

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

**SAĞLIKLI BİREYLERDE EL BİLEĞİ PROPRİOSEPTİF
EGZERSİZ EĞİTİMİNİN MOTOR PERFORMANS
PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. Semiha Tomiris ERZİNCANLI

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

ANKARA

2024

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAĞLIKLI BİREYLERDE EL BİLEĞİ PROPRİOSEPTİF
EGZERSİZ EĞİTİMİNİN MOTOR PERFORMANS
PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Uzm. Fzt. Semiha Tomiris ERZİNCANLI

Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Çiğdem AYHAN KURU

ANKARA

2024

ONAY SAYFASI

SAĞLIKLI BİREYLERDE EL BİLEĞİ PROPRİOSEPTİF EGZERSİZ EĞİTİMİNİN MOTOR PERFORMANS PARAMETRELERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Öğrenci: Semiha Tomiris Erzincanlı

Danışman: Prof. Dr. Çiğdem Ayhan Kuru

Bu tez çalışması 03.07.2024 tarihinde jürimiz tarafından "Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı"nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Filiz CAN (Hacettepe Üniversitesi)	(imza)
Tez Danışmanı:	Prof. Dr. Çiğdem AYHAN KURU (Hacettepe Üniversitesi)	(imza)
Üye:	Prof. Dr. Zafer ERDEN (Hacettepe Üniversitesi)	(imza)
Üye:	Prof. Dr. Gizem İrem KINIKLI (Hacettepe Üniversitesi)	(imza)
Üye:	Dr. Öğr. Üyesi İpek İKİZ (Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi)	(imza)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

22 Temmuz 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

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

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

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

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6. ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

03/07/2024

(İmza)

Semiha Tomiris Erzincanlı

¹"**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**"

(1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

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

ETİK BEYAN

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

(İmza)



Uzm. Fzt. Semiha Tomiris ERZİNCANLI

TEŞEKKÜR

Bana her daim inanan, yanımda olan, cesaretlendiren, sen halledersin diyen biricik annem ve kardeşime,

Hem lisans hem yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini her daim hissettiğim, bana yol gösteren, panik anlarımda her daim beni sakinleştiren, sabrı ve anlayışı ile karşılaştığım zorlukların üstesinden gelmemi yardımcı olan, kendisinden birçok bilgi ve hayat tecrübesi öğrendiğim, öğrencisi olmaktan onur duyduğum muhteşem bir kadın olan, bu süreçte yaşadığımız olağanüstü tüm durumlara (deprem ve dahası) rağmen bugünlere gelmemi sağlayan, mesleğimize ömrünü veren kıymetli akademisyen danışman hocam Prof. Dr. Çiğdem AYHAN KURU'ya,

Hem meslektaşım hem de değerli dostum olan yakında doktorası bitecek şimdilik Uzm. Fzt. Orkun TÜFEKÇİ'ye,

Çalışmanın elektromiyografik analiz kısmında verdiği büyük destek ve bitmeyen sorularıma sonsuz sabrı ve derin mizah anlayışı için değerli hocam Prof. Dr. Abdullah Ruhi SOYLU'ya,

Çalışmanın istatistiksel analiz kısmında verdiği büyük emek ve ayırdığı zaman için Hanife AVCI'ya,

Çalışmama gönüllü olarak destek veren genç meslektaşlarım Fzt. Yusuf Emre CANSU, Fzt. Nail BAKICI, Fzt. Ümit PINARCI, Fzt. Sezer YELMAN, Fzt. Arda ÖTER, Fzt. Emre KESKİN, Fzt. Ömer CENGİZ, Fzt. Berkant ÖZÇELİK, Fzt Ferhat SARIYERLİ'ye,

ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.

ÖZET

Erzincanlı S.T. Sağlıklı Bireylerde El Bileği Proprioseptif Egzersiz Eğitiminin Motor Performans Parametrelerine Etkisinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortopedik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2024. Bu çalışma sağlıklı bireylerde geleneksel üst ekstremité egzersizlerine ek olarak kullanılan proprioseptif egzersiz eğitiminin el bileği eklem pozisyon hissi (gonyometre), önkol kaslarının elektriksel aktivasyon seviyesi (yüzeyel elektromiyografi-EMG), önkol kas kuvveti (dinamometre), reaksiyon zamanı (Nelson El Reaksiyon Testi), ağırlık aktarma toleransı (analog tartı) ve üst ekstremité fonksiyonel performansı (üst ekstremité Y denge testi, ÜEP) üzerindeki etkilerini egzersiz eğitimi öncesinde ve sonrasında inceleme amacı ile gerçekleştirilmiştir. EMG değerlendirmesi el bileği izotonik hareketi, kavrama ve ağırlık aktarma toleransı (AAT) esnasında yapılmıştır. Ayrıca bireylerin çalışmaya uygunluğu için ağrı (Vizüel Analog Skala), hipermobilité (Beighton Hipermobilité Değerlendirmesi) ve fonksiyonel durumları (Q-DASH anketi) sorgulanmıştır. Çalışmaya 18-30 yaş arasında 48 birey dahil edilmiş ve bunların içerisinde 7 birey dışlanmıştır. Bireyler proprioepsiyon (PG) (n=21) ve kontrol (n=20) (KG) olarak iki gruba ayrılmıştır. Her iki gruba haftada 2 gün 10 dakika ısınma periyodu ve 30 dakika süpervize egzersiz eğitimi 6 hafta boyunca uygulanmıştır. Ayrıca bireyler her gün ev egzersizi ile takip edilmiştir. Eğitim sonrasında her iki grupta reaksiyon zamanında (RZ), kas kuvvetinde (KK), AAT’de, ÜEP’de gelişme olduğu ($p<0,05$) kaydedilirken iki grup arasında fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Eklem pozisyon hissinde PG lehine anlamlı gelişme görülmüştür ($p<0,05$). Grupların kas aktivasyon seviyeleri artmıştır ($p<0,05$). Kasların aktivasyon seviyesi yüksekten düşüğe doğru kavrama, AAT ve izotonik hareket şeklinde kaydedilmiştir. EMG analizinde kokontraksiyon oranı en yüksek AAT’de hesaplanmıştır. Sonuç olarak proprioseptif eğitim RZ, KK, AAT, ÜEP’de KG’ye göre ek yarar sağlamamıştır. Proprioseptif eğitimde progresyon izotonik hareket, AAT, kavrama şeklinde olabilir ve stabilizasyon hedefleniyor ise AAT egzersizleri tedavinin etkinliğini artırabilir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, motor performans, proprioepsiyon, el bileği

Bu çalışma Başkent Üniversitesi tarafından desteklenmektedir.

ABSTRACT

Erzincanlı S.T. Investigation of the Effect of Wrist Proprioceptive Exercise Training on Motor Performance Parameters in Healthy Individuals. Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Orthopaedic Physiotherapy and Rehabilitation Program, Master's Thesis, Ankara, 2024. This study was conducted to investigate the effects of proprioceptive exercise training, used in addition to traditional upper extremity exercises, on wrist joint position sense (JPS) (goniometer), electrical activation level of forearm muscles (surface electromyography-EMG), forearm muscle strength (dynamometer), reaction time (Nelson Hand Reaction Test), weight transfer tolerance (analog scale) and upper extremity functional performance (upper extremity Y balance test, UEP) before and after exercise training in healthy individuals. EMG evaluation was performed during isotonic wrist movement (IWM), grip and weight bearing tolerance (WBT). Additionally, pain (Visual Analog Scale), hypermobility (Beighton Hypermobility Assessment) and functional status (Q-DASH) were assessed to determine the suitability of the participants for the study. A total of 48 individuals aged 18-30 were included in the study and 7 of them were excluded. Participants were divided into two groups: proprioception group (PG) (n=21) and control group (CG) (n=20). Both groups received supervised exercise training with 10-minute warm-up period and 30-minute exercise sessions twice a week for 6 weeks. Participants were also followed up with daily home exercises. After training, improvements were observed in reaction time (RT), muscle strength (MS), WBT and UEP in both groups ($p<0.05$), but no differences were found between groups ($p>0.05$). A significant improvement in JPS was observed in favor of PG ($p<0.05$). The training increased activation levels for groups ($p<0.05$). EMG recordings showed the highest to lowest activation levels during grip, WBT and isotonic movement, respectively. In EMG analysis, co-contraction ratio was highest in WBT. In conclusion, proprioceptive training didn't provide additional benefits in RT, MS, WBT and UEP compared to the CG. The progression in proprioceptive training could be IWM, WBT and grip, and if stabilization is targeted, WBT exercises may enhance effectiveness of treatment.

Keywords: Exercise, motor performance, proprioception, wrist

This study is supported by Başkent University.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. El Bileği Anatomisi	5
2.1.1. El Bileği Osteolojisi	5
2.1.2. El Bileği Artrolojisi	7
2.1.3. El Bileği Ligamentleri	8
2.1.4. El Bileği İnervasyonu	12
2.1.5. El Bileği ve El Kasları	13
2.2. El Bileği Kinezyolojisi	14
2.3. El Bileği Biyomekaniği	16
2.4. Proprioepsiyon	16
2.4.1. Tanımı	16
2.4.2. Mekanoreseptörlerin Fonksiyonları	17
2.4.3. Proprioseptif Yolaklar ve Refleks Mekanizmalar	18
2.4.4. İleri-bildirimli ve Geri-bildirimli Mekanizmalar	20
2.4.5. El Bileği Eklem Stabilizasyonu	21
2.4.6. Proprioepsiyonun Sınıflandırılması	22
2.4.7. Proprioepsiyon Değerlendirmesi	25
2.4.8. Proprioseptif Egzersiz Eğitimi	25
2.5. Elektromiyografi (EMG)	31

2.5.1. Elektromiyografik Analiz Temel Donanımı	32
2.5.2. EMG Sinyaline Etki Eden Durumlar	33
2.5.3. Cildin Hazırlanması	34
2.5.4. EMG Sinyal Analizi	35
2.5.5. Elektromiyografik Analiz ve Gürültü	36
2.5.6. EMG Kullanım Alanları	37
3. BİREYLER ve YÖNTEM	40
3.1. Bireyler	40
3.2. Yöntem	42
3.3. Değerlendirme	42
3.3.1. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterlerinin Değerlendirilmesi	43
3.3.2. El Bileği Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi	44
3.3.3. El ve El Bileği Kaslarının Yüzeysel Elektromiyografi (EMG) Ölçümü	45
3.3.4. Reaksiyon Zamanı Değerlendirmesi	51
3.3.5. Manual Kas Kuvveti Ölçümü	52
3.3.6. Kavrama Kuvveti Ölçümü	53
3.3.7. Çimdikleyici Kavrama Kuvveti Ölçümü	54
3.3.8. Ağırlık Aktarma Tolerans Testi	55
3.3.9. Üst Ekstremitte Performansının Değerlendirilmesi (UEYDT)	55
3.3.10. Geleneksel Egzersiz Eğitimi	56
3.4. İstatistiksel Analiz	59
4. BULGULAR	61
4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri ile İlgili Bulgular	61
4.2. Eklem Pozisyon Hissi Bulguları	61
4.3. Elektromiyografik Analiz Bulguları	63
4.3.1. İzotonik Hareket, Kavrama ve Ağırlık Aktarma Sırasında Kas Aktivasyon Seviyesi Bulguları	63
4.3.2. Kavrama ve Ağırlık Aktarma Sırasında El Bileği ve Parmak Kaslarının Kokontraksiyon Oranları	64
4.3.3. Maksimal İstemli İzometrik Kontraksiyon EMG Bulguları	65
4.3.4. İzotonik Hareket Sırasında EMG Bulguları	66

4.3.5. Kavrama Sırasında El Bileği ve Parmak Kaslarının EMG Analizi	
Bulguları	73
4.3.6. Ağırlık Aktarma Sırasında El Bileği ve Parmak Kaslarının EMG Analizi	
Bulguları	77
4.4. Reaksiyon Zamanı Bulguları	79
4.5. Kas Kuvveti Bulguları	79
4.6. Ağırlık Aktarma Tolerans Testinin Bulguları	80
4.7. Y Denge Testinin Bulguları	81
5. TARTIŞMA	82
5.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri	82
5.2. El Bileği Eklem Pozisyon Hissi	83
5.3. Yüzeysel Elektromiyografi Analizi	84
5.4. Reaksiyon Zamanı	91
5.5. Kas Kuvveti Değişkenleri	93
5.6. Ağırlık Aktarma Tolerans Testi	94
5.7. Fonksiyonel Performans	95
5.8. Limitasyonlar	96
5.9. Araştırmanın Klinik Önemi	97
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	99
7. KAYNAKLAR	101
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması İle İlgili Etik Kurul İzni	
EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-3: Değerlendirme Formu	
EK-4: Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (Q-DASH)	
EK-5: Tez Bildiri Kabul Yazıları	
EK-6: Dijital Makbuz	
EK-7: Orijinallik Ekran Çıktısı	
EK-8: Isınma Egzersizleri	
EK-9: Geleneksel ve Proprioseptif Egzersiz Eğitimi	
EK-10: Geleneksel Egzersiz Eğitimi	

9. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

%: Yüzde

°: Derece

AAT: Ağırlık Aktarma Tolerans Testi

APL: Abdüktör Pollisis Longus

DASH: Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi

dk: Dakika

EDK: Ekstansör Digitorum Kommunis

EDM: Ekstansör Digiti Minimi

Eİ: Ekstansör İndisis

EKRL: Ekstansör Karpi Radialis Longus

EKRB: Ekstansör Karpi Radialis Brevis

EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris

EMG: Elektromiyografi

EPB: Ekstansör Pollisis Brevis

EPH: Eklem Pozisyon Hissi

EPL: Ekstansör Pollisis Longus

FDP: Fleksör Digitorum Profundus

FDS: Fleksör Digitorum Süperfisialis

FKR: Fleksör Karpi Radialis

FKU: Fleksör Karpi Ulnaris

FPB: Fleksör Pollisis Brevis

FPL: Fleksör Pollisis Longus

KMK: Karpometakarpal

LTİL: Lunotrikuetral İnterosseoz Ligament

MİİK: Maksimal İstemli İzometrik Kontraksiyon

m: Metre

mV: Milivolt

MKF: Metakarpofalangeal Eklem

OP: Opponens Pollisis

PQ: Pronator Kuadratus

PT: Pronator Teres

SENIAM: Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles

SLİL: Skafolunat İnterosseoz Ligament

sn: Saniye

TFKK: Triangular Fibrokartilaj Kompleks

VAS: Vizüel Analog Skala



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. El Kemikleri.	5
2.2. El Bileği Eklemleri.	7
2.3. El Bileği Ligamentleri.	9
2.4. El Sinirleri.	12
2.5. El ve El Bileği Kasları.	14
2.6. Mekanoreseptörler ve sinirlerin ligamentlerde dağılımı.	22
2.7. Şuurlu Duyu.	23
2.8. Şuuraltı Duyu.	24
2.9. El Bileği Eklem Pozisyon Hissi Egzersizi.	27
2.10. El Bileği İzometrik Egzersizleri.	28
2.11. El Bileği Eklemi Koaktivasyon Egzersizi.	29
2.12. <i>Powerball</i> Egzersizi.	30
2.13. El Bileği Eklemi Destabilizasyon Egzersizi.	30
2.14. El Bileği Refleks Kas Aktivasyon Egzersizi (Tenis raketi/düz zemin ve top).	31
2.15. El Bileği Refleks Kas Aktivasyonu Egzersizi (Osilasyon barı ile ardışık el bileği fleksiyon ve ekstansiyonu).	31
2.16. EMG Ölçüm Gereçleri.	32
2.17. Yüzeyel EMG Kullanım Alanları.	38
3.1. Çalışmanın Akış Şeması.	41
3.2. El bileği eklem pozisyon hissi değerlendirmesi radial – ulnar deviasyon (1) ve fleksiyon – ekstansiyon (2) yönleri.	45
3.3. Parmak ekstansör kasları MİİK kaydı örneği.	46
3.4. MİİK kaydı analiz örneği (İşlenmemiş).	46
3.5. EMG analizi ekipmanları bilgisayar (1), kamera (2), yüzeyel elektrotlar (3), sensör bağlantı parçaları (4), sensörler ve şarj istasyonu (5), modem (6).	47
3.6. EMG yüzeyel elektrotları yerleşimi önkol dorsal yüzü ve volar yüzü.	47
3.7. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında EMG kaydı.	49
3.8. El bileği fleksiyon hareketi sırasında EMG kaydı.	49
3.9. İzotonik hareket EMG kaydı analiz ekranı örneği (İşlenmemiş veri).	49
3.10. Ağırlık aktarma testi sırasında EMG ölçümü.	50
3.11. Ağırlık aktarma EMG kaydı analiz örneği (İşlenmemiş veri).	50
3.12. Kavrama sırasında EMG ölçümü.	51

3.13. Kavrama EMG kaydı analiz örneği (İşlenmemiş).	51
3.14. Nelson El Reaksiyon Testi.	52
3.15. Kavrama Kuvveti Ölçümü.	54
3.16. Pinçmetre.	54
3.17. Ağırlık Aktarma Tolerans Testi.	55
3.18. Üst Ekstremité Y Denge Testi.	56



TABLolar

Tablo	Sayfa
3.1. Beighton Hiper mobilite Değerlendirmesi.	44
3.2. Proprioseptif egzersiz programı.	59
4.1. Egzersiz gruplarının demografik özellikleri (n=41).	61
4.2. Egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası eklem pozisyon hissi hata skorları.	62
4.3.1. El ve el bileği kaslarının üç koşuldaki EMG bulguları (n=41).	63
4.3.2. Kavrama ve ağırlık aktarma sırasında el bileği ve parmak kaslarının kokontraksiyon oranları.	64
4.3.3. Elektromiyografik analiz bulguları maksimal istemli izometrik kontraksiyon.	65
4.3.4.1. Ekstansiyon hareketinin konsantrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.	66
4.3.4.2. Ekstansiyon hareketinin izometrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.	67
4.3.4.3. Ekstansiyon hareketinin eksentrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.	68
4.3.4.4. Fleksiyon hareketinin konsantrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.	70
4.3.4.5. Fleksiyon hareketinin izometrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.	71
4.3.4.6. Fleksiyon hareketinin eksentrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.	72
4.3.5.1. Maksimal kavrama kuvvetinin %25'i için elektromiyografik analiz.	73
4.3.5.2. Maksimal kavrama kuvvetinin %50'si için elektromiyografik analiz.	74
4.3.5.3. Maksimal kavrama kuvvetinin %75'i için elektromiyografik analiz.	75
4.3.5.4. Maksimal kavrama kuvvetinin %100'ü için elektromiyografik analiz.	76
4.3.6. Elektromiyografik analiz ağırlık aktarma tolerans testi.	78
4.4. Reaksiyon zamanının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası sonuçları.	79
4.5. Egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası kas kuvveti sonuçları.	80
4.6. Egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası ağırlık aktarma toleransı sonuçları.	81
4.7. Y Denge Testi'nin egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası sonuçları.	82
5.1. Çalışma Hipotezleri.	97

1. GİRİŞ

Üst ekstremiteler ile ilgili sağlık problemleri modern toplumda majör bir sorundur. Travmaya bağlı olmayan üst ekstremiteler kas-iskelet ağrısının en çok görüldüğü ikinci bölge el, dördüncü bölge ise el bileği eklemidir (1). Bu nedenle, üst ekstremitenin distal komponentlerini içeren egzersiz yaklaşımları fiziksel uygunluğun artırılması ile el ve el bileği kas-iskelet sistemi problemlerinin önlenmesi için önem kazanmaktadır. Nitekim, el ve el bileği problemlerinin neden olduğu kuvvet kaybı, hareket kısıtlılığı, ağrı gibi şikâyetler fonksiyonel yetersizliğe, tıbbi bakım ihtiyacına ve iş gücü kaybına neden olmaktadır (2).

Sağlığın sürdürülmesinde koruyucu rehabilitasyon kapsamında bireylerin motor performansını artırmak amacıyla el ve el bileğini içeren çeşitli egzersiz eğitimlerine yer verilmektedir. El bileği eklemının aktiviteler sırasında açık ve kapalı kinetik zincir paternlerinde düzgün ve dengeli hareketi optimal el becerisi için esastır. Bu nedenle, son yıllarda üst ekstremitenin distal komponentlerinin motor performansını geliştirmek amacıyla uygulanan egzersiz protokollerinde özellikle proprioseptif egzersizler öne çıkmaktadır (3-8). Proprioseptif eğitimin temel amacı el bileğinin sensorimotor fonksiyonunu geliştirerek eklemının kinetik ve kinematik stabilitesini artırmaktır. El bileğine düzgün ve dengeli bir hareket kazandırılması ve el bileği fleksör ve ekstansör kaslarının dinamik kompresyon etkisinin geliştirilmesi ile el bileğinin tüm hareket aralığı boyunca fizyolojik yükleri taşıyabilmesi ve pozisyon ve yönelimde ani değişikliklere uyum gösterebilmesi amaçlanmaktadır (4, 6, 9).

Proprioseptif eğitim bireyin şuurlu ve şuurlu sensorimotor fonksiyonunu geliştirmeyi hedefler. Bu nedenle, rehabilitasyonda proprioseptif eğitim propriosepsiyon duyusunun şuurlu ve şuurlu bileşenlerini kapsamalıdır. Aman ve ark. sistematik derlemesinde proprioseptif eğitimin motor performansı geliştirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Yetmiş makalenin dahil edildiği çalışmalarında sadece yedi çalışmada el ve el bileği propriosepsiyonu ve motor performans parametreleri araştırılmıştır. Bu çalışmalarda çeşitli rehabilitasyon yaklaşımlarının etkinliği eklem pozisyon hissi ve motor performans parametreleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmalarda sıklıkla propriosepsiyon duyusunun şuurlu bileşeninin değerlendirildiği

görülmektedir. Bu çalışmalardan sadece iki araştırmada (Parkinson hastalarında ve lateral epikondiliti olan bireylerde) el bileğine yönelik egzersiz yaklaşımı uygulanmıştır. Bireylerin el bileği kas kuvveti, kavrama kuvveti ve el becerisine yönelik görevlerdeki hata oranı gibi limitli sayıdaki motor performans parametreleri değerlendirilmiştir (10).

Sağlıklı aktif bireylerde fiziksel uygunluğu artırmak amacıyla proprioseptif egzersizler sıklıkla kullanılmaktadır (11-16). Proprioseptif eğitimin sağlıklı bireylerin distal motor performansına etkinliğine yönelik ise sadece bir çalışmaya ulaşılmıştır (17). Hu ve ark. çalışmalarında 12 sağlıklı genç bireyde dirençli eğitim ve proprioseptif eğitimin eklem pozisyon hissini geliştirdiğini ve motor performans parametresi olarak kullandıkları yazma zamanını azalttığını kaydetmişlerdir (17). Motor performansın çok yönlü değerlendirilmesi egzersiz eğitimi programlarının etkisini değerlendirmek için önemlidir. Özellikle hasta bireylerde egzersiz programı planlama ve klinik karar verme süreçlerinde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle hastalardan önce sağlıklı bireylerde uygulanan proprioseptif egzersizlerin üst ekstremitenin distal motor performansına etkisinin çok yönlü değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Proprioseptif egzersizler *American College of Sports Medicine* (ACSM)'in tanımladığı nöromotor egzersiz eğitimi kapsamında yer alır. ACSM kriterlerine göre nöromotor egzersiz eğitimi için etkili bir yoğunluk tanımlanmamıştır. Eğitimin en az 20-30 dk sürmesi gerektiği belirtilmekle birlikte egzersizin optimal bileşenleri (tekrar sayısı, yoğunluk gibi) bilinmemektedir (18). Üst ekstremitenin distal komponenti olan el bileğine yönelik proprioseptif egzersizler genel olarak, el bileğinin hareketine katkısı olan önkol kaslarının izole ve kombine izometrik ve izotonik egzersizlerini ve agonist-antagonist kasların ko-kontraksiyonunu sağlayan egzersizleri içermektedir (3-6). Spesifik eklem açılarında kas kuvvetlendirilmesini sağlayan izometrik egzersizler el bileği ligament yaralanmaları sonrasında en sık kullanılan egzersiz tipidir. Eksentrik egzersizlerin antagonist kaslar üzerindeki etkisinden dolayı propriosepsiyon duygusunu geliştirdiği bildirilmektedir. Agonist antagonist kasların ko-kontraksiyonunu sağlayan reaktif kas aktivasyon egzersizlerinin ise eklem çevresi kasların nöromüsküler refleks paternlerini restore ettiği öne sürülmektedir (3). Bu nedenle, egzersiz eğitiminin şuurlu ve şuurlu propriosepsiyon üzerindeki etkilerini değerlendirmek eğitim hedeflerini gerçekleştirmedeki başarı oranının objektif olarak değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Literatürdeki araştırmalarda proprioepsiyon duyusunun şuurlu bileşenini değerlendirmek amacıyla sıklıkla eklem pozisyon hissi ölçümleri kullanılmaktadır (10).

Proprioepsiyon duyusunun şuuraltı bileşenini değerlendiren bir yöntem bulunmamaktadır. Eklem şuuraltı nöromüsküler kontrolü, ileri bildirimli (*feedforward*) kontrol aracılığı ile eklem çevresindeki kasların aktivasyonunu içermektedir. Dolayısıyla, mekanoreseptörlerin uyarılmasıyla meydana gelen monosinaptik ve polisaptik refleksler el bileğini hareket ettiren önkol kaslarının elektromiyografik aktivitelerinde değişikliğe neden olmaktadır (19, 20). Bu nedenle, hareket sırasında bu kasların elektromiyografik aktivitelerinin latans ve amplitüd değişkenlerinin proprioepsiyon hakkında bilgi vereceği düşünülebilir (20, 21).

Yüzeyel elektromiyografi (EMG) sinyali, son on yılda kas performansını değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel kas aktivitesi hakkında bilgi vermek amacıyla kullanılan yüzeyel EMG (sEMG) ağrısız, iğnesiz ve uygulaması kolay bir yöntemdir. sEMG, normal ve patolojik koşullar altında egzersiz sırasında spesifik motor becerilerden yüksek dinamik kas hareketlerinin değerlendirilmesine kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir. Kas fibril membranlarında fizyolojik değişimler sonucu oluşan, miyoelektriksel sinyalleri geliştiren, kaydeden ve analiz eden deneysel bir teknik olup kasın aktifliğinin derecesi, aktiflik zamanı, ne kadar aktif olduğu ve yorgunluğu hakkında yorum yapma imkânı tanır (5). EMG ile kasın aktifliğini değerlendirirken egzersizin o kasın aktivasyonuna yani ateşlenmesine etkisi incelenir. Dolayısıyla, sEMG analizleri rehabilitasyonda egzersiz seçimi konusunda fikir verir. EMG sinyali içindeki zamanlama özellikleri EMG kullanımının önemli parametreleri arasında yer alır. En sık kullanılan ölçümlerden biri, kasta ateşlenme meydana gelene kadar geçen süre ve başlangıçtan zirve aktivasyon seviyesine ulaşma zamanıdır. Ayrıca, bir hareket sırasında kasların hangi sırayla ateşlenmeye başladığı da analiz edilebilmektedir. Egzersizler sırasında ilgili kasların ne zaman, ne kadar ve hangi şiddette aktive olduğu belirlenerek bu bilgi egzersiz programları oluşturma ve egzersiz progresyonunda kullanılabilir.

Bu çalışma ile primer olarak el bileği proprioseptif egzersiz eğitiminin sağlıklı bireylerde motor performans parametrelerindeki etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmanın sekonder amacı olarak el-el bileği yaralanması olan bireylerin

rehabilitasyon süreçlerinde daha etkili tedavi protokollerinin planlanmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Dolayısıyla egzersizler hastalara verilmeden önce sağlıklı grup üzerinde araştırma yapılması gerekmektedir. Çalışmamızda, motor performans parametreleri kapsamında eklem pozisyon hissi, kas kuvveti, kavrama kuvveti, reaksiyon zamanı, ağırlık aktarma toleransı ve üst ekstremitenin fonksiyonel mobilitesi değerlendirilecektir.

Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

H0: Sağlıklı bireylerde ağırlık aktarma ve kavrama sırasında önkol fleksör kasları ve önkol ekstansör kasları arasındaki kokontraksiyon oranı farklıdır.

H1: Sağlıklı bireylerde önkol kaslarının aktivasyon seviyesi, ağırlık aktarma, kavrama ve izotonik hareket sırasında farklıdır.

H2: Geleneksel egzersizlere ek olarak verilen proprioseptif egzersiz eğitimi motor performans parametrelerini geliştirir.

H3: Geleneksel egzersizlere ek olarak verilen proprioseptif egzersiz eğitimi önkol kas aktivasyon seviyesini artırır.

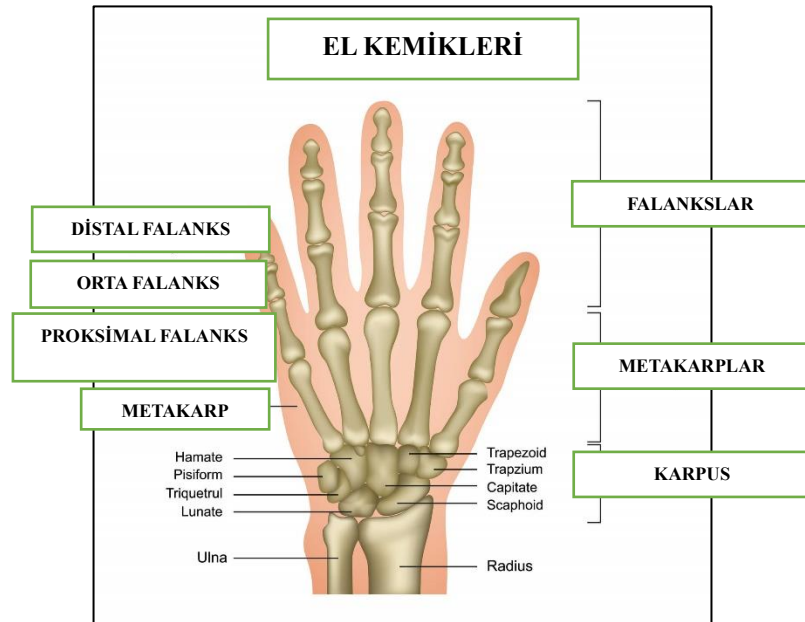
2. GENEL BİLGİLER

2.1. El Bileği Anatomisi

Eli önkola bağlayan kompleks bir eklem olan el bileği eklemi, elin hareketlerinde mobilite ve stabilite sağlamak amacıyla birlikte çalışan kemik, ligament, kas ve eşlik eden diğer yumuşak dokuların birleşiminden oluşur.

2.1.1. El Bileği Osteolojisi

El bileğine yapısal destek sağlayan ve geniş bir eklem hareket açıklığına izin veren el bileği kemikleri iki sıra halinde düzenlenen sekiz karpal kemikten (skafoideum, lunatum, triquetrum, pisiform, trapezoideum, trapezium, kapitatum, hamatum), radius ve ulnanın distal uçlarından ve beş metakarpalin tabanından oluşur (22). Karpal kemikler, önkol kemikleri ve metakarpaller elin fonksiyonlarını destekleyen biyomekanik bir sistem oluşturarak günlük yaşam aktivitelerinin çoğuna katılırlar. Distal karpal sıradaki kemikler güçlü ligamentlerle bağlıdır ve tek bir fonksiyonel ünite gibi davranır. El bileği kemiklerinin ligamentlerle rijit bir şekilde bağlı olması bu kemikler arasındaki hareketleri limitler (23).



Şekil 2.1. El Kemikleri (201).

Radius: Önkol lateralinde yer alan bu kemiğin proksimal ve distal iki ucu ve bir korpusu vardır. Radiusun üst ucunu kaput radii oluşturur. Kaput radiinin üst kısmında kapitulum humeri ile eklem yapan fovea kapitis radii yer alır. Kaput radii altındaki ince kısım olan kollum radiinin alt ve medial kısmındaki çıkıntıya tüberositas radii denir. Radiusun distal ucu üst uca nazaran daha kalın olup bu uçta kaput ulna ile eklem yapan incisura ulnaris ve karpal kemiklerden skafoideum, lunatum ve triquetrum ile eklem yapan karpal artiküler yüzler bulunur (197, 198).

Ulna: Ön kolun medialinde yer alır, iki ucu ve bir korpusu vardır. Proksimal ucunu olekranon; alt ucunu kaput ulna oluşturur ve iç arka tarafında stiloid çıkıntı bulunur (197, 198).

Skafoideum: Proksimal kutup, distal kutup ve gövde olarak 3 parçadan oluşan ve proksimal ve distal karpal sıralar arasında bir köprü görevi gören skafoideum (navikula) el bileğinin stabilizasyonunda önemli bir rol üstlenir. Radius, trapezoideum, trapezium, lunatum ve kapitatum ile eklem yapar (22-24).

Lunatum: Proksimal karpal sıranın merkezinde yer alan lunatum, skafoideum ve triquetrum arasında olup proksimal yüzeyi radius ve üçgenli fibrokartilaj kompleks (TFKK) ile, radial yüzü skafoideum ile ve ulnar yüzü triquetrum ile eklem yapar (22, 25).

Triquetrum: Piramit şeklinde olan triquetrum radial deviasyon sırasında el bileğinin ulnar tarafından palpe edilebilir. Lunatum, pisiform ve hamatum ile eklem yaparken ulna ile arasında TFKK vardır (22).

Pisiform: Sesamoid bir kemik olan pisiform fleksör karpi ulnaris kası için yapışma noktasıdır, triquetrum ile eklem yapar (22, 26).

Trapezium: Başparmak karpometakarpal eklemine bir parçası olan trapezium transvers karpal ligament, fleksör pollicis brevisin (FPB) derin parçası ve opponens pollicis için yapışma noktasıdır. Birinci ve ikinci metakarpal kemikler, skafoideum ve trapezoideum ile eklem yapar (22, 26).

Trapezoideum: Kapitatum ve trapezium arasında bulunan trapezoideum FPB ve addüktör pollicis kasları için yapışma noktasıdır. İkinci metakarpal kemik, skafoideum, trapezium, kapitatum ile eklem yapar (22).

Kapitatum: El bileğinin merkezinde yer alan kapitatum karpal arkın kilit taşı görevi görür. En büyük karpal kemik olan kapitatum triquetrum dışındaki diğer tüm

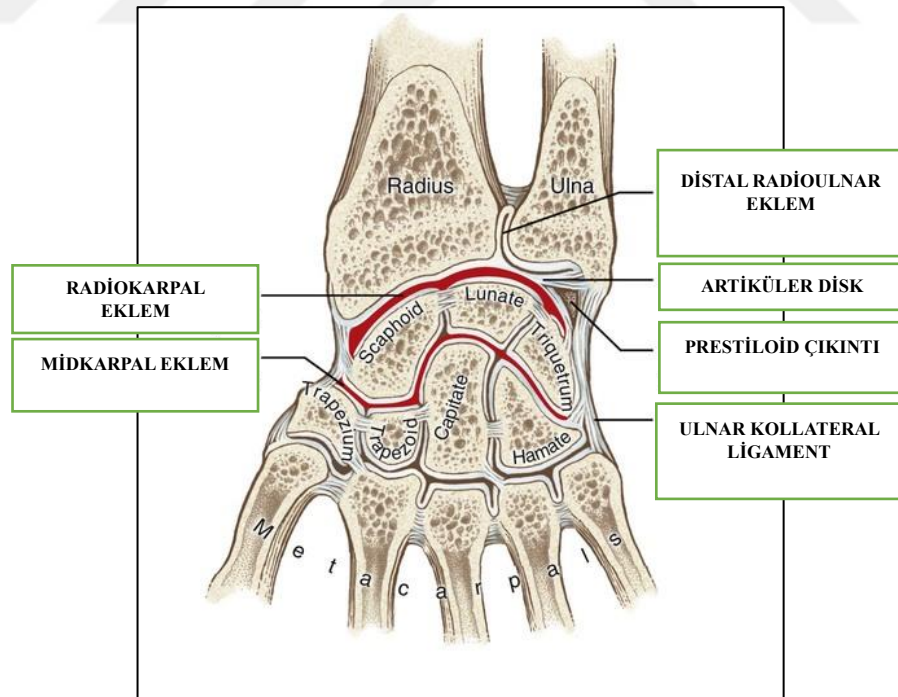
karpal kemiklerle eklem yapar. El bileğinin rotasyon eksenini kapitatunun üzerinden geçer (22, 27).

Hamatum: Piramit şeklinde olan hamatum, fleksör digiti minimi ve opponens digiti minimi kasları için yapışma noktasıdır. Hamatumun kancası ve pisiform, transvers karpal ligament için bağlantı yüzeyini oluşturur. Lunatum, dördüncü ve beşinci metakarpaller, triquetrum ve kapitatum ile eklem yapar (22, 26).

Sesamoid Kemikler: Metakarpal kemikler ve I. interfalangeal eklemden yer alan küçük yuvarlak veya oval şekilli kemikler olan sesamoid kemikler tendonların çekme açılarını değiştiren pulley görevi görür ve kasların etkinliğini artırır (22, 28). Genel olarak her elde beş sesamoid kemik vardır (22).

2.1.2. El Bileği Artrolojisi

Çok eklemlili kompleks bir eklem olan el bileği, önkola göre elin birçok yönde geniş hareket açıklığına izin verir (22, 23). El bileği eklemi elipsoid bir eklem olan radiokarpal eklem olarak bilinir ve önkol kemikleri ile karpal kemikler arasındaki eklemleri kapsar (22).



Şekil 2.2. El Bileği Eklemleri (202).

Radiokarpal Eklem: El bileği eklemi olarak bilinen radiokarpal eklem radiusun distal ucu ile skafoideum ve lunatum arasında yer alan elipsoid tipte sinovyal bir eklemdir. El bileği ve elin günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilmesi için gereken hareket açıklığını sağlayan radiokarpal eklem stabilizasyonu kuvvetli ligamentöz sistem ve eklem kapsülü desteği ile sağlanır. Fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon hareketlerini yapan bu eklemden eklemi koruyan ve çevreleyen eklem kapsülünün iç yüzeyinde çok sayıda palmar ve dorsal ligament yer alır (22).

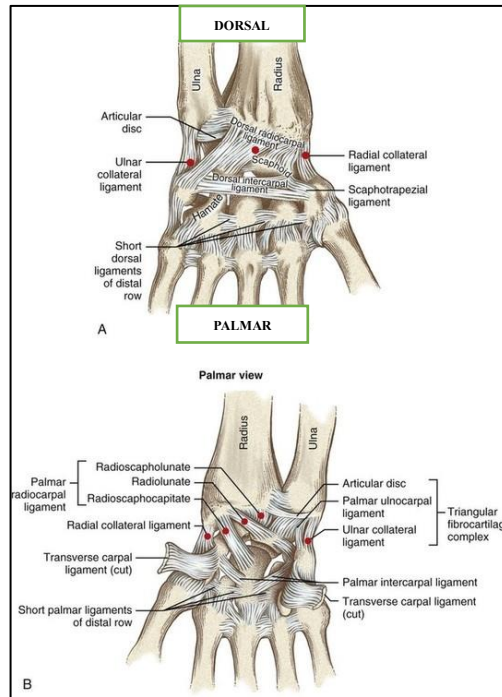
Midkarpal Eklem: El bileğinin günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki birçok harekete adaptasyonuna yardımcı olan midkarpal eklem karpal kemiklerin proksimal ve distal sıraları arasındaki eklemdir. Midkarpal eklem stabilizasyonu ve hareketlerinin kontrolü el bileğinin ekstrinsik ve intrinsik ligamentleri ile sağlanır. Midkarpal eklemi çevreleyen fibröz yapıdaki eklem kapsülü genellikle interkarpal eklemlerin her biri için de eklem boşlukları oluşturur. Radiokarpal eklem ile beraber fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon hareketlerine izin veren midkarpal eklemden eklem yüzeyleri düzensiz olduğu için yük dağılımı eşit değildir (22).

İnterkarpal Eklemler: İnterkarpal eklemler karpal kemiklerin arasındaki eklemler olup el bileğinin mobilitesinde önem teşkil eder. İnterkarpal eklemler, sinovyal eklem olup stabilizasyonu eklem kapsülü ile ekstrinsik ve intrinsik ligamentler tarafından sağlanır (22).

Karpometakarpal Eklemler: Metakarpallerin tabanları ve karpal kemiklerin distal sırası arasındaki karpometakarpal eklemlerin sınırlı hareket genişliği vardır. İkinci ve üçüncü karpometakarpal eklemlerde hareket meydana gelmezken 4. ve 5. eklemlerde minimal hareket meydana gelir (22).

2.1.3. El Bileği Ligamentleri

El bileği ligamentöz yapısı oldukça kompleks olup 33 intra-artiküler ve intra-kapsüler ligamentten oluşur (29). Elin bütün hareketleri süresince karpal kemiklerin hareketini yönlendirme ve kısıtlama noktasında bu ligamentler çok önemli bir rol üstlenir (22, 23).



Şekil 2.3. El Bileği Ligamentleri (203).

Genel olarak el bileğinin palmar ve radial tarafında yer alan ligamentler yoğun kollajen demetlerinden oluşup karpal sıranın stabilizasyonuna katkı sağlamaktayken el bileğinin ulnar ve dorsal ligamentleri sinir ve mekanoreseptörler yönünden zengindir ve el bileği propriosepsiyonunda önemli bir rol oynar (22, 30-32).

El bileği ligamentlerine yönelik çeşitli tanımlamalar ve sınıflandırmalar (ligamentlerin jeneriğine, lokasyonuna, işlevine göre) mevcuttur (22, 23). Taleisnik sınıflandırması yaygın olarak kullanılmaktadır. Taleisnik, el bileği ligamentlerini ekstrinsik ligamentler ve intrinsik ligamentler olarak sınıflandırmıştır (22).

Ekstrinsik Karpal Ligamentler

Karpal kinematiklerde fonksiyonel rolü halen çok az anlaşılmış olan ekstrinsik ligamentöz yapı, radius ve ulnayı karpal kemiklere bağlayan ekstrakapsüler ligamentlerden oluşur (22, 23, 32). Ekstrinsik karpal ligamentler volar radiokarpal, volar ulnokarpal ve dorsal radiokarpal ligamentler olarak üç gruba ayrılır (32). Hem palmar hem de dorsal karpal translasyonu önlemede dorsal ligamentlerden daha önemli olan palmar ligamentler aşırı el bileği ekstansiyonuna karşı koyarken dorsal ligamentler ise aşırı el bileği fleksiyonuna karşı koyar (22).

Dorsal Radiokarpal Ligamentler: Dorsal radiokarpal ligament geniş bir şekilde distal radiusun ulnar dorsal kenarından başlayarak triquetrum ve lunatumun dorsal kutuplarında sonlanır ve ulnokarpal supinasyonu ve karpusun ulnar translasyonunu kısıtlar. Dorsal interkarpal ligament ise triquetrumun dorsal tüberkülünden başlayıp iki bant halinde ilerleyerek proksimal bandı ile skafoideumun distal kutbuna, distal bandı ile triquetruma yapışır ve skafoideum ile lunatumu stabilize ederek dorsal interkale segment instabilitesini önlemeye yardımcı olur (22, 32).

Palmar Radiokarpal Ligamentler: Radioskafokapitat ligament, radioskafolunat ligament, uzun ve kısa radiolunat ligamentlerden oluşur (33-35). Radioskafokapitat ligament, palmar radial karpal ligamentlerin en radialindeki ligament olup radial stiloid çıkıntının palmar yüzeyinden başlar. Skafoideumun gövdesini desteklerken radiokarpal pronasyon ve ulnokarpal translokasyonu kısıtlar (22, 32, 36). Uzun radiolunat ligament ise merkezi palmar radiokarpal ligament olup radioskafokapitat ligamentin ulnarından başlayarak skafolunat interosseöz ligamenti destekleyecek şekilde oblik olarak lunatuma doğru uzanır ve lunatumun ulnar ve distal translasyonunu kısıtlar (32-35). Uzun radiolunat ligamentin hemen ulnarında yer alan radioskafolunat ligament ise yapısal olarak bir ligament olmayıp daha ziyade skafolunat interosseöz membran ile sinir ve damarları içeren bir konnektif doku demetidir (22, 32, 37, 38). Diğer ligamentlerden önemli derecede zayıf olmasına karşın skafolunat artikülasyon için bir mekanoreseptör olarak görev yapar (32). Radioskafolunat ligamentin hemen ulnarında yer alan kısa radiolunat ligament ise distal radiusun palmar yüzeyinden başlayarak lunatumun palmar yüzeyinin proksimal kısmında sonlanır (22, 32).

Ulnokarpal Ligamentler: Ulnokapitat, ulnolunat ve ulnotriquetral olmak üzere üç ligamentten oluşur (22, 39). Ulnokarpal ligamentler içinde en yüzeysel ligament olan ulnokapitat ligament ulna başının fovea bölgesinden başlayarak distale doğru ilerleyip midkarpal eklem boşluğuna çıkar ve radioskafokapitat ligamentin lifleriyle iç içe geçer (22). Ulnolunat ve ulnotriquetral ligamentlerin her ikisi de TFKK'dan köken alıp distale doğru lunatum ve triquetrumun anterior yüzüne uzanır (22, 32).

İntrinsik Ligamentler

İntrinsik ligamentlerin başlangıç ve bitiş noktaları karpus içerisindedir (40). Karpal kemiklerin çoğu direkt olarak komşu kemiklere interosseöz ligamentler

aracılığıyla bağlanır. Karpal kemiklerden lunatum ve kapitatum arasında ise ligamentöz bağlantılar yoktur. İntrinsik ligamentler arasında proksimal karpal sıra kemiklerini bağlayan skafolunat interosseoz ligament (SLIL) ve lunotriquetral interosseoz ligament (LTIL) en önemli intrinsik ligamentlerdir (23). İntrinsik karpal ligamentler, proksimal ve distal interosseoz ligamentler ve midkarpal ligamentlerden oluşur (22).

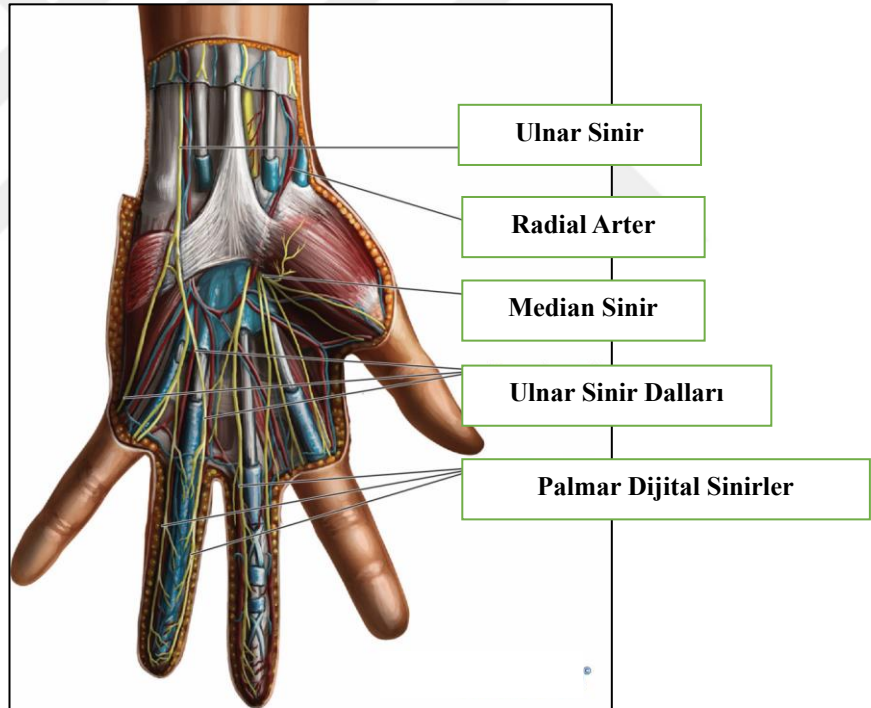
Proksimal İnterosseoz Ligamentler: En fazla hareket özgürlüğü olan ligamentler olup skafolunat ve lunotriquetral interosseoz ligamentlerden oluşur. Bu ligamentler katettikleri eklemlerin dorsal, proksimal ve palmar yönlerini sarar ve histolojik özelliklerinden dolayı dorsal, proksimal ve palmar bölgelere ayrılarak incelenir (22). Mekanik ve proprioseptif fonksiyonları açısından el bileğinde en önemli ligamentlerden biri olan skafolunat interosseoz ligamentin dorsali en kalın bölgesi olup dorsal skafolunat interosseoz ligament skafolunat eklem stabilizasyonunda en etkili ligamenttir (41-43). Skafolunat interosseoz ligamentin palmar lifleri dorsale göre uzun ve ince olup daha fazla hareketliliğe izin verirken proksimali fibrokartilajdan oluşur. Lunatum ve triquetrum arasında yer alan lunotriquetral interosseoz ligamentin palmar bölgesi ligamentin en kalın bölgesi iken dorsal bölgesi palmar bölgeye göre daha incedir. Proksimal bölgesi ise fibrokartilajdan oluşur. Ayrıca pisiforma yapışan pisotriquetral ligament ve FKU tendonunun doğrudan bir uzantısı olan pisohamat ligament de bu grupta yer alır (22). Skafolunat interosseoz ligamentöz kompleks skafolunat eklem birincil stabilizörü iken dorsal radiokarpal ligament, radioskafokapitat ligament, dorsal interkarpal ligament ve skafotrapezial ligament ise eklem ikincil stabilizörleridir (32).

Midkarpal Ligamentler: Skafotrapeziotrapezoid ligament, skafokapitat ligament, trikuetrokapitat ligament ve trikuetrohamat ligamentten oluşur (33, 34). Skafotrapeziotrapezoid ligament, skafoideumun distal kutbunun radial ve ulnar kortekslerinden başlar. Skafokapitat ligament, skafoideumun distal kutbundan başlayıp kapitatumun gövdesinin palmar korteksinde sonlanır (22). Trikuetrokapitat ligament, trikuetrumun distal ve radial köşesinden başlayarak kapitatumun ulnar korteksinde sonlanır. Trikuetrohamat ligament ise trikuetrumun palmar korteksinin distal kenarından başlayarak hamatumun gövdesinin palmar korteksinde sonlanır (33, 34).

Distal İnterosseoz Ligamentler: Trapeziotrapezoid ligament, trapezokapitat ligament ve kapitoamat ligamentten oluşur (33, 34). Bu ligamentlerin her birinin en az bir dorsal ve bir palmar bölgesi vardır. Trapeziotrapezoid ligamentler hemen hemen tüm dorsal ve palmar eklem kenarlarından ilgili kemiklerin korteksleri üzerine uzanmaktayken trapezokapitat ligamentler sadece kapitatunun gövdesine yapışır (22). Kapitoamat ligamentler ise dorsal, palmar ve derin bölgelere sahip olup dorsal ve palmar bölgeleri eklemin distal yarısını kapsar (22, 32).

2.1.4. El Bileği İnervasyonu

El bileği inervasyonu brakial pleksustan köken alan çeşitli sinirlerce sağlanmakta olup elin motor ve duysal inervasyonu median sinir, ulnar sinir ve radial sinir tarafından sağlanır (22).



Şekil 2.4. El Sinirleri (204).

El bileğini ulnar sinir, ulnar sinirin motor dalı, ulnar sinirin dorsal duysal dalı, radial sinir, radial sinirin süperfisiyal duysal dalı, posterior interosseöz sinir, lateral antebrakial kutanöz sinir, medial antebrakial kutanöz sinir, median sinir, anterior interosseöz sinir, median sinirin palmar kutanöz dalı ve median sinirin tenar dalı inerve

eder (22, 44). Literatürdeki birçok çalışma el bileğinin palmar yüzünün ana inervasyonunun anterior interosseöz sinirden ve dorsal yüzünün ana inervasyonunun posterior interosseöz sinirden geldiğini göstermektedir (30, 31, 45-47).

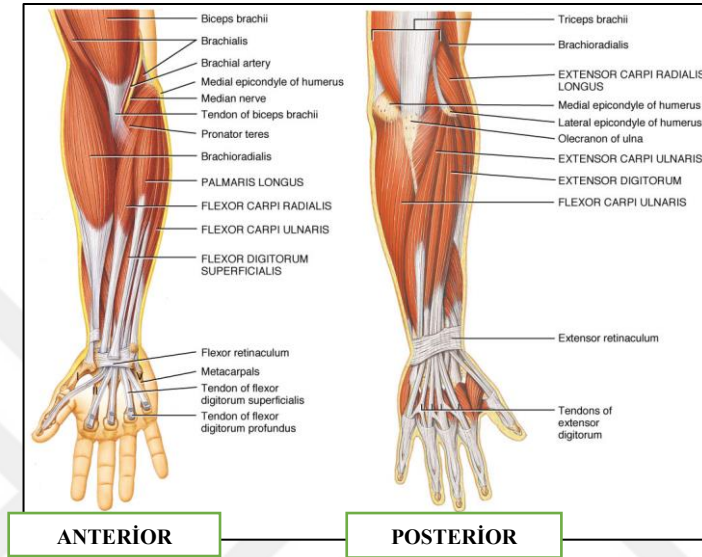
Posterior interosseöz sinir, el bileğinin dorsal yüzünün 2/3 merkezini inerve eden ana sinirdir. Ulnar sinir ise pisiform ve triquetrum arasında eklem medial yüzünü inerve eder. Radial sinirin süperfisiyal duyusal dalı ve lateral antebrakial kutanöz sinir ise distal önkolda el bileğinin radial yüzünü inerve eden çeşitli bağlantılara sahiptir. Radial sinirin süperfisiyal duyusal dalı, radiokarpal eklem proksimal kısmının inervasyonu için radial dorsal kompartmanların zemininden distale doğru devam eden ince dallarla el bileği inervasyonuna katkıda bulunur. Lateral antebrakial kutanöz sinirin küçük dalları radial artere yakın bir şekilde distale doğru inerek skafoideumun dorsal kapsülünün bir kısmını ve skafoideum ve trapezium arasındaki eklemi ve ilk karpometakarpal eklemi inerve eder. Medial antebrakial kutanöz sinir ise ECU tendonunun radial sınırından ilerleyen bir dal verir (44).

2.1.5. El Bileği ve El Kasları

El-el bileği kasları genel olarak ekstrinsik ve intrinsik olmak üzere ikiye ayrılır. Önkoldan başlayıp ele yapışan kaslara ekstrinsik kaslar denir. El bileği ve parmaklara fleksiyon ve ekstansiyon yaptıran kasları içerir (48). El bileği ekstansörleri; ekstansör karpi radialis longus (EKRL), ekstansör karpi radialis brevis (EKRB) ve ekstansör karpi ulnaris (EKU) kaslarını içerir. El bileğine fleksiyon yaptıran kaslar; fleksör karpi radialis (FKR), fleksör karpi ulnaris (FKU) ve palmaris longustur (PL) (49). Ayrıca EKU ve FKU kasları el bileğine ulnar deviasyon; EKRL ve FKR kasları el bileğine radial ekstansiyon yaptırır (22, 23). Parmaklara fleksiyon yaptıran kaslar fleksör digitorum süperfisiyalis (FDS), fleksör digitorum profundus (FDP), fleksör pollicis longus (FPL), fleksör pollicis brevis (FPB) iken parmaklara ekstansiyon yaptıran kaslar ekstansör digitorum communis (EDK), ekstansör indisis proprius (EIP), ekstansör digiti minimi (EDM), ekstansör pollicis longus (EPL) ve ekstansör pollicis brevistir (EPB) (197, 198).

Origo ve insersiyosu elde yer alan kaslara intrinsik kaslar denir. Palmaris brevis kası hariç bu kaslar elin kompartmanlarında bulunur. Tenar kompartman dört intrinsik

başparmak kasının üçünü (Abduktör pollisis brevis, fleksör pollisis brevis, opponens pollisis), hipotenar kompartman ise abduktör digiti minimi, fleksör digiti minimi, opponens digiti minimi kaslarını, merkezi kompartman ise dört lumbrikal kası ve interosseal kasları içerir. Tenar kompartman kasları median sinir ile inerve olmaktadır hipotenar kompartmandaki kaslar da ulnar sinirle inerve olurlar (48).



Şekil 2.5. El ve El Bileği Kasları (205).

2.2. El Bileği Kinezyolojisi

Geniş bir hareket açıklığına sahip kompleks bir eklem olan el bileği ekleminin kinezyolojisi el bileği ekleminin normal ve patolojik durumlardaki hareketlerini içerir. El bileğindeki radiokarpal ve midkarpal eklemlerde fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon hareketleri meydana gelir. Tüm bu hareketlerin kombinasyonu olan hareket ise sirkümdiksiyondur. Elin tüm hareketlerinde karpal kemiklerde de göreceli hareketler olduğundan el bileği hareketlerini anlamak için tek tek karpal kemiklerin hareketlerini anlamak önem taşır (22).

Karpal kemiklerde eklem yüzeylerinin hizalanması ve karpal ligamentlerin kontrolü ile fleksiyon-ekstansiyon, radial-ulnar deviasyon ve pronasyon-supinasyon hareketleri gerçekleşir. El bileği hareketleri sırasında distal karpal sıra tek bir fonksiyonel ünite gibi hareket eder ve proksimal karpal sıraya göre daha rijittir (22). Fonksiyonel bir ünite gibi davranan distal karpal sıra kemikleri aksiyel yüklenme altında pronasyona rotasyon eğilimi gösterir, skafoideum fleksiyona giderken

triquetrum ekstansiyona gider (24). Distal karpal sıra kemikleri ve metakarpaların tabanları arasındaki ligamentöz bağlantılar ve artiküler yüzeylerden dolayı bu fonksiyonel ünite metakarpaları da içerir. Üçüncü metakarp fleksiyonu ya da ekstansiyonu durumunda distal karpal sıra da benzer şekilde hareket eder (23).

Proksimal karpal sıra kemikleri el bileği fleksiyonu sırasında fleksiyona giderken ekstansiyon sırasında ekstansiyona gider. El bileği ekstansiyonunda skafoideum supinasyon eğilimi gösterirken lunatum pronasyon eğilimi gösterir ve bunun tam tersi de fleksiyon sırasında meydana gelir. Proksimal karpal sıra, distal karpal sıra ve radius arasında interkale segment olarak tanımlanır. El bileğini hareket ettiren kasların hiçbirisi proksimal karpal sıra üzerinde sonlanmayıp tüm tendonlar distal karpal sıra üzerinde sonlanır. Dolayısıyla proksimal karpal sıranın hareketi tamamen çevreleyen artikülasyonlardan kaynaklanan mekanik kuvvetlere bağımlı olmakla birlikte herhangi bir düzlemdeki el bileği hareketi distal karpal sırada başlatılır (23). Karpal kemikler arasında el bileği fleksiyonunda triquetrumun, el bileği ekstansiyonunda ise skafoideumun en hareketli kemikler olduğu saptanmıştır (49).

El bileği fleksiyonu proksimal sıranın fleksiyonu ve distal sıranın fleksiyonunun kombinasyonu iken el bileği ekstansiyonu proksimal sıranın ve distal sıranın ekstansiyonunun kombinasyonudur. El bileğinin radial deviasyonu ise frontal düzlemde her iki sıranın da radial deviasyonunun kombinasyonudur. Proksimal sıranın fleksiyonu ve distal sıranın ekstansiyonu aynı anda gerçekleşir. El bileğinin ulnar deviasyonu ise frontal düzlemde her iki sıranın ulnar deviasyonunun kombinasyonu olup proksimal karpal sıranın ekstansiyonunu ve distal karpal sıranın fleksiyonunu içerir (25).

Skapulohumeral ritme benzer şekilde el bileği ritmi olan el bileği ekleminde fleksiyon hareketinin artrokinematiği ekstansiyon hareketine benzemekle birlikte radial ve ulnar deviasyon sırasında proksimal karpal sıra ile distal karpal sıra farklı rotasyon paternlerine sahiptir (22). Genel olarak el bileği iki hareket açıklığına sahip olup bunlar fleksiyon-ekstansiyon eksenini ve radial-ulnar deviasyon eksenini şeklinde açıklanabilir. Günlük yaşam aktiviteleri için elin fonksiyonel hareket arkı 5° – 10° ve 30° – 35° fleksiyon-ekstansiyon ile 10° – 15° radial-ulnar deviasyonu içerir. Günlük yaşam aktiviteleri sırasında el bileği hareketleri radial deviasyon ve ekstansiyondan ulnar deviasyon ve fleksiyona doğru olan dart ekseninde gerçekleştirilir (23).

2.3. El Bileği Biyomekaniği

Karpal biyomekanik karpal kemiklerin ve ligamentlerin morfolojisi arasındaki etkileşimlere bağlıdır. Karpal kemiklerin hareketi oldukça kompleks olup 3 boyutta meydana gelir (23, 50). Birçok el bileği problemi ise interkarpal hareketin değişmesiyle oluşur (51). El bileği yaralanmaları ve dejeneratif değişimleri anlayabilmek ve tedavi edebilmek için de karpal biyomekaniğin doğru anlaşılması önem arz eder (23, 50).

Yük aktarımı normal eklem biyomekaniklerini anlama ve bazı patogenezi açıklama konusunda öncelik taşır (23). Nötral el bileği pozisyonunda ve nötral önkol rotasyonunda yükün yaklaşık olarak %80'i radiokarpal eklemden, %20'si ise ulnokarpal eklemden aktarılır. Radiokarpal eklemden yükün yaklaşık %45'i radioskafoid eklemden ve %35'i radiolunat eklemden aktarılmaktadır. Midkarpal eklemler arasında ise skafotrapeziotrapezoid eklem %31, skafokapitat eklem %19, lunokapitat eklem %29 ve triquetrohmat eklem %21 oranlarında yük aktarımına katkı sağlar. Basınç hassasiyeti olan filmler kullanılarak el bileği kemikleri ve radius arasında temas alanları araştırılmış olup radiokarpal eklemden radioskafoid, radiolunat ve ulnolunat olmak üzere 3 farklı temas bölgesi tanımlanmıştır (23, 52). Yük çalışmaları ile tutarlı olarak artmış basınç bölgelerinin dejeneratif değişiklikler ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur (36).

2.4. Proprioepsiyon

2.4.1. Tanımı

Proprioepsiyon, eklemlerin pozisyonunu, hareketini ve oryantasyonunu algılayabilme becerisi olup eklem homeostazının sağlanmasına yardımcı olan motor kontrol ve koordinasyonun önemli bir göstergesidir (3, 53). Eklem homeostazı, organizmanın iç çevresini eksternal kuvvetlerden kaynaklanan pertürbasyonlara karşı kontrol etmesi ve sürekliliğini sağlaması ile oluşan dinamik bir süreçtir (54). Altıncı duyu olarak kabul edilen proprioepsiyon eklem pozisyonu, eklem hareketi, kas kuvveti ve vücut kontrolü ile ilgili bilgiyi beyne iletmek için eklemlerden, kaslardan, ligamentlerden ve ciltten gelen duyu bilgileri kullanır (55).

Propriosepsiyon, el bileği ekleminde özellikle yaralanmaların önlenmesinde etkili olan ve optimal pozisyonun sürdürülmesinde görev alan en önemli mekanizmalardan biridir (56). Proprioepsiyon duyusu, hareket sırasında eklem stabilizasyonu sağlanmasına yardımcı olarak hedefe yönelik hareketlerin kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar (57). Dolayısıyla, proprioepsiyon, statik ve dinamik süreçleri kapsayan bir duyudur. Statik proprioepsiyon, görsel girdi olmaksızın denge ve uzaysal farkındalık ile pozisyonu algılamayı sağlar. Dinamik proprioepsiyon ise eklem hareketi ile ilgili bilgi sağlayıp yürüme, koşma, kavrama gibi koordine hareketlerin yapılmasını kolaylaştırır (58).

2.4.2. Mekanoreseptörlerin Fonksiyonları

Bir eklemde proprioseptif fonksiyonunda eklem ligamentleri ve eklem kapsülünde basınç, hareket ve hıza yanıt veren mekanoreseptörler rol alır (3). El bileği eklemi mekanoreseptörler yönünden zengin bir eklemdir (30, 31, 44, 59, 60). Mekanoreseptörler, proprioepsiyonun iki bileşenini oluşturan şuurlu ve şuursuz proprioepsiyonda görevlidir. Eklem mekanoreseptörleri Ruffini sonlanmaları, Pacini korpüskülü ve Golgi benzeri reseptörlerden oluşur (3). Mekanoreseptörlerin tipi, lokalizasyonu ve dağılımı bu yapıların proprioepsiyona katkısının anlaşılmasında önemlidir. Mekanoreseptörlerin vücuttaki dağılımı çeşitlidir. Genç bir bireyde ciltte 270.000'in üzerinde mekanoreseptör var iken bu reseptörlerin %15'i avuç içlerinde bulunmakla birlikte büyük çoğunluğu parmak uçlarında yer almaktadır. Parmak uçlarındaki reseptör dağılımı reseptörlerin kavrama ve dokunsal diskriminasyondaki önemlerini gösterir (55). Eklemdeki mekanoreseptörlerden gelen afferent bilgi hızlı ve yavaş olmak üzere iki yolak ile spinal kordun dorsal boynuzuna iletilir. Afferent bilginin dorsalden anterior boynuza monosinaptik geçişini sağlayan hızlı yolak eklem çevresindeki kasların hızlı kontrolünü sağlar. Yavaş yolak ile afferent bilgi spinal kordun dorsolateral ve spinoserebellar yolları ile supraspinal merkezlere taşınarak lokal ya da segmental polisinaptik reflekslerle sonuçlanır. Bazı afferent bilgiler serebelluma iletilir. Serebellum, somatoduyu ve proprioepsiyonun kompleks entegrasyonunun primer bölgesidir. Bu mekanizmalar eklemde şuursuz nöromusküler kontrolünü sağlar. Kortikal işleme süreci ise şuurlu proprioepsiyonda rol oynar.

Afferent bilgiler, premotor korteks, primer motor korteks ve sensoriyal kortekslere iletilerek eklem hareketinin şuurulu kontrolü sağlanır (3).

Ruffini sonlanmaları ligamentte aksiyel yüklenme ve gerilme streslerine reaksiyon göstermekteyken, dikey kompresif eklem kuvvetlerine reaksiyon göstermez (3). Ruffini sonlanmaları el bileği ligamentlerinde baskın mekanoreseptör tipi olup eklem pozisyonunun, rotasyonunun ve hareketlerinin algılanmasında görev alan primer reseptördür (30, 31). Pacini korpüskülleri daha çok kapsül yüzeyinin kompresyonu ya da hidrostatik basıncın artışı gibi eksternal uyarıların oluşturduğu kompresyon kuvveti ile aktive olur (61). Pacini korpüsküllerinin el bileği eklemi ligamentlerinde az miktarda bulunması eklemin nöromusküler stabilizasyonunda çok etkili olmadıklarını gösterir (3). Bu reseptörler akselerasyon ve deselerasyon hakkında bilgi verir (53). Golgi benzeri sonlanmalar (Golgi tendon organı) ise miyotendinöz bağlantılarda bulunur ve aşırı eklem hareketleri sırasında uyarılır (3). Golgi benzeri sonlanmalar el bileği ligamentleri arasında dorsal radiokarpal ve dorsal interkarpal ligamentlerde bulunur (30, 31). Golgi benzeri sonlanmaların bu ligamentlerde bulunması bu reseptörlerin eklem hareketinin son noktalarında ligamentteki gerilim stresini izlediklerini gösterir (3).

2.4.3. Proprioseptif Yolaklar ve Refleks Mekanizmalar

Refleks ark, impuls beyne ulaşmadan önce impuls üzerinde eyleme geçen nöral yolları kapsayan temel ünitedir. Refleks arkın duyuşal nöronlarının spinal kordda sinaps yapması uyarana hızlı yanıt verilmesini sağlar (200). Tüm mekanoreseptörler uyarıldıklarında spinal kordun dorsal boynuzuna afferent girdi iletir. Afferent girdi spinal kord içerisinde iki yoldan birine yönelir. Hızlı yolak bilginin dorsal boynuzdan anterior boynuza monosinaptik geçişi olup eklem çevresindeki kasların hızlı kontrolünü sağlar (3). Bu refleks arklar hareket kontrolünde önemli bir rol oynar (62). İkincil yolakta ise afferent bilgi supraspinal merkezlere spinal kordun dorsolateral ve spinoserebellar yolları boyunca iletilir ve lokal/segmental polisinyaptik refleksler meydana gelir. Bazı bilgiler ise serebelluma iletilir (3).

Serebellum hareketlerin koordinasyonu ve planlanmasından sorumludur (3). Serebelluma gelen lifler kas içciklerinden, golgi tendon organından ve vestibüler sistemden uyarıları taşır (53). Serebellum refleksler ve şuuraltı duyu için primer

bölgedir. Bilgi pre/primer motor ve duysal kortekslere iletildiğinde eklem hareketinin şuurulu kontrolü sağlanır (3). Primer olarak kas içciklerinden ve sekonder olarak kutanöz reseptörler ile eklem reseptörlerinden gelen afferent bilgiler kinestezi ve eklem pozisyon hissi (EPH) olarak şuurulu temsil edilir (3, 63). Hiyerarşinin en üst seviyesinde somatosensöriyel alan ve motor alanları içeren serebral korteks yer alır. Motor korteksin piramidal nöronları direkt veya indirekt olarak medulla anterior boynuzundaki motor nöronlara projekte olur. Bu şekilde istemli motor fonksiyon başlar. Ekstrapiramidal yollar ise kas tonusuna, hareket ve postür regülasyonuna katılan talamus, bazal nükleus, red nükleus ve pontin nükleusa projekte olan yollardır (62).

Monosinaptik refleks, en basit ve en hızlı olan spinal reflekstir (3). Afferent girdiler Ia afferent lifleri aracılığıyla dorsal boynuza gelir ve anterior boynuza iletilerek ilgili kasın alfa motor nöronu uyarılır. Bu refleks ark hızlı bir şekilde kas kontrolü sağlamaya yardım eder (3, 64). H-refleksi (64) ve germe refleksi gibi refleksler monosinaptik özellik gösterir (62). Polisinaptik germe refleksinde ise spinal kord gri maddede internöronlarla sinaps yapan tek bir duysal uyarın birçok kasın kontraksiyon veya inhibisyonuna neden olur (199). Çoğunlukla inhibitör özellik gösterir (62).

Freeman ve Wyke'nın teorisine göre polisinaptik refleks ark ligament ve kapsülde yer alan mekanoreseptörlerden köken alır. Bu ark, gama motor nöronlar aracılığıyla eklem çevresindeki kasların aktivitesini etkileyerek dinlenme ve hareket esnasında eklem stabilizasyonunun sürdürülmesi için kas tonusunu koordine eder. Ligamentöz reseptörlerden açığa çıkan eksitatuvar ve inhibitör refleks arklar kasların aktivitesini modüle eder. Ligament ve kaslar arasındaki bu etkileşim (ligamento-müsküler refleks) eklemi aşırı yüklenme ve olası yaralanmalardan korur. Ligamento-müsküler refleksler eklem stabilizasyonu sağlayan kaslarda kontraksiyona neden olur veya eklem stabilizasyonunu bozan kasların aktivitesini inhibe ederek eklem stabilizasyonunun sürdürülmesini sağlar (55).

El bileği ligamentlerindeki mekanoreseptörlerin uyarılması sonucu ligamento-müsküler refleksler meydana gelir. El bileği ligamentleri sensorimotor sisteme proprioseptif bilgi sağlarken el-el bileği kasları da dinamik el bileği stabilizasyonu sağlar (65). Mekanoreseptörlerden gelen afferent girdiler spinal kordun dorsal

boynuzuna iletilerek spinal monosinaptik ve polisaptik reflekslere neden olur (3). Hızlı kassal yanıt gerektiren durumlarda ligamentleri korumak amacıyla monosinaptik refleks meydana gelir (58). Bu refleksif yanıt istemli hareketlerden daha hızlı olup koruyucudur ve eklem şuuraltı nöromusküler kontrolünde rol oynar (58). Yani şuuraltı proprioepsiyon hızlı ve monosinaptik bir refleks aktivitedir, refleks kas aktivasyonu ölçümü gerektirir. Hagert ve ark. dorsal skafolunat interosseöz ligamentin elektrik stimülasyonu ile uyarılması sonucu el bileği kaslarında aktivasyon olduğunu dolayısıyla ligamento-musküler reflekslerin varlığını kanıtlamıştır (20).

Ligamento-musküler reflekslerin temel görevi eklemi korumak, ligamentlerin ileri hasarını önlemektir. Ligamentlerde aşırı gerilim olduğunda mekanoreseptörler spinal ve supraspinal merkezlere uyarı göndererek ligament hasarını önlemek için eklem çevresindeki spesifik kasların kasılmasını veya inhibe olmasını sağlar (65).

Koruyucu refleksler dışında resiprokal inhibisyon ve rekürrent inhibisyon da istemli hareketin kontrolünde önemli olan mekanizmalardır. Resiprokal inhibisyon, istemli hareket sırasında antagonist kasların inhibisyonunun düzenlenmesini Ia ve Ib inhibitör internöronlar aracılığıyla sağlar (3). İstemli hareketlerde antagonist kasın inhibisyonu hareketin hız ve verimini artırır (66). İstemli el bileği fleksiyonu sırasında el bileği ekstansör kaslarının inhibisyonu resiprokal inhibisyona örnek verilebilir (3). Rekürrent inhibisyonda primer olarak alfa motor nöronların tekrarlı ateşlenmesinin kontrolünde özelleşmiş internöronlar olan Renshaw hücreleri görev alır (3, 66). Bu mekanizma sinerjistik motor nöronların inhibisyonu ile sonuçlanırken antagonistik kasta inhibisyon meydana gelmez (67). Motor nöronlar Renshaw hücrelerini uyarır ve Renshaw hücrelerinin bir dalı ana motor nörona geri dönerek sinaps yapar (66). Renshaw hücreleri aynı zamanda gama motor nöronlar, resiprokal Ia inhibitör ara nöronlar, traktus spinoserebellaris anteriorun köken aldığı nöronlar ve diğer Renshaw hücreleriyle de etkileşimdedir (66, 67).

2.4.4. İleri-bildirimli ve Geri-bildirimli Mekanizmalar

Vücut sistemlerinin homeostazı geri bildirim ve ileri bildirim sistemleri olarak iki farklı kontrol sistemi ile düzenlenir. Geri bildirim mekanizması büyük oranda algılanan uyarı ile ilgili önceki deneyimler tarafından şekillendirilir (54). Bu sisteme örnek olarak eklem instabilitesi durumunda eklem çevresi kasların uyarılması ile

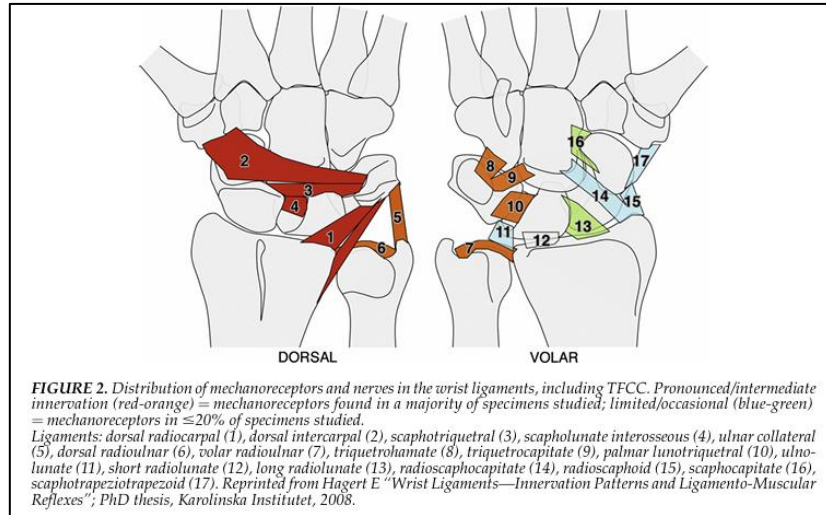
eklem stabilizasyonunun artırılması verilebilir (53). Geri bildirimli inhibisyon hareketin sonlandırılmasında ve hareketin kuvveti ile hızının kontrolünde önemlidir. Bu inhibisyon mekanizması hareket eden ekstremitenin afferentleri tarafından aktive edilerek hareketin devamı için gereken reflekslerin modülasyonunu içerir (68). Ancak geri bildirim mekanizmaları yaralanma mekanizmalarına göre daha uzun sürede meydana gelir. Latens zamanı uzun olduğu için eklemler daha çok ileri bildirim mekanizması ile korunur (53).

İleri bildirim mekanizması, yaralanma mekanizması ve geri bildirim mekanizması arasındaki zamanda eklemın korunması için devreye giren koruyucu bir mekanizmadır (53). İleri bildirimli mekanizma, kortikal merkez tarafından bir refleksin modülasyonu olarak efferent komutların özelleştirilmesinde kullanılır (3, 69). Bu mekanizmaya göre birey vücut pozisyonu ile ilgili o pozisyona gelmeden önce merkezileştirilmiş bir bilgiye sahiptir. Proprioseptif egzersizlerin bu beceriyi geliştirerek yaralanma sonrası etkilenen sağlıklı motor paternlerin tekrar üretilmesi amacıyla ileri bildirim mekanizması üzerinde etkin olması hedeflenir (53).

2.4.5. El Bileği Eklem Stabilizasyonu

Eklem stabilitesi; kemikler, eklem kapsülleri, ligamentler, kaslar, tendonlar ve duyuşal reseptörler arasında etkileşimle sağlanır (70). Eklem stabilizasyonunun statik komponentleri ligamentler, eklem kapsülü, kartilaj ve kemik geometrisinden oluşur. Stabilizasyonun dinamik komponentleri ise eklem çevresindeki kasları ve bu kasların geri bildirim ve ileri bildirim kontrolünü içerir (54, 70). Fonksiyonel eklem stabilitesi, statik ve dinamik komponentlerin birbirini tamamlayıcı etkileşimi ile sağlanır (70).

El bileğinin statik stabilizasyonunda rol oynayan dorsal triquetral ligamentler yoğun inervasyona sahipken yoğun kollajen liflerden oluşan radial ve volar ligamentlerin inervasyonu ya çok azdır ya da hiç yoktur. Dolayısıyla el bileği eklemının stabilizasyonunda ligamentlerin farklı rolleri vardır. Radial taraf ligamentler, yoğun kollajen lifler içerdiğinden el bileğinin aksiyel yüklere karşı koymasını sağlar. Dorsalde triquetruma yapışan ligamentler ise zengin inervasyona sahip olduğundan sensorimotor kontrolde görevlidir (3). Bu durum, el bileği ulnar taraf problemlerinin daha çok ağrıya neden olmasını açıklamaktadır (58).



Şekil 2.6. Mekanoreseptörler ve sinirlerin ligamentlerde dağılımı.

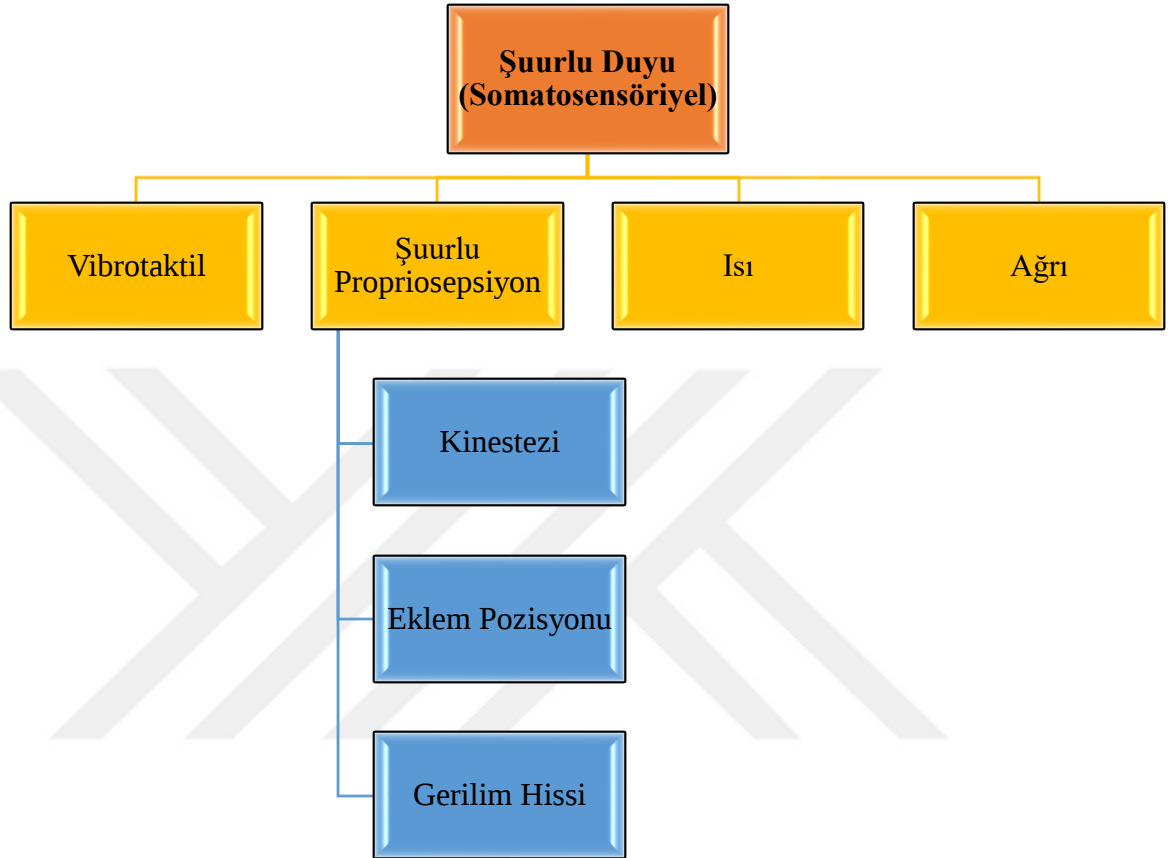
Kırmızı ve turuncu en yoğun, mavi ve yeşil daha az yoğun. (1) dorsal radiokarpal ligament, (2) dorsal interkarpal ligament, (3) skafotriquetral ligament, (4) skafolunat interosseoos ligament, (5) ulnar kollateral, (6) dorsal radioulunar, (7) volar radioulunar, (8) triquetrohamat, (9) triquetrokapatit, (10) palmar lunotriquetral, (11) ulnolunat, (12) kısa radiolunat, (13) uzun radiolunat, (14) radioskafokapatit, (15) radioskafoid, (16) skafokapatit, (17) skafotrapeziotrapezoid ligament (206).

El bileğinin fonksiyonel hareketi olan dart atma hareketinde sadece skafotrapeziotrapezoid ve skafokapatit ligamentler rehberlik eder (71). Bu iki ligamentin mekanoreseptör içeriği rölatif olarak daha az olduğu için el bileğinin fonksiyonel hareketinde mekanik olarak önemlidir ve eksternal yüklere karşı motor yanıt oluşturmada primer fonksiyon gösteremez (30, 71). Tam tersi olarak dart atma hareketinin son noktalarını algılayan palmar triquetrohamokapatit ligamentöz kompleks ve dorsal interkarpal ligament ise yoğun reseptör içerdiğinden el bileği ekleminde geri bildirim mekanizmasının sürdürülmesinde duyuusal yönden önemli yapılarıdır (71).

2.4.6. Proprioepsiyonun Sınıflandırılması

İnsan proprioepsiyonuna kinestezi, eklem pozisyon hissi (EPH) ve nöromüsküler kontrol olmak üzere 3 önemli duyu katkı sağlar. Kinestezi ve eklem pozisyon hissi kortikal merkezler tarafından şuurlu olarak kontrol edilirken nöromüsküler kontrol primer olarak spinal ve serebellar seviyede eklem şuuraltı refleks kontrolü ile gerçekleşir. Şuurlu proprioepsiyon, primer olarak kas içicikleri ve

kutanöz reseptörlerden gelen afferent bilgiden etkilenmekteyken şuuraltı proprioepsiyon intra-artiküler sinir sonlanmalarından gelen bilgilerden de etkilenir (3).



Şekil 2.7. Şuurlu Duyu (53).

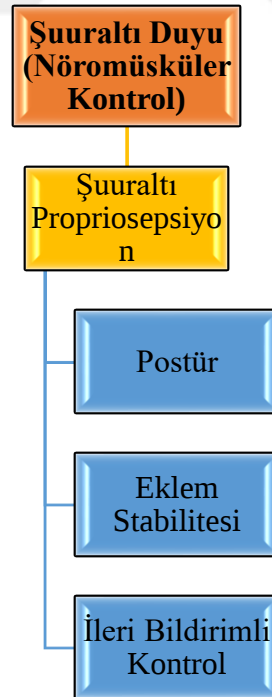
Şuurlu Proprioepsiyon

Şuurlu proprioepsiyon, vücudun farklı kısımlarının birbiriyle ilişkili pozisyonunun algılanmasını sağlar. Tendon, fasya ve eklem kapsülünde bulunan mekanoreseptörlerden gelen afferent uyarılar ilgili yolaklar ile primer somatik kortekse projekte olur (53). Şuurlu proprioepsiyon kinestezi, eklem pozisyon hissi ve gerilim hissini kapsar. Kinestezi bir eklem ya da uzvun hareketini hissedebilme becerisidir. Kinesteziden sorumlu primer yapılar kas içcikleridir (3, 72, 73). Parmak kasları parmak eklemlerinden uzak yerleşimli olduğu için parmak eklemlerinin kinestezi duyusundan primer olarak cilt reseptörleri sorumludur (3, 55).

Eklem pozisyon hissi, sensorimotor kontrol sisteminin önemli bir parçası olup kişinin hiçbir ipucu olmaksızın kendi eklemlerinin pozisyon ve hareketini algılayabilme becerisidir (74). Eklem pozisyon hissini ekstremitenin destekli veya desteksiz pozisyonlarında eklemi kateden kaslarda yer alan kas içiği primer sonlanmalarından gelen bilgi etkiler (75, 76). Bu duyu, merkezi işleme ve yorumlanması bakımından kinesteziden ayrılır (3, 77).

Şuurlu Proprioepsiyon (Nöromüsküler Kontrol)

Şuurlu proprioepsiyon postür, eklem stabilizasyonu ve dengenin kontrolünü sağlarken eklem üzerinde koruyucu fonksiyonu olan ileri bildirim mekanizmasını da kapsar (3, 53, 78). Şuurlu proprioepsiyon duyusunun afferentleri kortekse ulaşmaz (53). Nöromüsküler kontrol, eklem hareketini planlama, öngörme ve gerçekleştirme için serebellumdaki etkileşimlerle beraber eklem hareketinin hızlı kontrolünü sağlayan spinal reflekslerden etkilenir (3). Nöromüsküler kontrol, hareket sırasında eklem stabilizasyonunun sürdürülmesine yardımcı olduğundan dinamik stabilizasyonda önemli rol oynar (58).



Şekil 2.8. Şuurlu Duyu (53).

2.4.7. Proprioepsiyon Değerlendirmesi

El bileği proprioepsiyon değerlendirmesinde altın standart bir test veya araç yoktur. Kinestezi ve EPH'yi değerlendirmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (79-84). Kinestezi eklem açısındaki en küçük değişimi algılama becerisini ölçerken (3, 56), EPH eklem açısının gonyometrik ölçüm ile yeniden üretilme becerisini ölçer (85).

Eklem pozisyon hissini değerlendirmek amacıyla Revize *Nottingham* Duyusal Değerlendirmesi (86) veya *Rivermead* Somatosensöriyel Performans Değerlendirmesi de kullanılmaktadır (87). Başka bir yaklaşım ise robotik pozisyon eşleştirmesidir. Bu testte kişi sürekli pasif hareket boyunca spesifik bir pozisyona ulaşıldığında geri bildirimde bulunur (88-90). Diğer yöntemler arasında Başparmak Lokalizasyon Testi (91), *Fugl-Meyer* Değerlendirmesi Sensoriyel Altölçeği (92, 93) yer almaktadır. Bu değerlendirmeler sırasında kişinin görme duyusu maskelenir (94). Carey ve ark. tarafından geliştirilen ve geçerliliği olan 'El Bileği EPH Testi' ise klinik ortamında el bileği proprioepsiyonunun kantitatif değerlendirmesi için kullanılabilir (80, 93).

Aktif el bileği eklem pozisyon hissini ölçmek için de farklı yöntemler kullanılmaktadır (95). El bileği aktif eklem pozisyon hissi ölçümünde kullanılan gonyometre ve inklinometre yöntemlerinin geçerlilik ve güvenilirliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada gonyometrenin aktif eklem pozisyon hissi değerlendirmelerinde göreceli olarak daha geçerli bir yöntem olduğu bulunmuştur (56). Eklem hareketinin derecesi ve hızını yeterli oranda kontrol edebilmek için *Biodex* Dinamometre (*Biodex Medical Systems Inc., Shirley, NY*) ve *Upper Limb Exerciser* (*Biometrics Ltd, Ladysmith, VA*) gibi profesyonel eğitim cihazlarının kullanımı da önerilmektedir (3).

2.4.8. Proprioseptif Egzersiz Eğitimi

Distal üst ekstremité yaralanmalarının uzun vadede önemli fonksiyonel kısıtlamalara yol açabileceği iyi bilinmektedir. Son çalışmalar ayrıca yaralanma sonrasında el bileğinin sensorimotor fonksiyonunun da bozulduğunu göstermektedir (96-98). Sensorimotor kontrol kas-iskelet sistemi rehabilitasyonunda yeni bir kavram değildir. Ancak Hagert'in (2010) el bileği ile ilgili derlemesi duyu-motor kontrolünün

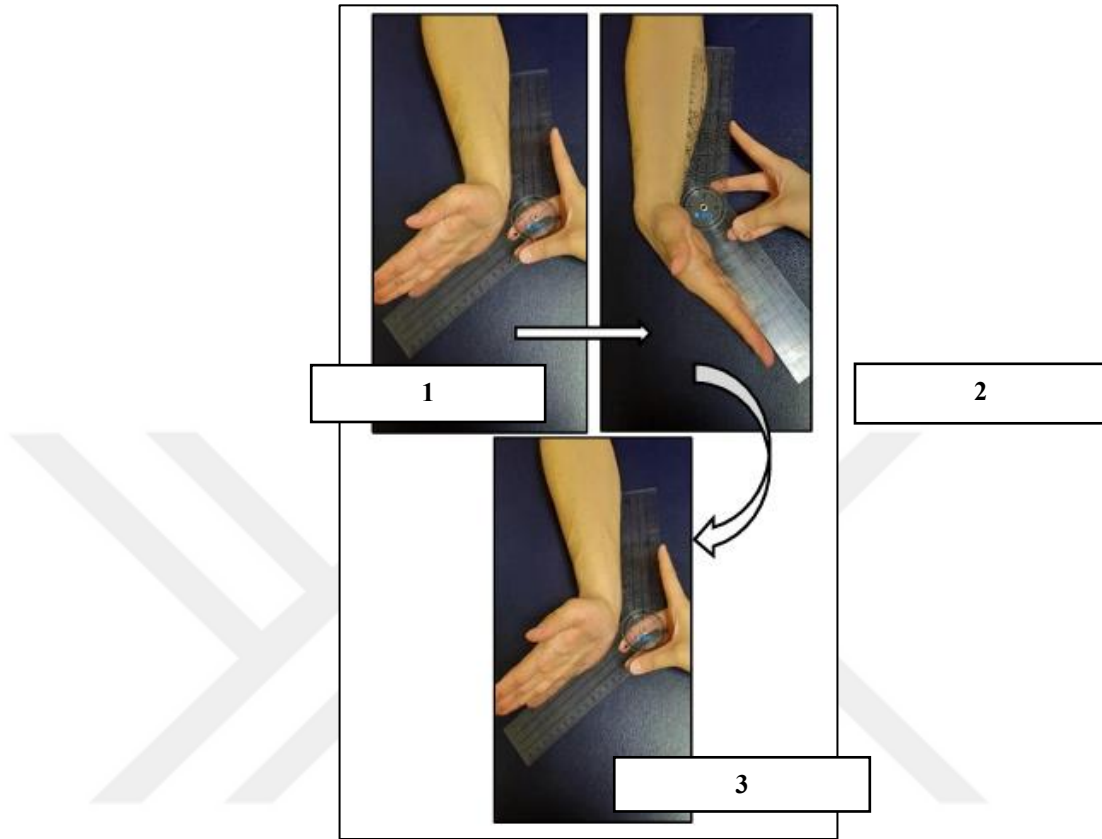
teorik önemini vurgulamış ve böylece el bileği rehabilitasyonu için yeni bir standart belirlemiştir (3). Çalışmalar, el bileği yaralanmasının ardından duyuusal motor bozuklukların belirgin olduğunu ve fonksiyonel yetenekleri doğrudan etkilediğini göstermektedir (96-99). Daha spesifik olarak, el bileğinin duyuusal motor işlevi, elin temel bileşenleri olan eklem nöromüsküler kontrolünü ve eklem stabilitesini doğrudan etkiler. Farklı el bileği yaralanmaları sonrası oluşturulan yapılandırılmış sensorimotor rehabilitasyon programlarının olumlu sonuçları rehabilitasyona duyu-motor kontrolünün dahil edilmesi konusunda daha fazla destek sağlamıştır (5, 100, 101). Bununla birlikte, distal üst ekstremitte yaralanmasını takiben sensorimotor rehabilitasyonun klinik önemi henüz başlangıç aşamasındadır ve teorik prensiplere ve omuz, ayak bileği ve diz dahil diğer eklemler üzerindeki klinik araştırmalara dayanmaktadır (97, 98). Klinik olarak az sayıda tek vaka raporu ve küçük grup çalışmaları, çeşitli el bileği yaralanmalarının ardından sensorimotor yaklaşımın klinik faydalarını göstermektedir (5, 97, 99, 100).

Ortaya çıkan bilimsel kanıtlar, klinisyenler arasında proprioseptif kontrol sistemlerinin üst ekstremitte fonksiyonu sırasında el bileği kontrolünü sürdürmedeki rolü konusunda daha güçlü bir farkındalığı teşvik etmiştir. Sağlıklı bireylerde veya distal komponent yaralanmaları sonrasında optimal eklem fonksiyonlarının yeniden sağlanması için etkili rehabilitasyon paradigmalarının geliştirilmesi önemlidir. Distal üst ekstremitte yaralanmasını takiben sensorimotor yeniden eğitimin yararlarına ilişkin güçlü klinik araştırmalar olmamasına rağmen, mevcut literatür, terapistleri rehabilitasyona hem erken faz hem de geç faz duyu motor yeniden eğitimi dahil etmeye teşvik etmektedir (55).

Proprioseptif egzersiz programları şuurlu propriosepsiyon, şuurlu propriosepsiyon ve nöromüsküler kontrol egzersizlerini içermektedir. Proprioseptif egzersiz eğitimi yaralanmalardan sonra genel olarak 4 fazdan meydana gelmektedir: Yaralanma sonrası ödem, ağrı ve skar formasyonuna odaklanan temel el rehabilitasyonu, eklem hareketi ve pozisyon hissinin geliştirilmesini hedefleyen proprioseptif farkındalık eğitimi, şuurlu nöromüsküler rehabilitasyon ve şuurlu nöromüsküler rehabilitasyon (55).

Proprioseptif farkındalığı geliştirmek amacıyla EPH ve kinestezi egzersizlerinden yararlanılmaktadır (3, 53). EPH egzersizleri, önceden öğretilen eklem

açısını kişinin doğru bir şekilde yeniden üretebilme becerisini geliştirmeyi amaçlar. Egzersizler, önce gözler açık yapılırken sonrasında gözler kapalı yapılır (53).

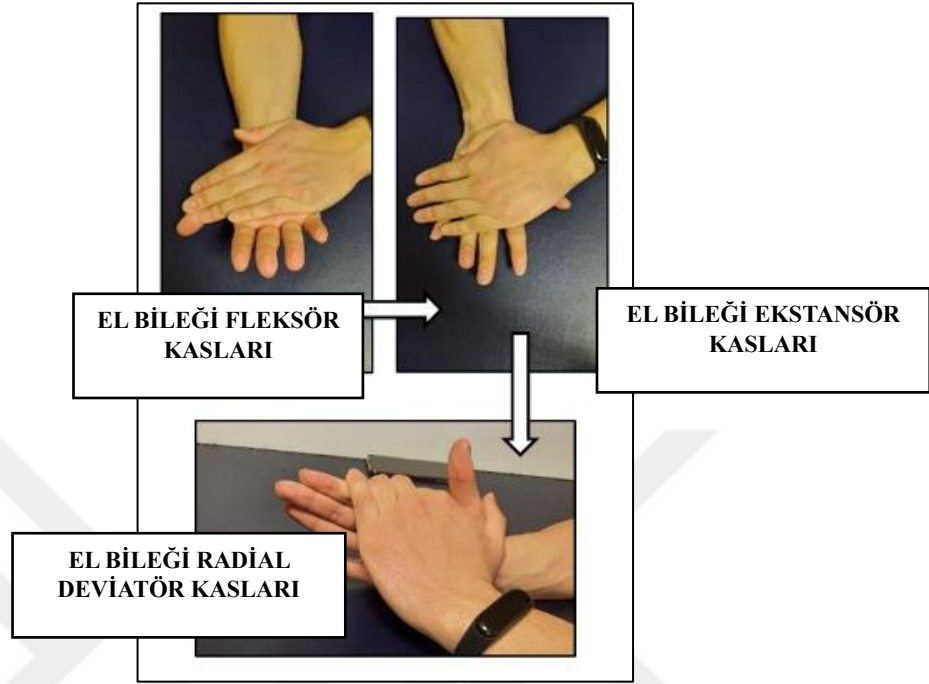


Şekil 2.9. El Bileği Eklem Pozisyon Hissi Egzersizi.

Kinestezi egzersizlerinde amaç hastanın hareketi algılayabilme becerisini geliştirmektir. Egzersiz esnasında hastanın gözleri kapalıyken terapist eklem hareketini devam ettirir ve hasta hareketi algıladığında terapistte geri bildirimde bulunur (53).

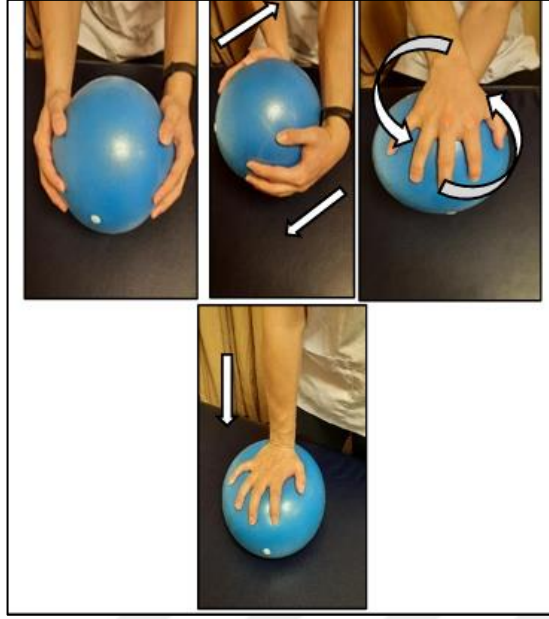
Şuurlu nöromüsküler rehabilitasyon kapsamında izokinetik, izometrik ve eksentrik egzersizler yer alır. İzokinetik egzersizler birçok eklemin rehabilitasyonunda uygulama ve değerlendirme kolaylığı nedeniyle yaygın olarak kullanılsa da özel ekipmana ihtiyaç duyulması, deneyim gerektirmesi ve zaman alıcı olması nedeniyle el terapisinde kullanımları sınırlıdır (102-104). İzometrik egzersizler ise spesifik eklem açılarında kasları kuvvetlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılır. Kas üzerindeki yüklenmenin en az olduğu kontraksiyon tipi (3, 53) olması nedeniyle yaralanma sonrası erken dönemde kullanılan egzersizler arasında yer alır (3). Özellikle karpal

instabiliteler sonrasında eklem kontrolünü geliştirmek amacıyla el bileği kaslarının eğitiminde kullanılır (105).



şekil 2.10. El Bileği İzometrik Egzersizleri.

Eksentrik egzersizler kas uzarken kasın kuvvetlendirilmesini hedefler (3). Özellikle tendinopati rehabilitasyonunda etkinliği kanıtlanmıştır (106). Koaktivasyon egzersizleri ise bir eklem etrafındaki agonist-antagonist kasların eş zamanlı kontraksiyonudur (3). Eklem çevresindeki kasların global aktivasyonu ile eklem stabilizasyonunu geliştirmeyi amaçlar (şekil 2.11). Egzersizler sırasında lazer kullanımı şuurlu proprioseptif becerilerin geliştirilmesinde oldukça faydalı olabilir. Rehabilitasyon süresince egzersizler stabil pozisyondan stabil olmayan pozisyona doğru ilerler (53).



Şekil 2.11. El Bileği Eklemi Koaktivasyon Egzersizi.

Literatürde diz, ayak bileği ve omuz eklemlerinde propiosepsiyon rehabilitasyonunda kasların şuuraltı aktivasyonunu hedefleyen nöromüsküler rehabilitasyon sıklıkla kullanılmaktadır (3, 104, 107, 108). Nöromüsküler rehabilitasyon daha önceleri literatürde sensorimotor aktivasyon veya pertürbasyon eğitimi olarak adlandırılırken güncel terminolojide reaktif kas aktivasyonu kullanılmaktadır (3, 104, 108, 109). Reaktif kas aktivasyonu, nöromüsküler refleks paternlerin restorasyonunu hedefler. El terapisinde reaktif kas aktivasyonu sağlayan egzersizlerden biri *Powerball* (*NSD Powerball, RPM Sports, Tipperary, Ireland*) egzersizleridir. *Powerball* egzersizlerinin prensibi jiroskop tarafından üretilen çok yönlü hareketler sonucunda el bileği kaslarının refleks aktivasyonu ile agonist ve antagonist kasların şuuraltı aktivasyonunun sağlanmasıdır (3).



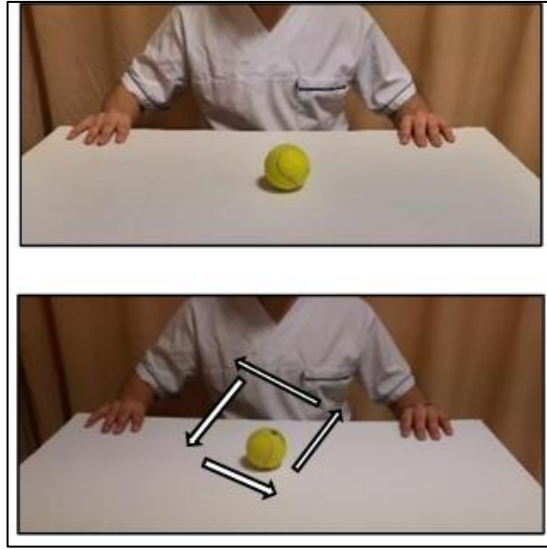
Şekil 2.12. *Powerball* Egzersizi.

Egzersizler hem açık kinetik zincirde hem de kapalı kinetik zincirde yapılabilir. Egzersiz sırasında kişi destabilizasyon modalitelerini biliyorsa destabilizasyonun duyusal algılanmasından önce oluşan kontraksiyon ile ileri bildirim mekanizması fasilite edilmiş olur. Hastanın gözleri kapatıldığında ve destabilizasyon modalitesini bilmediği zaman geri bildirim mekanizması üzerinden egzersiz gerçekleştirilmiş olur (53).

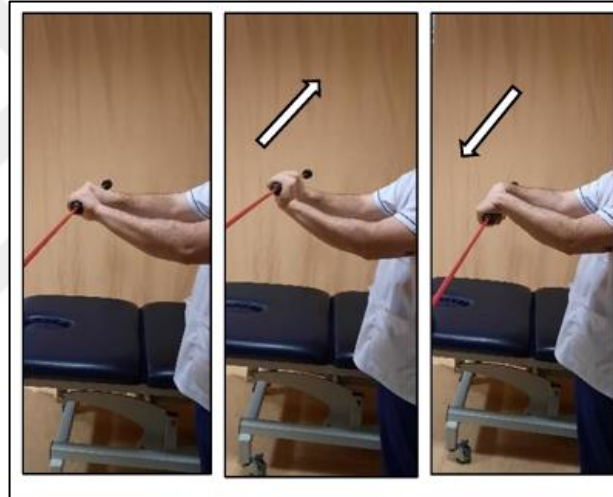


Şekil 2.13. El Bileği Eklemi Destabilizasyon Egzersizi.

Yarı kapalı kinetik zincirde reaktif kas aktivasyonu egzersizi yarısı su dolu plastik bir şişeyle yapılabilir. Hasta şişeyi avucunda tutarken ardışık önkol pronasyonu ve supinasyonu boyunca şişedeki suyun osilasyonlarını kontrol etmeye çalışır. Tenis raketi, *body-blade* veya *flex-bar* gibi farklı materyallerin kullanımı ile de egzersizler çeşitlendirilebilir (53).



Şekil 2.14. El Bileği Refleks Kas Aktivasyon Egzersizi (Tenis raketi/düz zemin ve top).



Şekil 2.15. El Bileği Refleks Kas Aktivasyonu Egzersizi (Osilasyon barı ile ardışık el bileği fleksiyonu ve ekstansiyonu).

2.5. Elektromiyografi (EMG)

Biyoelektrik sinyaller kalp (elektrokardiyogram, EKG), beyin (elektroensefalogram, EEG) gibi organlar dışında kaslar (elektromiyogram, EMG) ve diğer dokular tarafından da (elektrogastrogram, elektro-okulogram) üretilir. Bu tür sinyaller vücudun içerisinde aksiyon potansiyeli üreten hücrelerin oluşturduğu elektrik alanlardan gelen sinyalleri elektrotların algılamasıyla ölçülür (110).

Elektromiyografi, kaslarda sinir sistemi tarafından kontrol edilen ve kas kontraksiyonu boyunca üretilen elektrik sinyallerini değerlendirmek amacıyla

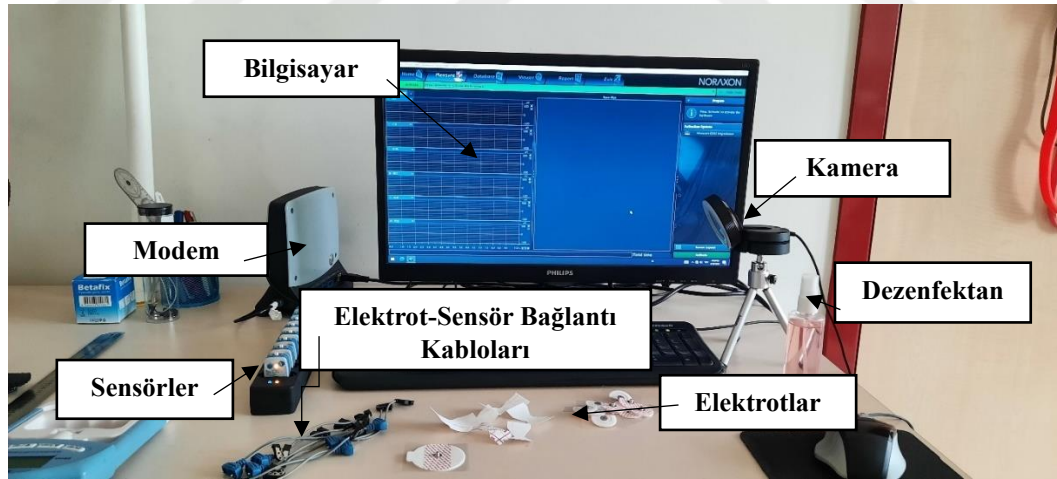
kullanılır. Elektromiyografik sinyal, kasın motor ünitelerinin elektriksel aktivitesini gösterir (111).

EMG, yüzeysel EMG ve intramüsküler EMG olarak ikiye ayrılmaktadır (111). Yüzeysel EMG analizi, iskelet kaslarının aktivitesini ölçmek için adaptif ve non-invaziv bir yöntemdir (112). EMG sinyali bir kontraksiyon boyunca aktif olan kas liflerinin elektriksel aktivitesi tarafından üretilir ve intramüsküler elektrotlar ya da cilt yüzeyindeki elektrotlarla ölçülebilir (113).

EMG analizi, egzersiz boyunca kasın ne zaman, ne kadar ve ne sıklıkta aktif olduğuna yönelik bilgi verir. Klinikte EMG, farklı egzersizler esnasında kasın elektromiyografik sinyalinin toplanması ve maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MİİK) gibi yüzdelere göre normalize edilerek yorumlanması ile kullanılır (114).

2.5.1. Elektromiyografik Analiz Temel Donanımı

Yüzeysel elektromiyografik analiz sistemi; elektrotlar, elektrot sensör bağlantı kabloları, sensörler, modem, bilgisayar, kamera ve dezenfektandan oluşur. Ölçüm gereçleri Şekil 2.16.'da görülmektedir.



Şekil 2.16. EMG Ölçüm Gereçleri.

Elektrot ciltteki tuzlar ile iyonların yer değiştirdiği metalik algılama yüzeyidir. Sinyalin amplitüdü elektrotlar arasındaki mesafeyle orantılı olduğundan elektrotlar arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir. Bu mesafenin 1 cm olması önerilir. Sabit elektrotlar arası mesafe ile yüzeysel EMG sinyalinin bant aralığı sabit kalır (115).

Sensör, yüzeyel EMG sinyalinin sağlayan tam bir ünedir ve kayıt sisteminin en önemli parçasıdır. Sensörden kaydedilen sinyalin doğruluğu sinyalin kalitesini belirler. Yüzeyel EMG sensörünün cilt üzerine sabitlenmesi kolay olmalı, tere karşı elektriksel ve mekanik performansı hassas olmalı ve hareket artefaktına hassas olup küçük kaslar üzerinde de kullanılabilir. Sensör bölgesinde 1 cm değişikliğin olması yüzeyel EMG sinyalinin amplitüdünde %10 ile %40 arasında değişikliğe neden olur. Sensörün bant aralığı, sinyal enerjisinin ve gürültü enerjisinin ne kadarının ulaşılan sinyali oluşturacağını belirler (115).

2.5.2. EMG Sinyaline Etki Eden Durumlar

EMG sinyalinin etkileyen faktörler ekstrinsik ve intrinsik olmak üzere ikiye ayrılır. Ekstrinsik faktörler, sensörün tasarımı ve sensörün cilde yerleştirilmesinde uygulama şekli olup sinyal kalitesini önemli ölçüde etkiler. İntrinsik faktörler ise anatomik özellikler, fizyolojik özellikler ve kullanıcı tarafından kontrol edilemeyen elektriksel özelliklerdir. EMG sonuçları yorumlanırken intrinsik faktörler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (115).

EMG sinyal amplitüdü kasın fizyolojik özellikleri haricinde birçok faktörden etkilenebilir. Aynı kas için çok kişinin benzer görevleri yaptığı sinyaller izlenebilirken aynı kişinin aynı kasının sinyali arasında farklı görevler ve farklı günlerde de karşılaştırma yapılabilir. Araştırmalar sonrasında yorumlanması için bu sinyaller bazı değerlere göre normalize edilir. Normalizasyonda sıklıkla maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MİİK) ya da kişinin yapabildiği en güçlü kontraksiyon referans noktası olarak kullanılabilir (115).

Yüzeyel EMG sinyalinin kalitesi bütün testler için düşünülmesi gereken ilk faktördür. Sinyalin kalitesi sensör bölgesi, sensör karakteristikleri, gürültü kontaminasyonu, elektrot cilt arayüzü ve çapraz gürültü etkisine bağlıdır. Algılanan sinyalin kalitesi, sinyalden ulaşılacak bilginin kullanılabilirliğini belirler. Kayıtlarda sinyalin kalitesi maksimize edilmelidir. Bu da üst düzey ekipman kullanımı, sensörlerin ve referans elektrotların cilde uygun bir şekilde yerleştirilmesi ve en önemlisi de yüzeyel EMG sensörünün kas gövdesinin ortasına yerleştirilmesi ile sağlanır. Uygun sensör yerleşimi yüksek kalitede yüzeyel EMG sinyali sağlar. Sensör

kas gövdesinin ortasına yerleştirildiğinde sinyalin gürültüye oranı artar ve çapraz gürültü etkisi azalır (115).

Çapraz gürültü (*crosstalk*), elektrotların yerleştirildiği kasa yakın olan başka kasların ürettiği ama elektrodun yerleştirildiği kas üzerinden algılanan sinyaldir (113). Çapraz gürültü sinyalin yorumlanmasında en önemli hata kaynaklarından biridir çünkü çapraz gürültü sinyalleri ile kas tarafından üretilen sinyaller karıştırılır ise aktif olmayan bir kas aktif olarak yorumlanabilir.

EMG sinyalinin amplitüdü hem aktif olan motor ünitelere hem de onların ateşlenme oranına bağlıdır. EMG amplitüdü ve kuvvet aynı mekanizmalar sonucu arttığından kas kuvvetinin yüzeyel EMG analizinden tahmin edilebileceği beklenmektedir. Bu şekilde bir kas grubunun ürettiği toplam kuvvet için kasların her birinin katkısı değerlendirilebilir. Bu durum kinezyolojik çalışmalarda kuvvet tahmini için EMG'nin seçilmesinin temel nedenidir (113).

EMG sinyalinin kasın ürettiği kuvvetle ilişkisi incelenirken kasın ürettiği kuvvet ve ölçülen kuvvet arasındaki ilişkiyi anlamak önemlidir. Bir eklemden ölçülen kuvvet o eklemden eyleme geçen tüm kuvvetlerin toplamıdır. Birden fazla kas aktif olduğunda eklemden tork üretecek çok sayıda antagonist ve sinerjist kuvvetler de var olur. Eksternal kuvvet sensörleri bir eklemden kuvvetlerin toplamını ölçerken yüzeyel EMG sensörü bir kasın aktivitesini ölçer (115).

2.5.3. Cildin Hazırlanması

Etkili elektrot cilt teması sağlanması ile yüksek kalitede sinyal elde edilebilir (115). Elektrot cilt üzerine yerleştirilirken:

- Cilt üzerindeki tüyler kesilir,
- Cilt debris alkol ile temizlenir,
- Alkolün buharlaşması beklenir,
- Sensör cilt arayüzü bağlanır,
- Cilde maksimal yapışma için sert bir bağlantı kurulur.

Cilde paralel fusiform kaslarda dinamik koşullar altında EMG uygulamasında sadece bir çift elektrot ile çalışmak oldukça zor olur çünkü EMG sinyalinin değişkenlerinde gözlenebilecek herhangi bir değişim kas aktivasyon seviyesinin değişimi ya da elektrot ile kasların düzeninin değişiminden kaynaklanabilir.

Dolayısıyla dinamik koşullar için kullanılan elektrotların daima aynı kas grubundan sinyal algılaması her zaman mümkün olmadığından dinamik koşullarda bipolar yüzeyel EMG kayıtları dikkatli bir şekilde yapılmalıdır (110).

2.5.4. EMG Sinyal Analizi

EMG analizlerinde standardizasyon sağlamak amacıyla 1996 yılında *The European Initiative, Surface Electromyography for Noninvasive Assessment of Muscles (SENIAM)* kurulmuştur. SENIAM'a göre sensör yerleştirme prosedürü; yüzeyel EMG sensörünün seçimi, cildin hazırlanması, deneğin başlangıç postürüne pozisyonlanması, sensör bölgesinin belirlenmesi, sensörün yerleştirilmesi ve sabitlenmesi ve bağlantının test edilmesi şeklindedir (113).

EMG sinyali araştırma amaçlı kullanılmadan önce işlenmelidir. EMG sinyalinin matematiksel özelliklerinden çok daha faydalı bir yöntem olan *Root-Mean-Squared (RMS)* değeri ile sinyalin fiziksel özelliklerinin ölçümü sağlanır. EMG sinyali saniyede 2,5-5 metre arasında bir hızla ilerlediği için kas aktivitesi nedeniyle iki sensör arasında farklı potansiyeller görülebilir. İki potansiyelin çıkarılması ile ortam gürültüsü kaldırılır ve diferans (v_1-v_2) yüzeyel EMG sinyali olarak algılanır. Bu diferans, potansiyel diferansiyel algılamının sonucudur. *Common mode* sinyalleri elimine etmek için bu devrenin etkinliği *Common-mode rejection ratio (CMRR)* olarak ölçülür (115).

Yüzeyel EMG'nin doğru uygulanması için kullanıcı sinyalin kaynağına dikkat etmelidir. Eğer sensör bir grup kas üzerinde belirli bir bölgeye yerleştirilirse sonrasında algılanan EMG sinyali o bölgedeki tüm kaslardan köken alır. Daha yalın kayıtlar için sensör izole edilmiş kaslara yerleştirilmelidir. Bir kas diğer bir kasla karşılaştırılacaksa veya benzer görevlerde aynı kasın performansı değerlendirilecekse çapraz gürültü etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Ölçüm alınan kasa göre büyük elektrotlar ve büyük elektrot arası mesafe kullanılırsa kas aktivasyonu şeklinde yanlış yorumlanan çapraz gürültü etkisi görülebilir. Elektrotlar ve elektrotlar arası mesafe küçülürse çapraz gürültü sinyali de küçülür. Bir cm elektrot arası mesafe ve 1 mm elektrot kalınlığı en düşük çapraz gürültü etkisine sahiptir (115).

Kasların inervasyon bölgeleri kasın çevresinde ya da kasın bir ucunda olabilir. Kasın ortası genellikle inervasyon bölgelerinden ayrı olup sensör yerleşimi için ideal

bir bölgedir. Kişiler arasında inervasyon bölgelerinin yerleşimi benzer olup aynı değildir. İnervasyon bölgesinin yeri görsel gözlemlerle belirlenemediğinden bunu saptamak için çeşitli yöntemler vardır. En eski yöntem kas yüzeyinin üzerindeki motor noktanın tespit edilmesidir. Motor nokta, kasın minimal elektrik akımı altında cevap verdiği bölgenin belirlenmesi ile tespit edilir. Hassas bir teknik olmamakla birlikte inervasyon bölgesi kasın daha derininde bulunabilir ve göreceli olarak daha yüksek akım seviyeleri gerekebilir (115). Diğer yöntem ise Masuda ve Sadoyama tarafından geliştirilmiştir (112). Bu method zayıf bir kontraksiyon süresince motor ünitenin aksiyon potansiyelinin algılanması için bir dizi elektrot içeren sensör kullanımına dayanır (112, 115). Üçüncü yöntem ise kas kontraksiyonu başladığı zaman kasın yüzeyinde median frekansın en büyük olduğu pozisyona yerleştirilmesidir. Masuda ve ark. en hassas ve en doğru yöntemi tanımlamışlardır (115).

Kas üzerindeki sensörün bölgesi en iyi sinyal gürültü oranını ve en az miktarda çapraz gürültü etkisini gözlemlemek için en önemli faktördür. Tendon başlangıcının proksimaline sensörü yerleştirme ve inervasyon bölgesi ile kasın çevresine yerleştirme daha düşük amplitüd sinyallerine neden olur. İnervasyon bölgesine yerleştirilen bir sensör karşıt yönde hareket eden aksiyon potansiyellerinden etkilenerek genellikle daha düşük amplitüde sahip olur. Kasın ortasındaki lifler kasın sınırı ya da tendonların başlangıç noktalarına yakın liflere göre daha büyük çapa sahiptir. Kas liflerinden alınan aksiyon potansiyelinin amplitüdü lifin çapıyla orantılı olduğundan EMG sinyalinin amplitüdü kasın ortasında daha büyük olur (115).

2.5.5. Elektromiyografik Analiz ve Gürültü

Yüzeyel EMG ölçümleri esnasında fizyolojik gürültü, ortam gürültüsü, temel gürültü ve hareket artefakt gürültüsü gibi çeşitli gürültü kaynakları vardır. Fizyolojik gürültü; EKG, EOG ve solunum kasları gibi elektrik sinyali üreten diğer dokulardan kaynaklanır. Bu gürültü, EMG sensörünün gürültü kaynağından uzağa yerleştirilmesi ve bazı filtreler ile azalabilir. Ortam gürültüsü (kablo gürültüsü ve kablo hareket artefaktı) tüm ortamlarda etki edebilen elektromanyetik radyasyondan köken alır. Güç kablosu gürültüsü (50-60 Hz) modern teknolojik yöntemler ve uygun devre tasarımı ile elimine edilebilir. Kablo hareket artefaktı elektrotlar veya sensörden amplifikatöre gelen kablolar hareket ettiğinde ve kayıt sistemi tarafından hemen sonrasında

amplifiye edilmiş potansiyeli üretmek için çevredeki elektromanyetik alanı kestiğinde oluşur (115).

Temel gürültü amplifikasyon sistemindeki elektroniklerden ve cilt elektrot ara yüzünden köken alır. Sensör cilde yerleştirildiğinde ve kas tamamen gevşediğinde gözlemlenebilir. Elektrottaki metal ve cilt tuzları arasındaki iyonik değişim elektrokimyasal gürültü üretir. Bu gürültü elektrot alanını artırarak ve elektrot yüzeyini temizleyerek azaltılabilir ama elimine edilemez. Termal gürültü amplifikatörler tarafından üretilir ve elimine edilemez. Gelişen teknoloji, cildin EMG sensörleri yerleştirilmeden önce etkili bir şekilde hazırlanması ve etkili referans elektrot kullanımı ile ortam gürültüsü ve temel gürültü azalabilir (115).

Sinyalin yüksek frekans sonunda 450 Hz ve düşük frekans sonunda 20 Hz kesme frekansı kullanımı önerilir. Daha geniş bant aralığı olan hareket artefaktları oldukça kesme frekansının 20 Hz'den daha büyük olması gerekir. Ayrıca hareket artefakt gürültüsü elektrot-cilt ara yüzünden de köken alır. Bu gürültü en inatçı gürültüdür. İki kaynağı vardır. Birisi kas kasılıp gevşediğinde meydana gelir. Diğeri ise kastan köken alan kuvvet impulsu (yürüme sırasında topuk vuruşu gibi) elektrotlara aktarıldığında meydana gelir. Bu gürültünün azalması ve hemen hemen elimine edilmesi zor olduğu için iyi bir elektrot cilt hazırlığı (aşırı tüyün tıraş edilmesi, cildin alkol ile temizlenmesi gibi) ve uygun filtreleme (yüksek geçirgenlikli filtre) yapılması önerilir (115).

2.5.6. EMG Kullanım Alanları

EMG sinyalinin kullanım alanları çok geniştir. EMG sinyali kas kontraksiyonunun başlama ve bitiş zamanını belirlemek amacıyla kullanılabilir. Kasların aktivasyon zamanlaması, ince motor beceride kas kontrolünün sağlanması veya nörolojik etkilenimli hastalarda aktivasyonun değerlendirilmesi sağlanabilir (115). Egzersiz seçimi ve egzersizler esnasında kasların aktivasyonları ve koaktivasyonlarına yönelik çalışmalar ve sportif faaliyetlerin değerlendirilmesinde de EMG uygulamaları yer alır (110, 116-120).

EMG sinyalleri kasların yorgunluğu araştırılırken de kullanılabilir. İnterstisyel sıvıda laktik asit akümüasyonu ile EMG sinyali median frekansı düşüşü arasında ilişki vardır. Laktik asit akümüasyon miktarı, kas kontraksiyonu ve kan akımına bağlı

olarak değişebilir. Ekstremité kaslarında yaklaşık %30 MİİK'de arteriollerde kollaps meydana gelir. Daha büyük kontraksiyon seviyelerinde hemen hemen tüm laktik asit interstisyel sıvıya geçer ve artan laktik asit ekstraselüler sıvı pH'sını düşürür. H⁺ konsantrasyonu artar ve sinir iletim hızı azalır, düşen iletim hızı EMG sinyal spektrumunu daha düşük frekanslara baskılar (115).

EMG kullanım alanlarından bir diğeri kasın ürettiği kuvvetin araştırılmasıdır. Kuvvet ve yüzeyel EMG arasındaki ilişki biofeedback ve protezler, robotlar gibi eksternal elektro-mekanik aletlerin kontrolünde kullanılabilir. Yüzeyel EMG sinyali ve kuvvet arasındaki ilişki sadece izometrik kontraksiyonlar için geçerlidir. EMG sinyali ve kuvvet arasındaki ilişki incelendiğinde hem kişiler arasında hem de aynı kişinin farklı kasları arasında EMG sinyali kuvvete dönüştürüldüğünde yüksek çeşitlilik olabileceği göz önüne alınmalıdır (115).



Şekil 2.17. Yüzeyel EMG Kullanım Alanları (110).

Yüzeyel EMG ergonomi için de önemli bir alandır (110). Ergonomik düzenlemelerde fiziksel yük, iş ve iş alanı tasarımlarındaki araştırmalar için EMG kullanılmaktadır. Vücudun çeşitli anatomik yapılarını etkileyen iş ilişkili kas iskelet

sistemi bozukluklarında EMG ilgili dokulardaki yüklenmenin değerlendirilmesini sağladığı için belirli görevlerde kasların tek tek katkısının araştırılmasını sağlayabilir (113). Ayrıca boyun ve omuz kasları başta olmak üzere EMG analizi ile stres, inflamasyon ve ağrıya neden olan kas hiper-aktivasyonunu önleyecek doğru postür eğitimi ve daha sağlıklı iş alanlarının geliştirilmesi için de kullanılabilir (110).

Nörolojik hastalıkların tanısı, değerlendirmesi ve analizi için de kas aktivasyonunun yüzeyel EMG ile analizi yapılmaktadır. Nörolojik hastalıkların değerlendirilmesinde yüzeyel EMG merkezi sinir sisteminin ürettiği kas aktivasyonlarını veya periferik sinirin iletim özelliklerini değerlendirmek amacıyla kullanılabilir (113).



3. BİREYLER ve YÖNTEM

“Sağlıklı Bireylerde El Bileği Proprioseptif Egzersiz Eğitiminin Motor Performans Parametrelerine Etkisinin Araştırılması” başlıklı prospektif randomize kontrollü tez çalışmamız Ocak 2023-Aralık 2023 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, El Cerrahisi Rehabilitasyonu Ünitesi'nde, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı ve Başkent Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

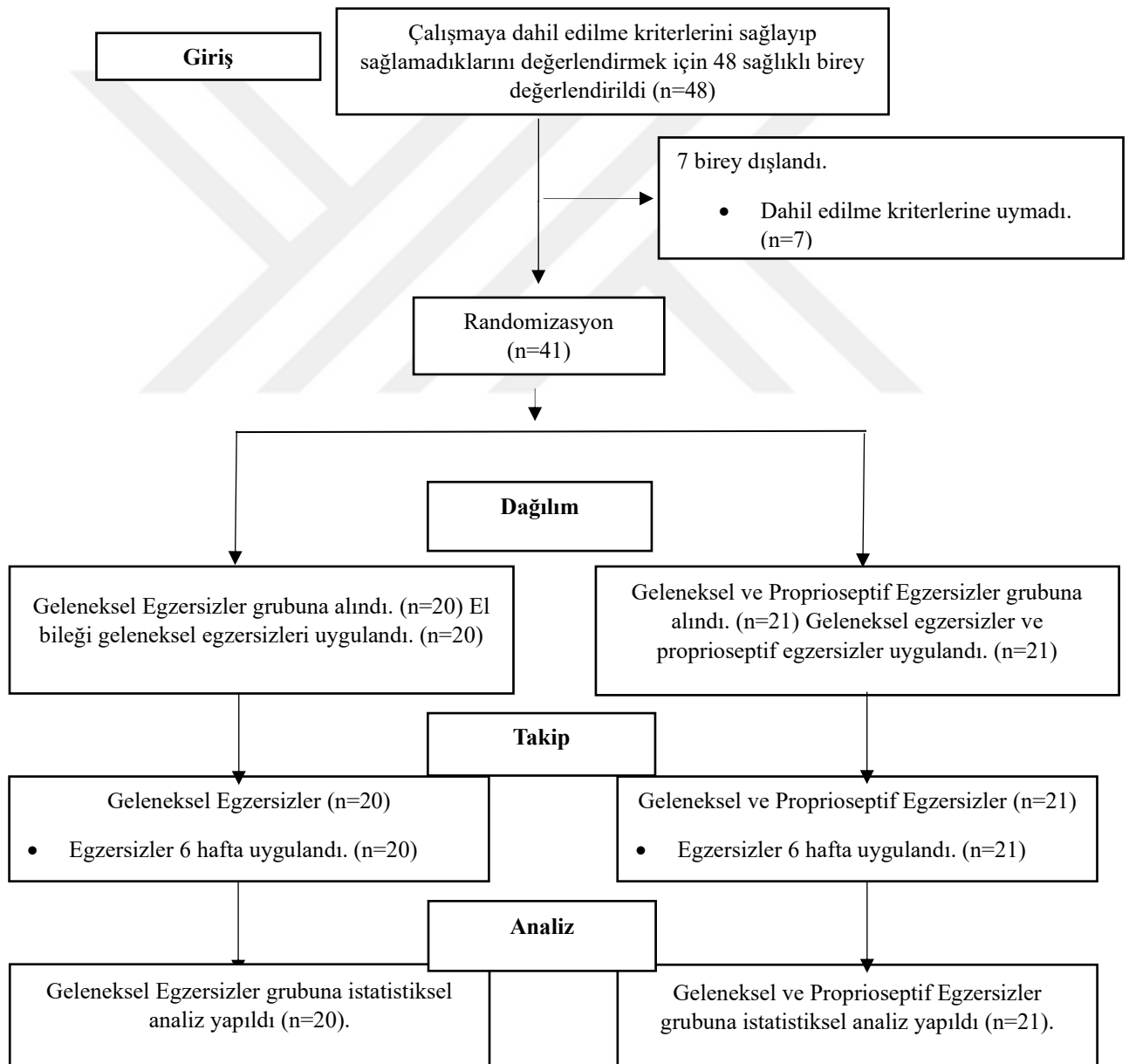
Çalışmamız Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylandı (Proje No: KA23/214) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklendi. Çalışmanın etik kurul onayı 18.09.2023 tarihinde KA23/214 nolu E-94603339-604.01.02-268134 sayılı karar ile Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu'ndan alındı (EK-1) ve Helsinki Deklerasyonu'na uygun olarak yürütüldü. Çalışmamız uluslararası araştırma kayıt sistemi olan www.clinicaltrials.gov adresine NCT06426433 kimlik numarasıyla kaydedildi.

Çalışma için bilgilendirme broşürü hazırlandı ve broşürler sosyal medya platformlarında paylaşıldı. Yapılan duyurular aracılığı ile çalışmaya katılmaya gönüllü olan sağlıklı bireyler çalışmaya alındı. Çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllü bireylere çalışma öncesinde araştırmanın amacı ve araştırma protokolü hakkında yüz yüze bilgi verildi ve Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından belirlenen standartlara uygun olarak hazırlanan aydınlatılmış onam formu imzalatıldı (EK-2).

Proprioseptif eğitimin etkilerinin yaygın değerlendirme yöntemlerinden biri eklem pozisyon hissinin değerlendirilmesidir (10). Proprioseptif eğitim sonrasında eklem pozisyon hissi skorlarında gözlenen değişimin gruplar arasında 0.93 etki büyüklüğüne sahip olacağı beklentisi altında G*Power 3.1 programı ile yapılan güç analizine göre, çalışmaya dahil edilecek birey sayısı %5 Tip 1 hata oranı ve %80 güç ile her grup için en az 20'ser birey olmak üzere toplam en az 40 birey olarak hesaplanmıştır (10).

3.1. Bireyler

Çalışmaya katılmak isteyen sağlıklı gönüllü bireyler aşağıda yer alan dahil edilme kriterlerini sağladığı takdirde çalışmaya alındı. Çalışmanın dahil edilmeme kriterlerinden herhangi birine sahip olan ve gönüllü olmaktan vazgeçen bireyler çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma kapsamında toplam 48 sağlıklı birey değerlendirildi. 7 birey dahil edilme kriterlerine uymadığı için dışlandı. Sonuç olarak çalışma 41 birey ile tamamlandı. Proprioepsiyon grubu 8 kadın, 13 erkek iken kontrol grubunda 8 kadın, 12 erkek vardı. Proprioepsiyon grubunun yaş ortalaması 22 (21-23) yıl iken kontrol grubunun 24 (22-25) yılı. Çalışmanın akış şeması Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın Akış Şeması.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 18-30 yaşları arasında olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak
- Çalışmada yapılması gerekenleri anlayabilecek kognitif beceriye sahip olmak

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Akut/kronik bilateral ya da unilateral üst ekstremitte ağrısına sahip olmak
- Son bir yılda üst ekstremitte kas iskelet sistemi yaralanması geçirmek
- Üst ekstremitte cerrahisi geçirmiş olmak
- Üst ekstremitteyi ilgilendiren düzenli egzersiz yapıyor olmak
- Vücut kitle indeksinin 24,9 kg/m²'den büyük olması
- Beighton Hiper mobilite Skoru'ndan 6 puanın üzerinde almış olmak
- Nörolojik, romatolojik, kardiyovasküler, metabolik ve/veya otoimmün hastalık öyküsü
- Kronik ilaç kullanmak
- Düzenli sigara/alkol kullanmak (güncel/geçmiş dönem)
- Oral yolla ya da enjeksiyon ile kortizon almak
- Üst ekstremitenin yoğun kullanımını gerektiren mesleklere sahip olmak (profesyonel müzisyen, ressam, sporcu gibi)

3.2. Yöntem

Çalışmaya katılmayı kabul eden 41 sağlıklı gönüllü birey randomize olarak proprioseptif (n=21) ve kontrol (n=20) grupları olmak üzere iki gruba ayrıldı. Randomizasyon için “Research Randomiser” (<http://www.randomization.com>) isimli internet sitesindeki randomizasyon programının belirlediği rastgele numaralar kullanıldı ve tabakalı randomizasyon yapıldı. Proprioseptif gruba, geleneksel el bileği egzersiz eğitimi ile birlikte proprioseptif egzersiz eğitimi uygulandı. Kontrol grubuna sadece geleneksel el bileği egzersiz eğitimi uygulandı.

3.3. Değerlendirme

Çalışmaya katılan bireyler egzersiz eğitimi öncesinde ve sonrasında olmak üzere iki kez değerlendirildi. Değerlendirme kapsamında sosyodemografik özellikler, el bileği eklem pozisyon hissi, el bileği ve parmak kaslarının aktivasyon seviyeleri, kas kuvveti, kavrama kuvveti, reaksiyon zamanı, ağırlık aktarma toleransı ve üst ekstremitenin fonksiyonel performansı yer aldı. Her bireyin değerlendirme verileri araştırma için hazırlanan “Değerlendirme Formu”na kaydedildi. Ayrıca, Değerlendirme Formu’na dahil edilme ve edilmeme kriterlerinde yer alan ağrı (VAS), üst ekstremitte fonksiyonel durum (Hızlı Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi, *Q-DASH*) ve eklem hipermobilitesi skorları (Beighton kriterleri) eklendi.

3.3.1. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterlerinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan bireylerin demografik bilgileri kapsamında yaş, meslek, boy, kilo, vücut kitle indeksi, dominant el, sigara/alkol kullanımı, geçirilmiş el problemleri ve/veya cerrahisi ve ilaç kullanımı “Değerlendirme Formu”na kaydedildi.

Çalışmamızda bireylerin dahil edilme kriterlerine uygunluğunu değerlendirmek amacıyla *Q-DASH* uygulandı. Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (*Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire-DASH*) üst ekstremitte kas iskelet sistemi problemlerinde fiziksel fonksiyona odaklanarak semptomların ve fonksiyonel durumun değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Üst ekstremitte ile ilişkili semptomları ve günlük yaşam aktivitelerini yapabilmeye zorluk seviyesini ölçmektedir (121). *DASH* anketinin soru sayısının fazla olması ve değerlendirme süresinin uzun olması nedeniyle 11 sorudan oluşan kısa versiyonu *Quick DASH (Q-DASH)* geliştirilmiştir. Cevaplar Likert sisteminde derecelendirilmiş seviyelere göre “5: Hiç yapamama” ve “1: Zorluk yok” olmak üzere 5 puan ile 1 puan arasında puanlanır. Ölçeğin toplam skoru 100’dür ve düşük puan yüksek fonksiyonel durumu gösterir (122). *Q-DASH* anketinin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Koldas Doğan ve ark. (2011) tarafından yapılmıştır (123).

Eklem laksitesinin propriosepsiyonu etkilemesi nedeniyle çalışmamızda hipermobilitate değerlendirmesi Beighton Hipermobilitate Skoru ile yapıldı (Tablo 3.1.). Beighton Hipermobilitate Skoru, hipermobilitate ve eklem laksitesini değerlendirir. Test sonucunda skurun yüksek çıkması laksitenin fazla olduğunu gösterir. Genç

erişkinlerde eklem laksite eşiği 4-6 puan arasında olup 6 ve üzeri puan alan bireylerin eklemleri hipermobildir (124).

Beighton Kriterleri		
	Sağ	Sol
5.metakarpal eklem dorsifleksiyonu $>90^\circ$	1	1
Başparmağın pasif olarak ön kol iç yüzüne değmesi	1	1
Dirseğin <u>hiperekstansiyonu</u> $>10^\circ$	1	1
Diz <u>hiperekstansiyonu</u> $>10^\circ$	1	1
Ayakta ve diz <u>ekstansiyonda</u> iken el ayasının yere değmesi	1	1

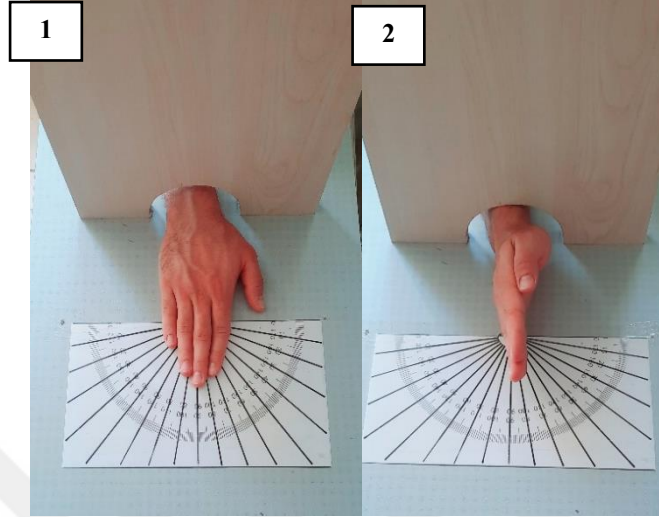
Tablo 3.1. Beighton Hipermobilité Değerlendirmesi.

3.3.2. El Bileği Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi

Şuurlu propriosepsiyon duygusunu değerlendirmek amacıyla el bileği eklem pozisyon hissi (EPH) testi kullanıldı. Bu test elektronik gonyometre veya özel cihazlar kullanılarak yapılabilmektedir. Testin amacı bireyin daha önce bildirilen eklem açısını belirli şartlarda tekrar oluşturabilme becerisini ölçmektir. Erdem ve ark. el bileği EPH testi için düzenek geliştirmiştir. Düzenek açı dereceleri olan bir derecelik hassasiyete sahip derece cinsinden ölçüm yapılan yatay bir platform ve bireyin görsel duyudan etkilenmemesi için yatay platforma bağlı bireylerin göz seviyesinin üzerine uzanan dikey bir platformdan oluşmaktadır (125).

Bizim çalışmamızda da Erdem ve ark.'nın çalışması ile benzer şekilde bir düzenek kullanılarak bireyler oturma pozisyonundayken önkol destekli bir şekilde ölçüm yapılan elleri masa üzerindeki yatay açı platformuna yerleştirildi. El bileği hareketleri için hedef açılar: fleksiyon ve ekstansiyon için 30° , radial deviasyon için 10° ve ulnar deviasyon için 15° olarak belirlendi. Ölçümler sırasında hedef pozisyonlarda 3 saniye beklenip nötral pozisyona döndükten sonra bireylerin hedef pozisyonu hatırlayarak el bileğini hedef pozisyona tekrar getirmesi istendi. Tüm hareket yönlerindeki hedef açılarda birer dakika dinlenme araları verilerek üç ölçüm alındı. Tüm hareketlerdeki hedef açılar için üç ölçüm randomize olarak yapıldı. Üç

ölçümün hata derecelerinin aritmetik ortalaması hesaplandı ve hata miktarı olarak kaydedildi. Ölçüm öncesinde bireylerin teste aşına olmaları için deneme testi yapıldı (125).



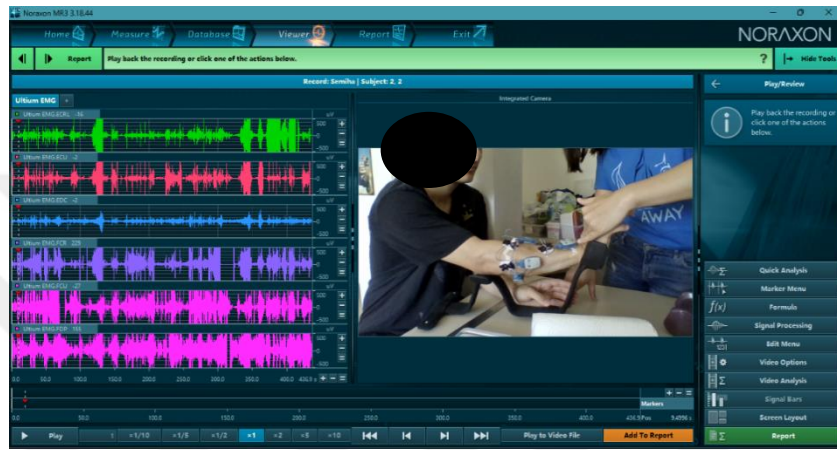
Şekil 3.2. El bileği eklem pozisyon hissi değerlendirmesi radial – ulnar deviasyon (1) ve fleksiyon – ekstansiyon (2) yönleri.

3.3.3. El ve El Bileği Kaslarının Yüzeysel Elektromiyografi (EMG) Ölçümü

Egzersiz eğitimi öncesinde ve sonrasında el bileği ve parmak kaslarının aktivasyon seviyesi izotonik el bileği hareketleri, kavrama ve ağırlık aktarma sırasında olmak üzere üç koşulda yüzeysel EMG ile ölçüldü. EMG ölçümü ekstansör karpi radialis longus/ekstansör karpi radialis brevis, ekstansör karpi ulnaris, fleksör karpi radialis, fleksör karpi ulnaris, parmak fleksör ve ekstansör kasları olmak üzere toplam 6 kastan yapıldı. Üç koşuldaki ölçümler sırasında bireylerin eklem açıları iki boyutlu olacak şekilde video kamera ile kaydedildi. Üç koşul sırasında kasların aktivasyonlarını normalize etmek için kasların maksimum istemli izometrik kontraksiyonları (MİİK) kullanıldı (138). Her kas için üç tekrarlı 5 saniyelik MİİK ölçümleri yapıldı. Sonrasında üç koşul sırasında kasların aktivasyon seviyeleri ölçüldü.



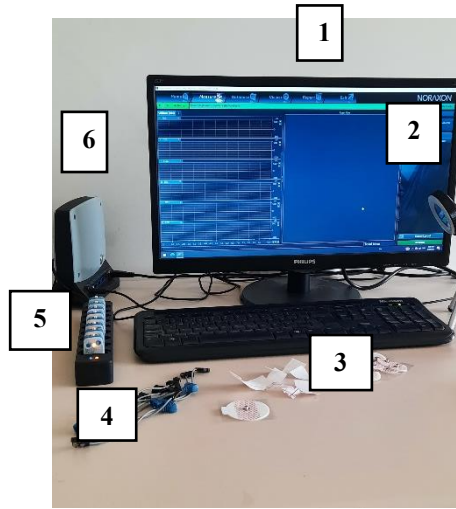
Şekil 3.3. Parmak ekstansör kasları maksimal istemli izometrik kontraksiyon kaydı örneği.



Şekil 3.4. MİİK kaydı analiz örneği (İşlenmemiş).

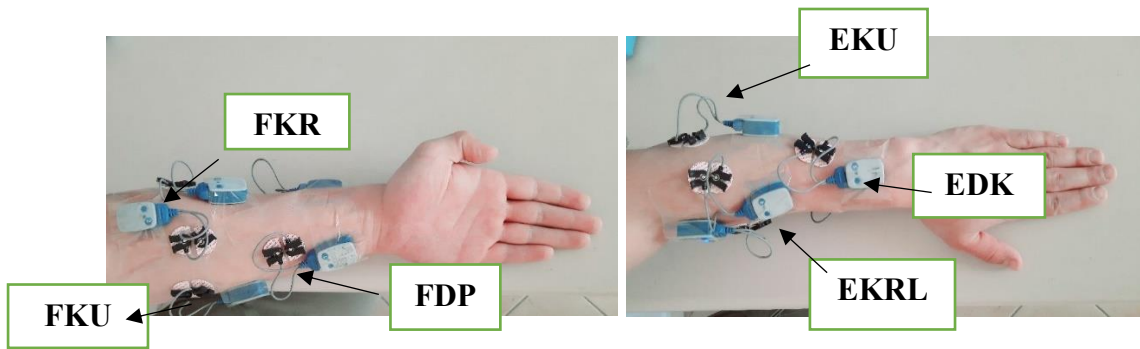
EMG ölçümü için 8 kanallı kablosuz yüzeyel EMG (yEMG) cihazı (*Noraxon, Ultium EMG, Wireless EMG with Internal IMU, USA*) kullanıldı. Çalışma boyunca analizler, amplifikatör kazancı $\times 1500$ mV, *band-pass filter* 10-400 Hz, örnekleme hızı 5000 Hz ve *Common Mode Rejection Ratio (CMRR)* 90 dB ile kayıt edildi (10).

Analiz yapılacak kasların motor noktaları *Plusmed pM-TE01* marka cihaz ile elektrik stimülasyonu uygulanarak ölçüm öncesinde saptandı. Pasif elektrot *biceps brachii* kası distaline, aktif elektrot ölçüm yapılacak kasın motor noktasına yerleştirildi. EMG elektrotları motor nokta dışındaki bir bölgeye yerleştirildi (26). Ölçümler dominant olmayan ekstremiteden alındı ve her koşul için üç kez tekrarlandı.



Şekil 3.5. EMG analizi ekipmanları bilgisayar (1), kamera (2), yüzeyel elektrotlar (3), sensör bağlantı parçaları (4), sensörler ve şarj istasyonu (5), modem (6).

EMG ölçümünde bipolar Ag/AgCl yuvarlak yüzey elektrotları kullanıldı. Elektrot yerleşimlerinde agonist ve sinerjist kasların çapraz gürültü etkisine dikkat edildi. Önkol alanı dar olduğu için yuvarlak elektrotlar kesilerek yarısı merkezleri teğet olup elektrotların merkezleri arası mesafe 1 cm olacak şekilde hazırlandı. Elektrotlar yerleştirildikten sonra aralarına bant yapıştırılarak sabitlendi. EMG amplifikatörleri kaslara yerleştirilen elektrotlara bağlanıp gürültüyü elimine etmek için üzerlerine bant yapıştırıldı. Elektrot yerleşimi öncesinde deri tıraşlandı ve %70 izopropil alkol ile temizlendi (26).



Şekil 3.6. EMG yüzeyel elektrotları yerleşimi önkol dorsal yüzü (1) ve volar yüzü (2).

EMG analizi izotonik el bileği hareketi, kavrama ve ağırlık aktarma sırasında olmak üzere 3 koşulda yapıldı. Bu üç koşulun kayıt sırası her birey için randomize edildi. Her koşul arasında 5 dakika dinlenme arası verildi. Analiz sırasında işlenmemiş sinyaller gözle taranarak artefakt tespit edilen sinyaller elimine edildi. Kalan sinyaller

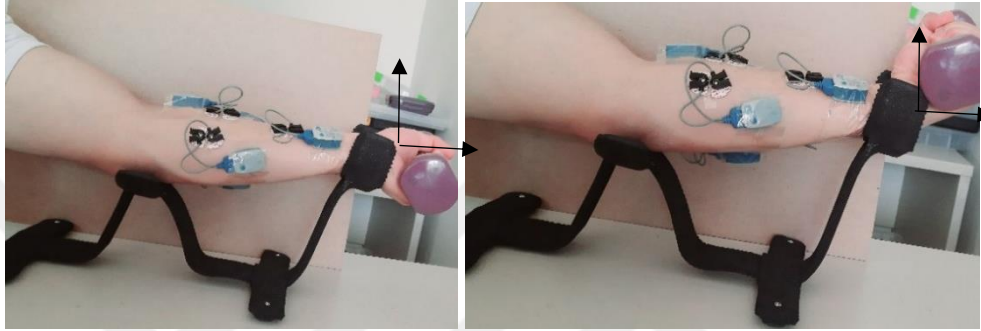
önce 20-400 Hz *Butterworth* filtreden geçirildikten sonra 100 ms *RMS* (*root-mean-square*) filtreden geçirilip analiz için kullanıldı (120, 138). Sinyaller ölçüm esnasında MİİK sinyallerine göre normalize edildi (138).

İzotonik el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri için EMG ölçümleri Eraktaş ve ark.'nın çalışmasında kullandıkları protokole göre yapıldı (26). Her iki hareketi bireyler 1,5 kg ağırlık kullanarak gerçekleştirdi. Hareketler sırasında bireylerin hareketi takip edebileceği bir açı platformu kullanıldı (Şekil 3.6, 3.7.). Açı platformu ulnanın stiloid çıkıntısına göre hizalandırıldı ve önkolun pozisyonlandığı aparatın yanına yerleştirildi. Ulna stiloid çıkıntısı lazer ile işaretlendi. Bireyler oturma pozisyonuna alınıp el bileği düzeneğe yerleştirildi. Protokol bireylere detaylı bir şekilde anlatıldıktan sonra pilot ölçüm yapılarak öğrenme kaydı alındı. Öğrenme kaydının ardından ölçümlere başlandı.

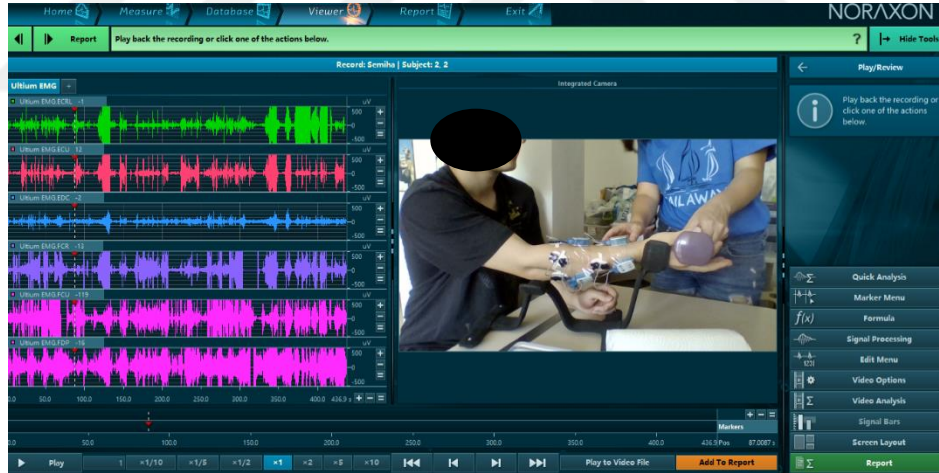
Hareketler sırasında hızı kontrol edebilmek amacıyla metronom kullanıldı. EMG ölçümü el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri için aynı sırada olmak üzere 5 fazda tamamlandı: 1. istirahat (başlangıç), 2. konsantrik faz, 3. izometrik faz, 4. eksentrik faz, 5. istirahat (bitiş) (26). Başlangıç istirahat fazında ölçüm yapılan el bileği hareketine başlamadan önce bireylerin ilgili kaslarından nötral pozisyonda beş saniyelik EMG kaydı alındı. Ardından birey metronom eşliğinde hareket genişliğinin son noktasına kadar beş saniyede hareketin konsantrik fazını tamamladı. Hareketin son noktasında beş saniye bekletilerek izometrik faz gerçekleştirildi. Eksentrik fazda birey beş saniyede nötral pozisyona geri döndü. Hareketin bitişinde el bileği nötral pozisyonda beş saniyelik EMG kaydı tekrarlandı. EMG ölçümü fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri için üç kez tekrarlandı ve her tekrar arası bir dakika dinlenme arası verildi. Fleksiyon hareketi ve ekstansiyon hareketi arasında ise iki dakika dinlenme verildi. Analizler sırasında beş saniyelik kaydın ilk bir saniyesi ve son bir saniyesi elimine edildi.



Şekil 3.7. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında EMG kaydı.



Şekil 3.8. El bileği fleksiyon hareketi sırasında EMG kaydı.



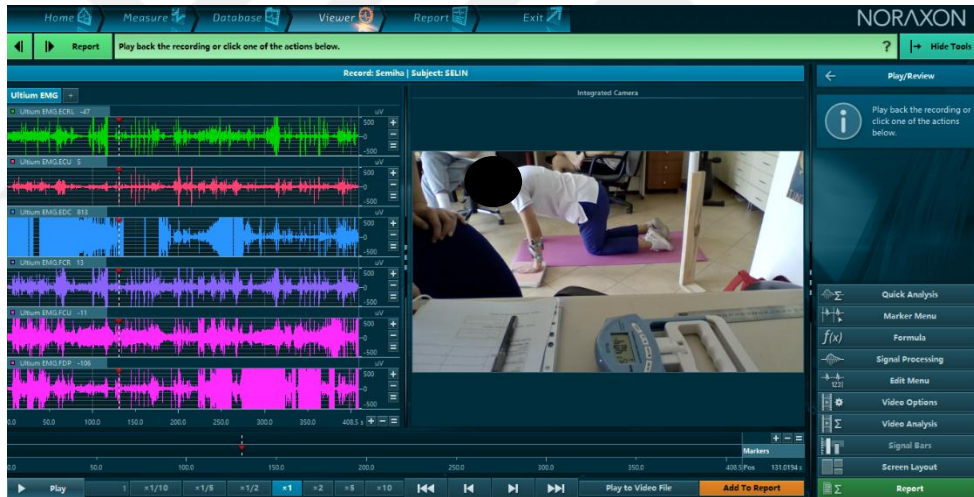
Şekil 3.9. İzotonik hareket EMG kaydı analiz ekranı örneği (İşlenmemiş veri).

Ağırlık Aktarma: EMG ölçümü AAT testi sırasında yapıldı. Bireylerin ilgili kaslarına elektrotlar tespit edildikten sonra bireyler test pozisyonuna yerleştirildi. Bireylerden önce beş saniyelik istirahat kaydı alındı. Daha sonra, tartıya maksimum ağırlıklarının aktarmaları istenerek beş saniyelik kayıt alındı (131). EMG ölçümü üç kez tekrarlandı ve her tekrar arası bir dakika dinlenme arası verildi. Analizde hareketin en kararlı kısmının kullanılması için ilk bir saniye ve sinyaller üzerinde yorgunluğun

etkisinin görülmemesi için son altıncı saniye elimine edildi (126). Beş saniyelik kayıttaki hareketin zirve aktivasyon seviyeleri değerlendirildi.



Şekil 3.10. Ağırılık aktarma testi sırasında EMG ölçümü.



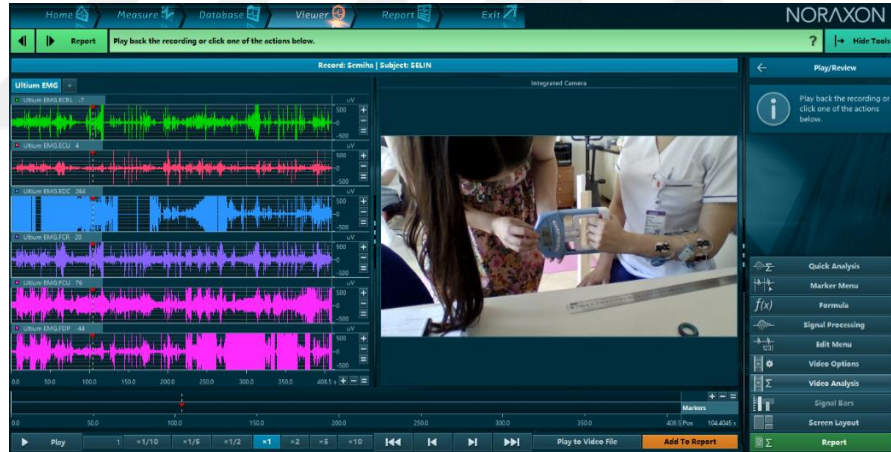
Şekil 3.11. Ağırılık aktarma EMG kaydı analiz örneği (İşlenmemiş veri).

Kavrama: EMG ölçümü kavrama kuvveti test pozisyonunda maksimal kavrama kuvvetinin %25, %50, %75 ve %100'ünde yapıldı. Bireylerin ilgili kaslarına elektrotlar tespit edildikten sonra bireyler kavrama kuvveti test pozisyonuna alındı. Ölçüme başlamadan önce bireylerin maksimal kavrama kuvveti *Jamar* dinamometre ile ölçüldü. Daha sonra bireylerden beş saniyelik istirahat kaydı alındı. İstirahat kaydını takiben önceden hesaplanmış maksimal kavrama kuvvetinin %25'inde beş saniye, %50'sinde beş saniye, %75'inde beş saniye ve %100'ünde beş saniye

bekletilerek EMG ölçümü tamamlandı. Kavrama kuvveti yüzdelik değerleri her ölçümde ölçüm sırası için randomize edildi. Analizler esnasında beş saniyelik kaydın ilk bir saniyesi ve son bir saniyesi elimine edildi. Kuvvet yüzdelerinin belirlenmesinde bireylere ve uygulayıcıya yardımcı olması amacıyla eş zamanlı video kamera çekiminin bilgisayar ekranından takibi ve sözel geri bildirimler kullanıldı (139). EMG ölçümü üç kez tekrarlandı ve her tekrar arası bir dakika dinlenme arası verildi.



Şekil 3.12. Kavrama sırasında EMG ölçümü.



Şekil 3.13. Kavrama EMG kaydı analiz örneği (İşlenmemiş).

3.3.4. Reaksiyon Zamanı Değerlendirmesi

Reaksiyon zamanını ölçmek için Nelson El Reaksiyon Testi kullanıldı. Test, 60 cm uzunluğunda ve 1 mm aralıklarla işaretlenmiş reaksiyon zamanı cetveli ile yapıldı. Test protokolüne göre bireyler bir sandalyede oturma pozisyonunda ve önkolü nötral pozisyonda olacak şekilde masa üzerinde desteklendi. Bireyin parmakları yukarıdan bırakılacak cetveli yakalamak için masa ile temas etmeyecek şekilde pozisyonlandı

(Şekil 3.5.). Cetvel göz seviyesinin üzerinde bir yüksekliğe sahip olan 6 cm çapında vertikal pozisyonlanmış alt ucu açık bir polivinil klorür (PVC) borunun üst ucuna yerleştirilerek görsel duyu girdisi engellendi. Pozisyonlanırken cetvelin 0 noktasının borunun alt ucu ile aynı hizada olmasına dikkat edildi. Bireyler açık eli cetvelin 0 noktası direkt olarak başparmak ve işaret parmakları arasına denk olacak şekilde borunun alt ucunda pozisyonlandı. Tüm ölçümlerde başlama pozisyonunun standardizasyonu için başparmak ve işaret parmağının borunun alt ucuyla hizalanması istendi ve başparmak ve işaret parmağı arasındaki mesafenin korunmasına dikkat edildi. Birey hazır olduğunda cetvel boru içerisinde 1 ile 5 saniye arasında randomize aralıklarda cetveli bırakma zamanı tahmin edilemeyecek şekilde aşağı doğru serbest bırakıldı. Borunun alt ucundan cetvel görüldüğü anda bireylerin başparmak ve işaret parmağı ile olabildiğince hızlı bir şekilde cetveli yakalaması istendi. Başparmağın cetvel ile temas ettiği yerin en üst ucu cm olarak ölçüldü ve reaksiyon zamanına (milisaniye) çevrildi (127).

Reaksiyon zamanı ($d = \frac{1}{2}gt^2$) formülü ile hesaplandı. Formülde d mesafe, g yerçekimi ivmesi ve t zaman olarak kullanıldı. En hızlı üç zaman ve en yavaş üç zaman elenerek ortalama dört zaman alındı. Her birey için 10 ölçüm kaydedildi (127). Ölçümler arasında birer dakika dinlenme arası verildi. Teste başlamadan önce bireylerin öğrenmesi için 3 ölçüm yapıldı.



Şekil 3.14. Nelson El Reaksiyon Testi.

3.3.5. Manual Kas Kuvveti Ölçümü

Manual kas kuvveti ölçümü, kasın maksimum izometrik kasılması esnasında kaydedilen kas kuvveti değerlendirme yöntemidir. Çalışmamızda el bileği fleksiyon ve ekstansiyon kuvvetleri *Lafayette Manual Kas Ölçüm Sistemi (Lafayette Manual Muscle Tester Model 01163, USA®)* ile değerlendirildi. Birey sandalyede oturma pozisyonunda iken dirsek 90° fleksiyonda ve el bileği nötral pozisyonunda masa üzerinde desteklendi. El bileği fleksör (Fleksör karpi radialis, fleksör karpi ulnaris) kas kuvveti ölçümü için bireyin önkol dorsal yüzü masa üzerine gelecek şekilde tespit edildi ve dinamometre elin palmar yüzeyine yerleştirilerek bireyden maksimum istemli izometrik fleksiyon istendi. Ekstansör kas (Ekstansör karpi radialis longus, ekstansör karpi radialis brevis, ekstansör karpi ulnaris) kuvveti ölçümü için ise bireyin önkol volar yüzü masa üzerine gelecek şekilde tespit edildi ve dinamometre elin dorsal yüzeyine yerleştirilerek bireyden maksimum istemli izometrik ekstansiyon istendi. Hareket sırasında sözel cesaretlendirmelerle bireyden maksimal kuvvet üretimi istendi. Maksimum kontraksiyon bir dakikalık dinlenme aralıkları ile üç sn süren kontraksiyonlar şeklinde üç kere tekrarlandı (128). Ölçümlerin ortalaması alınarak kg cinsinden kaydedildi. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin ölçüm sırası randomize edildi. Fleksör ve ekstansör kas kuvvet ölçümleri arasında 5 dakika dinlenme molası verildi (129).

3.3.6. Kavrama Kuvveti Ölçümü

Standard kavrama kuvveti *Jamar* el dinamometresi (*Jamar; JLW Instruments, Chicago, IL*) kullanılarak ölçüldü (130, 131). Ölçüm sırasında Amerikan El Terapistleri Derneği'nin standart protokolü uygulandı (132, 133). Bu protokole göre birey sırtı destekli bir sandalyede kalçası 90° fleksiyon, dizleri 90° fleksiyon pozisyonunda otururken omzu addüksiyon ve nötral rotasyonda, dirseği 90° fleksiyonda ve önkolu ve el bileği nötral rotasyonda pozisyonlandı (132). *Jamar* el dinamometresinin barı 2. pozisyona yerleştirilerek bireyden maksimum kuvvetle dinamometreyi sıkması istendi. Ölçümler her iki el için birer dakika dinlenme arası ile üç kez tekrarlandı ve ölçüm sonuçlarının ortalamaları kg cinsinden kaydedildi.



Şekil 3.15. Kavrama Kuvveti Ölçümü.

3.3.7. Çimdikleyici Kavrama Kuvveti Ölçümü

Lateral ve üçlü kavrama kuvvetleri pinçmetre ile (*Pro Med Products, Atlanta, GA*) Amerikan El Terapistleri Derneği'nin değerlendirme protokolüne göre ölçüldü. Ölçümler, bireyler sırtı destekli sandalyede kalça 90^0 fleksiyon, diz 90^0 fleksiyon pozisyonunda oturmada, kol addüksiyonda, dirsek 90^0 fleksiyonda, önkol ve el bileği nötral pozisyonunda yapıldı (133, 134). Lateral kavrama kuvvetinin ölçümünde bireylerden pinçmetreyi başparmak pulpası ve işaret parmağının lateral kenarı arasına yerleştirerek maksimum kuvvetle sıkması istendi. Üçlü kavrama kuvveti ölçümünde ise pinçmetreyi başparmak, işaret ve orta parmakları arasına yerleştirerek maksimum kuvvetle sıkmaları istendi. Ölçümler arasında bir dakika dinlenme arası olacak şekilde toplam üç kez tekrarlandı ve ölçümlerin ortalaması kilogram-kuvvet cinsinden kaydedildi (134).



Şekil 3.16. Pinçmetre.

3.3.8. Ağırlık Aktarma Tolerans Testi

Ağırlık Aktarma Tolerans Testi (AATT) kapalı kinetik pozisyonda ağırlık aktarma kapasitesini değerlendirmek amacıyla kullanılan bir testtir (Şekil 3.17.). Değerlendirme için kalibre edilmiş analog tartı kullanıldı. Bireyler tartı üzerine ellerini üçüncü parmakları radial veya ulnar rotasyon yapmadan saat 12:00'ı gösterecek şekilde yerleştirdi. Dirsek ve el bileği eklemlerinin tam ekstansiyonda olmasına dikkat edildi. Bireylerden maksimum kapasiteleri ile tartı üzerine ağırlıklarını vermesi istendi. Üç ölçüm yapılarak ölçümlerin ortalaması kilogram cinsinden kaydedildi. Ölçümler arasında birer dakika dinlenme arası verildi (135).



Şekil 3.17. Ağırlık Aktarma Tolerans Testi.

3.3.9. Üst Ekstremité Performansının Değerlendirilmesi (UEYDT)

“Üst Ekstremité Y Denge Testi” (UEYDT) üst ekstremitenin fonksiyonel mobilitesi, stabilitesi ve propriosepsiyonu hakkında bilgi veren performans ölçümüdür (136).

Değerlendirme testi medial (anterior), inferolateral (posterior) ve süperolateral (posterior) uzanma yönleri ve bu üç yönün ortak başlangıç noktası olan bir duruş platformundan oluşmaktaydı. Posterior uzanma yönleri ile anterior uzanma yönü arasında 135° açı; posterior uzanma yönleri arasında ise 90° açı vardı. Uzanma mesafeleri, test pozisyonu bozulmadan mezura üzerinde ulaşılan en uç nokta aracılığıyla kaydedildi. Test protokolüne göre birey kapalı zincir pozisyonunda (şınav

pozisyonu) elleri üzerinde üç uzanma çizgisinin birleştiği merkez noktasında durdu. Bir eli ile hedeflenen yöne uzanırken diğer elinin üzerinde ayakları omuz genişliğinde açık olacak şekilde şınav pozisyonunu korumaya çalıştı. Üç yönün her biri için ölçümler arasında üç dakikayı geçmeyecek şekilde üç kez ölçüm alındı ve ölçümlerin ortalamaları cm cinsinden kaydedildi. Her ulaşma mesafesi için elin ulaştığı en distal nokta dikkate alındı. Test sağ el üzerinde durup sol el ile sağ medial yöne, gövdenin altından sağ inferolateral yöne, sağ süperolateral yöne uzanılması ve kontrol altında başlangıç pozisyonuna dönülmesiyle gerçekleştirildi. Sol ekstremité için de aynı sıralama uygulandı. Bireyleri test prosedürüne alıştırmak amacıyla test öncesinde deneme ölçümü yapıldı (136).



Şekil 3.18. Üst Ekstremité Y Denge Testi.

3.3.10. Geleneksel Egzersiz Eğitimi

Proprioseptif gruba proprioseptif egzersiz eğitimi ve geleneksel egzersiz eğitimi birlikte verildi. Kontrol grubuna ise sadece geleneksel egzersiz eğitimi uygulandı. Egzersizlerin planlaması (sıklık, yoğunluk, süre, tip), “*American College of Sport Medicine*” (ACSM) (28) egzersiz kılavuzuna göre yapıldı. Egzersiz eğitimleri 6 hafta boyunca haftada 2 gün olmak üzere toplam 12 süpervize seans olarak uygulandı. Bireylerden süpervize seans almadıkları günlerde egzersizleri her gün ev programı olarak yapması istendi. Bireylerin egzersizleri öğrenmesi, doğru yapabilmesi ve takip edebilmesi amacıyla egzersiz kitapçıkları hazırlandı. Bireylere ilk seansta gruplarına göre egzersiz kitapçıkları verildi. Ayrıca, bireylerin egzersizleri standardize bir şekilde yapmasını sağlamak amacıyla egzersizler videoya çekilerek katılımcılar ile paylaşıldı.

Egzersiz eğitimleri bireylerin dominant olmayan taraflarına verildi. Çünkü dominant tarafın motor performansının dominant olmayan tarafa göre daha fazla olması beklenmektedir (3-5). Bununla birlikte, dominant taraf günlük yaşam ve iş aktivitelerinde dominant olmayan tarafa göre daha fazla kullanılmaktadır. Bu nedenle kullanımdan dolayı meydana gelebilecek yüklenme faktörünü minimal oranda tutmak amaçlandı. Her iki gruptaki bireylere araştırma süresince farklı bir egzersiz veya fiziksel aktivite programına katılmamaları söylendi.

Süpervize egzersiz seanslarından önce bireylere 10 dakikalık ısınma programı uygulandı (EK-8). Isınma programı; üst ekstremité normal eklem hareketi egzersizlerini, boyun normal eklem hareketi egzersizlerini, postür egzersizlerini ve üst ekstremité aktif germe egzersizlerini içermekteydi.

Geleneksel egzersiz eğitimi (EK-10) germe, hareket açıklığı ve kuvvetlendirme egzersizlerini içeren 30 dakikalık egzersiz programı şeklinde planlandı. Egzersiz eğitimi 0-3 hafta (ilk faz) ve 3-6 hafta (son faz) olmak üzere iki fazda tamamlandı. Egzersiz programı haftalara göre progresyon gösterdi. İlk fazda germe, hareket açıklığı ve kuvvetlendirme egzersizleri yer aldı. İkinci fazda yüklenme artırılarak kuvvetlendirme egzersizlerine devam edildi. Kuvvetlendirme egzersizlerinin planlamasında ACSM kriterleri kullanıldı (28). İlk fazda kullanılacak direnç bir maksimum tekrarın %50'si olacak şekilde; ikinci fazda ise bir maksimum tekrarın %70'i olacak şekilde planlandı. Egzersizler 10 tekrar 3 set olarak uygulandı (23).

Kuvvetlendirme egzersizlerinde el bileği kasları için serbest ağırlık ve *Thera-Band* (*THERABAND*, Türkiye), parmak kasları için *Digi-Flex* (*CanDo*, USA) kullanıldı. Serbest ağırlık direnci kas kuvveti ölçüm sonucuna göre belirlendi. *Thera-Band* (*THERABAND*, Türkiye) direnci 10 tekrarlı PNF egzersizi sonucu algılanan eforun *OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise*'ın elastik dirençli egzersizler için olan OMNI-RES EB versiyonuna göre 5-8 puan arasına gelen bandın direncine göre seçildi (137).

Proprioseptif egzersiz eğitimi şuurlu ve şuurlu proprioseptif egzersizleri içeren 30 dakikalık egzersiz programı şeklinde planlandı. Egzersiz programı haftalara göre progresyon gösterdi. Egzersiz eğitimi altı hafta planlandığı için 0-3 hafta (ilk faz) ve 3-6 hafta (son faz) olmak üzere iki fazda tamamlandı. İlk fazda proprioseptif

farkındalık ve şuurlu propriosepsiyon egzersizlerine yer verildi. Son fazda ise şuurlu propriosepsiyon ve şuuraltı propriosepsiyon egzersizleri yer aldı.

Proprioseptif egzersiz eğitiminin amacı, el bileğinin statik ve dinamik stabilizasyonunu geliştirmek, şuurlu ve şuuraltı nöromüsküler eklem kontrolünü artırmak, optimal eklem pozisyon hissini sağlamak ve eklem çevresindeki kasların hızlı sinerjistik koaktivasyonlarını ve eklem koruyucu cevaplarını geliştirmektir (4, 6, 138). Egzersiz eğitimi fonksiyonel re-edükasyon ve sensorimotor eğitim ilkeleri çerçevesinde oluşturuldu (3, 53). Proprioseptif egzersiz programı Tablo 3.2.'de gösterilmektedir.

Proprioseptif eğitimde el bileğinde optimal eklem pozisyon hissini ve proprioseptif farkındalığı geliştirmek ilk önceliklerden biridir. Bu nedenle ilk fazda şuurlu propriosepsiyonun geliştirilmesi amaçlandı. Şuurlu nöromüsküler eğitimde EPH ve kinesteziyi geliştirmek, el bileği kaslarını kuvvetlendirmek ve enduransını artırmak hedeflendi. EPH'ye yönelik eğitim aşamalı olarak uygulandı. EPH eğitiminde öncelikle görsel ipuçlarıyla pasif eklem pozisyon hissi eğitime başlandı ve sonrasında gözler kapalı olarak eklem açısının pasif ve aktif reproduksiyonunu içeren egzersizlere ilerlendi. Aşamalı olarak izometrik ve izotonik egzersizlere geçildi. Egzersiz eğitiminde *Thera-Band* ve *Thera-Tube* (*THERABAND*, Türkiye) kullanıldı. Eksentrik egzersizler antagonist kas üzerindeki sekonder konkurrent etkileri nedeniyle koaktivasyon sağlamak amacıyla kullanıldı.

Proprioseptif egzersiz eğitiminin 2. fazının amacı eklem şuurlu ve şuuraltı nöromüsküler kontrolünü artırmaktır. Bu eğitimin amacı iki aşamada gerçekleştirildi: El bileğinin dengeli hareketinin sağlanması, dinamik kas kompresyonu kullanılarak eklem stabilizasyonunun artırılması. Egzersiz programında şuurlu nöromüsküler eğitimden şuuraltı nöromüsküler eğitime doğru ilerlendi. Kuvvetlendirme eğitiminde dirençli ve dinamik stabilizasyon egzersizlerine geçildi (3, 53). Dinamik stabilizeyi artırmak için el bileği dengesinin yeniden eğitimini sağlayan, agonist ve antagonist kasların birlikte aktive oldukları koaktivasyon egzersizleri kullanıldı. Koaktivasyon egzersizlerine kapalı kinetik egzersizler şeklinde başlandı ve eksentrik, konsentrik ve izometrik egzersizleri içerdi. Topun bilateral ve unilateral olarak yavaş ve kontrollü bir şekilde hareket ettirilmesi ve top üzerinde ağırlık aktarma egzersizleri el bileği fleksör ve ekstansör kasların simültane kasılmasını kolaylaştırmak amacıyla uygulandı.

Şuuraltı nöromüsküler eğitimde reaktif kas aktivasyon egzersizleri (53), pertürbasyon egzersizleri, *Powerball* egzersizleri (*Gyro Ball, USA*) (33), ağırlık aktarma egzersizleri, *body-blade* eğitimi (*Bodyblade, USA*) (3) ve pilyometrik egzersizlere geçildi. Eğitimde dart atma paterninde pilyometrik egzersizlere de yer verildi. Otururken her iki el top üzerinde daire çizme egzersizleri ayaktaiken unilaterale duvar egzersizlerine doğru ilerletildi. Son aşamada ise aksiyal yüklenme egzersizlerine geçildi.

Tablo 3.2. Proprioseptif egzersiz programı.

FAZ	EGZERSİZLER
FAZ 1 (0-3 HF)	Dart atma hareketi
	Eklem pozisyon hissi egzersizleri
	İzometrik kuvvetlendirme egzersizleri
	PNF egzersizleri
	Kuvvetlendirme egzersizleri (<i>Thera-tube, Thera-band</i>)
	El yayı egzersizleri
FAZ 2 (3-6 HF)	Dirençli dart atma hareketi
	Ko-aktivasyon egzersizleri
	Ağırlık aktarma egzersizleri
	Pertürbasyon egzersizleri
	Kuvvetlendirme egzersizleri (<i>El yayı, Thera-tube, Thera-band</i>)
	Reaktif kas aktivasyonu egzersizleri
	Powerball egzersizleri
	Bodyblade egzersizleri
	Dart oyunu şeklinde dart atma hareketi egzersizi

3.4. İstatistiksel Analiz

Analizler açık erişimli R yazılımı (version 4.3.2, <https://cran.r-project.org>) ve SPSS Windows Version 23.0 (Chicago, IL) istatistik paketi kullanılarak biyoistatistik uzmanı tarafından yapıldı. Verilerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Varyans homojenitesi için Levene testi uygulandı. Tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama $\pm$ standart sapma, median (25.yüzdelik–75.yüzdelik) ve frekanslar (yüzdelikler) olarak açıklandı. Demografik değişkenlerin ve temel klinik verinin grup farklılıkları bağımsız t testleri veya Mann–Whitney U testlerinden uygun olanı seçilerek analiz edildi. Tedavi öncesi ve sonrası grup karşılaştırmalarında eşleştirilmiş t testi veya Wilcoxon’s signed rank testlerinden uygun olanı kullanıldı. Ayrıca

analizlerde Ki-Kare testi de uygulandı. Çift kuyruklu $p<0,05$ olmasının istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edildi.



4. BULGULAR

Sağlıklı bireylerde proprioseptif egzersiz eğitiminin motor performans parametreleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmaya toplam 48 sağlıklı birey dahil edildi. Çalışma sürecinde ilk değerlendirmeler sonrasında dahil edilme kriterlerine uymayan 7 birey dışlandı ve istatistiksel analizler toplam 41 kişi üzerinden yapıldı.

4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri ile İlgili Bulgular

Propriosepsiyon grubundaki bireylerin 8'i kadın 13'ü erkek; kontrol grubundaki bireylerin 8'i kadın 12'si erkek idi. Kontrol grubundaki bireylerin 16'sının sağ eli, propriosepsiyon grubundaki bireylerin 18'inin sağ eli dominant idi. Her iki gruptaki bireylerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi tanımlayıcı özellikleri Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Egzersiz eğitimi öncesi yapılan değerlendirme sonucunda iki gruptaki bireylerin yaş dışındaki boy, kilo, vücut kitle indeksi, cinsiyet ve dominant el dağılımlarının benzer olduğu saptandı ($p>0,05$) (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Egzersiz gruplarının demografik özellikleri ($n=41$).

Özellikler	Propriosepsiyon Grubu ($n=21$)		Kontrol Grubu ($n=20$)		p
Cinsiyet (kadın) ($n, \%$)	8	%38,1	8	%40	$>0,05^b$
Yaş (yıl) (ortanca, (%25 – %75))	22	(21-23)	24	(22-25)	0,01^b
Boy (cm) ($ort \pm SD$)	171,43	(8,14)	175	(8,35)	0,173 ^a
Kilo (kg) ($ort \pm SD$)	65,83	(12,34)	67,60	(9,94)	0,618 ^a
VKİ (kg/cm²) ($ort \pm SD$)	22,17	(2,84)	21,95	(1,81)	0,776 ^a
Dominant el (sağ) ($n, \%$)	18	% 85,7	16	%80	0,697 ^b

VKİ: Vücut Kitle İndeksi; $ort \pm SD$ = ortalama $\pm$ standart sapma

^aBağımsız t -testi

^bMann-Whitney U testi ya da Ki-kare (χ^2) testi

4.2. Eklem Pozisyon Hissi Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası el bileği fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon ve ulnar deviasyon yönündeki eklem

pozisyon hissi değerlendirmesi sonucu elde edilen hata skorları Tablo 4.2.’de gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Gruplar arasında egzersiz eğitimi öncesinde eklem pozisyon hissi hata skorları arasında fark yoktu ($p>0,05$). Grup içi karşılaştırmalarda her iki gruptaki bireylerin egzersiz eğitimi sonrasında tüm eklem pozisyon hissi değişkenlerinde gelişme olduğu kaydedildi ($p<0,05$). Egzersiz eğitimi sonrasında gruplar arasında fark saptandı ($p<0,05$) (Tablo 4.2.). Proprioepsiyon grubundaki bireylerin tüm el bileği hareketlerinde hata skorlarının azaldığı kaydedildi.

Tablo 4.2. Egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası eklem pozisyon hissi hata skorları.

El bileği Hareketleri (°)		Proprioepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		<i>p</i>
Fleksiyon	Eğitim öncesi (ort±SD)	8	(5-10)	6	(4-9,2)	0,488 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	1,3	(1,3-3,3)	3,3	(2-5,8)	0,002^b
	Değişim %	%83,75		%45		
	<i>p</i>	<0,001^c		<0,001^d		
Ekstansiyon	Eğitim öncesi (ort±SD)	6,6	(3,6)	7,5	(3,28)	0,399 ^a
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	1,3	(1-1,7)	4,3	(2,8-5,8)	<0,001^b
	Değişim %	%80,3		%42,66		
	<i>p</i>	<0,001^c		<0,001^d		
Ulnar deviasyon	Eğitim öncesi (ort±SD)	6,7	(2,8)	5	(2,4)	0,037^a
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	1,3	(1-1,7)	3,2	(2-3,7)	<0,001^b
	Değişim %	%80,59		%36		
	<i>p</i>	<0,001^c		<0,001^c		
Radial deviasyon	Eğitim öncesi (ort±SD)	7,9	(3,97)	7,1	(3,4)	0,467 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	1,8	(1,1)	4,1	(1,9)	<0,001^a
	Değişim %	%77,21		%42,25		
	<i>p</i>	<0,001^d		<0,001^d		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız *t*-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş *t* testi, ^dWilcoxon testi

4.3. Elektromiyografik Analiz Bulguları

4.3.1. İzotonik Hareket, Kavrama ve Ağırlık Aktarma Sırasında Kas Aktivasyon Seviyesi Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının eğitim öncesi EMG analiz bulguları izotonik hareket, kavrama ve ağırlık aktarma sırasında olmak üzere üç koşul arasında karşılaştırıldı (Tablo 4.3.1.) Kavrama ve ağırlık aktarma hareketleri el bileği ekstansiyonunda yapıldığı için izotonik hareket için ekstansiyon hareketinin izometrik fazındaki EMG bulguları karşılaştırmada kullanıldı. EKRL dışındaki tüm kaslarda en yüksek aktivasyon seviyesi sırayla kavrama, ağırlık aktarma ve izotonik hareket sırasında kaydedildi. EKRL’de izotonik hareket ve ağırlık aktarma sırasındaki aktivasyon seviyeleri benzerdi ($p>0,05$) (Tablo 4.3.1.).

Tablo 4.3.1. El ve el bileği kaslarının üç koşuldaki EMG Bulguları (n=41).

Kaslar	Koşullar	Ortanca	(%25-%75)	<i>p</i>
EKRL	Kavrama	139,49	(124,32-160,15)	<0,001
	İzotonik Hareket	75,89	(65,32-86,94)	
	Ağırlık Aktarma	78,44	(69,81-86,41)	
EKU	Kavrama	137,39	(121,75-155,70)	<0,001
	İzotonik Hareket	74,75	(63,05-88,48)	
	Ağırlık Aktarma	97,78	(91,10-110,88)	
EKRL+EKU	Kavrama	274,47	(252,35-314,43)	<0,001
	İzotonik Hareket	146,48	(133,59-175,47)	
	Ağırlık Aktarma	177,06	(163,12-196,47)	
Parmak Ekstansörleri	Kavrama	136,78	(126,86-158,53)	<0,001
	İzotonik Hareket	75,48	(64,36-85,04)	
	Ağırlık Aktarma	100,93	(92,71-116,53)	
FKR	Kavrama	141,84	(129,91-149,57)	<0,001
	İzotonik Hareket	69,02	(57,95-87,03)	
	Ağırlık Aktarma	109,26	(101,20-120,78)	
FKU	Kavrama	137,64	(124,54-154,99)	<0,001
	İzotonik Hareket	72,11	(59,48-82,07)	
	Ağırlık Aktarma	104,23	(95,23-121,21)	
FKR+FKU	Kavrama	277,95	(263,49-305,79)	<0,001
	İzotonik Hareket	136,13	(117,67-171,74)	
	Ağırlık Aktarma	210,98	(203,91-238,99)	
Parmak Fleksörleri	Kavrama	139,00	(126,70-161,26)	<0,001

İzotonik Hareket	69,09	(61,75-88,30)
Ağırlık Aktarma	101,89	(94,22-118,28)

*Friedman test

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

4.3.2. Kavrama ve Ağırlık Aktarma Sırasında El Bileği ve Parmak Kaslarının Kokontraksiyon Oranları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının kavrama ve ağırlık aktarma sırasında el bileği ve parmak kaslarının kokontraksiyon oranı sonuçları Tablo 4.3.2.'de gösterilmiştir. Kokontraksiyon oranında antagonist kasın agonist kasa oranı esas alındı. Kas grupları EKRL–FKR, EKU–FKU ve parmak ekstansörleri–parmak fleksörleri olarak seçildi. Kavrama koşulu için agonist kas fleksör iken antagonist kas ekstansördü. Ağırlık aktarma koşulu için agonist kas ekstansör iken antagonist kas fleksördü. Kavrama koşulu için maksimal kavrama kuvvetinin %100'ünde hesaplanan maksimal aktivasyonlar üzerinden hesaplama yapıldı. Ağırlık aktarma koşulu için test esnasında kaydedilen maksimal değerler üzerinden hesaplama yapıldı (Tablo 4.3.2.).

FKR, FKU ve parmak fleksörlerinin EMG aktiviteleri toplanarak elde edilen toplam fleksör kaslar ile EKRL, EKU ve parmak ekstansörlerinin aktivitelerinin toplanması ile elde edilen toplam ekstansör kaslar arasındaki kokontraksiyon oranı kavrama sırasında daha fazla idi ($p=0,002$). Spesifik el bileği ve parmak fleksör ve ekstansör kasları arasındaki kokontraksiyon oranları incelendiğinde EKRL ve FKR kasları arasındaki kokontraksiyon oranı ağırlık aktarma sırasında kavramaya göre daha fazla idi ($p<0,001$). Ancak EKU ile FKU ve parmak ekstansörleri ile parmak fleksörleri arasındaki kokontraksiyon oranları iki koşul için de benzerdi ($p>0,05$).

Tablo 4.3.2. Kavrama ve ağırlık aktarma sırasında el bileği ve parmak kaslarının kokontraksiyon oranları.

Kaslar	Koşullar	Ortalama	Standart Sapma	<i>p</i>
EKRL/FKR	Kavrama	1,005	(0,229)	<0,001
	Ağırlık Aktarma	1,49	(0,28)	
EKU/FKU	Kavrama	1,029	(0,240)	0,401
	Ağırlık Aktarma	1,08	(0,21)	
EDK/FDP	Kavrama	1,027	(0,191)	

	Ağırlık Aktarma	1,03	(0,15)	0,997
Toplam Ekstansörler/Fleksörler	Kavrama	1,16	(0,14)	0,002
	Ağırlık Aktarma	1,026	(0,185)	

^aEşlenmiş t testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

4.3.3. Maksimal İstemli İzometrik Kontraksiyon EMG Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası maksimal istemli izometrik kontraksiyon (MİİK) elektromiyografik analiz sonuçları Tablo 4.3.3.'te gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi sonrasında MİİK değerlerinin arttığı kaydedildi ($p < 0,05$). Gruplar arası karşılaştırmada propriosepsiyon grubunda FKR, FKU ve parmak fleksörlerinin MİİK değerleri kontrol grubuna göre daha yüksekti (Tablo 4.3.3.).

Tablo 4.3.3. Elektromiyografik analiz bulguları maksimal istemli izometrik kontraksiyon.

Maksimal İstemli İzometrik Kontraksiyon (%)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	88,16	(58,75–92,66)	82,25	(62,19–89,56)	0,620 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	105	(79,09–114,5)	89,58	(70,25–96,92)	0,055 ^b
	Değişim %	%19,1		%8,91		
	P	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	91	(55,83–98,16)	85,01	(58,83–94,25)	0,676 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	115,3	(72,35–123,16)	91,77	(70,41–101,83)	0,060 ^b
	Değişim %	%27,28		%7,95		
	P	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	89	(55,33–96,16)	88,21	(61,31–93,58)	0,948 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	113,16	(76,58–121,66)	97,67	(70,91–104,25)	0,076 ^b
	Değişim %	%27,14		%10,72		
	P	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	86,16	(59,26–92,16)	83,50	(60,83–88,83)	0,602 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	107,83	(73,16–118,5)	92,83	(69,56–98,25)	0,014^b
	Değişim %	%25,15		%11,17		

	<i>P</i>	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	89	(69,66-94,33)	86,06	(65,33-93,91)	0,715 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	105,36	(17,72)	88,52	(16,80)	0,003^a
	Değişim %	%18,38		%2,85		
	P	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	91,5	(67,13-99,16)	84,27	(63,49-94,08)	0,309 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	117,33	(83,16-124)	92,99	(71,22-102,5)	0,008^b
	Değişim %	%28,22		%10,34		
	P	<0,001 ^d		<0,001 ^d		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız *t*-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş *t* testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

4.3.4. İzotonik Hareket Sırasında EMG Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası ekstansiyon hareketi sırasında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları Tablo 4.3.4.1., 4.3.4.2., 4.3.4.3.'te gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Propriosepsiyon grubunda egzersiz eğitimi sonrasında konsantrik ekstansiyon hareketi sırasında FKU kasının aktivasyon seviyesinde artış kaydedildi ($p=0,036$) (Tablo 4.3.4.). Kontrol grubunda EKRL ($p<0,001$), ECU ($p<0,001$), parmak ekstansörleri ($p=0,003$), FKU ($p<0,001$) kaslarının aktivasyon seviyesi eğitim sonrasında daha yüksekti (Tablo 4.3.4.). İki grubun aktivasyon seviyeleri arasında fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.3.4.1. Ekstansiyon hareketinin konsantrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.

Ekstansiyon (mV)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		<i>p</i>
Konsantrik faz (%)						
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	79,77	(71,53-88,11)	80,10	(62,74-92,52)	0,979 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	88,24	(73,04-96,15)	84,09	(74,65-103,39)	0,531 ^b
	P	0,175 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%10,61		%4,98		
ECU	Eğitim öncesi	69,49	(59,85-82,34)	75,62	(60,38-90,67)	0,754 ^b

	(ortanca (%25-%75))					
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	75,94	(68,13-85,41)	82	(77,73-101,29)	0,602 ^b
	p	0,340 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%9,28		%8,43		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	65,26	(55,23-75,73)	68,22	(50,91-81,14)	0,896 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	71,20	(59,65-79,87)	77,74	(59,23-91,31)	0,285 ^b
	p	0,876 ^c		0,003 ^c		
	Değişim %	%9,1		%13,95		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	80,24	(66,72-92,50)	73,95	(66,10-86,39)	0,419 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	78,30	(68,06-86,82)	73,85	(65,10-84,32)	0,419 ^b
	p	0,249 ^c		0,135 ^c		
	Değişim %	-%2,41		-%0,13		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	78,14	(74,59-91,43)	76,42	(64,46-85,64)	0,404 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	79,82	(16,91)	83,43	(15,96)	0,487 ^a
	p	0,036 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%2,14		%9,17		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	72,10	(62,19-88,07)	77,48	(68,29-83,22)	0,566 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	72,94	(62,80-82,34)	79,81	(75,60-90,73)	0,057 ^b
	p	0,205 ^d		0,119 ^c		
	Değişim %	%1,16		%3		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubunda egzersiz eğitimi sonrasında izometrik ekstansiyon hareketi sırasında EKRL (p=0,002), ECU (p=0,049), FKR (p=0,041) kaslarının aktivasyon seviyesi daha yüksekti (Tablo 4.3.4.2.). Kontrol grubunda ise EKRL (p=0,020), ECU (p<0,001), parmak ekstansör (p=0,001), FKR (p<0,001), FKU (p<0,001), parmak fleksör (p<0,001) kaslarının aktivasyon seviyesi artmıştı (Tablo 4.3.4.2.). İki grubun aktivasyon seviyeleri arasında fark yoktu (p>0,05).

Tablo 4.3.4.2. Ekstansiyon hareketinin izometrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.

Ekstansiyon (mV)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
İzometrik faz (%)						
EKRL	Eğitim öncesi (ort±SD)	74,85	18,64	84,06	23,83	0,174 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	81,03	18,68	90,17	26,06	0,203 ^a
	p	0,002 ^d		0,020 ^c		
Değişim %		%8,25		%7,26		

EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	75,98	(63,03-85,43)	70,56	(63,35-100,22)	0,814 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	81,86	(75,20-88,12)	87,28	(72,79-101,73)	0,449 ^b
	p	0,049^c		<0,001^c		
	Değişim %	%7,73		%23,69		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ort±SD)	75,88	17,69	76,94	24,22	0,874 ^a
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	73,38	(68,44-94,13)	80,65	(65,35-90,23)	0,814 ^b
	p	0,140 ^d		0,001^c		
	Değişim %	-%3,29		%4,82		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	59,53	(56,26-86,37)	71,27	(62,56-91,44)	0,130 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	76,47	19,61	86,39	23,17	0,146 ^a
	p	0,041^c		<0,001^c		
	Değişim %	%28,45		%21,21		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	71,26	(52,78-84,27)	73,32	(65,04-81,64)	0,620 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	71,87	(55,67-86,17)	88,69	(72,18-94,12)	0,064 ^b
	p	0,837 ^c		<0,001^c		
	Değişim %	%0,85		%20,96		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	64,95	(61,75-74,11)	69,56	(60,98-89,62)	0,876 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	74,92	(69,90-79,23)	82,46	(67,73-95,61)	0,620 ^b
	p	0,104 ^c		<0,001^c		
	Değişim %	%15,35		%18,54		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşleşmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubundaki bireylerin eğitim sonrasında eksentrik ekstansiyon hareketi sırasında FKU (p=0,003) kasının aktivasyon seviyesi daha yüksekti (Tablo 4.3.4.3.). Kontrol grubundaki bireylerin EKRL (p<0,001), parmak ekstansör (p=0,014), FKU (p<0,001), parmak fleksör (p<0,001) kaslarının aktivasyon seviyesi artmıştı (Tablo 4.3.4.3.). Gruplar arası karşılaştırmada kontrol grubundaki bireylerin FKR kas aktivasyonu propriosepsiyon grubuna göre daha yüksekti (p=0,035).

Tablo 4.3.4.3. Ekstansiyon hareketinin eksentrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.

Ekstansiyon (mV)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
Eksentrik faz (%)						
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	52,36	(46,91-75,28)	60,44	(50,70-81,76)	0,375
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	58,97	(53,42-62,31)	68,78	(57,67-87,06)	0,124
	p	0,054 ^d		<0,001^c		

	Değişim %	%12,62		%13,79		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	59,75	(49,38-74,61)	57,67	(46,86-78,36)	0,498
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	62,49	(52,06-84,43)	57,66	(49,01-79,06)	0,335
	p	0,691 ^c		0,611 ^c		
	Değişim %	%4,58		-%0,01		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	56,49	(52,34-76,87)	61,36	(50,56-82,47)	0,657
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	54,67	(50,15-67,44)	62,80	(54,02-87,80)	0,175
	p	0,335 ^c		0,014^c		
	Değişim %	-%3,22		%2,34		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	63,21	(60,16-73,43)	70,31	(65,48-79,87)	0,201
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	64,21	(56,25-74,31)	75,51	(67,04-86,40)	0,035
	p	0,065 ^c		0,177 ^c		
	Değişim %	%1,58		%7,39		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	61,96	(56,13-71,26)	64,14	(55,72-73,90)	0,835
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	63,16	(60,97-74,55)	67,64	(59,51-77,86)	0,814
	p	0,003^c		<0,001^d		
	Değişim %	%1,93		%5,45		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	55,60	(51,30-73,42)	59,67	(51,23-84,23)	0,531
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	56,36	(52,85-74,90)	64,52	(57,90-90,88)	0,072
	p	0,757 ^c		<0,001^c		
	Değişim %	%1,36		%8,12		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası fleksiyon hareketi sırasında el ve el bileği kaslarının EMG analizi bulguları Tablo 4.3.4.4., 4.3.4.5., 4.3.4.6.'da gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Propriosepsiyon grubunda egzersiz eğitimi sonrasında konsantrik fleksiyon hareketi sırasında EKRL (p=0,025), FKU (p=0,037), parmak fleksör (p=0,004) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.4.4.). Kontrol grubunda egzersiz eğitimi sonrasında konsantrik fleksiyon hareketi sırasında EKRL (p=0,026), EKU (p=0,001), parmak ekstansör (p=0,009), FKR (p=0,001), FKU (p<0,001), parmak fleksör (p<0,001) kaslarının aktivasyon seviyeleri artmıştı (Tablo 4.3.4.4.).

FKU kası için egzersiz eğitimi sonrasında iki grubun aktivasyon seviyeleri arasında fark vardı ($p=0,025$).

Tablo 4.3.4.4. Fleksiyon hareketinin konsantrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.

Fleksiyon (mV)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
Konsantrik faz (%)						
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	61,51	(53,35-91,97)	70,12	(54,79-82,40)	0,696
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	65,64	(60,20-98,23)	73,40	(61,84-87,01)	0,958
	p	0,025^c		0,026^c		
Değişim %		%6,71		%4,67		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	51,19	(45,80-75,17)	60,91	(46,05-88,77)	0,465
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	56,69	(49,74-67,96)	71,72	(55,38-92,63)	0,137
	p	0,566 ^d		0,001^c		
Değişim %		%10,74		%17,74		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	61,12	(53,72-77,53)	65,16	(57,92-93,00)	0,404
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	62,97	(54,36-90,28)	79,76	(58,62-93,92)	0,389
	p	0,099 ^d		0,009^c		
Değişim %		%3,02		%22,4		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	61,95	(56,08-69,0)	65,43	(51,59-84,76)	0,774
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	61,62	(56,47-73,15)	67,18	(57,28-89,11)	0,419
	p	0,106 ^d		0,001^c		
Değişim %		-%0,53		%2,67		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	69,67	(53,05-79,78)	67,4	(63,55-85,49)	0,335
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	66,86	(59,32-84,35)	76,65	(70,50-98,06)	0,025
	p	0,037^c		<0,001^c		
Değişim %		-%4,03		%13,72		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	62,11	(56,98-68,43)	63,90	(57,98-80,97)	0,361
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	66,25	(60,80-74,51)	73,71	(64,54-91,17)	0,201
	p	0,004^c		<0,001^c		
Değişim %		%6,66		%15,35		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubunda egzersiz eğitimi sonrasında izometrik fleksiyon hareketi sırasında EKRL ($p=0,006$), EKU ($p=0,005$), parmak ekstansör ($p=0,027$), FKR ($p=0,005$), FKU ($p=0,001$), parmak fleksör ($p<0,001$) kaslarının elektriksel

aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.4.5.). Kontrol grubunda egzersiz eğitimi sonrasında izometrik fleksiyon hareketi sırasında EKRL ($p<0,001$), ECU ($p=0,017$), parmak ekstansör ($p<0,001$), FKR ($p<0,001$), FKU ($p<0,001$), parmak fleksör ($p<0,001$) kaslarının elektriksel aktivasyon seviyeleri artmıştı (Tablo 4.3.4.5.). Parmak fleksörleri için egzersiz eğitimi sonrasında iki grubun aktivasyon seviyeleri arasında fark vardı ($p=0,004$).

Tablo 4.3.4.5. Fleksiyon hareketinin izometrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.

Fleksiyon (mV)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
İzometrik faz (%)						
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	69,26	(57,22-84,01)	75,77	(60,78-93,41)	0,566 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	81,17	(69,03-92,84)	89,17	(77,33-103,72)	0,241 ^b
	p	0,006^c		<0,001^c		
	Değişim %	%17,19		%17,7		
ECU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	61,53	(57,65-75,84)	62,91	(53,05-88,59)	0,958 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	77,03	(63,40-88,93)	71,45	(62,86-85,25)	0,774 ^b
	p	0,005^c		0,017^c		
	Değişim %	%25,19		%13,57		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	76,31	(61,37-82,02)	68,44	(59,86-93,96)	0,657 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	76,24	(70,25-92,68)	81,69	(73,22-93,80)	0,498 ^b
	p	0,027 ^c		<0,001^c		
	Değişim %	-%0,09		%19,36		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	67,90	(60,38-81,26)	76,73	(61,37-90,34)	0,434 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	75,80	(67,69-86,37)	87,54	(73,96-100,77)	0,100 ^b
	p	0,005^c		<0,001^c		
	Değişim %	%11,63		%14,08		
FKU	Eğitim öncesi (ort±SD)	72,41	(15,73)	76,81	(16,59)	0,389 ^a
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	78,53	(72,74-90,96)	85,06	(75,71-95,92)	0,434 ^b
	p	0,001^d		<0,001^c		
	Değişim %	%8,45		%10,74		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	61,02	(54,80-69,43)	71,19	(64,12-81,5)	0,025 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	71,46	(64,0-81,51)	86,22	(80,08-97,74)	0,004^b
	p	<0,001^c		<0,001^c		
	Değişim %	%17,1		%21,11		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

ECU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubunda egzersiz eğitimi sonrasında eksentrik fleksiyon hareketi sırasında EKRL ($p=0,002$), FKU ($p=0,07$), parmak fleksör ($p=0,003$) kaslarının elektriksel aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.4.6.). Kontrol grubunda egzersiz eğitimi sonrasında eksentrik fleksiyon hareketi sırasında EKRL ($p<0,001$), ECU ($p<0,001$), parmak ekstansör ($p<0,001$), FKR ($p<0,001$), FKU ($p<0,001$), parmak fleksör ($p=0,015$) kaslarının elektriksel aktivasyon seviyeleri artmıştı (Tablo 4.3.4.6.). FKR kası için egzersiz eğitimi sonrasında iki grubun aktivasyon seviyeleri arasında fark vardı ($p=0,032$).

Tablo 4.3.4.6. Fleksiyon hareketinin eksentrik fazında el ve el bileği kaslarının EMG analiz bulguları.

Fleksiyon (mV)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
Eksentrik faz (%)						
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	64,85	(54,35-74,52)	68,96	(62,39-86,54)	0,137 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	70,09	(67,59-80,64)	81,16	(70,19-92,11)	0,064 ^b
	p	0,002^c		<0,001^c		
	Değişim %	%8,08		%17,69		
ECU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	54,77	(45,85-75,59)	61,28	(52,68-85,52)	0,404 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	62,76	(52,29-71,27)	72,69	(64,16-88,04)	0,057 ^b
	p	0,099 ^d		<0,001^c		
	Değişim %	%14,58		%18,61		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	58,20	(47,86-79,94)	55,98	(48,81-82,24)	0,896 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	59,51	(52,36-70,28)	65,13	(56,11-89,26)	0,192 ^b
	p	0,281 ^c		<0,001^c		
	Değişim %	%2,25		%16,34		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	53,48	(47,66-64,96)	60,95	(54,82-76,74)	0,081 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	56,41	(49,80-74,46)	65,66	(63,31-85,25)	0,032^b
	p	0,202 ^c		<0,001^c		
	Değişim %	%5,47		%7,72		
FKU	Eğitim öncesi (ort±SD)	62,05	(13,12)	60,34	(11,54)	0,661 ^a
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	67,63	(54,96-78,04)	67,59	(62,30-76,82)	0,404 ^b
	p	0,007^d		<0,001^c		
	Değişim %	%8,99		%12,01		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ort±SD)	58,89	(11,9)	64,04	(17,9)	0,283 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	66,08	(15,13)	69,2	(19,24)	0,567 ^a
	p	0,003^c		0,015^c		
	Değişim %	%12,2		%8,05		

ort $\pm$ SD = ortalama $\pm$ standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

4.3.5. Kavrama Sırasında El Bileği ve Parmak Kaslarının EMG Analizi Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası kavrama kuvveti elektromiyografik analiz bulguları sonuçları maksimal kavrama kuvvetinin %25'i Tablo 4.3.5.1., %50'si Tablo 4.3.5.2., %75'i Tablo 4.3.5.3. ve %100'ü Tablo 4.3.5.4. şeklinde gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Propriosepsiyon grubunda eğitim sonrası maksimal kavrama kuvvetinin %25'inde EKRL (p=0,025), FKR (p=0,017), FKU (p<0,001) ve parmak fleksörlerinin (p=0,005) aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.1.). Kontrol grubunda eğitim sonrası kavrama kuvvetinin %25'inde EKRL (p=0,047), EKU (p=0,001), parmak ekstansör (p=0,001), FKR (p<0,001), FKU (p<0,001), parmak fleksör (p<0,001) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.1.). İki grup arasında fark yoktu.

Tablo 4.3.5.1. Maksimal kavrama kuvvetinin %25'i için elektromiyografik analiz bulguları.

Maksimal Kavrama Kuvveti %25 (mV) (%)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	72,35	(60,83-84,74)	65,26	(48,28-76,85)	0,095 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	76,89	(69,42-91,77)	75,19	(55,30-95,27)	0,262 ^b
	p	0,025 ^d		0,047 ^c		
Değişim %		%6,27		%15,21		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	63,44	(58,04-71,03)	59,45	(51,78-79,96)	0,389 ^b
	Eğitim sonrası (ort $\pm$ SD)	71,33	(16,37)	(69,72)	(23,34)	0,798 ^a
	p	0,063 ^d		0,001 ^c		
Değişim %		%12,43		%17,27		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	67,39	(55,50-80,8)	57,10	(48,55-71,32)	0,130 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	71,16	(63,06-81,89)	66,84	(53,48-84,62)	0,498 ^b
	p	0,205 ^d		0,001 ^d		

	Değişim %	%5,59		%17,05		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	68,51	(54,86-78,41)	60,95	(56,96-65,59)	0,183 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	77,11	(59,22-89,70)	68,15	(62,06-75,95)	0,297 ^b
	<i>p</i>	0,017 ^d		<0,001 ^d		
	Değişim %	%12,55		%11,81		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	63,70	(55,91-73,58)	59,06	(52,51-64,11)	0,201 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	72,5	(67,2-80,92)	66,71	(63,24-76,14)	0,144 ^b
	<i>p</i>	<0,001 ^c		<0,001 ^d		
	Değişim %	%13,81		%12,95		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	57,80	(52,09-68,92)	60,41	(52,7-68,59)	0,794 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	73,01	(20,53)	68,61	(17,51)	0,466 ^a
	<i>p</i>	0,005 ^d		<0,001 ^c		
	Değişim %	%26,31		%13,57		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız *t*-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşleşmiş *t* testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubunda eğitim sonrası maksimal kavrama kuvvetinin %50'sinde parmak ekstansör ($p=0,008$), FKR ($p=0,023$), FKU ($p=0,001$) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.2.). Kontrol grubunda eğitim sonrası kavrama kuvvetinin %50'sinde EKRL ($p<0,001$), EKU ($p=0,003$), FKR ($p=0,015$), FKU ($p=0,005$), parmak fleksör ($p=0,009$) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.2.3.2.). Gruplar arasında kavrama kuvvetinin %50'sinde parmak ekstansörlerinde ($p<0,001$) kas aktivasyonunda gelişme görülmüştür (Tablo 4.3.5.2.).

Tablo 4.3.5.2. Maksimal kavrama kuvvetinin %50'si için elektromiyografik analiz bulguları.

Maksimal Kavrama Kuvveti %50 (mV) (%)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		<i>p</i>
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	94,57	(85,72-118,28)	89,7	(74,16-101,19)	0,085 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	108,25	(91,15-116,19)	102,13	(82,05-119,25)	0,449 ^b
	<i>p</i>	0,114 ^d		<0,001 ^c		
	Değişim %	%14,46		%13,85		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	92	(87,78-105,38)	83,50	(72,91-92,79)	0,068 ^b

	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	98,59	(93,14-115,11)	85,15	(78,88-101,70)	0,057 ^b
	p		0,170 ^d		0,003^d	
	Değişim %		%7,16		%1,97	
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	99,80	(89,03-117,52)	84,70	(71,55-96,99)	0,012^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	107,44	(100,27-125,63)	86,91	(77,84-95,49)	<0,001^b
	p		0,008^d		0,135 ^d	
	Değişim %		%7,65		%2,6	
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	96,96	(89,60-108,93)	83,5	(78,41-96,94)	0,112 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	107,34	(93,66-121,89)	90,7	(82,13-107,21)	0,144 ^b
	p		0,023^d		0,015^d	
	Değişim %		%10,7		%8,62	
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	93,11	(83,33-106,99)	94,6	(73,84-107,0)	0,639 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	103,86	(21,03)	103,68	(39,34)	0,986 ^a
	p		0,001^c		0,005^d	
	Değişim %		%11,54		%9,59	
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	96,38	(93,32-115,79)	90,9	(76,76-100,78)	0,118 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	107,75	(20,89)	102,22	(29,77)	0,493 ^a
	p		0,090 ^c		0,009^d	
	Değişim %		%11,79		%12,56	

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşleşmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubunda eğitim sonrası maksimal kavrama kuvvetinin %75'inde FKU (p=0,006) kası aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.3.). Kontrol grubunda eğitim sonrası kavrama kuvvetinin %75'inde EKR (p=0,012), EKU (p=0,028), FKR (p<0,001) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.3.). Gruplar arasında fark yoktu.

Tablo 4.3.5.3. Maksimal kavrama kuvvetinin %75'i için elektromiyografik analiz bulguları.

Maksimal Kavrama Kuvveti %75 (mV) (%)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	110,35	(100,27-128,33)	108,55	(97,74-122,58)	0,498 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	122,59	(20,87)	117,39	(23,11)	0,454 ^a

	p	0,322 ^d		0,012^d		
	Değişim %	%11,09		%8,14		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	121,37	(102,07-157,52)	114,44	(101,74-125,81)	0,449 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	114,16	(109,96-147,05)	120,35	(105,11-131,90)	0,715 ^b
	p	0,958 ^d		0,028^d		
	Değişim %	-%5,94		%5,16		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	120,51	(107,38-152,1)	104,71	(100,36-124,71)	0,085 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	120,15	(107,17-153,47)	120,04	(102,41-135,76)	0,514 ^b
	p	0,455 ^d		0,052 ^d		
	Değişim %	-%0,29		%14,64		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	115,40	(110,80-140,79)	113,42	(101,52-117,17)	0,262 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	124,62	(113,09-149,89)	118,42	(108,78-134,45)	0,620 ^b
	p	0,114 ^d		<0,001^d		
	Değişim %	%7,98		%4,4		
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	121,89	(111,89-124,89)	114,70	(102,49-136,76)	0,584 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	130,57	(115,95-141,01)	121,98	(102,12-143,10)	0,449 ^b
	p	0,006^c		0,058 ^c		
	Değişim %	%7,12		%6,34		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	114,92	(109,69-132,46)	113,20	(103,94-122,52)	0,531 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	123,74	(109,82-148,81)	117,76	(106,13-133,93)	0,676 ^b
	p	0,063 ^d		0,106 ^c		
	Değişim %	%7,67		%4,02		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşleşmiş t testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

Propriosepsiyon grubunda eğitim sonrası maksimal kavrama kuvvetinin %100'ünde parmak ekstansör (p=0,014), FKU (p=0,003) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.4.). Kontrol grubunda eğitim sonrası kavrama kuvvetinin %100'ünde EKRL (p=0,037), EKU (p=0,029), FKR (p=0,004), FKU (p<0,001) kaslarının aktivasyon seviyelerinde artış kaydedildi (Tablo 4.3.5.4.). Gruplar arasında fark yoktu.

Tablo 4.3.5.4. Maksimal kavrama kuvvetinin %100'ü için elektromiyografik analiz bulguları.

Maksimal Kavrama Kuvveti %100 (mV) (%)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
EKRL	Eğitim öncesi	151,73	(132,83-183,34)	135,27	(123,30-152,70)	0,124 ^b

	(ortanca (%25-%75))					
	Eğitim sonrası (ort±SD)	158,34	38,15	147,39	31,56	0,324 ^a
	p		0,715 ^d		0,037^c	
	Değişim %		%4,35		%8,95	
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	141,50	(121,33-190,19)	135,58	(123,14-150,2)	0,676 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	134,58	(120,72-184,52)	142,89	(131,36-163,01)	0,774 ^b
	p		0,543 ^d		0,029^c	
	Değişim %		-%4,89		%5,39	
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	140,87	(131,08-189,39)	131,61	(117,80-148,44)	0,054 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	134,48	(123,93-172,32)	143,51	(121,89-157,98)	0,754 ^b
	p		0,014^d		0,301 ^c	
	Değişim %		-%4,53		%9,04	
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	142,56	(132,21-155,19)	140,69	(127,46-147,98)	0,419 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	138,84	(128,80-167,71)	150,86	(136,05-163,85)	0,514 ^b
	p		0,131 ^d		0,004^c	
	Değişim %		-%2,6		%7,22	
FKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	146,22	(133,09-161,34)	131,28	(120,96-145,3)	0,090 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	141,60	(123,17-160,62)	137,87	(126,80-161,37)	0,657 ^b
	p		0,003^d		<0,001^c	
	Değişim %		-%3,15		%5,01	
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	137,20	(126,70-165,15)	139,05	(128,61-148,91)	0,855 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	131,06	(126,99-174,94)	145,59	(133,31-164,29)	0,434 ^b
	p		0,085 ^d		0,100 ^c	
	Değişim %		-%4,47		%4,7	

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis

FKU: Fleksör karpi ulnaris

4.3.6. Ağırlık Aktarma Sırasında El Bileği ve Parmak Kaslarının EMG Analizi Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası ağırlık aktarma sırasında el bileği ve parmak kaslarının kas aktivasyon seviyeleri bulguları Tablo 4.3.6.'da gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Propriosepsiyon grubunda egzersiz eğitimi sonrasında ağırlık aktarma sırasında EKRL ($p<0,001$), EKU ($p<0,001$), parmak ekstansör ($p<0,001$), FKR

($p<0,001$), FKU ($p<0,001$), parmak fleksör ($p<0,001$) kaslarının aktivasyon seviyeleri artmıştı (Tablo 4.3.6.). Kontrol grubunda egzersiz eğitimi sonrasında ağırlık aktarma sırasında EKRL ($p<0,001$), EKU ($p<0,001$), parmak ekstansör ($p<0,001$), FKR ($p=0,001$), FKU ($p<0,001$), parmak fleksör ($p<0,001$) kaslarının aktivasyon seviyeleri artmıştı (Tablo 4.3.6.). Egzersiz eğitimi sonrasında ağırlık aktarmada EKRL ($p=0,002$) ve parmak ekstansör ($p=0,018$) kaslarının aktivasyon seviyesi propriosepsiyon grubunda daha yüksekti.

Tablo 4.3.6. Elektromiyografik analiz ağırlık aktarma tolerans testi.

Ağırlık Aktarma (%)		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		<i>p</i>
EKRL	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	79,04	(75,56-86,40)	73,83	(63,11-88,13)	0,201 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	100,94	(12,98)	85,61	(16,46)	0,002^a
	<i>p</i>	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%27,7		%15,95		
EKU	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	99,23	(91,10-117,56)	96,35	(87,30-108,77)	0,498 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	121,27	(110,66-141,44)	107,53	(99,70-126,98)	0,057 ^b
	<i>p</i>	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%22,21		%11,6		
Parmak Ekstansörleri	Eğitim öncesi (ort±SD)	116,28	(28,26)	100,27	(15,45)	0,031 ^a
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	120,45	(109,01-140,78)	105,30	(94,95-122,46)	0,018^b
	<i>p</i>	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%3,58		%5,01		
FKR	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	106,09	(100,13-148,17)	109,57	(104,07-115,51)	0,855 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	123,20	(113,81-173,58)	121,04	(110,24-130,34)	0,335 ^b
	<i>p</i>	<0,001 ^c		0,001 ^c		
	Değişim %	%16,12		%10,46		
FKU	Eğitim öncesi (ort±SD)	112,64	(23,63)	105,46	(13,62)	0,243 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	124,18	(22,33)	119,25	(13,45)	0,399 ^a
	<i>p</i>	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%10,24		%13,07		
Parmak Fleksörleri	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	103,32	(94,22-121,52)	100,50	(94,38-117,62)	0,715 ^b
	Eğitim sonrası (ortanca (%25-%75))	116,35	(109,70-141,44)	119,19	(111,40-126,34)	0,979 ^b
	<i>p</i>	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%12,61		%18,59		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız *t*-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş *t* testi, ^dWilcoxon testi

EKRL: Ekstansör karpi radialis longus

EKU: Ekstansör karpi ulnaris

FKR: Fleksör karpi radialis
FKU: Fleksör karpi ulnaris

4.4. Reaksiyon Zamanı Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası Nelson El Reaksiyon Testi'nin sonuçları Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Gruplar arasında egzersiz eğitimi öncesinde reaksiyon zamanında fark yoktu ($p>0,05$). Grup içi karşılaştırmalarda her iki gruptaki bireylerin egzersiz eğitimi sonrasında reaksiyon zamanında gelişme olduğu kaydedildi ($p<0,05$). Ancak eğitim sonrasında gruplar arasında fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Reaksiyon zamanının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası sonuçları.

		Propriosepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		<i>p</i>
Reaksiyon Zamanı (saniye)	Eğitim öncesi (ortanca (%25-%75))	2,4	(2,3-2,5)	2,3	(2-2,4)	0,130 ^b
	Eğitim sonrası (ort±SD)	1,7	(0,4)	1,8	(0,4)	0,611 ^a
	<i>p</i>	<0,001 ^d		0,001 ^d		
	Değişim %	%29,16		%21,73		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız *t*-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş *t* testi, ^dWilcoxon testi

4.5. Kas Kuvveti Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası el bileği fleksör ve ekstansör kas kuvvetleri, standard kavrama kuvveti, tripod kavrama kuvveti ve lateral kavrama kuvveti sonuçları Tablo 4.5'te gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Gruplar arasında egzersiz eğitimi öncesinde kas kuvveti bulguları arasında fark yoktu ($p>0,05$). Grup içi karşılaştırmalarda her iki gruptaki bireylerin egzersiz eğitimi sonrasında tüm kas kuvveti değişkenlerinde artış olduğu kaydedildi ($p<0,05$). Ancak egzersiz eğitimi sonrasında gruplar arasında fark saptanmadı ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası kas kuvveti sonuçları.

Kas kuvveti değişkenleri (kg)		Propriosepsiyon Grubu(n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
El bileği fleksörleri	Eğitim öncesi (ort±SD)	7,1	(1,7)	7,5	(2)	0,533 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	8,3	(1,7)	8,5	(2,1)	0,814 ^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%16,9		%13,33		
El bileği ekstansörleri	Eğitim öncesi (ort±SD)	7,4	(1,6)	7,6	(2,1)	0,856 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	8,8	(1,9)	8,7	(2,3)	0,919 ^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%18,91		%14,47		
Standard kavrama	Eğitim öncesi (ort±SD)	32,2	(10,8)	33,7	(9,8)	0,647 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	37,4	(11,6)	37,5	(10,3)	0,97 ^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%16,14		%11,27		
Tripod kavrama	Eğitim öncesi (ort±SD)	5,6	(2)	5,4	(1,5)	0,691 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	6,6	(2)	6,1	(1,4)	0,370 ^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%17,85		%12,96		
Lateral kavrama	Eğitim öncesi (ort±SD)	6,4	(1,9)	5,8	(1,7)	0,269 ^a
	Eğitim sonrası (ort±SD)	7,2	(1,8)	6,7	(1,7)	0,352 ^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%12,5		%15,51		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi^cEşleşmiş t testi, ^dWilcoxon testi

4.6. Ağırlık Aktarma Tolerans Testinin Bulguları

Propriosepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası Ağırlık Aktarma Tolerans Testi'nin sonuçları Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları "ortalama (standart sapma)" ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları "ortanca (%25-%75)" şeklinde yer almaktadır.

Gruplar arasında egzersiz eğitimi öncesinde ağırlık aktarma toleransı sonuçları arasında fark yoktu ($p>0,05$). Grup içi karşılaştırmalarda her iki gruptaki bireylerin egzersiz eğitimi sonrasında ağırlık aktarma toleransında gelişme olduğu kaydedildi ($p<0,05$). Egzersiz eğitimi sonrasında gruplar arasında fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası ağırlık aktarma toleransı sonuçları.

		Propriocepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
Ağırlık Aktarma Tolerans Testi (kg)	Eğitim öncesi (<i>ort±SD</i>)	21,9	(6,9)	23,8	(5,9)	0,349 ^a
	Eğitim sonrası (<i>ort±SD</i>)	25,2	(6,9)	26,6	(6,1)	0,493 ^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%15,06		%11,76		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

4.7. Y Denge Testi Bulguları

Propriocepsiyon ve kontrol gruplarının egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası Y Denge Testi'nin sonuçları Tablo 4.7.'de gösterilmiştir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin sonuçları “ortalama (standart sapma)” ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin sonuçları “ortanca (%25-%75)” şeklinde yer almaktadır.

Gruplar arasında egzersiz eğitimi öncesinde Y denge testinde Y2 ve Y3 yönlerinde konvansiyonel grup lehine fark vardı ($p<0,05$). Grup içi karşılaştırmalarda her iki gruptaki bireylerin egzersiz eğitimi sonrasında Y1, Y2 ve Y3 yönlerinde artış olduğu saptandı ($p<0,05$). Egzersiz eğitimi sonrasında kontrol grubunun proprioseptif gruba göre Y2 ve Y3 yönlerinde artış gösterdiği kaydedildi ($p<0,05$) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Y Denge Testi'nin egzersiz eğitimi öncesi ve sonrası sonuçları.

		Propriocepsiyon Grubu (n=21)		Kontrol Grubu (n=20)		p
Y1 (cm)	Eğitim öncesi (<i>ortanca</i> (%25-%75))	88,3	(84-97,7)	93,3	(80,3–107)	0,938 ^b
	Eğitim sonrası (<i>ort±SD</i>)	98,2	(10,8)	98,03	(15,7)	0,968 ^a
	p	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
	Değişim %	%11,21		%5,06		
Y2 (cm)	Eğitim öncesi (<i>ortanca</i> (%25-%75))	53	(45,6-59,6)	67,7	(54,7–82,7)	0,001^b
	Eğitim sonrası (<i>ortanca</i> (%25-%75))	58,3	(52,3–64,7)	71,2	(58,7–88,2)	0,003^b
	p	<0,001 ^d		<0,001 ^c		
	Değişim %	%10		%5,16		
Y3 (cm)	Eğitim öncesi (<i>ort±SD</i>)	47,5	(11,6)	57,8	(13,4)	0,012^a
	Eğitim sonrası (<i>ort±SD</i>)	52,4	(12,4)	61,6	(13,4)	0,029^a
	p	<0,001 ^c		<0,001 ^c		
	Değişim %	%10,31		%6,57		

ort±SD = ortalama ± standart sapma, ortanca (%25-%75)

^aBağımsız t-testi, ^bMann-Whitney U testi

^cEşlenmiş t testi, ^dWilcoxon testi

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, proprioseptif egzersiz eğitiminin sağlıklı bireylerde el bileği propriosepsiyon duyusu ve motor performans parametreleri üzerindeki etkileri araştırıldı. El bileği propriosepsiyon duyusu için EPH ve el bileği kas aktivasyon seviyeleri incelendi. El bileği kaslarının aktivasyon seviyeleri izotonik hareket, kavrama ve ağırlık aktarma aktiviteleri sırasında kaydedildi. Proprioseptif egzersiz eğitiminin üst ekstremitenin motor performansına etkisi ise kas kuvveti, kavrama kuvveti, reaksiyon zamanı ve üst ekstremita mobilitesi parametreleri açısından değerlendirildi.

Sağlıklı bireylerde el bileği ve parmak kaslarının aktivasyon seviyesi ağırlık aktarma, kavrama ve izotonik hareket sırasında farklı idi. Sağlıklı bireylerde ağırlık aktarma ve kavrama sırasında önkol fleksör kasları ve ekstansör kasları arasındaki kokontraksiyon oranı farklı idi. Eğitim sonrasında propriosepsiyon grubunda el bileği EPH'inde kontrol grubuna göre gelişme saptandı. Eğitim sonrasında propriosepsiyon grubunda ağırlık aktarma, kavrama ve izotonik hareket sırasında el bileği ve parmak kaslarının aktivasyon seviyesinde artış görüldü. Ağırlık aktarma ve kavrama sırasında spesifik kaslardaki aktivasyon seviyesi kontrol grubuna göre daha fazla idi. Proprioseptif egzersiz eğitimi motor performans parametrelerini geliştirmede etkili iken kas kuvveti, kavrama kuvveti, reaksiyon zamanı ve üst ekstremita mobilitesi açısından kontrol grubundan üstün bulunmadı.

5.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri

Bireylerin demografik bilgileri grupların benzer olması ve sonuçların doğru bir şekilde yorumlanabilmesi açısından önemlidir. Çalışmamızda da sonuçların bireylere yönelik değişkenlerden etkilenmemesi amacıyla birey seçimi ve dahil edilme kriterlerinin belirlenmesi dikkatle yapıldı. Literatürdeki çalışmalar postüral stabilizasyon (139), yürüyüş parametreleri (139) ve kinestetik koordinasyona dayalı becerilerin (140) cinsiyet farklılıklarından etkilenebileceğini göstermektedir. Çalışmamızda da kadın erkek sayısının gruplarda dengeli dağılımına dikkat edildi.

Çalışmamıza dahil edilen tüm bireyleri sağlıklı olarak kabul edebilmek amacıyla bireylerin istirahat ve aktivite ağrıları ve üst ekstremitelerinin fonksiyonel

durumu Q-DASH ile (141-144) değerlendirildi. Literatürde egzersiz eğitimi için sağlıklı birey seçiminde dahil edilme kriterlerinde dikkat edilen diğer bir konu bireylerin çalışma döneminde ilgili ekstremiteye yönelik kuvvetlendirme egzersizlerinin yapılmaması şeklinde idi (145). Bu nedenle çalışmamıza üst ekstremitayı ilgilendiren düzenli egzersiz yapan bireyler dahil edilmedi. Eklemlerin hiper mobil olması da propriosepsiyon ve diğer motor performans parametrelerini etkileyebileceği için bireylerin hiper mobiliteleri Beighton Kriterleri ile değerlendirildi (124).

5.2. El Bileği Eklem Pozisyon Hissi

Eklem pozisyon hissi, şuurlu propriosepsiyonun bir bileşenidir (53). El bileğinin sensorimotor kontrolü hakkında bilgi vermesi açısından EPH değerlendirmesi değerli bir gösterge olarak kliniklerde kullanılmaktadır (74). Eklem pozisyon hissi değerlendirmesi sıklıkla gonyometrik ölçüm ile yapılmaktadır (79, 146). Çalışmamızda da geçmiş çalışmalarda kullanılan gonyometrik bir platform aracılığı ile ölçüm yapıldı. Çalışmamızda kullandığımız düzenek pratik ve kolay ulaşılabilir olması açısından kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Bu düzenek aynı zamanda el bileğinin tüm hareketleri esnasında (fleksiyon, ekstansiyon, radial deviasyon, ulnar deviasyon) değerlendirme yapmaya imkan tanımaktadır. Ayrıca, düzenepteki dikey platformun görsel uyarıları engellemesi bireylerin gözlerini kapatmadan testi tamamlamasını sağlamaktadır yani bireyin uzaydaki vücut imajını etkilememektedir (125, 147).

Literatürde proprioseptif egzersiz eğitiminin sağlıklı bireylerde ve farklı patolojilerde EPH'yi artırdığına yönelik çalışmalar bulunmaktadır (5, 10, 148, 149). Bu egzersizlerin sağlıklı bireyler ve farklı kas iskelet sistemi sorunlarında kısa dönemde bile EPH'yi geliştirdiği belirtilmektedir (12, 107, 146). Elango ve ark. Parkinson hastalarında somatosensöriyel eğitimin el bileği EPH'yi artırdığını göstermiştir. (150). Kronik ayak bileği instabilitesinde altı haftalık sensorimotor eğitim sonrası EPH'nin geliştiği kaydedilmiştir (151). Silva-Moya ve ark. 8-10 yaşlarındaki okul çağı çocuklarında nöromüsküler eğitimin etkilerini inceledikleri çalışmalarında eğitim sonrasında tüm çocukların üst ve alt ekstremitelerinde tüm eklemlerde EPH'nin geliştiğini kaydetmişlerdir (146). Araştırmacılar, proprioseptif egzersizlerin

mekanoreseptörleri uyarak kas yanıtlarını daha etkili hale getirdiği, böylelikle motor gelişimi de desteklediği sonucuna varmışlardır (146). Wang ve ark. da sağlıklı bireylerde proprioepsiyonu geliştirmeyi hedefleyen vizüel-motor görev eğitimi sonrasında EPH de artış elde etmiştir (152). Çalışmamızda da proprioseptif egzersiz eğitiminin geleneksel eğitime göre el bileği EPH'sini her yönde geliştirdiği kaydedilmiştir.

Çalışmamızda proprioepsiyon grubunda tüm el bileği hareketlerinde hata skorunda kontrol grubuna göre daha fazla azalma olduğu kaydedildi. Kontrol grubu egzersizleri geleneksel kuvvetlendirme ve normal eklem hareketi egzersizlerini içeriyordu. Proprioseptif egzersiz programı sensorimotor sistemin şuurlu ve şuurlu proprioepsiyon ve nöromüsküler kontrol komponentlerini içeriyordu. Özellikle programın erken fazında şuurlu proprioepsiyonu geliştirmeye yönelik olarak EPH egzersizleri uygulandı. Dolayısıyla hem hedefe yönelik egzersizlerin hem de çok yönlü proprioseptif egzersizlerin EPH'yi geliştirmede etkisi olduğu düşünülebilir (153).

5.3. Yüzeyel Elektromiyografi Analizi

Elektromiyografik sinyallerin analizi nörolojik problemlerin tanısı, kas-iskelet problemlerinin değerlendirilmesi, protez kontrolü, biyomedikal ve biyokimyasal araştırmalar başta olmak üzere birçok tıbbi ve medikal alana veri sağlar (111). Literatürde yüzeyel elektromiyografi analizi ile ilgili çok sayıda çalışma vardır (117, 118, 154). Bu çalışmalardan biri olan Chen ve ark.'nın çalışmasında dart atma hareketi boyunca önkol kas aktivasyon paternleri yüzeyel elektromiyografi ile ölçülmüştür. Değerlendirmede en yüksek aktivite ekstansör karpi ulnaris kası için bulunmuştur. Ekstansör karpi ulnarisin yüksek aktivitesinin hareketin fleksiyon ve ulnar deviasyon fazında ulnar deviasyon için kasılmasından ve ulnar deviasyonun ana kası olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bunun diğer bir açıklaması ise ekstansör karpi ulnarisin bilek hareketleri boyunca distal radioulnar eklemi stabilize etmek için ko-kontraksiyonlar yapabileceği olmuştur. Ancak kas aktivasyonlarındaki tüm varyasyonların her katılımcının hareketi yapma şeklindeki varyasyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmüştür (155). Çalışmamızdaki kas aktivite varyasyonları da bireyler arasında hareketi yapma şeklindeki varyasyonlardan kaynaklanabilir.

Çalışmamızda el bileği ve parmak kasları aktivasyon seviyeleri yüzeyel EMG analizi ile 3 koşulda değerlendirildi. Proprioseptif eğitimde optimum eklem fonksiyonunu geliştirmek için egzersiz progresyonu doğru planlanmalıdır. El rehabilitasyonunda üç hareket paternini temsil eden izotonik, kavrama ve ağırlık aktarma egzersizleri proprioseptif eğitimde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak literatürde bu egzersizler sırasında kasların aktivasyon seviyeleri hakkında bir çalışma yoktur. Kasların spesifik aktivasyon seviyesinin sağlıklı bireylerde araştırılmasının ileri çalışmalarla beraber yaralanma sonrasında kaslara uygun yüklenmeyi sağlayarak sensorimotor kontrolün gelişimini destekleyeceğini düşünüyoruz. Bu nedenle çalışmamızda öncelikle ağırlık aktarma, kavrama ve el bileği izotonik hareketleri sırasında el bileği ve parmak kaslarının aktivasyon seviyeleri araştırıldı. Ekstansör karpi radialis longus kası dışındaki tüm kaslarda aktivasyon seviyesi yüksekten düşüğe doğru sırayla kavrama, ağırlık aktarma ve izotonik hareket sırasında kaydedildi. Ekstansör karpi radialis longus kasında izotonik hareket ve ağırlık aktarma sırasındaki aktivasyon seviyeleri benzerdi. Çalışma sonuçlarına göre rehabilitasyon programlarında sıkı kavrama egzersizlerine son fazda yer verilmesinin uygun olacağını düşünüyoruz. Ağırlık aktarma egzersizleri ise skafolunat veya distal radioulnar eklem instabilitesi gibi instabilite problemleri dışında izotonik egzersizlerden sonra rehabilitasyon programlarına dahil edilebilir. Ancak özellikle omuz ve/veya dirsek problemlerinde ağırlık aktarma kapasitesinin azalacağı göz önünde bulundurularak egzersiz seçimi yapılmalıdır.

Agonist ve antagonist kaslar arasındaki kokontraksiyon eklem stabilitesini destekleyen önemli mekanizmalardan biridir. Çalışmamızda öncelikle kavrama ve ağırlık aktarma sırasında tüm fleksör ve tüm ekstansör kaslar arasındaki kokontraksiyon oranı analiz edildi. Fleksör karpi radialis, fleksör karpi ulnaris ve parmak fleksörlerinin EMG aktiviteleri toplanarak elde edilen toplam fleksör kaslar ile ekstansör karpi radialis longus, ekstansör karpi ulnaris ve parmak ekstansörlerinin aktivitelerinin toplanması ile elde edilen toplam ekstansör kaslar arasındaki kokontraksiyon oranı ağırlık aktarma sırasında daha fazla idi. Spesifik el bileği ve parmak fleksör ve ekstansör kasları arasındaki kokontraksiyon oranları ayrıca araştırıldı. Ekstansör karpi radialis longus ve fleksör karpi radialis arasındaki kokontraksiyon oranı ağırlık aktarma sırasında kavramaya göre daha fazla idi. Ancak

ekstansör karpi ulnaris ile fleksör karpi ulnaris ve parmak ekstansörleri ile fleksörleri arasındaki kokontraksiyon oranları iki koşul için de benzerdi. Çalışma sonuçlarına göre rehabilitasyonda temel hedef eklem çevresindeki kasların koaktivasyonunu sağlamak ise ağırlık aktarma egzersizlerinin daha etkili olabileceği söylenebilir. Özellikle bu egzersizlere kasların global aktivasyonunu hedefleyen instabilite rehabilitasyonunda yer vermek yararlı olabilir. Ağırlık aktarma tolerans testi ile değerlendirme yapıldıktan sonra yüklenme progresyonu belirlenebilir.

Çalışmamızda egzersiz eğitiminin kasların maksimal istemli izometrik kontraksiyonuna (MİİK) etkisi de araştırıldı. Proprioepsiyon grubunda el bileği ve parmak fleksörlerinin MİİK değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek idi. MİİK büyük oranda kasın enine kesit alanı ve aktif motor nöron ateşlenme oranına bağlıdır (156). Dolayısıyla, proprioseptif eğitim kasların motor nöron ateşlemesini arttırmış olabilir. Nitekim, proprioseptif eğitim temel olarak afferent ve efferent sistemin her ikisinin de nöromüsküler kontrole katılımını artırmayı amaçlamaktadır. Kuvvetlendirme eğitiminde efferent kontrollü aktivasyonun nöral adaptasyondan sorumlu olduğu düşünülmektedir. Afferent sistemin rolü ise germe-kısalma kas döngüsü ve kassal refleksler ile açıklanmaktadır (157). Egzersiz eğitimi ile aktive olan motor nöronların eksitasyonu afferent ve efferent sistem katılımlarını etkileyerek kasların maksimum kasılma kapasitesini etkilemiş olabilir.

Çalışmamızda izotonik hareket koşulu olarak açık kinetik zincir aktivitesi olan el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri değerlendirildi. Ölçüm için Eraktaş ve ark.'nın çalışmasında (21) el bileği hareketleri sırasında kullanılan EMG protokolü kullanıldı. Hareketlerin konsantrik, izometrik ve eksentrik fazları ayrı olarak değerlendirildi. İzotonik fleksiyon eksentrik fazında gruplar arası karşılaştırmalarda fleksör karpi radialis için anlamlı farklılık vardı. Bu bulgu Eraktaş ve ark. çalışması ile örtüşmemekteydi (21). Fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde harekete agonist kasların aktivite artışları Eraktaş ve ark. çalışmasının sonuçları ile benzemekteydi (21). Proprioepsiyon grubundaki bireylerde ekstansiyon hareketinin konsantrik ve eksentrik fazlarında fleksör karpi ulnaris kasında; izometrik fazında ise el bileği fleksör ve ekstansör kasların aktivasyon seviyesinde artış kaydedildi. Fleksiyonun konsantrik ve eksentrik fazlarında ekstansör karpi radialis longus, fleksör karpi ulnaris ve parmak fleksörleri; izometrik fazında ise tüm kasların aktivasyon seviyesinde artış

görüldü. Çalışma sonuçları proprioseptif ve geleneksel egzersizlerin el bileği hareketleri sırasında el bileği ve parmak kaslarının aktivasyonunu artırmada etkili olduğunu gösterdi.

Gruplar arası karşılaştırmada ise ilginç olarak her iki hareket sırasında kontrol grubundaki fleksör kasların aktivasyon seviyesinde proprioepsiyon grubuna göre daha fazla artış saptandı. İzotonik hareket sırasında gruplar arasında fark olmamasının çeşitli nedenleri olabilir. Öncelikle izotonik hareket sırasında bireyler arasında standardizasyonu sağlamak oldukça zordur. Çalışmamızda el bileğini pozisyonlamak amacıyla bir düzene kullanılsa da iki grupta da hareketin kontrolü metronom eşliğinde bireylere bırakılmıştır. Dolayısıyla kas aktivasyonlarındaki varyasyonlar kişilerin hareketi yapma şekline kaynaklanmış olabilir (155). Ayrıca bireylerin bilişsel işleme süreçleri motor cevabı etkilemiş olabilir.

Germe refleksinin reaktif ve pilyometrik egzersizler sırasında kassal sertliği modüle ettiği belirtilmektedir. Refleks aktivasyon eklemi koruyucu bir strateji olup özellikle hareketin eksentrik fazında kas sertliğini artırmaya yardımcı olur (156). Eksentrik kasılma sırasında elastik elementler ve metabolik süreçler konsantrik kasılmadan daha etkili kullanılmaktadır. Bu nedenle aynı derecede kas kasılması için eksentrik kasılma konsantrik kasılmadan daha az motor ünite ateşlemesi yani daha az EMG aktivitesi gerektirebilir (157). Çalışmamızda konsantrik fazda kas aktivasyon seviyelerinin eksentrik faza göre daha yüksek olma eğilimi bu durumu destekler niteliktedir. Kas aktivasyon seviyelerinin fazlara göre araştırıldığı çalışmalar bu konuya açıklık getirebilir.

Çalışmamızda eğitim sonrası proprioepsiyon grubundaki bireylerin maksimal istemli izometrik aktivasyon seviyelerindeki değişim yüzdelerinin kontrol grubuna göre daha fazla olması eğitimin afferent kazanımının nöromüsküler kontrolü artırmasından kaynaklanabilir. Kuvvet gelişiminin başlangıcında görülen nöral deşarjlardaki artışların sensorimotor eğitime yanıt olarak artan motor nöron ateşleme frekansını yansıtabileceği düşünülmektedir (158). Proprioseptif eğitim sonucu elde edilen artmış erken ateşlenme frekansı ve gelişen motor ünite senkronizasyonu spinal motor nöron havuzunda uyarıcı modülasyon oluşturabilir.

Gruplar arasında fark bulunmamasının nedeni egzersizlerin farklı yüklenme koşullarına gereksinim duymasından kaynaklanabilir. Çünkü afferent girdinin artması

ile uyarılan monosinaptik refleksler büyük ölçüde yüklenme durumlarına duyarlıdır (159). Proprioseptif eğitimin temel hedefi afferent sistemin nöromüsküler kontrole etkin katılımını geliştirmek olduğu için izotonik hareket sırasında kassal kontrolü geliştiren farklı egzersiz stratejilerine ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır. Farklı açık kinetik zincir egzersizleri sırasında el bileği ve parmak kaslarının aktivasyonunun belirlenmesi yol gösterici olabilir. Bununla birlikte 6 haftalık eğitim süresi nöromüsküler adaptasyon elde etmek için yeterli olmayabilir. Bir meta-analiz çalışmasında egzersiz eğitimlerinin 8-18 hafta arasında (ortalama 12 hafta), haftada 2-3 gün ve her seansta 30-60 dakika (ortalama 45 dakika) olduğunda etkili olacağı belirtilmiştir (160). Aman ve ark.'nın derlemesinde 3-5 hafta arasında egzersiz eğitiminde proprioseptif algıda değişim olmadığı ve çalışmaların çoğunda proprioseptif eğitimin 6 hafta veya daha uzun sürelerde uygulandığı belirtilmiştir (10). Eğitim ve seans süresinin artırılması sonucu etkileyebilir.

Çalışmamızda eğitim sonrasında her iki gruptaki bireylerin el bileği ve parmak kas aktivasyon seviyelerinde kavrama sırasında da değişiklik olduğu kaydedildi. Kavrama günlük yaşamda en sık kullanılan aktiviteler arasında yer alır. Değerlendirme sırasında maksimum kavrama kuvveti ölçülse de günlük yaşam aktiviteleri sırasında farklı oranlarda kavrama kuvvetine ihtiyaç duyulur. El bileği ve parmak kaslarının kavrama kuvvet üretimi sırasındaki aktivasyon seviyesini araştırmak sağlıklı kişilerde veya patolojik durumlarda kavrama becerisini geliştirmek için önemlidir. Bu nedenle, çalışmamızda günlük ve mesleki aktiviteler sırasında gereksinim duyulan kavrama kuvvetini simüle etmek amacıyla maksimum kavrama kuvvetinin %25, %50, %75 ve %100'ü olmak üzere dört koşulda EMG ölçümleri yapıldı. Egzersiz eğitimi sonrasında kontrol grubunda tüm kasların aktivasyon seviyesinde artış olduğu kaydedilirken proprioepsiyon grubunda özellikle el bileği fleksörleri ve parmak ekstansörlerinde artış saptandı. Maksimal kavrama kuvvetinin her seviyesinde kas aktivasyonlarında artış olması egzersiz eğitimlerinin maksimal ve submaksimal seviyelerde verilmesi için yönlendirici olabilir (161).

Proprioseptif egzersizlerin hedef kasların aktivasyonunu sağlayacak oranda uyarıcı sağlaması önemlidir. Bu açıdan eğitimin her koşul için kümülatif etkisinin yanında eğitimde yer alan egzersizlerin her bir koşul için spesifik etkilerinin araştırılması da önemlidir. Dolayısıyla üst ekstremité rehabilitasyonunda temel hedef

ağırlık aktarma veya kavrama sırasındaki nöromüsküler kontrolün geliştirilmesi ise egzersiz eğitiminde bu hedefe yönelik egzersizlerin kanıta dayalı çalışmalarla çeşitlendirilmesi uygun olacaktır.

Propriosepsiyon grubunda kavrama sırasında parmak ekstansörlerinin aktivasyon seviyesindeki artışı %50 koşulunda kontrol grubuna göre daha fazla idi. Temel olarak izometrik kasılma sırasında EMG aktivitesindeki artışın kas boyundaki değişiklikten veya kasılma hızının değişiminden kaynaklanmadığı; kas yorgunluğunun aktivite artışında etkisi olabileceği belirtilmektedir. Pontillo ve ark. çalışmasında kas aktivitelerindeki artışın kas yorgunluğunu gösterebileceği düşünülmüştür. Fizyolojik olarak kas yoruldukça spesifik kuvvet çıktısını sürdürebilmek için daha çok motor ünite ateşleneceğinden kas aksiyon potansiyellerinde artış ile elektromiyografik aktivite artışı görüleceği kanısına ulaşılmıştır. Vücut ağırlığını desteklemek ve stabilizasyonu sürdürmek adına primer destekleyici kaslar yoruldukça daha çok motor ünite ateşlenecektir (162). Çalışmamızda da maksimal kavrama kuvvetinin sürdürülmesi gereken yüzdelik değerleri arttıkça kas aktivasyon seviyelerindeki artış bu bulguları destekler niteliktedir. Ayrıca propriosepsiyon grubunda parmak ekstansörlerindeki aktivasyon seviyesinin artmasının nedeni kavrama sırasında primer rol oynayan el bileği ekstansörlerine destek amacıyla olabilir. Nitekim, artışın %50 koşulunda olması da artan ihtiyacı göstermektedir. Bununla birlikte, kavrama kuvvetinin eklem pozisyon hissine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kavrama kuvveti artışı ile proprioseptif algının azaldığı kaydedilmiştir (163). Gelecek çalışmalarda kavrama kuvveti üretebilme kapasitesi ile propriosepsiyon arasındaki ilişkinin araştırılmasını öneriyoruz.

Ağırlık aktarma üst ekstremitenin kapalı kinetik zincir paterninde gerçekleştirdiği bir harekettir (135). Proprioseptif egzersiz eğitimlerinde sıklıkla kullanılan egzersiz çeşitlerinden biridir. Kayan platform, top veya farklı objelerle kombine edilen egzersizlerde temel amaç eklem çevresi kaslarda ko-aktivasyon sağlayarak stabilizasyon yeteneğini geliştirmektir. Literatürde üst ekstremitte ağırlık aktarma egzersizlerinde omuz kas aktivasyonunu araştıran çalışmalar bulunmaktadır (164, 165). Sandhu ve ark. çalışmasında 30 sağlıklı erkek ile labil ve stabil yüzeylerde push-up ve push-up plus egzersizleri sırasında triseps, pektoralis majör, serratus anterior ve üst trapez kaslarından yüzeyel elektromiyografik kayıtlar alınmış ve İsveç

topu üzerinde pektoralis majör ve triseps kaslarında (sadece dirsek push-up eksentrik fazı süresince) kas aktivitesinde önemli artış olurken serratus anterior ve üst trapezde aktivasyon seviyesinde değişim görülmemiştir. Push-up varyasyonlarında üst trapez ve serratus anterior kaslarının İsveç topundan etkilenmemesinin hem omuz ön bölgesindeki kasların aktivasyon için daha büyük uyarana ihtiyaç duymasından hem de eklemi stabilize eden çok sayıda kas olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür (166). Dolayısıyla ağırlık aktarma ya da kapalı kinetik zincir pozisyonlarında yapılan egzersizler açık kinetik zincir egzersizlerine benzer şekilde omuz kaslarında aktivasyonu artırmaktadır (164).

Ağırlık aktarmaya yönelik Pontillo ve ark. çalışmasında artan zorlukta üst ekstremitte ağırlık aktarma egzersizleri süresince omuz kaslarının aktivitesi, stabilizasyonu ve basınç merkezi değişimleri araştırılmıştır. Bilateral elektromiyografik ve kinetik veri artan zorlukta ilerleyen 3 koşul (kuvvet plağı ile, yeşil Stabilitate Eğitici ile, mavi Stabilitate Eğitici ile) altında değerlendirilmiştir. Stabilitate koşulundan bağımsız olarak triseps, serratus anterior ve anterior deltoid kaslarının aktiviteleri belirgin derecede artmıştır. Artan zorluk karşısında triseps kasının aktivitesi belirgin derecede artarken anterior deltoid, alt trapez ve serratus anterior kaslarının aktivitesi belirgin derecede düşmüştür. Ped üzerinde dengeyi sağlama üst ekstremitenin stabil pozisyonda durmasını zorlaştırmıştır. Ancak bu aktivite omuz kas aktivasyonunda artış açığa çıkaracak kadar büyük olmamıştır. Burada Stabilitate Eğitici pedler elin pozisyonu ve kuvvet dağılımını değiştirdiği için dirsekte daha çok stabilizasyon ihtiyacı oluşturarak triseps kas aktivitesinde artışa neden olmuş olabilir (162).

Üst ekstremitte ağırlık aktarma egzersizlerini içeren başka bir çalışma olan Lear ve ark. çalışmasında ise skapula stabilizör sinerjist kaslarında push-up egzersizleri için zorluk seviyesinin etkisini belirlemek amacıyla kasların elektriksel aktivitesi araştırılmış ve üst ekstremitte rehabilitasyonu süresince üst trapez ve serratus anterior kaslarının aktivasyonunu fasilite etmek için push-up progresyonlarının klinik kullanımı desteklenmiştir (165). Uhl ve ark. çalışmasında ise ağırlık aktarma egzersizleri süresince omuz kas yapısındaki talebi ve artan ağırlık aktarma postürü ve omuz kas aktivasyonu arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla progresif artan üst ekstremitte ağırlık aktarma postürüne sahip 7 izometrik egzersiz ile infraspinatus,

posterior deltoid, anterior deltoid, pektoralis majör ve supraspinatus kaslarından elektromiyografik kayıtlar alınmıştır. Artan ağırlık aktarma postürü ve kassal aktivite arasında yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlara göre kol desteği ve kuvvet miktarının değişmesiyle ağırlık aktarma egzersizlerindeki alterasyonlar omuz kaslarında farklı ihtiyaçlarla sonuçlanmaktayken özellikle infraspinatus bu çalışmada kullanılan ağırlık aktarma egzersizleri süresince aktiftir. İlerleyici bir şekilde büyüyen ağırlık taşıma kuvvetleri omuz kas ihtiyaçlarını arttırmıştır. Bu sonuçlara göre yük ve eklem pozisyonu kas aktivitesinin derecesini belirlemektedir (164).

Ancak halen ağırlık aktarma pozisyonunda el bileği ve parmak kaslarının aktivasyon seviyesi bilinmemektedir. Çalışmamızda egzersiz eğitimi sonrasında ağırlık aktarma sırasında her iki grupta tüm kasların aktivasyon seviyesinde artış görüldü. Proprioepsiyon grubunda ekstansör karpi radialis ve parmak ekstansörlerinin EMG aktivitesi kontrol grubuna göre fazla idi. El bileği ve parmakların ekstansiyon pozisyonunda olması nedeniyle ekstansör kasların stabilizasyona katkısı artmış olabilir.

Eklem stabilizasyonunda rol oynayan en önemli mekanizmalardan biri de eklem çevresindeki agonist ve antagonist kas gruplarının simültane kontraksiyonunu ifade eden kokontraksiyondur. Hareket sırasında kokontraksiyonun artması eklem stabilitesini sürdürmede ve ince hareketleri kontrol etmede önem taşır (167). Kaslar sensorimotor eğitim süresince dengeyi sağlamak için submaksimal yoğunlukta sürekli uyarılır. Çünkü hareket sırasında mobilite ve stabilite arasındaki dengeyi sürdürebilmek için kasların kompleks aktivasyonu gerekir (168). Çalışmamızda eğitim sonrasında her iki grupta agonist/antagonist kaslar arasındaki kokontraksiyon oranının arttığı kaydedildi. Gruplar arasında ise anlamlı bir fark bulunmadı. Çalışmamızda H-refleksleri değerlendirilmediği için refleks aktivitenin etkisi araştırılmamıştır. Gelecek çalışmalarda egzersiz eğitiminin refleks aktivasyona etkisinin araştırılması kokontraksiyonların zamanı ve süresi hakkında bilgi vermesi açısından yararlı olabilir.

5.4. Reaksiyon Zamanı

Reaksiyon zamanı motor kontrolün, koordinasyonun, sensorimotor bütünlüğün ve nöromüsküler sistemin becerisinin bir göstergesi olup sinir sisteminin uyarıyı alması, bütünleştirmesi ve kas gruplarına iletmesi için gereken zamandır (169-171).

Reaksiyon zamanı ölçümü *Nelson El* ve *Ayak Reaksiyon Testi*'nde olduğu gibi basit bir cetvel yardımıyla yapılabilmekteyken ayrıca *LaFayette* veya *NewTest 2000* gibi teknolojik cihazlar da kullanılabilmektedir (169). Bu çalışmada kliniklerde basit, kolay ve hızlı bir test olması yönüyle tercih edilen *Nelson El Reaksiyon Zamanı Testi* kullanıldı.

Reaksiyon zamanı, motor karar verme süreci ve hareketin başlama hızıyla ilişkili olup birçok aktivitenin önemli bir bileşenidir. Özellikle sportif aktiviteler, görsel reaksiyon zamanı ve motor tepkinin hızıyla doğrudan ilişkili olan mükemmel el-göz koordinasyonuna bağlıdır (172). Reaksiyon zamanı, yaş, cinsiyet, uyaran, yorgunluk ve fiziksel aktivite gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (127, 173). Çalışmamızda gruplar cinsiyet ve yaş ortalamaları yönünden benzerdi.

Literatürde farklı egzersiz eğitimlerinin reaksiyon zamanı üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Proprioseptif eğitimin 42 gönüllü öğrencide reaksiyon zamanı ve el-göz koordinasyonu üzerindeki etkilerini araştıran bir çalışmada öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Deney ve kontrol gruplarına 8 haftada yaklaşık 3 gün, yaklaşık 45-60 dakika süren egzersiz programı uygulanmıştır. Her iki grupta da reaksiyon süresi ve el-göz koordinasyonu performanslarında gelişme kaydedilmiştir. Benzer olarak, çalışmamızda egzersiz eğitimi sonrasında her iki grupta reaksiyon süresinde kısalma olduğu kaydedildi. Reaksiyon süresindeki iyileşme, egzersiz eğitimlerine bağlı olarak duyu-motor performans ve kortikal süreç becerilerinin gelişmesiyle ve egzersizlerin reaksiyon süresi üzerindeki etkisi ile ilişkilendirilebilir (172).

Çalışmamızda proprioepsiyon ve kontrol grupları arasında reaksiyon süresi açısından fark yoktu. Bu çalışmada egzersiz eğitimleri altı hafta süreyle uygulandı. Literatürde sportif aktivitelerin ve egzersiz eğitimlerinin özellikle kronik (2 ay-2 yıl) etkisinin reaksiyon süresi performansı üzerinde olumlu olduğu bildirilmektedir (174, 175). Geriatrik bireylerde de 8-12 hafta boyunca uygulanan aerobik egzersiz programının reaksiyon süresi performansında gelişme sağladığını bildiren çalışmalar vardır (176, 177). Proprioseptif egzersizlerin reaksiyon süresine etkisini araştıran uzun dönem çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, egzersiz programımızda kullandığımız egzersizler dışında farklı proprioseptif egzersizlerin etkilerinin araştırılması hedefe yönelik egzersiz planlanmasına katkı sağlayabilir. Reaksiyon süresinin azalmasına

katkı sağlayacak duysal uyarıların kullanıldığı; böylelikle, merkezi sinir sistemi tarafından bilginin işleme hızını artıran farklı egzersiz yaklaşımları geliştirilebilir.

5.5. Kas Kuvveti Değişkenleri

Kavrama kuvveti, bireyin günlük yaşam aktivitelerinde performansını etkileyen ve üst ekstremitenin fonksiyonelliğini gösteren önemli bir parametredir (21, 178-180). Bu nedenle standart kavrama kuvveti el ve üst ekstremitelere yaralanmalarının, cerrahilerinin ve tedavilerinin takibinde temel değerlendirme yöntemlerinden biridir (181). Kavrama kuvvetinin objektif bir şekilde ölçülmesi tedavi hedeflerinin belirlenmesi ve tedavi sonuçlarının yorumlanması açısından önemlidir (181). Lateral kavrama ve üçlü kavrama ise ince motor aktiviteler için temel olan kavrama paternleridir (182).

Literatürde farklı üst ekstremitelere problemlerinde uygulanan egzersiz eğitiminin kavrama kuvvetine etkisini araştıran çalışmalar vardır (5, 183, 184). Ancak proprioseptif egzersiz eğitiminin üst ekstremitelere kas kuvveti değişkenlerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmadı. Çalışmamızda egzersiz eğitimi sonrasında her iki grupta el bileği kas kuvveti, kavrama kuvveti ve çimdikleyici kavrama kuvvetlerinde artış olduğu saptandı. Ancak gruplar arasında fark görülmedi. Literatürdeki çalışmalar sensorimotor kontrol odaklı egzersizlerin daha çok kuvvet üretim hızını; dirençli egzersizlerin ise maksimum kas kuvvetini artırdığını göstermektedir (158, 178). Dolayısıyla rehabilitasyonda hem kuvvet üretim hızı hem de maksimal kuvvet artışını destekleyen egzersiz eğitimleri daha fazla başarı sağlayabilir (158, 168, 178). Çalışmamızda kuvvet üretim hızı değerlendirilmediği için propriosepsiyon grubunda kas kuvvetinde meydana gelen eğitim adaptasyonu tam olarak anlaşılamamıştır.

Sensorimotor eğitimin istemli kontraksiyonun başlangıcında motor ünitelerin ateşlenmesi ve deşarjlarını spesifik olarak etkileyen farklı nöral mekanizmaları tetiklediği belirtilmektedir. Egzersiz yaklaşımlarındaki afferent girdi farklılığı motor ünitelerde farklı ateşlemelere neden olabilmektedir (168). Bunun yanı sıra egzersiz eğitim süresi de kas kuvvetinde değişim elde etmek için yeterli olmamış olabilir. Mueller ve ark.'nın adolesan atletler üzerinde yaptıkları çalışmalarında 6 haftalık gövde sensorimotor ve kuvvet eğitiminin kas kuvvetine etkisi bulunmamıştır. Egzersiz eğitim yaklaşımından bağımsız olarak kas kuvvetinde artış elde edilmesi için eğitim

süresinin 6 haftayı aşması gerektiği belirtilmiştir (185). Eğitim süresinin yanı sıra kuvvet artışı sağlamak için eğitim yoğunluğu, frekansı veya direnci de önemlidir (167). Ayrıca izole eklem çevresi kas eğitiminden ziyade tüm ekstremitayı içeren egzersiz eğitiminin günlük yaşam aktivitelerinde kassal performansı olumlu etkilediğini göstermektedir (186, 187). Gelecek çalışmalarda proprioseptif egzersiz eğitiminin farklı eğitim parametreleri kullanılarak sadece maksimum kas kuvvetine değil aynı zamanda kuvvet üretme hızına etkisinin de değerlendirilmesi fizyolojik adaptasyon mekanizmalarının anlaşılmasına yardımcı olabilir.

5.6. Ağırlık Aktarma Tolerans Testi

Üst ekstremitenin kapalı kinetik zincir hareketleri günlük yaşamda sıklıkla kullanılan aktiviteler arasında yer alır. Kapalı kinetik zincir hareketler aynı zamanda üst ekstremitenin fonksiyonel performansının ve stabilitesinin bir göstergesi olduğu için rehabilitasyon sürecinde değerlendirilmesi ve egzersiz programlarında yer alması önemlidir (148). Ağırlık aktarma tolerans testi el bileğinin ağırlık taşıma kapasitesini değerlendirmek amacıyla kliniklerde kullanılan pratik bir testtir. Barlow ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, her iki cinsiyette de ağırlık taşıma kapasitesinin yaşla birlikte azaldığı ve cinsiyet, yaş ve boyun bu ağırlık taşıma kapasitesinin belirleyicileri olduğu bulunmuştur (135). Test aynı zamanda, distal radioulnar eklem ve TFKK bütünlüğü hakkında bilgi verebilir (188, 189) ve tedavi sırasındaki ilerlemeyi izlemek ve tedavinin etkinliğini doğrulamak için de kullanılabilir (135).

Literatürde özellikle ulnar taraf el bileği problemleri sonrasında uygulanan proprioseptif eğitim ile bireylerin ağırlık aktarma toleransının arttığı bildirilmektedir (138, 190-192). El bileği ve ön koldaki yapıların bütünlüğü aksiyal yük aktarımı için önemlidir. TFKK'nın hasar görmesi ağırlık taşıma sırasında fiziksel semptomlara neden olabilir ve/veya radius ve ulna arasındaki normal yük dağılımını değiştirebilir (147-149). Proprioseptif egzersiz eğitiminde radius ve ulnanın aproksimasyonunu destekleyen kasların re-edükasyonunun ağırlık aktarma toleransını geliştirebileceği düşünülmektedir (186). Ancak, özellikle TFKK lezyonu olan bireylerde konservatif izlem süresince ilgili yapıların iyileşmesi sonucu hissedilen ağrının azalması da ağırlık aktarma toleransını artırabilir (93, 145, 146).

Dolayısıyla, proprioseptif eğitimin sağlıklı bireylerde ağırlık aktarma toleransına etkisi henüz bilinmemektedir.

Çalışmamızda egzersiz eğitimi sonrasında gruplar arasında ağırlık aktarma toleransında anlamlı bir fark kaydedilmedi. Ancak her iki gruptaki bireylerin ağırlık aktarma toleransının egzersiz eğitimlerinden sonra geliştiği görüldü. Çalışmamızdaki egzersizler üst ekstremité proksimal kas gruplarına yönelik olmadığından gruplar arasında fark bulunamamış olabilir. Dolayısıyla, el bileğinin yük taşıma kapasitesine yönelik egzersiz ve değerlendirmelerde dirsek ve omuz eklemleri gibi üst ekstremitenin yük aktarımında görev alan diğer eklemlerin ve çevresindeki kasların da dikkate alınmasını öneriyoruz. Uhl ve ark.'nın çalışmasında artan üst ekstremité ağırlık taşıma pozisyonları ile omuz kas aktivitesinin de arttığı bildirilmiştir (164). Bu sonuçlar, ağırlık aktarma üst ekstremité egzersizlerinin veya kapalı kinetik zincir egzersizlerinin omuz çevresi kas taleplerini üretebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, ağırlık aktarma toleransını geliştirmek amacıyla sadece el bileğine değil aynı zamanda omuz kaslarına odaklanan proprioseptif egzersizlerin programa dahil edilmesinin önemli olacağını düşünüyoruz.

5.7. Fonksiyonel Performans

Üst Ekstremité Y-Denge Testi, üst ekstremitenin tek taraflı dinamik fonksiyonunu kapalı kinetik zincir (KKZ) tarzında değerlendirmek için tasarlanmış ilk güvenilir performans testidir (193). Düşük üst ekstremité UEYDT skorları ile üst ekstremité yaralanması arasında ilişki bulunmuştur (194). Stabilité ve mobilitéyi eş zamanlı gerektiren fonksiyonel mobilitéyi değerlendiren bu test, cinsiyet ve dominant-dominant olmayan taraf farklılıklardan etkilenmez (136). Bu yönüyle etkilenen ve etkilenmeyen ekstremitelerin karşılaştırılmasına olanak sağlayan objektif bir testtir. Çalışmamızda proprioseptif eğitimin sadece distal komponentlere değil aynı zamanda bir bütün olarak üst ekstremité performansına etkisini araştırmak amacıyla UEYDT kullanıldı.

Üst ekstremitenin dinamik fonksiyonu eklem mobilité, nöromüsküler kontrol, kuvvet ve koordinasyon gerektirir (195). Dolayısıyla nöromüsküler sistemi geliştirmeyi hedefleyen egzersiz yaklaşımlarının üst ekstremitenin dinamik performansını artırması beklenir. Babaei-Mobarakeh ve ark. lateral epikondilit ve

omuz sıkışma sendromu olan bireylerde jiroskop kullanarak uyguladıkları dirençli egzersiz eğitiminin omuz ve el bileği kas kuvvetinde, kavrama kuvvetinde ve UEYDT’inde etkilerini araştırmıştır. Egzersiz eğitiminin UEYDT’nin 3 yönünde de performansı artırdığı kaydedilmiştir. Araştırmacılar sonucun nöromüsküler kontrol artışından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (183). Nöromüsküler sistemi hedefleyen *core* stabilizasyon eğitiminin de üst ekstremité dinamik mobilitesini geliştirdiği belirtilmiştir (194). Bu durum stabilizasyon eğitimi sonucunda dinamik postüral kontrol ve spinal stabilizasyonun artmasıyla ilişkilendirilmiştir (194).

Çalışmamızda grup içi karşılaştırmalarda her iki gruptaki bireylerin eğitim sonrasında uzanma mesafelerinde artış olduğu kaydedilmiştir. Kontrol grubunda Y2 ve Y3 yönlerindeki artışın propriosepsiyon grubuna göre daha fazla olduğu kaydedildi. Ancak eğitim öncesinde yapılan değerlendirmede de kontrol grubundaki bireylerin bu iki yöndeki değerleri propriosepsiyon grubuna göre daha yüksekti. Çalışmamızda kullandığımız nöromüsküler kontrolü hedefleyen proprioseptif egzersiz eğitiminin ve geleneksel egzersiz eğitiminin daha çok distal segmentlere yönelik egzersizler içermesi ve egzersizlerin daha proksimalde yer alan ve spinal stabilizasyon sağlayan kasları yeterli derecede aktive etmemiş olması gruplar arasında fark çıkmamasının nedeni olabilir (194). Nitekim üst ekstremité dinamik performansını geliştirmek amacıyla KKZ paterninde proksimal segmentlerin, özellikle omuz propriosepsiyonu ve omuz stabilitesinin, önemli olduğu belirtilmektedir (196).

5.8. Limitasyonlar

Çalışmamızda örneklem grubu genç sağlıklı bireylerden oluşmaktaydı. Yaş ile birlikte sensorimotor sistem değişiklikleri göz önüne alındığında çalışmamızın sonuçları sadece sağlıklı genç bireylere göre yorumlanabilir.

Çalışmamızda el bileği ve parmak kaslarının kuvveti manuel dinamometre ile değerlendirildi. El bileği kaslarının maksimal istemli izometrik kontraksiyon ölçümü için izokinetik sistemin kullanılması daha objektif sonuç verebilir. Parmak kas kuvvetini ölçen standardize bir araç olmaması kuvvet değerlendirmelerinin rölatif olarak subjektif kalmasına neden olmaktadır.

Çalışmamızda kas kuvveti değerlendirmesinde sadece el bileği ve parmak kaslarına odaklanıldı. Ağırlık aktarma hareketinde proksimal kas gruplarının kas

kuvveti de sonuçları etkileyebileceğinden omuz ve kol kaslarının kuvvet değerlendirmelerinin yapılması uygun olacaktır. Ayrıca omuz ekleminde ve dirsek ekleminde eklem pozisyon hissi değerlendirmeleri çalışma sonuçlarının daha kapsamlı yorumlanmasını sağlayacaktır.

El bileği ve parmak kaslarının küçük bir alanda bulunması ve birbirine yakın olması EMG ölçümlerinde *çapraz gürültü* etkisine neden olabilmektedir. Bu kasların değerlendirilmesinde gürültüyü elimine etmek için daha ileri sistemlerin kullanılması kaydedilen sinyallerin doğruluğunu artıracaktır. Ayrıca çalışmamızın EMG ölçüm sonuçlarında gruplar arasında anlamlı farklar çıkmaması yüzeysel EMG değerlendirmesinin invaziv olmamasından kaynaklanabilir.

Çalışmamızda EMG analizi video kayıt yöntemiyle 2 boyutlu analiz ile gerçekleştirildi. Üç-boyutlu analiz sistemlerinin veya hareket esnasında elektrogonyometrenin kullanılması hedef açıda EMG analizine imkân vermesi bakımından önemlidir.

5.9. Araştırmanın Klinik Önemi

Literatürde el-el bileğine yönelik proprioseptif egzersiz eğitiminin fiziksel uygunluk parametrelerine etkileri konusunda yeterli kanıt bulunmamaktadır. Çalışmamızda sağlıklı bireylerde proprioseptif egzersizlerin el bileği propriosepsiyonu ve motor performans parametrelerine etkilerinin araştırılması gelecekte ileri çalışmalar ile koruyucu rehabilitasyon uygulamalarına ve yaralanma sonrası fonksiyonel iyileşme için etkili nöromüsküler rehabilitasyon tedavi programlarının geliştirilmesine rehberlik ederek katkı sağlayabilir.

Çalışmamızda elektromiyografik analizin izotonik hareket, kavrama ve ağırlık aktarma toleransı sırasında yapılması el bileğinin günlük yaşam aktivitelerindeki açık kinetik zincir ve kapalı kinetik zincir hareketlerini temsil ettiğinden elektromiyografik aktivasyon seviyeleri el bileğine yönelik egzersiz eğitimlerinde egzersiz seçimi için yol gösterici olabilir.

Çalışma bulguları doğrultusunda kabul ve red edilen hipotezler Tablo 5.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1. Çalışma Hipotezleri.

Hipotezler	Sonuç
H0: Sağlıklı bireylerde ağırlık aktarma ve kavrama sırasında önkol fleksör kasları ve önkol ekstansör kasları arasındaki kokontraksiyon oranı farklıdır.	Kabul edildi.
H1: Sağlıklı bireylerde önkol kaslarının aktivasyon seviyesi, ağırlık aktarma, kavrama ve izotonik hareket sırasında farklıdır.	Kabul edildi.
H2: Geleneksel egzersizlere ek olarak verilen proprioseptif egzersiz eğitimi motor performans parametrelerini geliştirir.	Kabul edildi.
H3: Geleneksel egzersizlere ek olarak verilen proprioseptif egzersiz eğitimi önkol kas aktivasyon seviyesini artırır.	Kabul edildi.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmamızın sonuçlarına göre;

- Proprioseptif eğitim geleneksel eğitime göre el bileği eklem pozisyon hissini fleksiyon, ekstansiyon, ulnar deviasyon ve radial deviasyon yönlerinde geliştirmede daha üstün bulundu.
- Ağırlık aktarma, kavrama ve izotonik hareketler sırasında el ve el bileği kaslarının en yüksek elektromiyografik aktivasyon seviyesi sırayla kavrama, ağırlık aktarma ve izotonik hareket sırasında kaydedildi. Bu nedenle sıkı kavrama egzersizlerine rehabilitasyon programlarında son fazda yer verilebilir. El bileğine ağırlık aktarmayı içeren egzersizler ise el bileği eklemi izotonik egzersizlerinden sonra rehabilitasyon programlarına dahil edilebilir.
- Kavrama ve ağırlık aktarma sırasında radial taraf fleksör ve ekstansör kaslar, ulnar taraf fleksör ve ekstansör kaslar ve parmak fleksör ve ekstansör kasları arasındaki kokontraksiyon oranı ağırlık aktarma sırasında daha fazla idi. Rehabilitasyonda temel hedef eklem çevresindeki kasların koaktivasyonunu sağlamak ise ağırlık aktarma egzersizlerinin daha etkili olabileceği söylenebilir.
- Proprioseptif eğitim geleneksel eğitime göre özellikle fleksör kasların maksimal istemli izometrik kontraksiyonunda elektromiyografik aktivasyon seviyelerini artırmada daha etkili bulundu.
- Proprioseptif eğitim el bileği ve parmak kaslarının elektromiyografik aktivasyon seviyelerini izotonik hareket, kavrama ve ağırlık aktarma toleransında bazı kaslarda artırdı. Ancak geleneksel eğitimde izotonik hareket ve kavrama sırasında her kasta artış elde edildi. Ağırlık aktarma toleransında ise iki grupta da tüm kaslarda artış görüldü.
- Proprioseptif eğitim ağırlık aktarma sırasındaki kas aktivasyonlarını artırmada daha etkili bulundu. Dolayısıyla, eğitimin eklem çevresi kasların global stabilizasyon yeteneğini daha fazla geliştirdiği düşünüldü.
- Her iki grupta da kas kuvveti, reaksiyon zamanı, ağırlık aktarma toleransı ve üst ekstremité performansı gelişmişti. Ancak gruplar arasında fark bulunmadı.

Öneriler

El-el bileği eklemi fizyoterapi ve rehabilitasyonunda yapılacak gelecekteki çalışmalarda;

- Egzersiz eğitiminin etkinliğini araştıran çalışmalarda örneklem gruplarının meslek, yaş, veya cinsiyete göre alt gruplara göre sınıflandırılarak araştırma yapılması rehabilitasyon süreçlerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Özellikle yoğun üst ekstremitte kullanımı gerektiren mesleklere sahip bireylerle ileri çalışmalar yapılabilir.
- Çalışmamızda şuurlu propriosepsiyonun bir komponenti olan kinestezi duygusu değerlendirilmedi. Gelecek çalışmalarda farklı proprioseptif egzersizlerin EPH ve kinestezi duygusuna etkisinin araştırılması egzersiz progresyonu belirlemede yol gösterici olabilir.
- Farklı ağırlık aktarma oranlarında kas aktivasyonlarını araştıran çalışmalar egzersiz planlamasına yol gösterici olacaktır.
- Çalışmamızda proprioseptif eğitimin sağlıklı bireylerdeki etkileri araştırıldı. Ancak literatürde el bileği proprioseptif egzersiz eğitiminin farklı el-el bileği patolojilerindeki etkisine yönelik çok az kaynak vardır. Egzersiz etkinliğinin patolojik durumlarda veya yaralanma sonrasında araştırılması spesifik egzersiz programlarının oluşturulmasına rehberlik edecektir. Bu yönde ileri çalışmalar yapılabilir.
- Proprioseptif egzersiz eğitiminde yer alan çeşitli egzersizlerin belirli koşullar altında seçici etkilerinin değerlendirilmesi spesifik kas aktivasyonu için en etkili egzersiz yaklaşımının belirlenmesine katkı sağlayabilir.
- Çalışmamızda üst ekstremitenin distal komponentlerine odaklanıldı. İleri çalışmalarda proprioseptif egzersiz eğitiminin diğer komponentlere ve karşı ekstremiteye etkisi araştırılabilir.
- El bileği ve parmak kaslarının elektromiyografik analizi için farklı aktiviteler sırasında da kullanılabilecek standart bir değerlendirme düzeneği ve değerlendirme protokolünün geliştirilmesi standardizasyonu sağlayarak ileri çalışmalar sonrasında çalışma sonuçlarının karşılaştırılabilmesine olanak sağlayabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Ferguson R., Riley ND, Wijendra A., Thurley N., Carr A.J., Bjf D. Wrist pain: a systematic review of prevalence and risk factors- what is the role of occupation and activity? BMC Musculoskelet Disord. 2019;20(1):542.
2. Moon D.K., Park Y.J., Song S.Y., Kim M.J., Park J.S., Nam D.C. ve ark. Common Upper Extremity Disorders and Function Affect Upper Extremity-Related Quality of Life: A Community-Based Sample from Rural Areas. Yonsei Med J. 2018;59(5):669-76.
3. Hagert E. Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. J Hand Ther. 2010;23(1):2-17.
4. Lotters FJB. SMoC-Wrist: a sensorimotor control-based exercise program for patients with chronic wrist pain. J Hand Ther. 2020;33(4):607-15.
5. Chen Z. A novel staged wrist sensorimotor rehabilitation program for a patient with triangular fibrocartilage complex injury: A case report. J Hand Ther. 2019;32(4):525-34.
6. Karagiannopoulos C., Michlovitz S. Rehabilitation strategies for wrist sensorimotor control impairment: From theory to practice. J Hand Ther. 2016;29(2):154-65.
7. Valdes K., Naughton N., Algar L. Sensorimotor interventions and assessments for the hand and wrist: a scoping review. J Hand Ther. 2014;27(4):272-85; quiz 86.
8. Barr A.E., Barbe M.F., Clark B.D. Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Hand and Wrist: Epidemiology, Pathophysiology, and Sensorimotor Changes. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2004.
9. Hagert E., Lluch A., Rein S. The role of proprioception and neuromuscular stability in carpal instabilities. J Hand Surg Eur Vol. 2016;41(1):94-101.
10. Aman J.E. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. Front Hum Neurosci. 2014;8:1075.
11. Peer M.A., Gleeson N. Effects of a Short-Term Conditioning Intervention on Knee Flexor Sensorimotor and Neuromuscular Performance in Men. J Sport Rehabil. 2018;27(1):37-46.
12. Perez-Silvestre A., Albert-Lucana D., Gomez-Chiguano G.F., Plaza-Manzano G., Pecos-Martin D., Gallego-Izquierdo T. ve ark. Six weeks of multistation program on the knee proprioception and performance of futsal players. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59(3):399-406.
13. Raana Alikhani M. The effect of a six-week plyometric training on dynamic balance and knee proprioception in female badminton players. J Can Chiropr Assoc 2019.
14. El-Gohary T.M. Effect of proprioception cross training on repositioning accuracy and balance among healthy individuals. The Journal of Physical Therapy Science. 2016.

15. Lin Y.L., Karduna A. Exercises focusing on rotator cuff and scapular muscles do not improve shoulder joint position sense in healthy subjects. *Hum Mov Sci.* 2016;49:248-57.
16. Winter T., Beck H., Walther A., Zwipp H., Rein S. Influence of a proprioceptive training on functional ankle stability in young speed skaters - a prospective randomised study. *J Sports Sci.* 2015;33(8):831-40.
17. Chunying H. Evaluation of effects of different treatments for the wrist joints of subdominant hands using joint proprioception and writing time. *The Journal of Physical Therapy Science.* 2016.
18. Garber C.E., Blissmer B., Deschenes M.R., Franklin B.A., Lamonte M.J., Lee I.M., Nieman D.C., Swain D.P. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
19. Rein S., Hagert E., Sterling-Hauf T. Altered ligamento-muscular reflex pattern after stimulation of the anterior talofibular ligament in functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(5):1544-53.
20. Hagert E., Persson J.K., Werner M., Ljung B.O. Evidence of wrist proprioceptive reflexes elicited after stimulation of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg Am.* 2009;34(4):642-51.
21. Eraktas I., Ayhan Ç., Hayran M., Soylu A.R. Alterations in forearm muscle activation patterns after scapholunate interosseous ligament injury: A dynamic electromyography study. *J Hand Ther.* 2021;34(3):384-95.
22. Ayhan Kuru Ç., Tekdemir İ. El ve El Bileği: Anatomi ve Biyomekanik. In: Tunay V., Erden Z., Yıldız C., editor. *Üst Ekstremité Yaralanmalarında Rehabilitasyon* 2021. p. 66-113.
23. Eschweiler J., Li J., Quack V., Rath B., Baroncini A., Hildebrand F., Migliorini F. Anatomy, Biomechanics and Loads of the Wrist Joint. *Life (Basel).* 2022;12(2).
24. Garcia-Elias M. Understanding wrist mechanics: a long and winding road. *J Wrist Surg.* 2013;2(1):5-12.
25. Camus E.J., Overstraeten L.V. Kienbock's Disease in 2021. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022;108(1S):103161.
26. Watson H.K., Weinzwieg J. *The Wrist: Lippincott Williams & Wilkins*; 2001.
27. Neumann D.A., ERK, Kiefer C.L., Martens K., Grosz C.M. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation: Elsevier*; 2017.
28. Akkoç RF. Eldeki Sesamoid Kemiklerin Görülme Sıklığı ve Dağılımı. *FÜSağBilTıpDerg* 2018.
29. Ayhan Ç., Ayhan E. *Kinesiology of The Wrist and The Hand. Comparative Kinesiology of the Human Body* 2020. p. 211-82.

30. Hagert E., Mark G.E., Forsgren S., Ljung B.O. Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition. *J Hand Surg Am.* 2007;32(1):30-6.
31. Hagert E., Forsgreen S., Ljung B.O. Differences in the presence of mechanoreceptors and nerve structures between wrist ligaments may imply differential roles in wrist stabilization. *J Orthop Res.* 2005;23(4):757-63.
32. Pulos N., Bozentka D.J. Carpal Ligament Anatomy and Biomechanics. *Hand Clin.* 2015;31(3):381-7.
33. Berger R.A. The Ligaments of the Wrist. *Hand Clinics.* 1997;13(1):63-82.
34. Berger R.A. The Anatomy of the Ligaments of the Wrist and Distal Radioulnar Joints. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2001.
35. Berger R.A. The palmar radiocarpal ligaments: A study of adult and fetal human wrist joints *The Journal of Hand Surgery* 1990.
36. Kijima Y., Viegas S.F. Wrist anatomy and biomechanics. *J Hand Surg Am.* 2009;34(8):1555-63.
37. Berger R.A. Radioscapholunate ligament: A gross anatomic and histologic study of fetal and adult wrists. *The Journal of Hand Surgery* 1990.
38. Hixson M.L. Microvascular anatomy of the radioscapholunate ligament of the wrist. *The Journal of Hand Surgery* 1989.
39. Ishii S. An Anatomic Study of the Ligamentous Structure of the Triangular Fibrocartilage Complex. *The Journal of Hand Surgery.* 1998.
40. Taleisnik J. Current Concepts Review Carpal Instability. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 1988.
41. Berger R. The Gross and Histologic Anatomy of the Scapholunate Interosseous Ligament *The Journal of Hand Surgery* 1995.
42. Patterson R.M., Yazaki N., Andersen C.R., Viegas S.F. Prediction of ligament length and carpal diastasis during wrist flexion-extension and after simulated scapholunate instability. *J Hand Surg Am.* 2013;38(3):509-18.
43. Waters M.S., Werner F.W., Haddad S.F., McGrattan M.L., Short W.H. Biomechanical Evaluation of Scaphoid and Lunate Kinematics Following Selective Sectioning of Portions of the Scapholunate Interosseous Ligament. *J Hand Surg Am.* 2016;41(2):208-13.
44. Bonczar T., Bonczar M., Pekala J.R., Mann M.R., Walocha J.R. Innervation of the wrist joint: Literature review and clinical implications. *Clin Anat.* 2021;34(7):1081-6.
45. Apergis E. *Fracture-Dislocations of the Wrist*: Springer Milan; 2013.
46. Braga-Silva J., Roman J.A., Padoin A.V. Wrist Denervation for Painful Conditions of The Wrist. *J Hand Surg Am.* 2011;36(6):961-6.
47. Wu C.H., Strauch R.J. Wrist Denervation: Techniques and Outcomes. *Orthop Clin North Am.* 2019;50(3):345-56.

48. Skirven TM. Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity: Elsevier Mosby; 2011.
49. Camus E.J. Kinematics of The Wrist Using 2D and 3D Analysis: Biomechanical and Clinical Deductions. *Surg Radiol Anat.* 2004;26(5):399-410.
50. Majors B.J. Development and validation of a computational model for investigation of wrist biomechanics. *Ann Biomed Eng.* 2011;39(11):2807-15.
51. Moritomo H. In Vivo Three-Dimensional Kinematics of the Midcarpal Joint of the Wrist. *The Journal of Bone and Joint Surgery.* 2006; 88-A.
52. Berger R.A. The Anatomy and Basic Biomechanics of The Wrist Joint. *J Hand Ther.* 1996;9(2):84-93.
53. Mespl   G. Hand and Wrist Therapy Mespl   G, editor: Springer 2022. 159-67 p.
54. Riemann B.L. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training.* 2002.
55. Hagert E., Rein S. Wrist proprioception-An update on scientific insights and clinical implications in rehabilitation of the wrist. *J Hand Ther.* 2024;37(2):257-68.
56. Seven B., Zorlular A., Oskay D. Comparison of the validity and reliability of three different methods used for wrist proprioception measurement. *J Bodyw Mov Ther.* 2024;37:170-6.
57. Riemann B.L. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training.* 2002.
58. Salva-Coll G., Lluch A., Esplugas M., Carreno A., Scott-Tennent A., Larrea-Zabalo M., Garcia-Elias M. Scapholunate and lunotriquetral joint dynamic stabilizers and their role in wrist neuromuscular control and proprioception. *J Hand Ther.* 2024;37(2):273-81.
59. Van de Pol G.J., Koudstaal M.J., Schuurman A.H., Bleys R.L. Innervation of the wrist joint and surgical perspectives of denervation. *J Hand Surg Am.* 2006;31(1):28-34.
60. Hagert E. General innervation pattern and sensory corpuscles in the scapholunate interosseous ligament. *Cells Tissues Organs.* 2004;177(1):47-54.
61. Grigg P. Properties of Sensory Neurons Innervating Synovial Joints. *Cells Tissues Organs.* 2001
62. Frontera W.R. Rehabilitation of Sports Injuries: Scientific Basis. Iturri JJG, editor 2003.
63. Proske U. Kinesthesia: the role of muscle receptors. *Muscle Nerve.* 2006;34(5):545-58.
64. Palmieri R.M., Ingersoll C.D., Hoffman M.A. The Hoffmann Reflex: Methodologic Considerations and Applications for Use in Sports Medicine and Athletic Training Research. *Journal of Athletic Training.* 2004.

65. Esplugas M., Lluch A., Salva-Coll G., Fernandez-Noguera N., Puig de la Bellacasa I., Llusà-Perez M. ve ark. Influence of forearm rotation on the kinetic stabilizing efficiency of the muscles that control the scapholunate joint. Clinical application in proprioceptive and neuromuscular rehabilitation programs. *J Hand Ther.* 2024;37(2):282-92.
66. Şimşek D., Ertan H. Motor Beceri Öğreniminde Kas Ko-Aktivasyon ve Rekürrent İnhibisyon Aktivitesinin Fonksiyonel Önemi Ankara Üniv Spor Bil Fak 2014.
67. Aymard C. Recurrent inhibition between motor nuclei innervating opposing wrist muscles in the human upper limb. *Journal of Physiology* 1997.
68. Lundberg A. Descending control of forelimb movements in the cat. *Brain Research Bulletin.* 1999.
69. Alstermark B. Integration in descending motor pathways controlling the forelimb in the cat. *Experimental Brain Research* 1984.
70. Sell T., Noyes F.R. Noyes' Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes. 2010.
71. Moritomo H., Apergis E.P., Herzberg G., Werner F.W., Wolfe S.W., Garcia-Elias M. 2007 IFSSH committee report of wrist biomechanics committee: biomechanics of the so-called dart-throwing motion of the wrist. *J Hand Surg Am.* 2007;32(9):1447-53.
72. Gandevia S.C., Collins D.F. Proprioception: Peripheral Inputs and Perceptual Interactions 2002
73. Proske U. The role of muscle receptors in the detection of movements. *Progress in Neurobiology.* 1999.
74. Cantero-Tellez R., Algar L.A., Cruz Gambero L., Villafane J.H., Naughton N. Joint position sense testing at the wrist and its correlations with kinesiophobia and pain intensity in individuals who have sustained a distal radius fracture: A cross-sectional study. *J Hand Ther.* 2024;37(2):218-23.
75. Smith J.L., Crawford M., Proske U., Taylor J.L., Gandevia S.C. Signals of motor command bias joint position sense in the presence of feedback from proprioceptors. *J Appl Physiol* (1985). 2009;106(3):950-8.
76. Winter J.A., Allen T.J., Proske U. Muscle spindle signals combine with the sense of effort to indicate limb position. *J Physiol.* 2005;568(Pt 3):1035-46.
77. Proske U., Gandevia S.C. The kinaesthetic senses. *J Physiol.* 2009;587(Pt 17):4139-46.
78. Sjolander P. Spinal and supraspinal effects of activity in ligament afferents. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2001.
79. Justo-Cousino L.A., Cuna-Carrera I.D., Alonso-Calvete A., Gonzalez-Gonzalez Y. Effect of Kinesio taping on wrist proprioception in healthy subjects: A randomized clinical trial. *J Hand Ther.* 2024.

80. Carey L.M. Impaired Limb Position Sense After Stroke: A Quantitative Test for Clinical Use Arch Phys Med Rehabil. 1996 77.
81. Marini F., Squeri V., Morasso P, Campus C., Konczak J., Masia L. Robot-aided developmental assessment of wrist proprioception in children. J Neuroeng Rehabil. 2017;14(1):3.
82. D'Antonio E., Zenzer J., Patane F., Konczak J., Casadio M., Masia L. Robotic Assessment of Wrist Proprioception During Kinaesthetic Perturbations: A Neuroergonomic Approach. Front Neurorobot. 2021;15:640551.
83. Rein S., Winter J., Kremer T., Siemers F., Range U., Euchner N. Evaluation of proprioception in denervated and healthy wrist joints. J Hand Surg Eur Vol. 2020;45(4):408-13.
84. Ucuzoglu M.E., Unver B., Sarac D.C., Cilga G. Similar effects of two different external supports on wrist joint position sense in healthy subjects: A randomized clinical trial. Hand Surg Rehabil. 2020;39(2):96-101.
85. Myers J.B. The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder. Journal of Athletic Training. 2000.
86. Lincoln N.B., Jackson J.M., Adams S.A. Reliability and Revision of the Nottingham Sensory Assessment for Stroke Patients. Physiotherapy. 1998;84(8):358-65.
87. Winward C.E. The Rivermead Assessment of Somatosensory Performance (RASP): standardization and reliability data. Clinical Rehabilitation. 2001.
88. Cherpin A., Kager S., Budhota A., Contu S. A preliminary study on the relationship between proprioceptive deficits and motor functions in chronic stroke patients 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR) 2019.
89. Bolognini N., Russo C., Edwards D.J. The sensory side of post-stroke motor rehabilitation. Restor Neurol Neurosci. 2016;34(4):571-86.
90. Ingemanson M.L., Chan V., Wolbrecht E.T., Cramer S.C., Reinkensmeyer D.C. Use of a robotic device to measure age-related decline in finger proprioception. Exp Brain Res. 2016;234(1):83-93.
91. Otaka E., Kasuga S., Nishimoto A., Yamazaki K., Kawakami M., Ushiba J., Liu M. Reliability of the thumb localizing test and its validity against quantitative measures with a robotic device in patients with hemiparetic stroke. PLoS One. 2020;15(7):e0236437.
92. Fugl-Meyer A.R. The Post-Stroke Hemiplegic Patient Scand J Rehab Med. 1975;7:13-31.
93. Carey L.M. Evaluation of Impaired Fingertip Texture Discrimination and Wrist Position Sense in Patients Affected by Stroke:. Journal of Hand Therapy 2002
94. Young B.M., Rana S., Kim W.S., Liu C., Batth R. ve ark. Wrist Proprioception in Adults with and without Subacute Stroke. Brain Sci. 2022;13(1).

95. Karagiannopoulos C. Active wrist joint position sense (AWJPS) test offers variable reliability levels and scores among multiple wrist angles and tester-experience levels. *J Hand Ther.* 2024;37(2):234-7.
96. Karagiannopoulos C., Sitler M., Michlovitz S., Tierney R. A descriptive study on wrist and hand sensori-motor impairment and function following distal radius fracture intervention. *J Hand Ther.* 2013;26(3):204-14; quiz 15.
97. Hincapie O.L., Elkins J.S., Vasquez-Welsh L. Proprioception retraining for a patient with chronic wrist pain secondary to ligament injury with no structural instability. *J Hand Ther.* 2016;29(2):183-90.
98. Karagiannopoulos C., Michlovitz S. Rehabilitation strategies for wrist sensorimotor control impairment: From theory to practice. *J Hand Ther.* 2016;29(2):154-65.
99. Valdes K., Naughton N., Algar L. Sensorimotor interventions and assessments for the hand and wrist: a scoping review. *J Hand Ther.* 2014;27(4):272-85; quiz 86.
100. Lotters F.J.B., Schreuders T.A.R., Videler A.J. SMoC-Wrist: a sensorimotor control-based exercise program for patients with chronic wrist pain. *J Hand Ther.* 2020;33(4):607-15.
101. Milner Z., Klaic M., Withiel T., O'Sullivan H. Targeted sensorimotor retraining in the clinical setting: Improving patient outcomes following distal upper extremity injury. *J Hand Ther.* 2022;35(1):107-14.
102. Gioftsidou A. Soccer Players' Muscular Imbalances: Restoration with An Isokinetic Strength Training Program. *Perceptual and Motor Skills.* 2006.
103. Sekir U., Hazneci B., Ors F., Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15(5):654-64.
104. Myers J.B., Lephart S.M. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Man Ther.* 2006;11(3):197-201.
105. Prosser R., LaStayo P.C. Current practice in the diagnosis and treatment of carpal instability--results of a survey of Australian hand therapists. *J Hand Ther.* 2007;20(3):239-42; quiz 43.
106. Woodley B.L., Baxter G.D. Chronic tendinopathy: effectiveness of eccentric exercise. *Br J Sports Med.* 2007;41(4):188-98; discussion 99.
107. Cooper R.L., Feller J.A. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Res Sports Med.* 2005;13(2):163-78.
108. Fitzgerald G.K. The Efficacy of Perturbation Training in Nonoperative Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation Programs for Physically Active Individuals. *Physical Therapy* 2000;80.
109. Lephart S.M. The Role of Proprioception in the Management and Rehabilitation of Athletic Injuries. *American Journal of Sports Medicine.* 1997.
110. Barbero R.M., Rainoldi A. *Atlas of Muscle Innervation Zones*: Springer; 2012.

111. Chowdhury R.H., Ali M.A., Bakar A.A., Chellappan K., Chang T.G. Surface electromyography signal processing and classification techniques. *Sensors (Basel)*. 2013;13(9):12431-66.
112. Masuda T. Topographical map of innervation zones within single motor units measured with a grid surface electrode. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1988 Aug;35(8):623-8.
113. Merletti R. *Electromyography: A JOHN WILEY & SONS, INC.*; 2004.
114. Escamilla R.F., Paulos L., Andrews J.R. Shoulder Muscle Activity and Function in Common Shoulder Rehabilitation Exercises. *Sports Med* 2009.
115. Luca C.J.D. *A Practicum on the Use of sEMG Signals in Movement Sciences*. 2008. DELSYS.
116. Castelein B., Parlevliet T., Cools A. Superficial and Deep Scapulothoracic Muscle Electromyographic Activity During Elevation Exercises in the Scapular Plane. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46(3):184-93.
117. Choi S.A., Yi C.H., Kwon O.Y., Yoon T.L., Choi W.J., Lee J.H. Isometric hip abduction using a Thera-Band alters gluteus maximus muscle activity and the anterior pelvic tilt angle during bridging exercise. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(2):310-5.
118. Zebis M.K., Andersen C.H., Mortensen P., Petersen H.H., Viskaer T.C. ve ark. Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: an EMG study with rehabilitation implications. *Br J Sports Med.* 2013;47(18):1192-8.
119. Harput G., Mattacola C. Comparison of Muscle Activation Levels Between Healthy Individuals and Persons Who Have Undergone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction During Different Phases of Weight-Bearing Exercises. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2016;46(11):984-92.
120. Harput G., Soylu A.R., Ertan H., Ergun N., Mattacola C.G. Effect of gender on the quadriceps-to-hamstrings coactivation ratio during different exercises. *J Sport Rehabil.* 2014;23(1):36-43.
121. Hudak P.L., Bombardier C. Development of an Upper Extremity Outcome Measure: The DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand). *American Journal of Industrial Medicine* 1996.
122. Beaton D.E. Development of the QuickDASH: Comparison of Three Item-Reduction Approaches. *The Journal of Bone&Joint Surgery* 2005 87A.
123. Koldas Dogan S., Evcik D., Baser O. Adaptation of Turkish version of the questionnaire Quick Disability of the Arm, Shoulder, and Hand (Quick DASH) in patients with carpal tunnel syndrome. *Clin Rheumatol.* 2011;30(2):185-91.
124. Beighton P., Bird H. *Hypermobility of Joints* 2012.
125. Erdem E.U. Farklı Fizyoterapi-Rehabilitasyon Uygulamalarının El Bileği Proprioepsiyonu Üzerine Olan Etkinliğinin Karşılaştırılması Hacettepe University 2013.
126. Harput G. Ayak Bileği Stabilizatörlerinin Stabil Olmayan Denge Platformları Üzerindeki Aktivasyonlarının Araştırılması Hacettepe Üniversitesi; 2012

127. Rossi G.D. Practice effects associated with repeated assessment of a clinical test of reaction time. *J Athl Train.* 2014;49(3):356-9.
128. Gorla C., Florencio L.L., Pinheiro-Araujo C.F., Fernandez-de-Las-Penas C., Martins J., Bevilaqua-Grossi D. Reference Values for Cervical Muscle Strength in Healthy Women Using a Hand-Held Dynamometer and the Association with Age and Anthropometric Variables. *Healthcare (Basel).* 2023;11(16).
129. Mentiplay B.F., Bower K.J., Adair B., Pua Y.H., Williams G.P., McGaw R., Clark R.A. Assessment of Lower Limb Muscle Strength and Power Using Hand-Held and Fixed Dynamometry: A Reliability and Validity Study. *PLoS One.* 2015;10(10):e0140822.
130. Savva C. Test-retest reliability of grip strength measurement in full elbow extension to evaluate maximum grip strength. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013;38(2):183-6.
131. Hahn P., Unglaub F., Muhldorfer-Fodor M. Grip strength measurement: Significance and boundaries. *Orthopade.* 2018;47(3):191-7.
132. Dixon J.S. Reproducibility along a 10 cm vertical visual analogue scale. *Annals of The Rheumatic Diseases.* 1981.
133. Fess E.E. Clinical Assessment Recommendations American Society of Hand Therapists American Society of Hand Therapists 1981.
134. Mathiowetz V. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am.* 1984;9(2):222-6.
135. Barlow S.J. Wrist weight-bearing tolerance in healthy adults. *J Hand Ther.* 2022;35(1):74-9.
136. Gorman P.P., Plisky P.J., Kiesel K.B. Upper Quarter Y Balance Test: Reliability and Performance Comparison Between Genders In Active Adults *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2012;26.
137. Kara D. Skapular Retraksiyon Egzersizlerinin Asemptomatik ve Subakromiyal Sıkışma Sendromu Olan Bireylerde Trapezius Kas Aktivasyonu Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması: Hacettepe Üniversitesi; 2016.
138. Akar Z. Triangüler Fibrokartilaj Kompleks Yaralanmasında Rehabilitasyonun Bireylerin Ağrı Düzeylerine Göre Değerlendirme Parametreleri Üzerine Etkisinin Araştırılması: Hacettepe University; 2023.
139. Al-Makhalas T.A., Ahsan M., Abdulaziz S., Al Muslem W. A gender based comparison and correlation of spatiotemporal gait parameters and postural stability. *Acta Biomed.* 2023;94(2):e2023057.
140. Bonafede C. Kinesthetic Coordination Abilities in 6-Year-Old Children: School Quintile, Gender, and Hand Dominance Differences. *Int J Early Child.* 2023:1-19.
141. Galasso O, Gasparini G., Spina G., De Gori M., De Benedetto M. ve ark. Arthroscopic repair for isolated subscapularis tear: successful functional outcomes and high tendon healing rate can be expected nine years after surgery. *J Shoulder Elbow Surg.* 2024;33(6):1285-92.

142. Qvist A.H. Minimal early functional gains after operative treatment of midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of 10 randomized controlled trials including 1333 patients. *JSES Int.* 2024;8(3):400-6.
143. Lee S.W., Sung S.Y., Park T.H., Kim J.S. Clinical Outcomes and Failure Rate of Triangular Fibrocartilage Complex Foveal Repair Were Comparable between Arthroscopic and Open Techniques. *J Clin Med.* 2024;13(10).
144. Hochreiter B., Eckers F., Calek A.K., Cassidy T.J., Amaranath J.E., Leung M., et al. Distal Biceps Tendon Repair Using a Double Intracortical Button Anatomical Footprint Repair Technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2024.
145. Cannon J., Powers C.M. Activation training facilitates gluteus maximus recruitment during weight-bearing strengthening exercises. *J Electromyogr Kinesiol.* 2022;63:102643.
146. Silva-Moya G., Valdes-Badilla P., Gomez-Alvarez N., Guzman-Munoz E. Effects of neuromuscular training on psychomotor development and active joint position sense in school children. *J Mot Behav.* 2022;54(1):57-66.
147. Patterson R.W., Shimko P., Pace C., Seitz W.H. Proprioception of the wrist following posterior interosseous sensory neurectomy. *J Hand Surg Am.* 2010;35(1):52-6.
148. Depreli O., Erden Z. The effects of shoulder stabilization exercises on muscle strength, proprioceptive sensory ability and performance in office workers with shoulder protraction. *Int J Occup Saf Ergon.* 2024;30(2):599-610.
149. Chen X., Xuan Z., Zhang W. The effect of joint position sense therapy on chronic shoulder pain with central sensitization. *Medicine (Baltimore).* 2024;103(15):e37786.
150. Elangovan N., Tuite P.J., Konczak J. Somatosensory Training Improves Proprioception and Untrained Motor Function in Parkinson's Disease. *Front Neurol.* 2018;9:1053.
151. Eils E. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Official Journal of the American College of Sports Medicine.* 2001.
152. Wang Y., Elangovan N., Cappello L., Sandini G., Masia L., Konczak J. A robot-aided visuomotor wrist training induces gains in proprioceptive and movement accuracy in the contralateral wrist. *Sci Rep.* 2021;11(1):5281.
153. Roijezon U., Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther.* 2015;20(3):368-77.
154. Jarque-Bou N.J., Vergara M. A Systematic Review of EMG Applications for the Characterization of Forearm and Hand Muscle Activity during Activities of Daily Living: Results, Challenges, and Open Issues. *Sensors (Basel).* 2021;21(9).
155. Chen Z., Teng S.L., McGrouther D.A. Understanding the biomechanics of the forearm during the dart thrower's motion. *J Hand Surg Eur Vol.* 2023;48(8):757-61.

156. Hakkinen K., Komi P.V. Training-induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;55(2):147-55.
157. Komi P.V. Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc Sport Sci Rev.* 1984;12:81-121.
158. Gruber M. Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *Eur J Appl Physiol.* 2004;92(1-2):98-105.
159. Jubeau M., Doguet V. Muscle length: A new feature to investigate neural control of lengthening contractions. *Exp Physiol.* 2020;105(6):930-1.
160. Psenicnik S., Sluga Z.K. Sensorimotor and proprioceptive exercise programs to improve balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. *Eur J Transl Myol.* 2024;34(1).
161. Mau-Moeller A., Jacksteit R., Jackszis M., Feldhege F., Weippert M., Mittelmeier W. et al. Neuromuscular function of the quadriceps muscle during isometric maximal, submaximal and submaximal fatiguing voluntary contractions in knee osteoarthritis patients. *PLoS One.* 2017;12(5):e0176976.
162. Pontillo M., Kremenec I.J., McHugh M.P., Mullaney M.J., Tyler T. Shoulder Musculature Activity and Stabilization During Upper Extremity Weight-bearing Activities. *North American Journal of Sports Physical Therapy.* 2007;2.
163. Li L., Li S. Grip force makes wrist joint position sense worse. *Front Hum Neurosci.* 2023;17:1193937.
164. Uhl T.L., Mattacola C.G., Mair S.D., Nitz A.J. Shoulder musculature activation during upper extremity weight-bearing exercise. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2003.
165. Lear L.J. An Electromyographical Analysis of the Scapular Stabilizing synergists During a Push-up progression. *JOSPT.* 1998;28.
166. Sandhu J.S., Shenoy S. An electromyographic analysis of shoulder muscle activation during push-up variations on stable and labile surfaces. *IJSS* 2008;2(2).
167. Hupperet M.D.V., Mechelen W. Effect of Sensorimotor Training on Morphological, Neurophysiological and Functional Characteristics of the Ankle. *SportsMed.* 2009.
168. Gruber M., Taube W., Schubert M., Beck S.C., Gollhofer A. Differential Effects of Ballistic Versus Sensorimotor Training on Rate of Force Development and Neural Activation in Humans *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2007.
169. Ertavukcu A., Şahin I.H., Ertavukcu S. Reaksiyon Zamanı ve Reaksiyon Zamanının Ölçülmesi. *Ulus Kinesyol Dergisi.* 2021.
170. Kamuk Y.U. Hava Harp Okulu'nda Öğrenim Görmekte Olan Savaş Pilotu Adaylarının Basit Reaksiyon, Seçimli Reaksiyon ve Ayırt Edici Reaksiyon Zamanlarının Ölçme ve Değerlendirilmesi Yöntem Çalışması Marmara Üniversitesi; 2006.

171. Obuz T., Güçhan Topçu Z. The effects of exercises with a Pilates ball on balance, reaction time and dual-task performance of kindergarten children. *Journal of Comparative Effectiveness Research* 2022
172. Ceylan H.I. Examining the Effects of Proprioceptive Training on Coincidence Anticipation Timing, Reaction Time and Hand-Eye Coordination. *The Anthropologist*. 2015;20(3):437-45.
173. Kaluga E., Straburzynska-Lupa A., Rostkowska E. Hand-eye coordination, movement reaction time and hand tactile sensitivity depending on the practiced sports discipline. *J Sports Med Phys Fitness*. 2020;60(1):17-25.
174. Davranche K., Audiffren M., Denjean A. A distributional analysis of the effect of physical exercise on a choice reaction time task. *J Sports Sci*. 2006;24(3):323-9.
175. Collardeau M., Brisswalter J., Audiffren M. Effects of a prolonged run on simple reaction time of well trained runners. *Percept Mot Skills*. 2001;93(3):679-89.
176. Leon J., Urena A., Bolanos M.J., Bilbao A., Ona A. A combination of physical and cognitive exercise improves reaction time in persons 61-84 years old. *J Aging Phys Act*. 2015;23(1):72-7.
177. Whitehurst M. Reaction time unchanged in older women following aerobic training. *Percept Mot Skills*. 1991;72(1):251-6.
178. Chourasia A.O., Buhr K.A., Rabago D.P., Kijowski R., Irwin C.B., Sesto M.E. Effect of lateral epicondylitis on grip force development. *J Hand Ther*. 2012;25(1):27-36; quiz 7.
179. Cantero-Tellez R., Martin-Valero R., Cuesta-Vargas A. Effect of muscle strength and pain on hand function in patients with trapeziometacarpal osteoarthritis. A cross-sectional study. *Reumatol Clin*. 2015;11(6):340-4.
180. Macaluso A. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol*. 2004;91(4):450-72.
181. Hamilton G.F., Chenier T.C. Measurement of Grip Strength: Validity and Reliability of the Sphygmomanometer and Jamar Grip Dynamometer JOSPT. 1992.
182. Tseng M.H., Cermak S.A. The influence of ergonomic factors and perceptual-motor abilities on handwriting performance. *Am J Occup Ther*. 1993;47(10):919-26.
183. Babaei-Mobarakeh M., Barati A.H., Khosrokiani Z. Effects of eight-week "gyroscopic device" mediated resistance training exercise on participants with impingement syndrome or tennis elbow. *J Bodyw Mov Ther*. 2018;22(4):1013-21.
184. Lach P. Effectiveness of prevention exercises protocol among office workers with symptoms of carpal tunnel syndrome. *Int J Occup Med Environ Health*. 2024;37(1):45-57.
185. Mueller S., Mueller J., Stoll J., Mayer F. Effect of Six-Week Resistance and Sensorimotor Training on Trunk Strength and Stability in Elite Adolescent Athletes: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Front Physiol*. 2022;13:802315.
186. Chen Z. Clinical evaluation of a wrist sensorimotor rehabilitation program for triangular fibrocartilage complex injuries. *Hand Ther*. 2021;26(4):123-33.

187. Giannakopoulos K., Malliou P., Godolias G. Isolated vs. Complex Exercise in Strengthening the Rotator Cuff Muscle Group.
188. Lester B., Levy I.M., Gaudinez R. Press Test for Office Diagnosis for Triangular Fibrocartilage Complex Tears of The Wrist. *Annals of Plastic Surgery* 1995.
189. Barlow S.J. A Non-surgical Intervention for Triangular Fibrocartilage Complex Tears. *Physiother Res Int.* 2016;21(4):271-6.
190. Ayhan C., Uysal Ö., Karaca N., Akar Z., Ayhan E., Kuru I. Responsiveness and Validity of Weight-Bearing Test for Measuring Loading Capacity in Patients With Triangular Fibrocartilage Complex Injury. *Journal of sport rehabilitation.* 2022;31:1-9.
191. Asmus A., Salloum M., Medeiros W., Millrose M., Obladen A., Goelz L. et al. Increase of weight-bearing capacity of patients with lesions of the TFCC using a wrist brace. *Journal of Hand Therapy.* 2021.
192. Chen Z. A novel staged wrist sensorimotor rehabilitation program for a patient with triangular fibrocartilage complex injury: a case report. *Journal of Hand Therapy.* 2019;32(4):525-34.
193. Westrick R.B., Miller J.M., Carow S.D., Gerber J.P. Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(2):139-47.
194. Parmanand J., Kapoor G., Joseph R. ve ark. Efficacy of core stability training on upper extremity performance in collegiate athletes. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions.* 2022.
195. Yang Q.H., Zhang Y.H., Du S.H., Wang Y.C., Xu H.R., Chen J.W. et al. Reliability and Validity of the Star Excursion Balance Test for Evaluating Dynamic Balance of Upper Extremities. *Sports Health.* 2024:19417381231221716.
196. Brumitt J., Dale R.B. Integrating shoulder and core exercises when rehabilitating athletes performing overhead activities. *N Am J Sports Phys Ther.* 2009;4(3):132-8.
197. Meserret Cumhuri, Temel Anatomi, ODTÜ Yayıncılık, 7. Baskı, Kasım 2020
198. Meserret Cumhuri, Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi, 12. Baskı, 2019
199. Walkowski AD, Munakomi S. Monosynaptic Reflex. 2022 Sep 12. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 31082072.
200. Derderian C, Shumway KR, Tadi P. Physiology, Withdrawal Response. 2023 Jan 3. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 31335012.).
201. El Kemikleri, İnternet, 2024, (Erişim Tarihi 1 Haziran 2024). Erişim adresi: <https://www.whitehouse-clinic.co.uk/articles-and-advice/anatomy-pathology-and-treatment-of-the-wrist-hand>

202. El bileği Eklemleri, İnternet, 2024, (Erişim Tarihi 1 Haziran 2024). Erişim adresi: <https://musculoskeletalkey.com/structure-and-function-of-the-wrist/>

203. El Bileği Ligamentleri, İnternet, 2024, (Erişim Tarihi 1 Haziran 2024). Erişim adresi: <https://musculoskeletalkey.com/structure-and-function-of-the-wrist/>

204. El Sinirleri, İnternet, 2024, (Erişim Tarihi 1 Haziran 2024). Erişim adresi: <https://www.nysora.com/techniques/upper-extremity/wrist/wrist-block/>

205. El ve El Bileği Kasları, İnternet, 2024, (Erişim Tarihi 1 Haziran 2024). Erişim adresi: <https://www.acropt.com/blog/2017/5/28/anatomy-of-the-wrist-mfkkp>

206. Hagert E “Wrist Ligaments—Innervation Patterns and Ligamento-Muscular Reflexes”; PhD thesis, Karolinska Institutet, 2008.



EK-1: Çalışma Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 18.09.2023-268134


 1993
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
 Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu

Sayı : E-94603339-604.01.02-268134
 Konu : Proje Onayı

18.09.2023

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALINA

Anabilim Dalınızda görev yapmakta olan Prof. Dr. İlhami Kuru tarafından yürütülecek olan KA23/214 nolu "Sağlıklı bireylerde el bileği propriozeptif egzersiz eğitiminin motor performans parametrelerine etkisinin araştırılması" başlıklı araştırma projesi Kurulumuz ve Başkent Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 15/09/2023 tarih ve 23/50 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sunulduğu kongre ve yayımlandığı dergi konusunda Kurulumuza bilgi verilmesini rica ederim.

Not: Çalışma bildirisi ve/veya makale haline geldiğinde "Gereç ve Yöntem" bölümüne aşağıdaki ifadelerden uygun olanının eklenmesi gerekmektedir.

— Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no:...) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

— This study was approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no:...) and supported by Baskent University Research Fund.

Prof. Dr. Hakan ÖZKARDEŞ
Kurul Başkanı

Bu belge, güvendi elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : BSDBP72AU0
 Bu belge güvendi elektronik imza ile imzalanmıştır.
 Telefon No:0 312 212 90 65 Faks No:0 312 221 37 59
 e-Posta: arastirma@baskent.edu.tr İnternet Adresi: www.baskent.edu.tr
 Kep Adresi: baskentuniversitesi@hs02.kep.tr

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/baskent-universitesi-ebys>
 090 Bahçelievler / Ankara
 Bilgi için: Sevcan PARLAR
 Sekreter



EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve düşünmeniz için formu imzalamadan önce hekiminiz size zaman tanıyacaktır. Kararınız ne olursa olsun, hekimleriniz sizin tam sağlık halinizin sağlanmasına ve korunmasına yönelik görevlerini bundan sonra da eksiksiz yapacaklardır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz taktirde formu imzalayınız.

1. ARAŞTIRMANIN ADI

Sağlıklı Bireylerde El Bileği Proprioseptif Egzersiz Eğitiminin Motor Performans Parametrelerine Etkisinin Araştırılması (Sağlıklı Bireylerde Derin Duyu Egzersiz Eğitiminin Motor Performans Parametrelerine Etkisinin Araştırılması)

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı istatistik analiz sonucuna göre 40 kişidir.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 6 haftadır. Egzersiz eğitime başlamadan önceki hafta 1 saat sürecek ilk değerlendirmeniz yapılacaktır. Sonrasında 6 haftalık egzersiz eğitimi başlayacaktır. Egzersiz seansları 40 dakika sürecektir. Egzersiz eğitimi bittiğinde de ilk değerlendirme ile aynı yöntemle 1 saat sürecek son değerlendirmeniz yapılacaktır.

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

1

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Çalışma derin duyuyu geliştirmek amacıyla yapılan egzersizlerin önkol kaslarının aktivitesi üzerindeki etkisinin araştırılmasına yöneliktir. Bu çalışma, egzersiz öncesi ve sonrasında önkol kaslarının ağırlık aktarma toleransında, kavrama sırasında ve izotonik kasılma sırasında nasıl bir aktivasyon paterni gösterdiğini yüzeysel EMG ile araştırmak üzere tasarlanmıştır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

- Kadın/erkek cinsiyet fark etmeksizin 18-30 yaş arasında olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak
- Çalışmada yapılması gerekenleri anlayabilecek kognitif becerisinin olması

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmaya gönüllü olan sağlıklı erkek bireyler dahil edilecektir. Çalışmaya katılmayı kabul eden sağlıklı gönüllüler iki gruba ayrılacaktır. Bir gruba 6 haftalık genel üst ekstremitte egzersizleri ile derin duyu egzersiz eğitimi uygulanacaktır. Derin duyu egzersiz eğitimi aktif ve pasif üst ekstremitte egzersizlerini içeren 10 dakika ısınma periyodunu takiben 30 dakika derin duyu egzersizler uygulanacaktır. Egzersiz programı haftalara göre ilerleme gösterecektir. Egzersizler standardize pozisyonlarda yapılacaktır. Derin duyu grubu günde 2 defa her bir egzersizi 2 dakika boyunca sürdürecektir. Egzersize bağlılığı sağlamak amacıyla egzersizler videoya çekilerek katılımcıların akıllı telefonlarına iletilecektir. İkinci grup ise 6 hafta boyunca genel üst ekstremitte egzersizlerini yapacaktır. Çalışmaya katılan bireylere detaylı olarak anlatılan değerlendirmeler yapılacaktır. Değerlendirmeler egzersiz programına başlamadan önce ve 6 haftalık egzersiz programı sonrasında olmak üzere toplam iki kez tekrarlanacaktır.

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- Kadın/erkek cinsiyet fark etmeksizin 18-30 yaş arasında olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak
- Çalışmada yapılması gerekenleri anlayabilecek kognitif becerisinin olması

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Akut / kronik bilateral ya da unilateral olarak üst ekstremitte ağrı
- Nörolojik ve/veya romatolojik hastalığa sahip olmak
- Kronik ilaç kullanımı
- Güncel veya geçmiş dönemde düzenli sigara/alkol kullanımı
- Oral yolla ya da enjeksiyon ile kortizon almak
- Son 1 yılda üst ekstremitte kas iskelet sistemi yaralanması geçirmek
- Üst ekstremitte cerrahisi geçirmiş olmak
- Vücut kitle indeksinin 24,9 kg/m²'den büyük olması
- Beighton hipermobilité skorundan 6 puanın üzerinde almış olmak
- Üst ekstremitteyi ilgilendiren düzenli egzersiz yapıyor olmak
- Otoimmün ve/veya romatizmal hastalık öyküsü

İMZALAR: Gönüllü (varsa) Vasi Araştırmacı Tanık 2

- Düzenli olarak antiinflamatuar vb. ilaç kullanma
- Kardiyovasküler hastalık ve diyabetin olması

Sosyodemografik Bilgilerin Değerlendirmesi: Bireylerin demografik bilgileri kapsamında yaş, boy, kilo ve dominant eli sorgulanacaktır.

Quick DASH Anketi : Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Questionnaire) üst ekstremitenin fonksiyonel düzeyini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Otuz soru içeren anketin 11 soruya azaltılmasıyla Quick DASH Anketi elde edilmiştir. Çalışmamızda bireylerin dahil edilme kriterlerine uygunluğu için uygulanacaktır.

Ağrı Değerlendirmesi: Bireylerin istirahat ve aktivite (ağırlık aktarma ve kavrama sırasında) sırasında hissettikleri ağrı şiddeti 1 ile 10 arasında puanlandırılarak Görsel Analog Skala ile değerlendirilecektir. Dahil edilme kriterleri için uygulanacaktır.

Kavrama Kuvveti Ölçümü: Standard kavrama kuvveti Jamar el dinamometresi (Jamar, JLW Instruments, Chicago, IL) kullanılarak ölçülecektir. Jamar el dinamometresinde 2. pozisyonda ölçüm yapılacaktır. Üç kere ölçüm yapılarak sonuçların ortalamaları alınıp kg olarak kaydedilecektir.

Ağırlık Aktarma Tolerans Testi: Bireylerin kapalı kinetik pozisyonunda ağırlık aktarma toleransını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir testtir. Katılımcılar elini kalibre edilmiş analog tartı üzerine üçüncü parmakları saat 12:00'ı gösterecek şekilde yerleştirecektir. Dirsek ve el bileği düz iken tüm güçleri ile tartı üzerine ağırlık vereceklerdir. Üç ölçüm alınıp ortalaması kilogram cinsinden kaydedilecektir. Aynı ölçümler kontralateral ekstremitte için de yapılacaktır.

El Bileği Eklem Pozisyon Hissinin Değerlendirilmesi: Şuurlu derin duyusu el bileği eklem pozisyon hissi ölçümü ile değerlendirilecektir. Ölçüm, açı dereceleri olan bir platform üzerinde önceden öğretilen hedef hareketin tekrar yapılması esasına dayanmaktadır. Eklem pozisyon hissini değerlendirilmesinde bir derecelik hassasiyete sahip platform kullanılacaktır. Bu platformda el bileği hareketleri sırasında hedef açılarda 3 ölçüm alınacaktır. Her ölçümdeki hata derecelerinin aritmetik ortalaması alınarak sonuçlar derin duyu eksikliği olarak kaydedilecektir.

Nelson El Reaksiyon Testi: 60 cm uzunluğunda ve 1 mm aralıklarla işaretlenmiş ölçüm çubuğu ile değerlendirilecektir. Ölçüm çubuğunun görüntüsü dikey uzanmış 6 cm çaplı üstü ve altı açık olan PVC boru ile kapatılarak çubuğun yakalandığı mesafeler kaydedilecektir. En hızlı 3 zaman ve en yavaş 3 zaman elenerek ortalama 4 zaman alınacaktır.

Üst Ekstremitte Y Denge Testi: Üst ekstremitenin fonksiyonel hareketi, dengesi ve derin duyusu hakkında bilgi veren performans ölçümüdür. Kişi kapalı zincir pozisyonunda (sınav pozisyonu) elleri üzerinde durur. Bir eliyle içe, aşağı yana ve yukarı yana uzanmaya çalışırken, diğer elinin üzerinde pozisyonunu korumaya çalışır.

Lateral Kavrama ve Üçlü Kavrama Ölçümü: Amerikan El Terapistleri Derneği'nin değerlendirme protokolü uygulanacaktır. Ölçümler, bireyler kolçaksız bir sandalyede oturma pozisyonundayken, kol gövdeye bitişik, dirsek 90° bükülü, önkol ve el bileği nötralde pozisyonlanarak yapılacaktır. Bireylerden lateral kavrama kuvvetinin ölçümünde pinchmetreyi başparmak ve işaret parmaklarının yan kenarı arasına ve üçlü kavrama kuvveti

İMZALAR: Gönüllü (varsa) Vasi Araştırmacı Tanık 3

ölçümünde pinchmetreyi başparmak, işaret ve orta parmakları arasına yerleştirilmesi ve maksimum kuvvet ile sıkmaları istenerek tüm ölçümler baskın olmayan elde birer dakika ara ile üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilecektir. Elde edilen değerlerin ortalaması alınarak kilogram-kuvvet cinsinden kaydedilecektir.

Manual Kas Testi: Oturma pozisyonunda dirsek 90 derece bükülü masa üzerinde destekli iken Lafayette Manual Muscle Tester Model 01163 (Lafayette Instrument Company, USA) ile kişi önce el bileği bükme ve sonrasında el bileği geriye açma hareketi yaparken ölçülecektir.

Yüzeyel Elektromiyografi (EMG) Analizi: Önkoldaki 6 kasın aktivasyon seviyeleri yüzeyel EMG ile kaydedilecektir. EMG analizi izotonik el bileği hareketi, ağırlık aktarma ve kavrama sırasında olmak üzere 3 koşulda yapılacaktır. Ölçümler 3 tekrar ile kaydedilecektir. Değerlendirme için 8 kanallı "Noraxon" marka EMG cihazı kullanılacaktır. Analiz yapılacak kasların motor noktaları elektrik stimülasyonu ile ölçüm öncesi bulunacaktır.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

1. Araştırma planına ve araştırmacının önerilerine uymalısınız.
2. Uygulama süresi boyunca ilaç almanız durumunda mutlaka sorumlu araştırmacıya bilgilendirmelisiniz.
3. Araştırma sırasında sizi rahatsız eden herhangi bir tıbbi durumu sorumlu araştırmacıya bildirmelisiniz.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Bu çalışma bilimsel bir çalışma olup, katılımcılar doğrudan bir yarar görmeyecek ancak bu araştırmadan elde edilen sonuçlar sayesinde çalışma koruyucu rehabilitasyon ve egzersiz eğitim programlarında egzersiz seçimine katkı sağlayacaktır.

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Araştırma kapsamındaki egzersizlerden dolayı minimal kas ağrısı (0-10 puan aralığında 1 ile 3 puan arasında) olabilir.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırma nedeniyle bir zarar görmeniz söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Başkent Üniversitesi tarafından karşılanacaktır.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili *hekime* ulaşabilirsiniz.

İstediginizde Günü 24 Saati Ulaşılabilir Hekimin Adres ve Telefonu:
Prof. Dr. İlhami KURU

İMZALAR: Gönüllü (varsa) Vasi Araştırmacı Tanık 4

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER

Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Yapılacak her türlü tetkik, fizik muayene ve diğer araştırma giderleri size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kuruma ödetilmeyecektir.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi'dir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlanırsa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

İstediğiniz zaman, herhangi bir cezaya ve yaptırıma maruz kalmaksızın, hiçbir hakkınızı kaybetmeksizin araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilirsiniz. Araştırma programını aksatmanız veya araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir etkiye maruz kalmanız vb. nedenlerle hekiminiz sizin izniniz olmadan sizi araştırmadan çıkarabilir. Ancak araştırma dışı bırakılmanız durumunda da sizinle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Yok.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda da sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

İMZALAR: Gönüllü (varsa) Vasi Araştırmacı Tanık 5

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Prof. Dr. İlhami Kuru tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda ve Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi El Cerrahisi Rehabilitasyonu Ünitesi'nde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (gönüllü) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmem uygun olacağına bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakıma ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 6 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

İMZALAR: Gönüllü

(varsa) Vasi

Araştırmacı

Tanık

6

GÖNÜLLÜ		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMACI		İMZASI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİ		İMZASI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

İMZALAR: Gönüllü (varsa) Vasi Araştırmacı Tanık 7

EK-3: Değerlendirme Formu**DEĞERLENDİRME FORMU****Katılımcı Kodu :****Tarih :****Yaş :****Meslek :****Boy :****Kilo :****Vücut Kitle İndeksi :****Dominant El :****Sigara/Alkol Kullanımı :****Geçirilmiş El Problemleri ve/veya Cerrahisi :****İlaç Kullanımı :**

Beighton Kriterleri		
	Sağ	Sol
5.metakarpal eklem dorsifleksiyonu >90°	1	1
Başparmağın pasif olarak ön kol iç yüzüne değmesi	1	1
Dirseğin hiperekstansiyonu >10°	1	1
DizİN hiperekstansiyonu >10°	1	1
Ayakta ve diz ekstansiyonda iken el ayasının yere değmesi	1	1

Q-DASH Puanı :

Ağrı Değerlendirmesi

İstirahat (Sağ/Sol)

Ağrı: VAS(cm)	
0	10

Aktivite : Ağrlık Aktarma Toleransı (Sağ/Sol)

Ağrı: VAS(cm)	
0	10

Aktivite : Kavrama Kuvveti Ölçümü (Sağ/Sol)

Ağrı: VAS(cm)	
0	10

Kavrama Kuvveti Değerlendirmesi

	1. Ölçüm Sağ/Sol	2. Ölçüm Sağ/Sol	3. Ölçüm Sağ/Sol	Ortalama Sağ/Sol
Jamar el dinamometresi / 2. pozisyon				

Ağrlık Aktarma Tolerans Testi

	1. Ölçüm Sağ/Sol	2. Ölçüm Sağ/Sol	3. Ölçüm Sağ/Sol	Ortalama Sağ/Sol
Emekleme pozisyonunda				

El Bileği Eklem Pozisyon Hissi Değerlendirmesi

	1. (Sağ/Sol)	2. (Sağ/Sol)	3. (Sağ/Sol)	Ortalama(Sağ/Sol)
Fleksiyon yönünde (derece)				
Ekstansiyon yönünde (derece)				
Radial deviasyon yönünde (derece)				
Ulnar deviasyon yönünde (derece)				

Nelson El Reaksiyon Testi

santimetre	santimetre	santimetre	santimetre	santimetre
santimetre	santimetre	santimetre	santimetre	santimetre
santimetre	santimetre	santimetre	santimetre	santimetre
santimetre	santimetre	santimetre	santimetre	santimetre

Üst Ekstremité Y Denge Testi

Sağ :

Sol :

EK-4: Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (Q-DASH)

Quick DASH

(Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Bu anket bazı bedensel etkinlikleri yerine getirmenizin yanı sıra hastalık belirtilerinizi sorgulamaktadır. Her soruyu **son haftadaki** durumunuzu göz önüne alıp, sadece bir adet uygun şıkla işaretleyerek cevaplayınız. Son hafta içinde bedensel etkinlikte bulunma fırsatınız olmadıysa lütfen hangi cevabın en doğru olacağına göre en iyi tahmininizi yapınız. Hangi el veya kolunuzun yaralandığını dikkate almadan sadece bedensel etkinliği yapabileceğiniz becerinize göre uygun cevabı verin.

	Zorluk yok	Hafif Derecede Zorluk	Orta Derecede	Ağır Zorluk	Hiç Yapılamaz
1 - Sıkı kapatılmış ya da yeni bir kavanozu açmak	☐	☐	☐	☐	☐
2 - Ağız evi işleri yapmak (duvar silmek, yer silmek, tavanı sıpatmak vs.)	☐	☐	☐	☐	☐
3 - Alışveriş çantası ya da evrak çantası taşımak	☐	☐	☐	☐	☐
4 - Sırtınızı yıkamak	☐	☐	☐	☐	☐
5 - Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak	☐	☐	☐	☐	☐
6 - Kol, omuz veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eylemlere yönelik etkinlikler (tenis oynamak, piyano oynamak)	☐	☐	☐	☐	☐
	Engel yok	Az engel	Orta derecede	Bir hayli	Ağır
7 - Son hafta süresince kol omuz ya da el probleminiz aile arkadaşlar, komşular veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinizde ne ölçüde engel oldu?	☐	☐	☐	☐	☐
	Hiç kısıtlanma yok	Hafif derecede kısıtlı	Orta derecede kısıtlı	Çok kısıtlı	Hiç yapılamaz
8 - Son hafta süresince kol omuz ya da el sorununuz nedeniyle işinizde ya da diğer günlük etkinliklerde kısıtlandınız mı?	☐	☐	☐	☐	☐
	Yok	Hafif	Orta	Bir hayli	Ağır
9 - Geçen hafta içerisinde olan el, omuz ya da kol ağrınızın yoğunluğunu işaretleyiniz.	☐	☐	☐	☐	☐
10 - Geçen hafta içerisinde olan el, omuz ya da kolunuzdaki kanncalanma (iğneleme) yoğunluğunu işaretleyiniz.	☐	☐	☐	☐	☐
	Zorluk yok	Hafif Derecede Zorluk	Orta Derecede	Ağır Zorluk	Hiç Yapılamaz
11 - Geçen hafta içinde el, omuz ya da kol ağrınız nedeniyle uyumakta ne kadar zorlandınız?	☐	☐	☐	☐	☐

Dorcas E. Beaton (2007). J Bone Joint Surg Am. 2005 May; 87 (5): K398

Quick Dash Skoru = $\left[\left(\frac{\text{İşaretlenen maddelerin toplam puanı}}{\text{İşaretli madde sayısı}} \right) - 1 \right] \times 25$

(Eğer biden fazla cevaplanmamış soru varsa Quick DASH skoru hesaplanmamalıdır.)

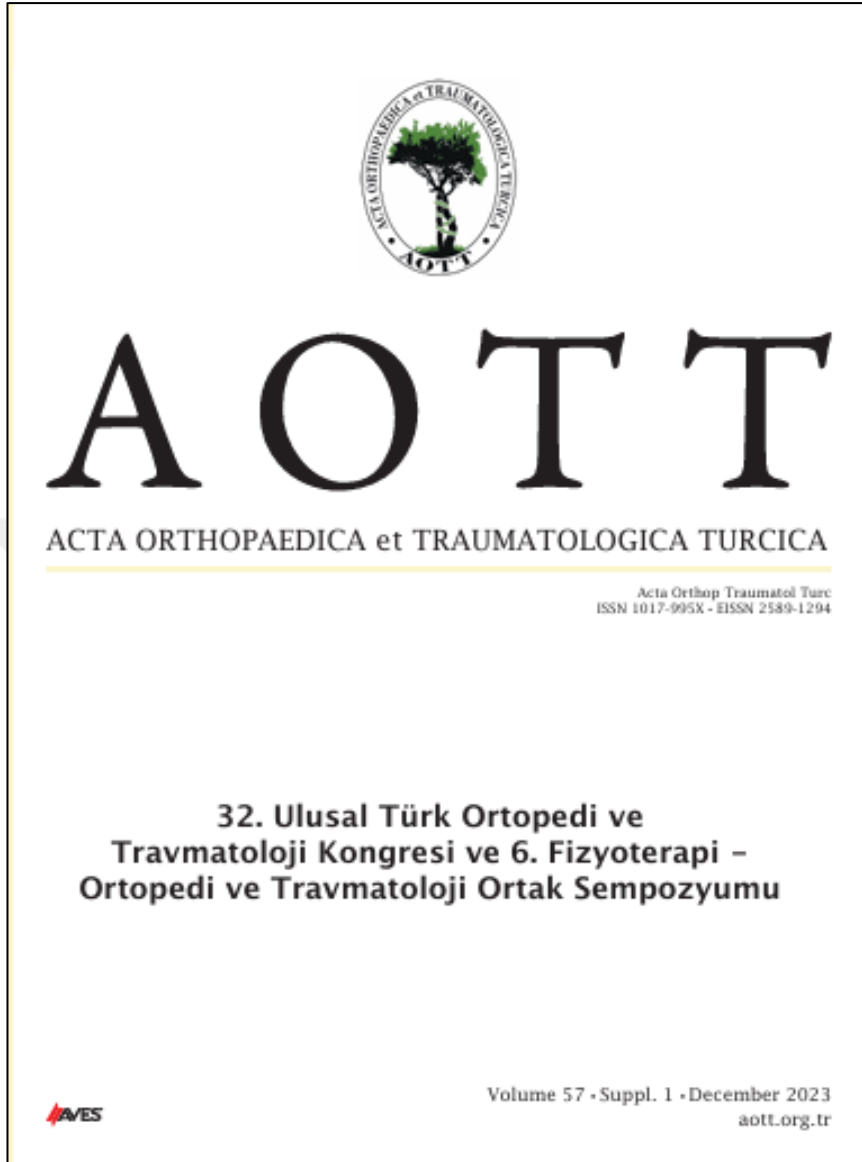
Toplam QDASH Skoru:



www.frontline.com

Tasarımı ve düzenlemesi: Dr. Evden Sağlık 2018

EK-5: Tez Bildiri Kabul Yazıları



SB-28

Karpal tünel sendromunda enterferansiyel akım ve nörodinamik egzersizlerin ağır, hafif dokunma ve basınç duyusu, normal eklem hareketi, kas kuvveti ve fonksiyon üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Dibistan Çaytaş¹, Selda Başar², Mustafa Tuna³, Cem Bölük⁴

¹Şanlıurfa Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Şanlıurfa, Türkiye
²Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Amaç: Üst ekstremitenin en çok karışıklan tuzak nöropatisi olan karpal tünel sendromu (KTS), median sinir karpal tünelden geçerken sıkışmasıdır. Erken evrelerde konservatif tedavi başarılıdır. Çalışmanın amacı KTS hastalarında Enterferansiyel akım (EFA), Nörodinamik egzersizler ve rutin fizyoterapinin ağır, hafif dokunma ve basınç duyusu, normal eklem hareketi, kas kuvveti ve fonksiyon üzerine etkilerini karşılaştırmaktır.

Yöntem: 25-50 yaş aralığında 42 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastalar randomize 3 gruba ayrıldı. 1. gruba rutin fizyoterapi ve rehabilitasyon, 2. gruba ek olarak EFA ve 3. Gruba ise 1. gruba ek olarak nörodinamik egzersizler uygulandı. Ağrı şiddeti Sayısal Değerlendirme Ölçeği (SDÖ) ile, hafif dokunma ve basınç duyusunun değerlendirilmesi Semmes-Weinstein Monofilament testi ile, normal eklem hareketi gonyometre ile, kas kuvveti Standart Jamar Dinamometresi ve manuel pıncmetre ile fonksiyonel kapasite ve semptom şiddeti Boston Karpal Tünel Sorgulama Anketi (BKTS) ile değerlendirildi. 3 haftalık tedaviden sonra değerlendirmeler tekrarlandı.

Bulgular: Grupların tümünde tedavi sonrası istirahat, aktivite ve gece ağrı şiddetlerinin tedavi öncesine göre anlamlı şekilde azaldığı bulundu. Tedavi sonrası nörodinamik ($P<0.001$) egzersiz grubunun ağrı şiddetleri diğer gruplardan daha azdı ($P<0.001$). Üç grubun hafif dokunma ve basınç duyusunun tedavi sonrası iyileştiği bulundu ($P<0.05$). Nörodinamik egzersiz grubunun EFA ve kontrol grubuna göre hafif dokunma duyusunu daha fazla geliştirdiği gözlemlendi. Tedavi sonrası tüm grupların el bileği fleksiyon ve ekstansiyon NEH dereceleri tedavi öncesi ile benzerdi ($P>0.05$). Nörodinamik, EFA ve kontrol grubundan oluşan üç grubun tedavi sonrası kaba kavrama ve üçlü kavrama kuvveti artmıştı ($P<0.001$). Lateral kavrama kuvveti ise nörodinamik ve EFA gruplarında artış gösterirken ($P<0.05$) kontrol grubunda benzer kaldı ($P>0.05$). Nörodinamik egzersiz grubunun diğer gruplara göre kaba kavrama, üçlü kavrama ve lateral kavrama kuvvetlerini en fazla artıran uygulama olduğu bulundu ($P<0.001$). Üç grubun tamamında BKTS'nin iki parametresi olan Boston semptom şiddet skalası ve

Boston fonksiyonel kapasite skalası skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak gruplar lehine anlamlı düşüş görüldü ($P<0.001$). Uygulanan üç ayrı tedavi kombinasyonu arasında nörodinamik egzersizlerin BKTS'nin iki bölüm skorunu da diğer tedavi gruplarından daha fazla düşürdüğü bulundu ($P<0.001$).

Çıkarımlar: Rutin tedaviye ek uygulanan nörodinamik egzersiz uygulaması ağrı şiddetini azaltma, hafif dokunma ve basınç duyusunu iyileştirme, kas kuvvetini artırma, fonksiyonel durumu geliştirme ve semptom şiddetini azaltmada rutin tedaviden de rutin tedaviye ek uygulanan EFA uygulamasından da üstündür. Sonuç olarak; KTS hastalarında ağrıyı azaltmak, hafif dokunma ve basınç duyusunu, kas kuvvetini ve fonksiyonel durumu geliştirmek için rutin fizyoterapiye ek olarak nörodinamik egzersizlerin uygulanmasını öneriyoruz.

SB-29

Görsel manipülasyonun reaksiyon zamanına ve önkol kaslarının aktivite seviyesine etkisinin araştırılması

Semihâ Tomiris Erzinanlı¹, Abdullah Ruhi Soybir², Çiğdem Ayhan Kuru³

¹Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Kas İskelet Fizyoterapisti ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye
²Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi Biyofizik Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

Amaç: Reaksiyon zamanı; bir uyarının verilmesinden gözle görünen hareketin olmasına kadar geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Reaksiyon zamanının ölçümü esnasında vestibüler, görsel ve somatosensörül girdilerin çoklu duysal entegrasyonu, vücut pozisyonu ve hareketinin internal modelini sağlayarak geri bildirimli ve ileri bildirimli motor kontrol süreçlerini destekler. Özellikle görme duyusu, dikkate dayalı şuurlu algıyı desteklediği için reaksiyon zamanını önemli derecede etkileyebilir. Ancak farklı görsel manipülasyonların reaksiyon zamanına etkisi bilinmemektedir. Ek olarak, reaksiyon zamanını test ederken el ve el bileğinin hareketini ve stabilitesini sağlayan kasların aktivasyonundaki farklılıklar hakkında bilgi yoktur. Çalışmamızın amacı farklı görsel manipülasyon koşulları (gözler açık ve gözler kapalı) altında reaksiyon zamanı testi sırasında el ve el bileği kas aktivasyon seviyelerini araştırmaktır.

Yöntem: Çalışmaya yaşları 21-30 arasında olan asemptomatik 23 sağlıklı erkek birey (23,30±2,54) katıldı. Nelson El Reaksiyon Zamanı Testi, gözler açık ve kapalı olarak dominant olmayan tarafta iki kez uygulandı. Yüzeyel elektromiyografi ölçümü Noraxon MR3.18 cihaz kullanılarak ekstansör karpi radialis longus, ekstansör karpi ulnaris, ekstansör digitorum communis, fleksör karpi radialis, fleksör karpi ulnaris ve fleksör digi-

torum profundus kaslarına yapıldı. Çalışmanın istatistiksel analizi SPSS versiyon 25.0 ile (IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA) yapıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik test varsayımları sağlandığı için Paired Sample T Test kullanıldı.

Bulgular: Reaksiyon zamanı gözler açık koşulda 1,4±0,45 msn ve gözler kapalı koşulda 1,8±0,36 msn idi. Gözler açık koşulda el ve el bileği kaslarının aktivitesinin daha yüksek olduğu kaydedildi. Ekstansör karpi radialis longus ($P=0.034$), ekstansör karpi ulnaris ($P=0.004$), fleksör karpi ulnaris ($P<0.001$) ve fleksör digitorum profundus ($P=0.025$) kaslarının aktivitesi istatistiksel olarak daha yüksekti.

Çıkarımlar: Görsel manipülasyon reaksiyon zamanını ve önkol kas aktivasyonlarını etkiler. Gözler kapalı koşulda hareketin algılanmasının engellenmesi bireyin odaklanmasını azaltarak daha düşük kas aktivitesine neden olmuş olabilir. Nitelikli görme duyusu odaklanmayı ve proprioseptif girdiyi artırmaktadır. Çalışmamızın duyu-motor etkileşime yönelik sonuçları farklı popülasyonlarda fiziksel uygunluğun değerlendirilmesinde ve proprioseptif egzersiz eğitimi planlamasında yol gösterici olabilir.

Tablo 1. Elektromiyografik analiz sonuçları.

	Gözler açık	Gözler kapalı
Kaslar (µV)	X (SD)	X (SD)
Ekstansör karpi radialis longus	102,01 (54,27)	77,73 (42,71)
Ekstansör karpi ulnaris	131,21 (59,64)	88,80 (45,03)
Ekstansör digitorum communis	156,17 (37,96)	79,16 (41,17)
Fleksör karpi radialis	78,23 (43,56)	68,91 (26,55)
Fleksör karpi ulnaris	130,49 (63,15)	66,96 (35,42)
Fleksör digitorum profundus	124,49 (60,03)	63,77 (44,52)

SB-30

Falanks ve metakarp kırıklarında başarılı rehabilitasyon sonucunun bir göstergesi olarak fonksiyonel düzeyin prediktif faktörlerinin araştırılması

Semihâ Tomiris Erzinanlı¹, Çiğdem Ayhan Kuru², Büşra Durak³, Seda Namalır⁴, İlhani Kuru⁵

¹Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Kas İskelet Fizyoterapisti ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye
²Başkent Üniversitesi, Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

Amaç: El kırıkları, tüm kırıkların üçte birini oluşturan yaygın yaralanmalardır. Bu yaralanmaların % 90'dan fazlası metakarp ve falanks kırıkları olup, bireylerin fonksiyonelliğini olumsuz yönde etkileyerek bireye ve topluma önemli bir mali ve sağlık yükü getirmektedir. Bu nedenle, el kırıklarının rehabilitasyonunda kırık iyileşmesinden sonra bireyin fonksiyonel düzeyini eski haline ge-

tirmeye odaklanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, metakarp ve falanks kırığı olan bireylerde rehabilitasyon sırasında başarılı bir fonksiyonel düzeyi öngörebilmek için gerekli faktörlerin belirlenmesidir.

Yöntem: Metakarp veya falanks kırığı olan 50 birey (14 kadın, 36 erkek; yaş: 46 yıl [13,1]) çalışmaya dahil edildi. Bireylerin rehabilitasyon takip süresi ortalama 15,2 ay [10,2] idi. Fonksiyonel düzeye etki etmesi öngörülen potansiyel prediktif faktörler arasında demografik özellikler, ağrı (numatik ağrı skalesi), Hasta Sağlık Anketi-9, total aktif eklemler hareketi, kavrama kuvveti, hareket korkusu ve Beck Depresyon ve Anksiyete ölçekleri yer aldı. Primer sonuç ölçümü, üst ekstremité fonksiyonel düzeyini ölçen DASH idi. Fonksiyonel düzeydeki başarılı klinik sonuç, "normal" ve aynı yaş grubundaki sağlıklı popülasyona eşdeğer bir fonksiyonel düzey olarak tanımlandı. Tedavi başı- rama göre iki gruba ayrılan bireylerin sonuç ölçümleri arasındaki fark Mann-Whitney U testi ile analiz edildi. Tedavi başarısı üzerine etkili faktörlerin analiz etmek için Spearman korelasyon ve güçlü doğrusal regresyon analizi kullanıldı.

Bulgular: Tedavi sonrasındaki fonksiyonel düzeye göre 26 birey (6 kadın, 20 erkek) "normal" popülasyonda ölçülen fonksiyonel düzeye ulaşarak başarılı tedavi grubunda ve 24 birey (8 kadın, 16 erkek) başarısız tedavi grubunda yer aldı. Bu hastaların hepsinin tedavi öncesinde DASH skoru normal değerin üzerindedir. Tedavi sonrasında fonksiyonel düzeye göre başarılı grupta yer alan bireylerin DASH skoru 5 (4,9) ve başarısız gruptaki 31,5 (15,9) idi. İki grup arasında sosyo-demografik özellikler, dominant ve etkilenen el, kırık parmak, kırık bölge ve tedavi şekli açısından fark yoktu. Başarılı tedavi grubundaki bireylerin kavrama kuvvetinin daha fazla (32,8 (9,4); $P=0,01$), ve aktivite ağrısı ve hareket korkusu olan bireylerin büyük olasılıkla fonksiyonel yünden daha başarılı olacağı öngörülebili- r. Rehabilitasyon başarısını artırmak için özellikli bu değişkenlere yönelik stratejiler geliştirilebilir.

Çıkarımlar: Rehabilitasyon sonrasında kavrama kuvveti normal sınırlar içinde olan, düşük istirahat ağrısı ve hareket korkusu olan bireylerin büyük olasılıkla fonksiyonel yünden daha başarılı olacağı öngörülebili- r. Rehabilitasyon başarısını artırmak için özellikli bu değişkenlere yönelik stratejiler geliştirilebilir.

SB-31

Kas ve tendon mekanik özellikleri ile mimarisi arasındaki ilişkinin incelenmesi

S210

Serkan Tag¹, Özlem Nur Tok¹, Ayşe Nihal Yurttaş², Arda Aktaş³, Tahir Fatih Dikici⁴

¹Torun Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Mersin, Türkiye

²Alanya Aladdin Keykubat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Antalya, Türkiye

³KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Konya, Türkiye

⁴Bahçeşehir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Beşiktaş, Türkiye

⁵Alanya Aladdin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi Programı, Antalya, Türkiye

Amaç: Kasların ve tendonların mekanik özellikleri, eklemler stabilitesine ve/veya kontrolüne önemli katkı sağlar. Bununla birlikte, kasların ve tendonların mekanik özellikleri erişkinlerde hareket performansını ve kas kuvveti üretimini etkileyen önemli faktörlerdir. Kas ve tendon mekanik özelliklerini yaş, cinsiyet veya vücut yağ oranı gibi birçok faktörün etkilediği bilinmektedir. Bildiğimiz kadarıyla kas fasikül uzunluğu ve pennasyon açısı ve kas mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi ve ayrıca tendon mekanik özellikleri ile tendon kalınlığı arasındaki ilişkiyi araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı gastrocnemius fasikül uzunluğu ve pennasyon açısı ve kalınlığı ile Aşil tendonu kalınlığının Aşil tendonu ve gastrocnemius kasının elastisite, sertlik ve tonusu üzerine etkisini araştırmaktır.

Yöntem: Bu çalışma, yaşları 18 ile 27 arasında değişen (20,48±1,54 yıl) 63 asemptomatik kadın katılımla gerçekleştirildi. Gastrocnemius kasının fasikül uzunluğu, pennasyon açısı ve kalınlığı ile Aşil tendonunun kalınlığı lineer başlıklı (5-12 MHz) bir ultrasonografi cihazı kullanılarak ölçüldü (MicrUs EXT-1H, Telemed Ultrasound Medical Systems, Vilnius, Litvanya). Medial gastrocnemius kasının ve Aşil tendonunun sertliği, elastisitesi ve tonusu bir myotonometre kullanılarak değerlendirildi (MyotonPRO, Myoton Ltd., Tallinn, Estonia).

Bulgular: Gastrocnemius kasının fasikül uzunluğu, pennasyon açısı ve kalınlığı ile mekanik özellikleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı bulundu ($P>0,05$). Benzer şekilde, Aşil tendon kalınlığı ile tendonun mekanik özellikleri arasında ilişki yoktu ($P>0,05$). Aşil tendon sertliği ile vücut kitle indeksi ($r=0,364$, $P=0,003$), gastrocnemius kalınlığı ($r=0,278$, $P=0,032$), pennasyon açısı ($r=0,285$, $P=0,023$) ve cilt altı yağ kalınlığı ($r=0,328$, $P=0,009$) arasında ilişki olduğu bulundu.

Çıkarımlar: Elde edilen sonuçlar, kas ve tendon mimarisinin mekanik özelliklerini etkilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, yüksek vücut kütlesi ve gastrocnemius kalınlığı ve pennasyon açısı nedeniyle tendon üzerindeki artan yükün Aşil tendon sertliğinde bir artışa neden olabileceğini düşündürdü.

SB-32

Farklı fiziksel aktivite seviyelerine sahip olan kadınların omurga yapısı, mobilitesi ve lokomotor performansının karşılaştırılması

Seytaç Gıncay Uçurum¹, Hilal Uzunlar¹, Derya Özer Kaya¹

¹İzmir Kültür Çehreli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İzmir, Türkiye

Amaç: Fiziksel aktivite seviyesinin genel sağlık ile beraber omurga sağlığı ve lokomotor performans üzerine etkileri olduğu öngörülmektedir. Çalışmamızda farklı fiziksel aktivite seviyelerine sahip olan kadınların omurga yapı ve mobilitesi ile lokomotor performanslarının karşılaştırılması amaçlandı.

Yöntem: Çalışmaya fiziksel aktivite seviyesi düşük düzeyde olan 11 kişi [yaş: 64,64±7,05yıl, fiziksel aktivite: 462,00 [346,50/594,00]MET/dk/gün], orta düzeyde olan 13 kişi [yaş: 56,77±8,94yıl, fiziksel aktivite: 1413,00 [956,00/2040,75]MET/dk/gün] ve yüksek düzeyde olan 13 kişi [yaş: 60,08±7,87yıl, fiziksel aktivite: 3333,00 [3098,00/4407,00]MET/dk/gün] olmak üzere toplam 37 asemptomatik kadın dahil edildi. Fiziksel aktivite seviyesi değerlendirilmesinde Uluslararası Fiziksel Aktivite Kasa Formu kullanıldı. Omurga yapısı ve mobilitesi HocomaValedo@Shape cihazı ile kullanılarak sagittal ve frontal düzlemde değerlendirildi. Locomotor performans değerlendirilmesinde ise Süreli Kalk ve Yürü Testi kullanıldı.

Bulgular: Fiziksel aktivite seviyesi düşük olan kadınların torakal açısının fiziksel aktivite seviyesi orta ve yüksek olan kadınlardan fazla olduğu bulundu (orta-düşük düzey $P=0,006$, yüksek-düşük düzey $P=0,012$). Fiziksel aktivite düzeylerine göre sagittal ve frontal düzlemdeki diğer omurga açıları ve mobiliteilerinin farklı olmadığı saptandı ($P>0,05$). Fiziksel aktivite seviyesi yüksek olan kadınların lokomotor performansının, orta ve düşük seviyede fiziksel aktivite seviyesine sahip olan kişilerden daha iyi olduğu görüldü (orta düzey $P=0,005$, düşük düzey $P=0,001$).

Çıkarımlar: Fiziksel aktivite seviyesi düşük olan kadınların torakal kifoz açısının daha yüksek olduğu ve lokomotor performansının daha düşük olduğu gözlemlendi. Torakal kifoz açısının artması omurganın sagittal dengesinin bozulmasına ve omurgaya binen yüklenmelerin artmasına neden olabilir. Ayrıca lokomotor performansının azalması kişinin günlük yaşam aktivitelerindeki kapasitesini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, omurga sağlığı ve lokomotor performans açısından kişilerin fiziksel aktivite seviyelerini artırmak için uygun yönlendirmelerin yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Posta

Posta ve Kişilerde ara

Yeni Sil Arşivle Gerekli Supur Tapı Kategoriler

Sık Kullanılanlar

SEMIHA TOMRIS ERZİNCAN

Gelen Kutusu 1

Tasklar

Gönderilmiş Öğeler

Silinen Öğeler

Gerekli E-posta 11

Notlar

Sent

Shared Folders

Trash

Gelen Kutusu

Filtre

Gözetim

İFSH-İFSHT 2025

Share your work at the 2025 Trien

Abstract Submission Deadline: May 20, 2024

30.03.2024

EULAR Congress Abst...

EULAR 2024 (Abstract Result...

Gözetim, 28 March 2024 Dear Semiha T...

28.03.2024

congress@eular.org

EULAR Congress Account Reser...

Received mail from Semiha Tomris Erzi...

28.03.2024

EULAR Congress Abst...

EULAR 2024 (Abstract Result...

Gözetim, 28 March 2024 Dear Semiha T...

28.03.2024

Index

Alarmlarla uyuyan 3 yeni iç

İstanbul ve Karadeniz Felsefi İncirliği...

27.03.2024

Daha eski

eular24

EUROPEAN

CONGRESS

ON

REHABILITATION

2025

12-15 JUNE

Kilchberg, 28 March 2024

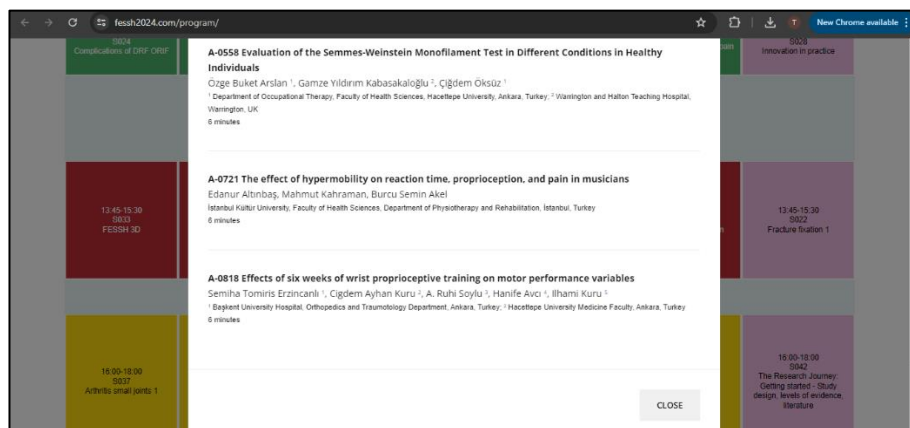
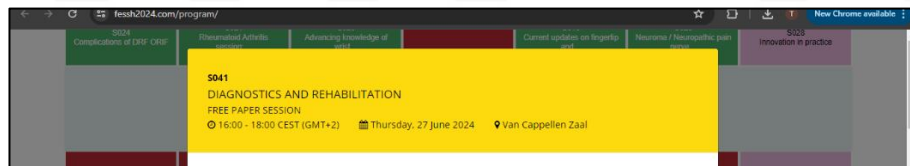
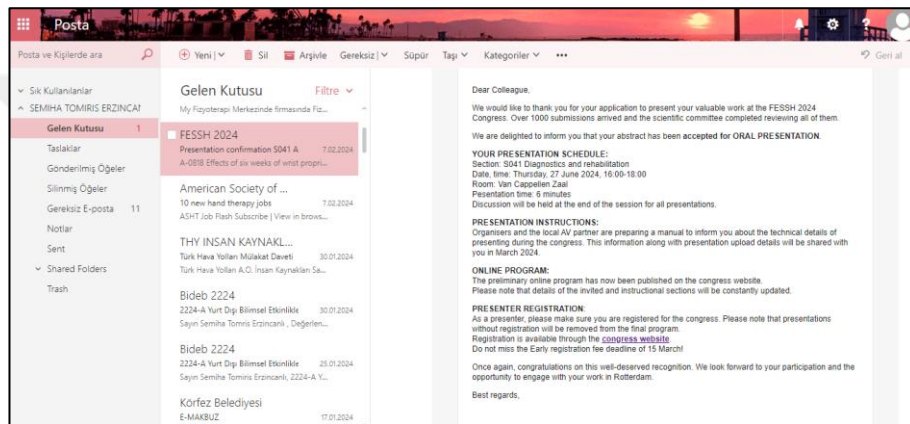
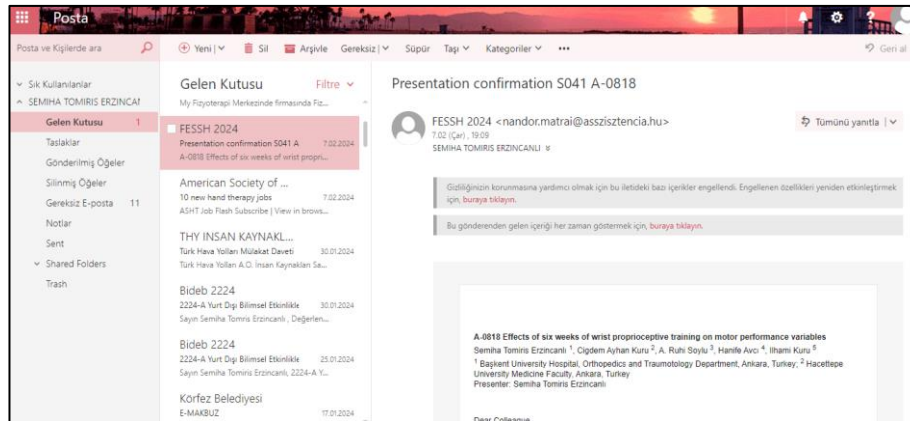
Dear Semiha Tomris Erzinçan,

Thank you submitting an abstract to the EULAR 2024 Congress in Vienna, Austria on the 12 to 15 June 2024. On behalf of the EULAR Congress Committee, we have great pleasure to inform you that the following abstract has been accepted for **Publication Only**.

Submission N°: 3955

Title: Effect of Proprioceptive Exercises on Wrist Proprioception and Motor performance: a randomized clinical study

Here is a message from our abstract chair, Dr Christian Dejaque.



EK-6: Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Tomiris Erzincanlı
 Ödev başlığı: Tomiris Erzincanlı Yüksek Lisans Tezi-Sağlıklı Bireylerde El Bil...
 Gönderi Başlığı: Tomiris Erzincanlı Yüksek Lisans Tezi-Sağlıklı Bireylerde El Bil...
 Dosya adı: Tez_Tomiris_Erzincanlı.docx
 Dosya boyutu: 14.42M
 Sayfa sayısı: 170
 Kelime sayısı: 29,564
 Karakter sayısı: 207,987
 Gönderim Tarihi: 23-Tem-2024 10:50ÖÖ (UTC+0300)
 Gönderim Numarası: 2421226981



EK-7: Orijinallik Ekran Çıktısı

Tomiris Erzincanlı Yüksek Lisans Tezi-Sağlıklı Bireylerde El Bileği Proprioseptif Egzersiz Eğitiminin Motor Performans Parametrelerine Etkisinin Araştırılması

ORJİNALLİK RAPORU

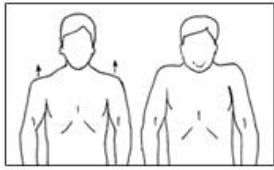
% 9	% 9	% 5	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 1
3	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	pdffox.com İnternet Kaynağı	% 1
5	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	www.kbb.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
8	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<% 1

www.tftr.org.tr

EK-8: Isınma Egzersizleri

ISINMA EGZERSİZLERİ	
	Dirsek destekli iken kişinin kendisi tarafından el bileğini açma yönünde bilek fleksör kaslar gerilir. Hareketin son noktasında 5 saniye beklenir. 5 tekrar yapılır.
	Dirsek destekli iken kişinin kendisi tarafından el bileğini bükme yönünde bilek ekstansör kaslar gerilir. Hareketin son noktasında 5 saniye beklenir. 5 tekrar yapılır.
	Ayakta duruş pozisyonunda iken dirsekleriniz düz olacak şekilde iki eliniz ile arka arkaya 10 kere yumruk yapın ve bırakın.
	Ayakta duruş pozisyonunda iken kollarınızı serbest bırakın ve her iki omzunuz ile geriye doğru daireler çizin. 10 tekrar yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda boynunuzu yavaşça arkaya doğru eğebildiğiniz kadar eğin ve son noktada durun. 10 saniye bekledikten sonra başlangıç pozisyonunuza geri dönün. 10 tekrar yapın.

	Ayakta duruş pozisyonunda boynunuzu yavaşça sağa doğru eğin ve son noktada durun. 10 saniye bekledikten sonra başlangıç pozisyonunuza geri dönün. 10 tekrar yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda yavaşça boynunuzu sola doğru eğin ve son noktada durun. 10 saniye bekledikten sonra başlangıç pozisyonunuza geri dönün. 10 tekrar yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda dirseğiniz düz olacak şekilde bir elinizi uzanabildiğiniz kadar yukarıya doğru uzatın ve diğer elinizle uzattığınız elinizin bileğinden yukarıya doğru itin. Son noktada 10 saniye bekleyin. 10 tekrar yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda bir elinizle karşı taraftaki kürek kemiğinize uzanmaya çalışın. Boştaki elinizle son noktada itme verin. 10 saniye bekleyin. 10 tekrar yapın.

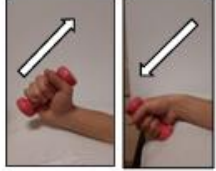
	Ayakta duruş pozisyonunda karşıya bakarken bir elinizle sırtınızda ulaşabildiğiniz son noktaya kadar ulaşın, dirseğinizi bükün. Diğer elinizle dirsek üzerinden itin. Son noktada 10 saniye bekleyin. 10 tekrar yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda dirseğiniz düz olarak bir kolunuzla omzunuzdan geriye doğru uzanabildiğiniz kadar uzanın. Son noktada 10 saniye bekleyin. 10 tekrar yapın.
	İki elinizi fotoğrafta gösterildiği şekilde sırtınızda birleştirin. Parmak uçlarınızın birbirine dokunduğu son noktada 10 saniye bekleyin. 10 tekrar yapın. Aynısını üstteki eliniz altta ve alttaki eliniz üstte olacak şekilde tekrar edin.
	Elinize aldığınız sopayı fotoğraftaki şekilde tutarak omuzlarınızı yukarıya doğru kaldırabildiğiniz son noktaya kadar kaldırın. Yavaşça geri indirin. 10 tekrar yapın.

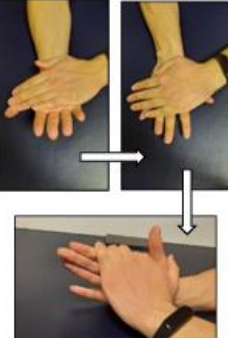
	Elinize aldığınız sopayı fotoğraftaki şekilde tutun ve omuzlarınızı geriye doğru olabildiği kadar götürün. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın.
	Elinize aldığınız sopayı fotoğraftaki şekilde tutun ve karşıya bakarken götürebildiğiniz kadar sağ tarafınıza götürün. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynısını sol tarafınız için tekrar edin.
	Elinize aldığınız sopayı kollarınızı gövdenizden ayırmadan dirsekleriniz 90 derece bükülü iken olabildiğince sol tarafınıza götürün. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynısını sağ tarafınız için tekrar edin.
	Elinize aldığınız sopayı kollarınızı gövdenizden ayırmadan dirsekleriniz 90 derece bükülü iken olabildiğince sağ tarafınıza götürün. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynısını sağ tarafınız için tekrar edin.

	Elinize aldığınız sopayı dirsekleriniz düz olacak şekilde tutup dirseklerinizi bükün. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda elinize aldığınız sopayı önce birinci fotoğraf, sonra ikinci fotoğraf ve en sonda üçüncü fotoğraftaki gibi tutun. Yavaşça başlangıç pozisyonuna dönün. 10 tekrar yapın.
	Dizleriniz üzerinde yarı çömelme pozisyonunda ellerinizi fotoğraftaki gibi konumlandırarak 10 kere 10 adım yan doğrultuda yürüme yapın.

EK-9: Geleneksel ve Proprioseptif Egzersiz Eğitimi

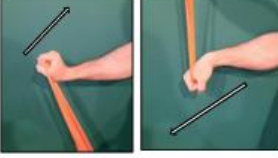
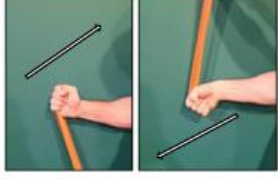
GENEL + PROPRİOSEPTİF EGZERSİZLER (0-3. HAFTALAR)	
	Parmaklarınızı bükmeden el ayanızı düz bir şekilde yerleştirin. Yavaşça parmaklarınızı fotoğrafta gösterilen konuma getirin. 10 tekrar yapın.
	Başparmağınız ile sırasıyla bütün parmaklarınızın ucuna fotoğrafta gösterilen şekilde dokununuz. 10 tekrar yapın. Başparmağınızı yana açın, dışa açın ve küçük parmağa götürünüz. 10 tekrar yapın.
	Elinizi düz bir şekilde yerleştirin. Elinizi kaldırmadan bütün parmaklarınızı yanlara doğru olabildiğince açın ve kapatın. 10 tekrar yapın. Sonrasında aynı konumdayken sadece beşinci parmağınızı 10 tekrar yana doğru açın ve kapatın.
	- Elinizi düz şekilde tutun. - Elinizi pençe yapar gibi parmaklarınızı fotoğraftaki şekilde bükünüz. - Parmaklarınızı düz şekilde (3. fotoğrafta görüldüğü gibi) bükünüz. - Parmaklarınızı düz şekilde kapatın (son fotoğraf).

	Elinizi yumruk yapın. Dirseğinizi destekli bir pozisyona alın. Sonrasında yavaşça elinizin iç yüzünün yüzeye tam temasından başlayarak önkolunuzu döndürüp elinizin dış yüzeyinin yüzeye tam temasına doğru hareket ettirin. 10 tekrar yapın.
	Tüm parmaklarınızı önce ilk fotoğraftaki gibi bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın. Sonra tek tek tüm parmaklarınızı bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın.
	El ayanınızı düz bir yüzey üzerine yerleştirin. Sırasıyla tüm parmak aralarınıza bir kalem koyun ve 5 saniye boyunca sıkıştırın. 10 tekrar yapın.
	Dirseğiniz destekli pozisyonda ağırlığı fotoğraflarda gösterilen pozisyon ve yönlerde 10 defa kaldırın ve indirin.
	Dirseğiniz yandan destekli pozisyonda ağırlık ile bileğinizi önce sağa doğru 10 defa bükün ve açın, sonra sola doğru 10 defa bükün ve açın.

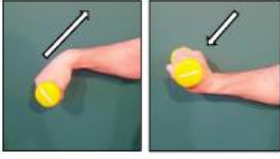
	Elinizi birinci fotoğraftaki pozisyona getirin, parmaklarınızın pozisyonuna dikkat edin. Sonra yavaşça ikinci fotoğraftaki pozisyona getirin. 10 tekrar yapın.
	- Terapist hastanın önkolunu belirli bir eklem pozisyonuna yerleştirir ve eklem amplitüdünü gonyometre ile kontrol eder. - Önkol başka bir pozisyona yerleştirilir. - Son adımda kişi ilk pozisyona önkolunu yerleştirmelidir. *Egzersiz gözler kapalı yapılır. 4 derecelik hata payı yetişkinler için el bileği ekleminde normaldir. *10 farklı eklem açıklığı çalışılır.
	Kasılmaları 5 saniye sürdürerek her pozisyonu 10 tekrar yapın. Hareket açığa çıkmamasına dikkat edin. -Avuç içiniz yukarı bakacak şekilde elinizi koyun. Bileğinizi bükmeye çalışırken diğer elinizle bunu engelleyin. -Avuç içiniz destek yüzeyine bakacak şekilde elinizi koyun. Bileğinizi kaldırmaya çalışırken diğer elinizle hareketi engelleyin. -Elinizi yan bir şekilde koyun. Elinizi yukarı kaldırmaya çalışırken diğer elinizle bunu engelleyin. -Elinizi dirseğinizi bükerek yerleştirin ve sol tarafa doğru bileğinizi bükmeye çalışırken diğer elinizle bunu engelleyin. -Elinizi yumruk yapın ve bileğinizi bükmeye çalışırken diğer elinizle engelleyin.

	-Elinizi yumruk yapın ve bileğinizi kendinize doğru çekmeye çalışırken diğer elinizle engelleyin.
	Dik bir şekilde oturun. Elastik dirençli bandı elinize dolayın ve fotoğrafta gösterilen yönde bir eliniz sabitken diğer elinizle bandı açın ve yavaşça kapatın. 10 tekrar yapın. Sonra oturma pozisyonunda fotoğrafta gösterilen diğer yön için aynı şekilde 10 tekrar olarak yavaşça bandı açın ve kapatın.
	-Gözleriniz açık bir şekilde iki elinizle topu tutarak önce el bileği bükme açma yönünde sonra önkolü içe dışa döndürme yönünde normal eklem hareketlerini her yön için 10 tekrar yapın. -Aynılarını büyük Bobath topu ile tekrar edin. -Gözleriniz açık bir şekilde ayakta dik duruşta masa üzerinde farklı önkol ve el bileği pozisyonlarında 10 saniye ağırlık aktarma 10 saniye dinlenme periyodunu 10 tekrar uygulayarak top üzerine ağırlık aktarın. -Aynılarını büyük Bobath topu ile tekrar edin.

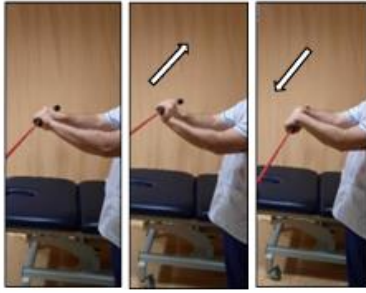
	-Gözleriniz açık bir şekilde duvarda farklı önkol pozisyonlarında top üzerine 10 tekrarlı 10 saniye ağırlık aktarma – 10 saniye dinlenme periyotları ile ağırlık aktarın. -Aynılarını büyük Bobath topu ile tekrar edin.
	Ayakta dururken denge tahtası üzerinde el bileğine farklı önkol pozisyonlarında ağırlık aktarın. 10 tekrarlı 10 saniye ağırlık aktarma – 10 saniye dinlenme periyotları ile yapın.
	Ayakta duruş pozisyonunda 90 saniye boyunca fotoğrafta gösterilen pozisyonda borunun düzgünlüğünü bozmadan boruyu sabit bir şekilde tutun. 30 saniye dinlenin. Hareketi 5 tekrar yapın.
	FlexBar'ı dirseğiniz 90 derece bükülü iken fotoğrafta gösterilen pozisyonda kavrayın. Bir eliniz ile dirseğinizi destekleyin ve FlexBar'ı kavrayan elinizi yavaşça dışa doğru döndürün. 5 sn tutun. Yavaşça başlama pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynı hareketi direncin yönü kolu içe doğru döndürürken olacak şekilde tekrar edin. Sarı renk kullanın.
	Her iki eliniz ile FlexBar'ı fotoğraftaki gibi kavrayın, dirseklerinizin düzgünlüğüne dikkat edin. İki eliniz ile FlexBar'ı sıkın. Egzersiz yapan taraftaki bileğiniz ile FlexBar direncine karşı avuç içiniz yukarıya doğru gidecek şekilde çekin (vücudunuzdan uzaklaşma yönünde). Diğer eliniz hareketi stabilize etsin. 5 sn tutun. Yavaşça başlama pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynı hareketi avuç içiniz aşağıya doğru gidecek şekilde tekrarlayın. Sarı renk kullanın.

	İki eliniz ile FlexBar'ı kavrayın, fotoğraftaki pozisyonda durun, avuç içlerinizi gövdenize doğru konumlandırın. İki eliniz ile FlexBar'ı sıkın. Egzersiz yapan taraftaki bileğiniz ile dirseğe karşı avuç içinizi açma yönünde FlexBar'ı çevirmeye çalışın. Diğer eliniz hareketi stabilize etsin. 5 sn boyunca son noktada hareketi koruyun. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynı hareketi avuç içinizi kapatma yönünde tekrar edin. Sarı renk kullanın.
	FlexBar'ı fotoğrafta gösterilen pozisyonda kavrayın ve diğer elinizle dirseğinizi destekleyin. Egzersiz yapan bileğiniz ile FlexBar'ı sıkıca kavrayın ve yavaşça kavradığınız elinizi dirence karşı başparmak yönünde hareket ettirin. 5 sn boyunca son noktada tutun. 10 tekrar yapın. Sarı renk kullanın.
	Fotoğrafta gösterilen pozisyonda FlexBar'ı kavrayın ve diğer eliniz ile dirseğinizi destekleyin. Yavaşça eliniz masaya yaklaşacak doğrultuda dirence karşı FlexBar'ı itin. 5 sn boyunca son noktada pozisyonu koruyun. 10 tekrar yapın. Sarı renk kullanın.
	Elastik dirençli bandı avuç içinize sarın ve dirseğinizin düzgünlüğünü bozmadan önce el bileğinizi dirence karşı açın. 10 tekrar yapın. Sonra el bileğinizi dirence karşı bükün. 10 tekrar yapın.
	Elastik dirençli bandı avuç içinize sarın ve dirseğinizin düzgünlüğünü bozmadan elinizi bandın direncine karşı yan pozisyonda sağa doğru bükün. 10 tekrar yapın. Sonra bandın direncine karşı elinizi yan pozisyonda sola doğru bükün. 10 tekrar yapın.
	Oturma pozisyonunda el yayını belirtilen adımları 10 tekrar olacak şekilde takip ederek sıkın ve bırakın. -Avuç içinizde başparmağınıza karşı diğer dört parmağınızla kavrayın, sıkın ve bırakın. -Yayı ters çevirerek avuç içinizde başparmağınıza karşı diğer dört parmağınızla kavrayın, sıkın ve bırakın. -Avuç içinizde başparmağınıza karşı ikinci ve üçüncü parmaklarınızla kavrayın, sıkın ve bırakın. -Avuç içinizde başparmağınıza karşı sadece ikinci parmağınızla kavrayın, sıkın ve bırakın.

GENEL + PROPRİOSEPTİF EGZERSİZLER (3-6. HAFTALAR)	
	Elinizi düz bir şekilde uzatın ve sırasıyla tüm parmak aralarınızda lastik direncine karşı parmaklarınızı açın. Her parmak aranız için 10 tekrar yapın.
	Elinizi fotoğraftaki gibi konumlandırın. Lastik direncine karşı başparmağınızla diğer parmaklarınızı sırasıyla açın. Her parmak için 10 tekrar yapın. Sonrasında başparmak ile işaret parmağınız arasına lastiği takın ve dirence karşı başparmak normal eklem hareketlerini 10 tekrar yapın.
	Lastik direncine karşı beşinci parmağınızı yana doğru açın ve kapatın. 10 tekrar yapın.
	Elinize ağırlık alın ve dirseğiniz destekli pozisyonda ağırlığı tutarken yüzey üzerinde önkolunuzu dirsek eklemi hareket açıklığı içerisinde döndürün. 10 tekrar yapın.

	Bir üst direnç seviyesini kullanın. Tüm parmaklarınızı önce ilk fotoğraftaki gibi bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın. Sonra tek tek tüm parmaklarınızı bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın.
	El ayanızı düz bir yüzey üzerine yerleştirin. Sırasıyla tüm parmak aralarınıza bir kalem koyun ve 5 saniye boyunca sıkıştırın. 10 tekrar yapın.
	Dirseğiniz destekli pozisyonda ağırlıkla bileğinizi fotoğraflarda gösterilen pozisyon ve yönde açma bükme yönünde 10 tekrar hareket ettirin.
	Dirseğiniz yandan destekli pozisyonda ağırlık ile bileğinizi önce sağa doğru 10 tekrar bükün ve açın, sonra sola doğru 10 tekrar bükün ve açın.
	Elinize elastik dirençli bant sararak birinci fotoğraftaki pozisyona getirin, parmaklarınızın pozisyonuna dikkat edin. Sonra yavaşça bandın direncine karşı ikinci fotoğraftaki pozisyona getirin. 10 tekrar yapın.

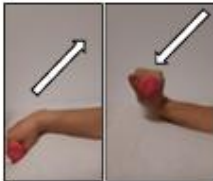
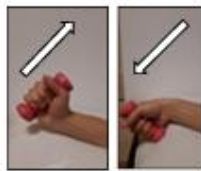
	Gözleriniz kapalıyken masa üzerinde ağırlık aktarırken topu farklı önkol pozisyonlarında elinizle sabit tutmaya çalışın. Bu sırada terapistin çeşitli yönlerden uygulayacağı itmelere karşı topun ve elinizin pozisyonunu koruyun. -Aynılarını büyük Bobath topu ile tekrar edin.
	Gözleriniz kapalıyken duvarda ağırlık aktarırken topu farklı önkol pozisyonlarında elinizle sabit tutmaya çalışın. Bu sırada terapistin çeşitli yönlerden uygulayacağı itmelere karşı topun ve elinizin pozisyonunu koruyun. -Aynılarını büyük Bobath topu ile tekrar edin.
	Ayakta dik duruş pozisyonunda dirseğinizi bükmeden farklı önkol ve el bileği pozisyonlarında denge tahtası üzerine ağırlık aktarırken terapistin itmelerine karşı elinizin pozisyonunu koruyun.
 	Dirseklerinizi bükerek havaya kaldırdığımız bir zeminin ortasına tenis topunu yerleştirin ve 90 saniye boyunca ortada tutmaya çalışın. 30 saniye dinlenin. Hareketi 5 tekrar yapın. Aynı zemin üzerinde top ile belirli şekilleri (-, +, x, 8) 10 tekrar olarak çizmeye çalışın.
	Powerball'ı fotoğraftaki şekilde tutun. İki dakika boyunca osilasyonu sağlayın, 30 saniye dinlenin. Hareketi 5 tekrar yapın.

	Ayakta duruş pozisyonunda Bodyblade'i önce ilk fotoğraftaki gibi tutun. Dirseklerinizin açısını koruyarak uç kısımlarında bükme oluşturacak şekilde sadece el bileğinizi bükün ve açın. Hareketi 60 saniye boyunca sürdürün. 30 saniye dinlenin. 5 tekrar yapın.
	FlexBar'ı dirseğiniz 90 derece bükülü iken fotoğrafta gösterilen pozisyonda kavrayın. Bir eliniz ile dirseğinizi destekleyin ve FlexBar'ı kavrayan elinizi yavaşça dışa doğru döndürün. 5 sn tutun. Yavaşça başlama pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynı hareketi direncin yönü kolu içe doğru döndürürken olacak şekilde tekrar edin. Kırmızı renk kullanın.
	Her iki eliniz ile FlexBar'ı fotoğraftaki gibi kavrayın, dirseklerinizin düzgünlüğüne dikkat edin. İki eliniz ile FlexBar'ı sıkın. Egzersiz yapan taraftaki bileğiniz ile FlexBar direncine karşı avuç içiniz yukarıya doğru gidecek şekilde çekin (vücudunuzdan uzaklaşma yönünde). Diğer eliniz hareketi stabilize etsin. 5 sn tutun. Yavaşça başlama pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynı hareketi avuç içiniz aşağıya doğru gidecek şekilde tekrarlayın. Kırmızı renk kullanın.
	İki eliniz ile FlexBar'ı kavrayın, fotoğraftaki pozisyonda durun, avuç içlerinizi gövdenize doğru konumlandırın. İki eliniz ile FlexBar'ı sıkın. Egzersiz yapan taraftaki bileğiniz ile dirseğe karşı avuç içinizi açma yönünde FlexBar'ı çevirmeye çalışın. Diğer eliniz hareketi stabilize etsin. 5 sn boyunca son noktada hareketi koruyun. Yavaşça başlangıç pozisyonuna geri dönün. 10 tekrar yapın. Aynı hareketi avuç içinizi kapatma yönünde tekrar edin. Kırmızı renk kullanın.

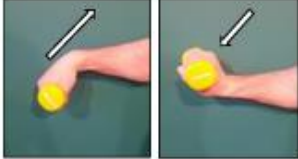
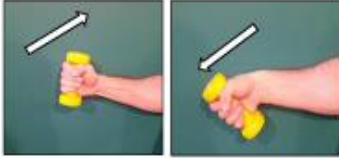
	FlexBar'ı fotoğrafta gösterilen pozisyonda kavrayın ve diğer elinizle dirseğinizi destekleyin. Egzersiz yapan bileğiniz ile FlexBar'ı sıkıca kavrayın ve yavaşça kavradığınız elinizi dirence karşı başparmak yönünde hareket ettirin. 5 sn boyunca son noktada tutun. 10 tekrar yapın. Kırmızı renk kullanın.
	Fotoğrafta gösterilen pozisyonda FlexBar'ı kavrayın ve diğer eliniz ile dirseğinizi destekleyin. Yavaşça eliniz masaya yaklaşacak doğrultuda dirence karşı FlexBar'ı itin. 5 sn boyunca son noktada pozisyonu koruyun. 10 tekrar yapın. Kırmızı renk kullanın.
	Bir üst direnç seviyesinde elastik dirençli bandı avuç içinize sarın ve dirseğinizin düzgünlüğünü bozmadan önce el bileğini dirence karşı kaldırın. 10 tekrar yapın. Sonra el bileğini dirence karşı bükün. 10 tekrar yapın.
	Bir üst direnç seviyesindeki elastik dirençli bandı avuç içinize sarın ve dirseğinizin düzgünlüğünü bozmadan elinizi bandın direncine karşı yan pozisyonda sağa doğru bükün ve açın. 10 tekrar yapın. Sonra bandın direncine karşı elinizi yan pozisyonda sola doğru bükün ve açın. 10 tekrar yapın.
	Ayaktayken çeşitli el bileği pozisyonlarında dirsek 90 derece bükülü iken raket üzerinde küçük bir topu raketin orta noktasında 90 saniye boyunca tutmaya çalışın. 30 saniye dinlenin. Hareketi 5 tekrar yapın.
	10 tekrarlı dart oku atma hareketi sonucunda dart tahtasında 1.50 metre mesafeden orta noktayı vurmaya çalışın.
	Oturma pozisyonunda el yayını belirtilen adımları 10 tekrar olacak şekilde takip ederek sıkın ve bırakın. -Avuç içinizde başparmağınıza karşı diğer dört parmağınızla kavrayın, sıkın ve bırakın. -Yayı ters çevirerek avuç içinizde başparmağınıza karşı diğer dört parmağınızla kavrayın, sıkın ve bırakın. -Avuç içinizde başparmağınıza karşı ikinci ve üçüncü parmaklarınızla kavrayın, sıkın ve bırakın. -Avuç içinizde başparmağınıza karşı sadece ikinci parmağınızla kavrayın, sıkın ve bırakın.

EK-10: Geleneksel Egzersiz Eğitimi

GENEL EGZERSİZLER (0-3. HAFTALAR)	
	Parmaklarınızı bükmeden el ayanızı düz bir şekilde yerleştirin. Yavaşça parmaklarınızı fotoğrafta gösterilen konuma getirin. 10 tekrar yapın.
	Başparmağınız ile sırasıyla bütün parmaklarınızın ucuna fotoğrafta gösterilen şekilde dokununuz. 10 tekrar yapınız. Başparmağınızı yana açın, dışa açın ve küçük parmağa götürünüz. 10 tekrar yapınız.
 	Elinizi düz bir şekilde yerleştirin. Elinizi kaldırmadan bütün parmaklarınızı yanlara doğru olabildiğince açın ve kapatın. 10 tekrar yapınız. Sonrasında aynı konumdayken sadece beşinci parmağınızı 10 tekrar yana doğru açın ve kapatın.
	- Elinizi düz şekilde tutunuz. - Elinizi pençe yapar gibi parmaklarınızı fotoğraftaki şekilde bükünüz. - Parmaklarınızı düz şekilde (3. fotoğrafta görüldüğü gibi) bükünüz. - Parmaklarınızı düz şekilde kapatın (son fotoğraf).

	Elinizi yumruk yapın. Dirseğinizi destekli bir pozisyona alın. Sonrasında yavaşça elinizin iç yüzünün yüzeye tam temasından başlayarak önkolunuzu döndürüp elinizin dış yüzeyinin yüzeye tam temasına doğru hareket ettirin. 10 tekrar yapın.
	Tüm parmaklarınızı önce ilk fotoğraftaki gibi bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın. Sonra tek tek tüm parmaklarınızı bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın.
	El ayanızı düz bir yüzey üzerine yerleştirin. Sırasıyla tüm parmak aralarınıza bir kalem koyun ve 5 saniye boyunca sıkıştırın. 10 tekrar yapın.
	Dirseğiniz destekli pozisyonda ağırlığı fotoğraflarda gösterilen pozisyon ve yönlerde 10 defa kaldırın ve indirin.
	Dirseğiniz yandan destekli pozisyonda ağırlık ile bileğinizi önce sağa doğru 10 defa bükün ve açın, sonra sola doğru 10 defa bükün ve açın.

GENEL EGZERSİZLER (3-6. HAFTALAR)	
	Elinizi düz bir şekilde uzatın ve sırasıyla tüm parmak aralarınızda lastik direncine karşı parmaklarınızı açın. Her parmak aranız için 10 tekrar yapın.
	Elinizi fotoğraftaki gibi konumlandırın. Lastik direncine karşı başparmağınızla diğer parmaklarınızı sırasıyla açın. Her parmak için 10 tekrar yapın. Sonrasında başparmak ile işaret parmağınız arasına lastiği takın ve dirence karşı başparmak normal eklem hareketlerini 10 tekrar yapın.
	Lastik direncine karşı beşinci parmağınızı yana doğru açın ve kapatın. 10 tekrar yapın.
	Elinize ağırlık alın ve dirseğiniz destekli pozisyonda ağırlığı tutarken yüzey üzerinde önkolunuzu dirsek eklemi hareket açıklığı içerisinde döndürün. 10 tekrar yapın.

	Bir üst direnç seviyesini kullanın. Tüm parmaklarınızı önce ilk fotoğraftaki gibi bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın. Sonra tek tek tüm parmaklarınızı bükün ve daha sonra açın. 10 tekrar yapın.
	El ayanınızı düz bir yüzey üzerine yerleştirin. Sırasıyla tüm parmak aralarınıza bir kalem koyun ve 5 saniye boyunca sıkıştırın. 10 tekrar yapın.
	Dirseğiniz destekli pozisyonda ağırlıkla bileğinizi fotoğraflarda gösterilen pozisyon ve yönde açma bükme yönünde 10 tekrar hareket ettirin.
	Dirseğiniz yandan destekli pozisyonda ağırlık ile bileğinizi önce sağa doğru 10 tekrar bükün ve açın, sonra sola doğru 10 tekrar bükün ve açın.

9. ÖZGEÇMİŞ

