, Cavallari C, Pignotti E, Pulsatelli L, Mancarella L, Ramonda R, et al. Radiographic involvement of metacarpophalangeal and radiocarpal joints in hand osteoarthritis. Clin Rheumatol. 36(5): 1077-1082, 2017.
17. Stoesser H, Padmore CE, Nishiwaki M, Gammon B, Langohr GDG, Johnson JA. Biomechanical Evaluation of Carpal Kinematics during Simulated Wrist Motion. J Wrist Surg. 06(02): 113-119, 2017.
18. Rainbow MJ, Wolff AL, Crisco JJ, Wolfe SW. Functional kinematics of the wrist. J Hand Surg Eur Vol. 41(1):7-21, 2016.
19. Khamwong P, Nosaka K, Pirunsan U, Paungmali A. Reliability of muscle function and sensory perception measurements of the wrist extensors. Journal of Physiotherapy Theory and Practice. 26(6): 408-415, 2010.
20. Rainbow MJ, Wolff AL, Crisco JJ, Wolfe SW. Functional kinematics of the wrist. The Journal of Hand Surgery (European Volume). 41(1): 7-21, 2016.
21. Hooke AW, Pettersson K, Sagerfors M, An KN, Rizzo M. An Anatomic and Kinematic Analysis of a New Total Wrist Arthroplasty Design. J Wrist Surg. 4:121–127, 2015.
22. Neu CP, Crisco JJ, Wolfe SW. In vivo kinematic behavior of the radio-capitate joint during wrist flexion - extension and radio-ulnar deviation. J. Biomech.34: 1429–1438, 2001.



23. Berger RA. Anatomy and Kinesiology of the Wrist. p.18-28. 6th Ed. in: Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk JM, Amadio PC, editors. Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity. Mosby, 2011.
24. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM. Atlas of Anatomy. p. 340-342. 3th Ed. Thieme, 2016.
25. Yıldırım M. İnsan Anatomisi. s.83-129. 7. Edisyon. Nobel Tıp Kitabevleri, 2015.
26. Maw J, Wong KY, Gillespie P. Hand Anatomy. British Journal of Hospital Medicine. 77(3): 34-40, 2016.
27. Soubeyrand M, Assabah B, Laemmel E, Dos Santos A, Creze M. Pronation and supination of the hand: Anatomy and biomechanics. Hand Surgery and Rehabilitation. 36(1): 2-11, 2017.
28. Duncan SFM, Saracevic CE, Kakinoki R. Biomechanics of the Hand. Hand Clinics. 29(4): 483-492, 2013.
29. Panchal-Kildare S, Malone K. Hand Clinics. Skeletal Anatomy of the Hand. Hand Clinics. 29(4): 459-471, 2013.
30. Pasquella JA, Levine P. Anatomy and Function of the Hypothenar Muscles. Hand Clinics. 28(1): 19-25, 2012.
31. Palti R, Vigler M. Anatomy and Function of Lumbrical Muscles. Hand Clinics. 28(1): 13-17, 2012.
32. Lindstrom-Hazel D, Kratt A, Bix L. Interrater reliability of students using hand and pinch dynamometers. American Journal of Occupational Therapy. 63:193–197, 2009.
33. Doğan N. Mesleklere Göre El Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Bilim Üniversitesi. 78 sayfa, 2012.
34. Campbell WW. Dejong's The Neurologic Examination. p. 429-465. 6th ed. Güneş Tıp Kitabevleri, 2008.

35. Pınar L. Sinir ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgiler. s. 151-226. 3. Edisyon. Akademisyen Tıp Kitabevi, 2015.
36. Widmaier EP, Raff H, Strang KT. Vander İnsan Fizyolojisi. s.211-254. 10. Edisyon. İzmir Güven Kitabevi, 2010.
37. Hall JE. Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji. s. 540-551. 13. Edisyon. Güneş Tıp Kitabevleri, 2017.
38. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. Principles of Neural Science. p. 449-742. 5th Ed. McGraw Hill Medical, 2013.
39. Öksüz Ç, Akel BS. Somatik Duyular. s. 299-312. İçinde: Karaduman AA, Tunca Yılmaz Ö, editörler. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Cilt 1. 1. Edisyon. Ankara. Hipokrat Kitabevi, 2016.
40. Dellon AL. Somatosensory Testing & Rehabilitation. p. 86-158. 2nd printing-on line-edition. American Occupational Therapy Association, 2016.
41. Hagert E, Persson JK. Desensitizing the posterior interosseous nerve alters wrist proprioceptive reflexes. Journal of Hand Surgery. 35(7):1059-1066, 2010.
42. Hansen JT, Koeppen BM. Atlas of Neuroanatomy and Neurophysiology. p. 74-82. Special Edition. Icon Custom Communications, 2002.
43. Snell RS. Clinical Neuroanatomy. p. 134-302. 7th ed. Lippincott, 2010.
44. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. s. 98-117. 13. Edisyon. ODTÜ Yayıncılık, 2017.
45. <https://www.ebmconsult.com/articles/homunculus-sensory-motor-cortex>
46. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor System Measurement Techniques. Journal of Athletic Training. 37(1):85-98, 2002.
47. Güdemez E, Ataker Y, Cömert Ece S. El ve El Bileği Muayenesi, Kayıt Tutma, Fotoğraflama. s. 19-41. İçinde: Çerezci Ö, Ataker Y, Canbulat N, Güdemez E, editörler. El Rehabilitasyonu. İstanbul, Amerikan Hastanesi Yayınları, 2013.

48. Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J et al. Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity. p. 55-218. 6th Ed. Mosby Elsevier, 2011.
49. Levin S, Pearsall G, Ruderman RJ. Von Frey's method of measuring pressure sensibility in the hand: An engineering analysis of the Weinstein-Semmes pressure aesthesiometer. *Journal of Hand Surgery*. 3(3):211-216, 1978.
50. Moberg E. Objective Methods for Determining the Functional Value of Sensibility in the Hand. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 40B(3):454-476, 1958.
51. Spicher C. Handbook for Somatosensory Rehabilitation. p. 25-48. 1st Ed. Sauramps Medical, 2003.
52. Jerosch-Herold C. Assessment of Sensibility After Nerve Injury and Repair: A systematic Review of Evidence for Validity, Reliability and Responsiveness of Tests. *J Hand Surg. (European Volume)*. 30B:252-264, 2005.
53. MacDermid JC. Measurement of Health Outcomes Following Tendon and Nerve Repair. *J Hand Ther*. 18(2): 297-312, 2005.
54. Bell Krotoski JA, Fess EE, Figarola JH, Hiltz D. Threshold Detection and Semmes-Weinstein Monofilaments. *J Hand Ther*. 8(2): 155-162, 1995.
55. Massy-Westropp N. The effects of normal human variability and hand activity on sensory testing with the full Semmes-Weinstein monofilaments kit. *J Hand Ther*. 15(1): 48-52, 2002.
56. Melchior H, Vatine JJ, Weiss PL. Is there a relationship between light touch-pressure sensation and functional hand ability? *Disabil Rehabil*. 29(7): 567-575, 2007.
57. Dellon AL, Mackinnon SE, Crosby PM. Reliability of two-point discrimination measurements. *J Hand Surg Am*. 12(5): 693-696, 1987.

58. Rosen B. Comparing the Responsiveness Over Time of Two Tactile Gnosis Tests: Two-Point Discrimination and The STI –Test. *British J Hand Ther.* 5(4): 114-119, 2000.
59. Stone JH. Sensibility, in *Clinical Assesment Recommendations*, American Society of Hand Therapists, Chicago, s71-84, 1992.
60. Cederlund R. The use of dexterity tests in hand rehabilitation. *Scand J Occup Ther.* 2(4):99-104, 1995.
61. Hackel ME, Wolfe GA, Bang SM, Canfield JS. Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of hand function. *Phys Ther.* 72(5):373-7, 1992.
62. Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB. An objective and standardized test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil.* 50(6):311-9, 1969.
63. Erdem EU. Farklı Fizyoterapi-Rehabilitasyon Uygulamalarının El Bileği Propriocepsiyonu Üzerine Olan Etkinliğinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi. 121 sayfa. Ankara, 2013.
64. Erdem EU. Servikal spondilozda eklem pozisyon hissi, kas kuvveti ve fonksiyonel düzey arasındaki ilişki. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi. 115 sayfa. Ankara, 2007.
65. Hagert E. Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of Hand Therapy.* 144:1-17,2010.
66. Lee WL, Kwon OY, Yi CH, Jeon HS, Ha SM. Effects of taping on wrist extensor force and joint position reproduction sense of subjects with and without lateral epicondylitis. *J. Phys. Ther. Sci.* 23:629-634, 2011.
67. Strutton PH, Catley M, Davey NJ. Stability of corticospinal excitability and grip force in intrinsic hand muscles in man over a 24-h period. *Physiology and Behavior.* 79:679-682, 2003.

68. Allum JH, Bloem BR, Carpenter MG, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait and Posture*. 8:214-242, 1998.
69. Fasold O, Heinau J, Trenner MU, Villringer A, Wenzel R. Proprioceptive head posture-related processing in human polysensory cortical areas. *Neuroimage*. 40:1232-1242, 2008.
70. Hagert E., Persson JK. Desensitizing the posterior interosseous nerve alters wrist proprioceptive reflexes. *Journal of Hand Surgery*. 35A:1059-1066, 2010.
71. Johnstone JA, Bobich LR, Santello M. Coordination of intrinsic and extrinsic hand muscle activity as a function of wrist joint angle during two-digit grasping. *Neuroscience Letters*. 474:104-108, 2010.
72. Chang H, Chou K, Lin J, Wang C. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Physical Therapy in Sports*. 11:122-127, 2010.
73. Kito T, Hashimoto T, Yoneda T, Katamoto S, Naito E. Sensory processing during kinesthetic aftereffect following illusory hand movement elicited by tendon vibration. *Brain Research*. 1114:75-84, 2006.
74. Noronha M, Refshauge KM, Kilbreath SL. Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? *British Journal of Sports Medicine*. 40:824-828, 2006.
75. Borchers S, Hauser T, Himmelbach M. Bilateral hand representations in human primary proprioceptive areas. *Neuropsychologia*. 49:3383-3391, 2011.
76. Fırat T, Ayhan Ç, Kırdı N, Leblebicioğlu AG. Median, Ulnar ve Radial Sinirin İnervasyon Paternlerinin Belirlenmesi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 22(1):11-16, 2011.
77. Fess EE. Grip Strength, in *Clinical Assessment Recommendations*. American Society of Hand Therapists. Chicago, s41-45, 1992.

78. Valero-Cuevas FJ, Smaby N, Venkadesan M, Peterson M, Wright T. The strength-dexterity test as a measure of dynamic pinch performance. *J Biomech.* 36(2):265-270, 2003.
79. Shivers CL, Mirka GA, Kaber DB. Effect of grip span on lateral pinch grip strength. *Hum Factors.* 44(4):569-577, 2002.
80. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of Clinical Research. Applications to Practice.* Prentice Hall Health. New Jersey, 742s, 2000.
81. Maenhout AG, Palmans T, De Muynck A, De Wilde LF, Cools AM. The impact of rotator cuff tendinopathy on proprioception, measuring force sensation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery.* 21:1080-1086, 2012.
82. Akseki D, Erduran M, Özarslan S, Pınar H. Patellofemoral Ağrı Sendromu Saptanan Hastalarda Dizde Vibrasyon Duyusu, Proprioepsiyon Duyusu ile Paralel Olarak Algılanmaktadır: Pilot Çalışma. *Eklem Hastalıkları ve Cerrahisi.* 21(1):23-30, 2010.
83. Hupperets MDW, Verhagen EAL, van Mechelen W. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. *British Medical Journal.* 339:1-6, 2009.
84. Strimpakos N. The assessment of the cervical spine. Part1: Range of motion and proprioception. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 15:114-124, 2011.
85. Bowden JL, McNulty PA. Age-related changes in cutaneous sensation in the healthy human hand. *AGE.* 35:1077–1089, 2013.
86. Gay A, Harbst K, Kaufman KR, Hansen DK, Laskowski ER, Berger RA. New method of measuring wrist joint position sense avoiding cutaneous and visual inputs. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* 7:5, 2010.
87. Hincapie OL, Ruiz N. The Jp Sensometer: An Instrument to Train Joint Position Sense for the Wrist. *Int J Phys Med Rehabil.* 5:426, 2017.

88. Karagiannopoulos C, Sitler M, Michlovitz S, Tucker C, Tierney R. Responsiveness of the active wrist joint position sense test after distal radius fracture intervention. *Journal of Hand Therapy*. 29(4):474-482, 2016.
89. Barden JM, Balyk R, James Raso V, Moreau M, Bagnall K. Repetitive pointing to remembered proprioceptive targets improves 3D hand positioning accuracy. *Human Movement Science*. 24(2):184-205, 2005.
90. Smith JL, Crawford M, Proske U, Taylor JL, Gandevia SC. Signals of motor command bias joint position sense in the presence of feedback from proprioceptors. *Journal of Applied Physics*. 106(3):950-958, 2009.
91. Anwar MN, Tomi N, Ito K. Motor imagery facilitates force field learning. *Brain Research*. 1395:21-29, 2011.
92. Goble DJ, Noble BC, Brown SH. Where was my arm again? Memory-based matching of proprioceptive targets is enhanced by increasing target presentation time. *Neuroscience Letters*. 481:54-58, 2010.
93. Johnstone JA, Bobich LR, Santello M. Coordination of intrinsic and extrinsic hand muscle activity as a function of wrist joint angle during two-digit grasping. *Neuroscience Letters*. 474:104-108, 2010.
94. Kalisch T, Kattenstroth JC, Kowalewski R, Tegenthoff M, Dinse HR. Age-related changes in the joint position sense of the human hand. *Clinical Interventions in Aging*. 7:499-507, 2012.
95. Sung HY. Joint Position Sense in Elderly Fallers: A Preliminary Investigation of the Validity and Reliability of the SENSERite Measure. *Arch Phys Med Rehabil*. 86:346-352, 2005.
96. Li K, Wu Y. Clinical evaluation of motion and position sense in the upper extremities of the elderly using motion analysis system. *Clinical Interventions in Aging*. 9:1123-1131, 2014.
97. Relph N, Herrington L. The effects of knee direction, physical activity and age on knee joint position sense. *The Knee*. 23(3):393-398, 2016.

98. Vafadar AK, Cote JN, Archambault PS. Sex differences in the shoulder joint position sense acuity: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 16:273, 2015.
99. Dale AM, Rohn AE, Patton A, Standeven J, Evanoff B. Variability and misclassification of worker estimated hand force. *Applied Ergonomics*. 42(6):846-851, 2011.
100. Jones LA. Perceptual constancy and the perceived magnitude of muscle forces. *Experimental Brain Research*. 151:197-203, 2003.
101. Jones LA, Piatetski E. Contribution of tactile feedback from the hand to the perceptiveness of force. *Experimental Brain Research*. 168:298-302, 2006.
102. Gay A, Harbst K, Hansen DK, Laskowski ER, Berger RA, Kaufman KR. Effect of partial wrist denervation on wrist kinesthesia: wrist denervation does not impair proprioception. *Journal of Hand Surgery*. 36(11):1774-1779, 2011.
103. Patterson RW, Van Niel M, Shimko P, Pace C, Seitz WH Jr. Proprioception of the wrist following posterior interosseous sensory neurectomy. *Journal of Hand Surgery*. 35(1):52-56, 2010.
104. Gandevia SC, Kilbreath SL. Accuracy of weight estimation for weights lifted by proximal and distal muscles of the human upper limb. *Journal of Physiology*. 432:299-310, 1990.
105. Kilbreath SL, Gandevia SC. Independent digit control: failure to partition perceived heaviness of weights lifted by digits of the human hand. *Journal of Physiology*. 422:585-599, 1991.
106. Kilbreath SL, Gandevia SC. Neural and biomechanical specialization of human thumb muscles revealed by matching weights and grasping objects. *Journal of Physiology*. 472:537-556, 1993.
107. Dover G, Powers ME. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. *Journal of Athletic Training*. 38(4):304-310, 2003.



108. Li S. Perception of individual finger forces during multi-finger force production tasks. *Neuroscience Letters*. 409:239-243, 2006.
109. Rabin E, Muratori L, Svokos K, Gordon A. Tactile/proprioceptive integration during arm localization is intact in individuals with Parkinson's Disease. *Neuroscience Letters*. 470(1):38-42, 2010.
110. Karakaya MG. Spinal Stabilizasyon s. 211-240. İçinde: Otman AS, editör. *Egzersiz Tedavisinde Temel Prensipler ve Yöntemler 5. Baskı*. Ankara. Pelikan Yayıncılık, 2015.
111. Li K, Wei N, Yue S. Effects of Tactile Sensitivity on Structural Variability of Digit Forces during Stable Precision Grip. *BioMed Research International*. Article ID 8314561, 7 pages, 2016.
112. Kumar S, Narayan Y, Chouinard K. Effort reproduction accuracy in pinching, gripping and lifting among industrial males. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 20:109-119, 1997.
113. Doty RL, Gandhi SS, Osman A, Hurtig HI, Pawasarat I, Beals E, et al. Point pressure sensitivity in early stage Parkinson's disease. *Physiology & Behavior*. 138:21-27, 2015.
114. Ünver B. Yaşlı Bireylerde Plantar Duyu ve Basınç Dağılımı Değişikliklerinin Denge ve Düşmeye Etkisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi. 98 sayfa. Ankara, 2017.
115. Beckmann YY, Çiftçi Y, Ertekin C. The detection of sensitivity of proprioception by a new clinical test: the dual joint position test. *Clin Neurol Neurosurg*. 115(7):1023-1027, 2013.
116. Haloua MH, Sierevelt I, Theuvenet WJ. Semmes- Weinstein monofilaments: influence of temperature, humidity, and age. *Journal of Hand Surgery*. 36A:1191-1196, 2011.
117. Kumar AB, Mubeena T, Charitha Y. A Review on Prevention and Management of Diabetic Neuropathy. *PharmaTutor*. 5(3):15-20, 2017.

118. Rbia N, Shin AY. The Role of Nerve Graft Substitutes in Motor and Mixed Motor/Sensory Peripheral Nerve Injuries. *The Journal of Hand Surgery*. 42(5):367-377, 2017.
119. Wollstein R, Michael D, Harel H. A Protocol for Evaluation and Rehabilitation of Distal Radius Fractures Using Sensorimotor Input: A Case Series. *The Journal of Hand Surgery (Asian-Pacific Volume)*. 22(02):150-155, 2017.
120. Herweg A, Gutzeit J, Kleih S, Kübler A. Wheelchair control by elderly participants in a virtual environment with a brain-computer interface (BCI) and tactile stimulation. *Biol Psychol*. 121:117-124, 2016.
121. Aoki T, Fukuoka Y. Finger tapping ability in healthy elderly and young adults. *Med Sci Sports Exerc*. 42:449-455, 2010.
122. Brodoehl S, Klingner C, Stieglitz K, Witte OW. Age-related changes in the somatosensory processing of tactile stimulation--an fMRI study. *Behav Brain Res*. 238:259-264, 2013.
123. Vieira A, Nogueira D, de Azevedo Reis E, de Lapa Rosado M, Vania Nunes M, Castro-Caldas A. Hand tactile discrimination, social touch and frailty criteria in elderly people: A cross sectional observational study. *Arch Gerontol Geriatr*. 66:73-81, 2016.
124. Öksüz Ç. Üst Ekstremitte Tuzak Nöropatilerinde Rehabilitasyon. *TOTBİD Dergisi*. 14:529-536, 2015.
125. Lundborg G, Rosen B. The two-point discrimination test time for a re-appraisal? *Journal of Hand Surgery*. 29B:418-422, 2004.
126. Morch CD, Andersen OK, Quevedo AS, Arendt-Nielsen L, Coghill RC. Exteroceptive aspects of nociception: insights from graphesthesia and two-point discrimination. *Pain*. 151(1):45-52, 2010.
127. Overvliet KE, Anema HA, Brenner E, Dijkerman HC, Smeets JB. Relative finger position influences whether you can localize tactile stimuli. *Experimental Brain Research*. 208(2):245-255, 2011.

128. Ribeiro F, Oliveria J. Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity*. 4:71–76, 2007.
129. Tamura Y, Hoshiyama M, Inui K, Kakigi R. Central mechanisms for two-point discrimination in humans. *Neuroscience Letters*. 342(3):187-190, 2003.
130. Kaneko A, Asai N, Kanda T. The Influence of Age on Pressure Perception of Static and Moving Two-point Discrimination in Normal Subjects. *Journal of Hand Therapy*. 18(4):421-425, 2005.
131. Koo JP, Kim SH, An HJ, Moon OG, Choi JH, Yun YD, et al. Two-point discrimination of the upper extremities of healthy Koreans in their 20's. *J. Phys. Ther. Sci*. 28(3):870–874, 2016.
132. Wolny T, Saulicz E, Linek P, Mysliwiec A. Two-point discrimination and kinesthetic sense disorders in productive age individuals with carpal tunnel syndrome. *J Occup Health*. 58(3):289-296, 2016.
133. Franco PG, Santos KB, Rodacki ALF. Joint positioning sense, perceived force level and two-point discrimination tests of young and active elderly adults. *Braz J Phys Ther*. 19(4):304-310, 2015.
134. Machado AS, da Silva CBP, da Rocha ES, Carpes FP. Effects of plantar foot sensitivity manipulation on postural control of young adult and elderly. *Rev Bras Reumatol*. 57(1):30-36, 2017.
135. Uszynski M, Purtill H, Coote S. Relationship between foot vibration threshold and walking and balance functions in people with Multiple Sclerosis (PwMS). *Gait Posture*. 41(1):228-32, 2015.

136. Tyros I, Soundy A, Heneghan NR. Vibration sensibility of the median nerve in a population with chronic whiplash associated disorder: Intra- and inter-rater reliability study. *Manual Therapy*. 25:81-86, 2016.
137. Özay Z, Malkoç M, Angın S, Yeşil S, Bayraktar F. Tip 2 diyabetik nöropatide denge eğitiminin postüral stabilite ve yürüyüşe etkisi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*.23(2):55-64, 2012.
138. Hayta E, Hizmetli S. Nöropatik Ağrıda Tanı ve Değerlendirme Yöntemleri. *Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics*. 5(1):58-63, 2012.
139. Schreuders TAR. *Muscle Strength Measurements of the Hand*, Watson-Guption Publications, Reeuwijk, 158s, 2004.
140. Keleşoğlu B. Önkol Seviyesindeki Median Ve Ulnar Sinir Onarımlarında Sonuç Ölçümü İçin Kullanılan Nicel Değerlendirme Yöntemleri İle Aktivite Ve Katılım Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi. 112 sayfa. Denizli, 2014.
141. Hogrel JY. Grip strength measured by high precision dynamometry in healthy subjects from 5 to 80 years. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 16:139-150, 2015.
142. Nicolay CW, Walker AL. Grip Strength and Endurance: Influences of Anthropometric Variation, Hand Dominance, and Gender. *Int. J. Industrial Ergonomics*. 35:605-618, 2005.
143. Alahmari KA, Silvian SP, Reddy RS, Kakaraparthi VN, Ahmad I, Alam MM. Hand grip strength determination for healthy males in Saudi Arabia: A study of the relationship with age, body mass index, hand length and forearm circumference using a hand-held dynamometer. *Journal of International Medical Research*. 45(2):540-548, 2017.
144. Incel NA, Ceceli E, Durukan PB, Erdem HR, Yorgancioglu ZR. Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore Med J*. 43(5):234-237, 2002.

145. Lobo CC, Morales CR, Sanz DR, Corbalan IS, Romero EAS, Carnero JF, et al. Comparison of hand grip strength and upper limb pressure pain threshold between older adults with or without non-specific shoulder pain. *PeerJ*. 5:e2995, 2017.
146. Burner T, Abbott D, Huber K, Stout M, Fleming R, Wessel B, et al. Shoulder symptoms and function in geriatric patients. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 37(4):154-158, 2014.
147. Şahin F. Periferik Sinir Yaralanmaları Rehabilitasyonu. s.199-241. İçinde: Çerezci Ö, Ataker Y, Canbulat N, Güdemez E, editörler. *El Rehabilitasyonu*. İstanbul, Amerikan Hastanesi Yayınları, 2013.
148. Tonak HA, Kılıç MC, Karadeniz Yenilmez Ö, Kitiş A. Serebral Palsili Çocuklarda Üst Ekstremitte Fonksiyonelliğinin İncelenmesi. *Aydın Sağlık Dergisi*. 2(2):37-50, 2016.
149. Yücel H, Bumin G. El Fonksiyonundaki Yaşa Bağlı Değişimin Cinsiyete Göre İncelenmesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Tıp Derg*. 24(1):09-12, 2010.
150. Agnew PJ, Mass F. Hand function related to age and sex. *Arch Phys Med Rehabil*. 63:269-271, 1982.
151. Dickerson AE, Fisher AG. Age differences in functional performance. *Am J Occup Ther*. 47:686-692, 1993.
152. Shiffman LM. Effects of aging on adult hand function. *Am J Occup Ther*. 46:785-792, 1992.
153. Yücel H. Üniversite öğrencilerinde elin fonksiyonelliğine etki eden faktörlerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi. 72 sayfa. Ankara, 2002.
154. Walsh LD, Proske U, Allen TJ, Gandevia SC. The contribution of motor commands to position sense differs between elbow and wrist. *J Physiol*. 591(23):6103–6114, 2013.

155. Kirsch W, Hennighausen E. ERP correlates of linear hand movements: Distance dependent changes. *Clinical Neurophysiology*. 121(8):1285-1292, 2010.
156. Rosenkranz K, Altenmüller E, Siggelkow S, Dengler R. Alteration of sensorimotor integration in musician's cramp: impaired focusing of proprioception. *Clinical Neurophysiology*. 111(11):2040-2045, 2000.
157. Van de Pol GJ, Koudstaal MJ, Schuurman AH, Bleys RLAW. Innervation of the wrist joint and surgical perspectives of denervation. *Journal of Hand Surgery*, 31(1), 28-34, 2006.



## 10. EKLER

### EK 10.1

#### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

“Sağlıklı Genç ve Yaşlıların El ve El Bileğindeki Duyusal Parametrelerin Karşılaştırılması” isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın ne amaçla yapılmak istendiğini ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun ve sorularınıza açık yanıtlar isteyin. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

- **Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?**

Çalışmamızın amacı el ve el bileğinde çalışan fizyoterapistlerin, ortopedistlerin, romatologların ve bu alanda çalışan diğer sağlık profesyonellerin, el ve el bileğindeki yaşa bağlı duyu değişimlerinin olup olmadığını göstermektir. Çalışmanın etik kurulu onayı alındıktan sonra bir yıl sonra bitmesi planlanmaktadır. Çalışmaya İstanbul'da yaşayan 20 yaş ile 25 yaşları arasında genç ve 70 yaş ile 75 yaşları arasında yaşlı bireyler dahil edilecektir. Çalışmamız İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında doktora eğitimi alan bir fizyoterapist tarafından tek merkezli olarak yönetilecektir.

- **Bu çalışmaya katılmamalı mıyım?**

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Eğer katılmaya karar verirsiniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalamanız için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, fizyoterapistiniz tarafından size uygulanan tedavide herhangi

bir değişiklik olmayacaktır. Çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahiptir.

- **Bu çalışmaya katılırsam beni neler bekliyor?**

Çalışmamız size fizyoterapist tarafından bizzat uygulanacak değerlendirmelerin yapılmasıyla gerçekleştirilecektir. Tanımlayıcı bilgileriniz ve tıbbi durumlarınızla ilgili bilgiler sizden istenecektir. Değerlendirmeler, aynı fizyoterapist tarafından aynı odada, tek seans olarak yapılacaktır. Eğer çalışmaya katılırsanız fizyoterapistinizi bir yıl içerisinde tekrar ziyaret etmek durumunda kalabileceksiniz. Araştırmanın süresi etik kurul onayı alındıktan sonra bir yıldır.

- **Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir?**

Yapacağımız çalışmayla, genç ve yaşlı bireylerin el ve el bileklerindeki duyuşal farklılıkları, ve bu farklılıkların üst ekstremitelerindeki fonksiyonelliğine etkisinin olup olmadığını bu alanda çalışan sağlık profesyonellerine bilimsel veriler hazırlamak ve literatüre kazandırabilmek açısından önemli olacaktır. Çalışmamızdan tıbbi olarak bir yarar sağlanması söz konusu değildir. Yalnızca araştırma amaçlı yapılmaktadır.

- **Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir?**

Çalışmaya katılmakla herhangi bir parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

- **Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?**

Araştırmamız kişisel bilgilerinizi; araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ve kimlik bilgileriniz çalışma boyunca araştırmamız tarafından gizli tutulacaktır. Çalışmanın sonunda, araştırma sonucu ile ilgili olarak bilgi istemeye hakkınız vardır. Yazılı izniniz olmadan, sizinle ilgili bilgiler başka kimse tarafından görülemez ve açıklanamaz. Çalışma sonuçları çalışma tamamlandığında bilimsel yayınlarda kullanılabilir, ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

- **Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?**

Çalışma ile ilgili bir sorunuz ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunda aşığıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.



ADI : Hasan Atacan TONAK  
GÖREVİ : Öğretim Görevlisi / Uzman Fizyoterapist  
TELEFON : 0505 278 22 54

***(Gönüllünün/Hastanın Beyanı)***

İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında, Hasan Atacan TONAK tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili **yukarıdaki bilgiler** bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

- a. Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğum bana bildirildi. Bu durumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.
- b. Sorumlu araştırmacıya haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğim anda bu çalışmadan çekilebileceğimin bilincindeyim. Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmeyeceğimi ve bu durumun şimdi ya da gelecekte gereksinim duyduğum tıbbi bakımı hiçbir biçimde etkilemeyeceğini biliyorum. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağını bilincindeyim).*
- c. Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı, çalışma programının gereklerini yerine getirme konusundaki ihmali nedeniyle tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabilir.
- d. Çalışmanın sonuçları bilimsel toplantılar ya da yayınlarda sunulabilir. Ancak, bu tür durumlarda kimliğim kesin olarak gizli tutulacaktır.
- e. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili olarak herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.
- f. Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

**Katılımcı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

**Görüşme tanığı**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

**Bilgilendiren Araştırmacı**

Adı, soyadı: Hasan Atacan TONAK

Adres: İstanbul Medipol Üniversitesi

Tel: 0505 278 22 54

İmza:

Tarih:

## EK 10.2

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**Adı ve Soyadının Baş Harfleri / Hasta Numarası :**  
**Yaş :**  
**Cinsiyet :** ( ) K , ( ) E  
**Eğitim Durumu :** ( ) Yok , ( ) İlköğretim  
( ) Lise , ( ) Üniversite  
( ) Lisans Üstü  
**Meslek :**  
**Çalıştığı Dönemde Üst Ekstremitte Kullanımı :** ( ) Var , ( ) Yok  
**Üst Ekstremitte Kullanım Süresi (Çalışma Yılı) :**  
**Bilateral Kullanım, Unilateral Kullanım:** ( ) Bilat. , ( ) Unilat.  
**Medeni Durum :** ( ) Evli , ( ) Bekar  
( ) Boşanmış  
**Dominant Ekstremitte :** ( ) Sağ , ( ) Sol  
**Üst Ekstremitede Limitasyon Durumu :** ( ) Var , ( ) Yok  
**Üst Ekstremitede Deformite Durumu:** ( ) Var , ( ) Yok  
**Kronik Hastalık Durumu :** ( ) Var , ( ) Yok  
**Ağrı Durumu :** ( ) Var , ( ) Yok  
**Yaralanma Durumu :** ( ) Var , ( ) Yok  
**Kullandığı İlaçlar :**  
**Boy Uzunluğu :**  
**El Uzunluğu - Boy Arasındaki Oran :**  
**Vücut Ağırlığı :**

	Dominant Ekstremitte	Non-dominant Ekstremitte
<b>El Uzunluğu</b> (Rad. Stiloid Çıkıntı - 3. Parmak Distal Ucu)		
<b>Ön Kol Uzunluğu</b> (Olecranon - Rad. Stiloid Çıkıntı)		
<b>Kol Uzunluğu</b> (Akromion - Olecranon)		
<b>Toplam Üst Ekstremitte Uzunluğu</b>		
<b>El Bileği Çevre Ölçümü</b> (Radius Ulna Stiloid Çıkıntıları)		
<b>Metacarp Başları Çevre Ölçümü</b>		

**El Bileği Normal Eklem Hareketi Değerlendirmesi:**

	Dominant Ekstremit	Non-dominant Ekstremit
Fleksiyon		
Ekstansiyon		
Radial Deviasyon		
Ulnar Deviasyon		

**El Kavrama Kuvveti Değerlendirmesi:**

<i>El Dinamometresi</i>	Dominant Ekstremit	Non-dominant Ekstremit
Birinci Ölçüm		
İkinci Ölçüm		
Üçüncü Ölçüm		
<b>Ortalama Değer</b>		

**Parmak Kavrama Kuvveti Değerlendirmesi:**

<i>Pinch Meter</i>	Dominant Ekstremit	Non-dominant Ekstremit
Birinci Ölçüm		
İkinci Ölçüm		
Üçüncü Ölçüm		
<b>Ortalama Değer</b>		

**El Bileği Eklem Pozisyon (EPH) Hissi Değerlendirmesi:**

<i>mOOver</i>	Dominant Ekstremit				Non-dominant Ekstremit			
	Flek.	Eks.	Rad. Dev.	Uln. Dev.	Flek.	Eks.	Rad. Dev.	Uln. Dev.
"EPH Hata Miktarı" Birinci Ölçüm								
"EPH Hata Miktarı" İkinci Ölçüm								
"EPH Hata Miktarı" Üçüncü Ölçüm								
<b>Ortalama Değer</b>								

**Kavrama Hassasiyeti Değerlendirmesi:**

<i>Baseline Pneumatic Bulb Dynamometer</i>	Dominant Ekstremité	Non-dominant Ekstremité
Birinci Ölçüm Aradaki Fark		
İkinci Ölçüm Aradaki Fark		
Üçüncü Ölçüm Aradaki Fark		
Ortalama Değer		

**Ellerin Basınç Hassasiyetinin Değerlendirmesi:**

<i>Stabilizer Pressure Biofeedback</i>	Dominant Ekstremité	Non-dominant Ekstremité
Birinci Ölçüm Aradaki Fark		
İkinci Ölçüm Aradaki Fark		
Üçüncü Ölçüm Aradaki Fark		
Ortalama Değer		

**Duyu Eşiği Değerlendirmesi:**

<i>Semmes-Weinstein Monofilamentleri</i>	Dominant Ekstremité					Non-dominant Ekstremité				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
En Düşük Değer										

**İki Nokta Ayırımının Değerlendirmesi:**

<i>Diskriminatör</i>	Dominant Ekstremitenin Parmakları					Non-dominant Ekstremitenin Parmakları				
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
En Düşük Değer										

**Vibrasyon Değerlendirmesi:**

<i>128 Hz Diapozon</i>	Dominant Ekstremitenin Ulna Başı				Non-dominant Ekstremitenin Ulna Başı				
	VAR		YOK		VAR		YOK		
	..... sn.		..... sn.		..... sn.		..... sn.		

**Jebson Taylor El Fonksiyon Testi:**

<b>Non-dominant Ekstremit</b>	<b>ALT TESTLER</b>	<b>Dominant Ekstremit</b>
	Yazı Yazma	
	Kart Çevirme	
	Küçük Cisimleri Toplama	
	Yemek Yemeyi Uyarma	
	Fişleri Yerleştirme	
	Boş Kutuları Hareket Ettirme	
	Dolu Kutuları Hareket Ettirme	

## 11. ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-604.01.01-E.13018  
Konu : Etik Kurulu Kararı

10/08/2016

**Sayın Hasan Atacan TONAK**

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz "Sağlıklı Genç ve Yaşlıların El ve El Bileğindeki Duyusal Parametrelerin Karşılaştırılması" isimli başvurunuz incelenmiş olup, etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

EK:  
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 10.08.2016 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://cbys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 6E7ABDB2X3 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

**İstanbul Medipol Üniversitesi**

Kavacık Mah. Ekinciler Cad.No:19 Kavacık Kavşağı 34810  
Beykoz/İSTANBUL

Tel: 444 85 44

İnternet: [www.medipol.edu.tr](http://www.medipol.edu.tr)  
Ayrıntılı Bilgi İçin : [bilgi@medipol.edu.tr](mailto:bilgi@medipol.edu.tr)

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU KARAR FORMU

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Sağlıklı Genç ve Yaşlıların El ve El Bileğindeki Duyusal Parametrelerin Karşılaştırılması			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Hasan Atacan Tonak			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>



**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU KARAR FORMU**

<b>Değerlendirilen Belgeler</b>	<b>Belge Adı</b>	<b>Tarihi</b>	<b>Versiyon Numarası</b>	<b>Dili</b>
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI	09.08.2016		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	09.08.2016		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
<b>Karar Bilgileri</b>	<b>Karar No: 424</b>		<b>Tarih: 10/08/2016</b>	
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "oybirliği" ile karar verilmiştir.			

<b>İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>	
<b>BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI</b>	Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	[İmza]
Yrd. Doç. Dr. Sibel DOĞAN	Psiko-onkoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	[İmza]
Yrd. Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Ergoterapi	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	[İmza]
Yrd. Doç. Dr. İlkur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	[İmza]
Öğr. Gör. Dr. Mehmet Hikmet ÜÇİŞİK	Biyoteknoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

\* :Toplantıda Bulunma

## 12. ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

<b>Adı</b>	Hasan Atacan	<b>Soyadı</b>	Tonak
<b>Doğum Yeri</b>	Şanlıurfa	<b>Doğum Tarihi</b>	26.04.1986
<b>Uyruğu</b>	Türkiye Cumhuriyeti	<b>TC Kimlik No</b>	-
<b>E-mail</b>	atacantanak@hotmail.com	<b>Tel</b>	-

### Eğitim Düzeyi

	<b>Mezun Olduğu Kurumun Adı</b>	<b>Mezuniyet Yılı</b>
<b>Doktora/Uzmanlık</b>	İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon ABD	-
<b>Yüksek Lisans</b>	Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş ve Uğraşı Tedavisi ABD	2014
<b>Lisans</b>	Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	2010
<b>Lise</b>	Malatya Turgut Özal Anadolu Lisesi	2004

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

<b>Görevi</b>	<b>Kurum</b>	<b>Süre (Yıl - Yıl)</b>
1. Öğretim Görevlisi	İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2016 -
2. Öğretim Görevlisi	İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO Fizyoterapi Programı	2015 - 2016
3. Öğretim Görevlisi	İstanbul Aydın Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO Engelli Bakımı ve Rehabilitasyon Programı	2014 - 2015
4. Fizyoterapist	Özel Detay Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	2010 - 2014

<b>Yabancı Dilleri</b>	<b>Okuduğunu Anlama*</b>	<b>Konuşma*</b>	<b>Yazma*</b>
İngilizce	Çok iyi	İyi	Çok iyi

\* Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

<b>Yabancı Dil Sınav Notu</b>									
KPDS	YDS	YOKDİL	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	56,250	60,000							

Başarılmış birden fazla sınav varsa, tüm sonuçlar yazılmalıdır

KPDS: Kamu Personeli Yabancı Dil Sınavı; YDS: Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı; YÖKDİL: Yükseköğretim Kurumları Yabancı Dil Sınavı; IELTS: International English Language Testing System; TOEFL IBT: Test of English as a Foreign Language-Internet-Based Test TOEFL PBT: Test of English as a Foreign Language-Paper-Based Test; TOEFL CBT: Test of English as a Foreign Language-Computer-Based Test; FCE: First Certificate in English; CAE: Certificate in Advanced English; CPE: Certificate of Proficiency in English

	<b>Sayısal</b>	<b>Eşit Ağırlık</b>	<b>Sözel</b>
<b>ALES Puanı</b>	74,426	75,875	69,035
<b>(Diğer) Puanı</b>			

### **Bilgisayar Bilgisi**

<b>Program</b>	<b>Kullanma becerisi</b>
Microsoft Office	İyi

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

### **Uluslararası ve Ulusal Yayınları/Bildirileri/Sertifikalari/Ödülleri/Diğer**

**Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler (SCI, SCI Expanded, SSCI, Arts and Humanities):**

1. **Tonak, H. A.**, Kitis, A., & Zencir, M. "Analysis of Community Participation Levels of Individuals Who Are Physically Disabled and Working in Industrial Environments." *Social Work in Public Health*. 31(7):638-645, 2016. doi: 10.1080/19371918.2016.1160336

### **Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler**

1. **Tonak H. A.**, Kitiş A. Çalışan Üst Ekstremitte Problemlili Özürlülerin Aktivite Düzeyi, Serbest Zaman ve Toplumsal Katılım Düzeylerinin İncelenmesi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2(3):113-119, 2014.
2. **Tonak H. A.**, Kılıç M. C., Karadeniz Yenilmez Ö., Kitiş A. Serebral Palsili Çocuklarda Üst Ekstremitte Fonksiyonelliğinin İncelenmesi. *Aydın Sağlık Dergisi*. 2(2):37-50, 2016.

**Ulusal Sempozyum, Kongre ve Konferanslarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler:**

1. Kitiş A., Büker N., Kavlak E., Altuğ F., Çevik M. A., **Tonak H. A.** Üst Ekstremitte Kas Kuvvetinin Artırılmasında Kullanılan İki Farklı Egzersiz Yönteminin Karşılaştırılması. XIII. Fizyoterapide Gelişmeler Sempozyumu, 7-9 Ekim 2010, Hatay, Türkiye.
2. Karadeniz Ö., **Tonak H. A.**, Kitiş A., Özcan R. H., Bağdatlı D., Gökalan Kara İ. 2008-2011 Yılları Arasında El Rehabilitasyonu Ünitesi'ne Başvuran ve Üst Ekstremitte Yaralanmasına Sahip Pediatrik Hastaların İncelenmesi. II. Pediatrik Rehabilitasyon Kongresi, 7-9 Ekim 2011, İstanbul, Türkiye.
3. **Tonak H. A.**, Kılıç M.C., Karadeniz Ö., Kitiş A. Serebral Palsi'li Çocuklarda Üst Ekstremitte Fonksiyonelliğinin İncelenmesi. 13. Ulusal El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Kongresi & 2. Ulusal El Rehabilitasyonu Kongresi, 23-26 Mayıs 2012, Gaziantep, Türkiye.
4. **Tonak H. A.**, Kitiş A. Endüstri Ortamında Çalışan Üst Ekstremitte Defisitine Sahip Bedensel Engellilerin Toplumsal Katılım Düzeylerinin İncelenmesi. 14. Ulusal El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Kongresi & 3. Ulusal El Rehabilitasyonu Kongresi, 15-18 Mayıs 2014, Bursa, Türkiye.
5. Kitiş A., Giresun F., Koç V., **Tonak H. A.**, Usta H., Eraslan U. İş ve Meslek Danışmanlığı Hizmetlerinde Engellilerin Toplumsal Katılım Düzeylerinin İncelenmesi. II. Uluslararası İş ve Meslek Danışmanlığı Kongresi, 26-27 Kasım 2014, Antalya, Türkiye.
6. Özgüç A., **Tonak H. A.** Fizyoterapistlerin Sağlık Hukuku Konusundaki Bilgi Düzeylerinin Değerlendirilmesi. 13. Adli Bilimler Kongresi, 27-30 Nisan 2016, Bodrum/Muğla, Türkiye.
7. **Tonak H. A.**, Kitiş A. El Terapistlerinin Değerlendirme ve Terapi Modalitelerinin Araştırılması. 15. Ulusal El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Kongresi & 4. Ulusal El Rehabilitasyonu Kongresi, 11-15 Mayıs 2016, Fethiye/Muğla, Türkiye.
8. Özdemir S., Sarı Z., **Tonak H. A.**, Uzunöner Birsen H., Doğan H., Şenel E., Kinezyolojik Bantlama Uygulamasının Ağrı Eşiği ve Ağrı Toleransı Üzerine

Etkisi. 15. Ulusal El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Kongresi & 4. Ulusal El Rehabilitasyonu Kongresi, 11-15 Mayıs 2016, Fethiye/Muğla, Türkiye.

9. **Tonak H. A.**, Taşkiran H., Algun Z. C. Yaşlı El ve El Bileğindeki Duyu ve Fonksiyonelliğın İncelenmesi. III. Ulusal Romatolojik Rehabilitasyon Kongresi, 6-8 Ekim 2017, Denizli, Türkiye.

#### **Aldığı Ödüller:**

1. **Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Lisans Mezuniyet Ödülü.** 2.'lik derecesi, Yüksek Onur Öğrencisi.
2. **Türk El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Derneği Teşvik Ödülü.** **Tonak H.A.**, Kitiş A., Endüstri Ortamında Çalışan Üst Ekstremitte Defisitine Sahip Bedensel Engellilerin Toplumsal Katılım Düzeylerinin İncelenmesi. 14. Ulusal El ve Üst Ekstremitte Cerrahisi Kongresi & 3. Ulusal El Rehabilitasyonu Kongresi, 15-18 Mayıs 2014, Bursa, Türkiye.