

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

**KARPAL İNSTABİLİTE PROBLEMİ OLAN BİREYLERDE
ÖNKOL KAS AKTİVASYON PATERNLERİNİN VE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. İrem ERAKTAŞ

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2017**

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

**KARPAL İNSTABİLİTE PROBLEMİ OLAN BİREYLERDE
ÖNKOL KAS AKTİVASYON PATERNLERİNİN VE
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Uzm. Fzt. İrem ERAKTAŞ

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

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

**ANKARA
2017**

ONAY SAYFASI**KARPAL İNSTABİLİTE PROBLEMİ OLAN BİREYLERDE ÖNKOL KAS AKTİVASYON
PATERNLERİNİN VE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI****Fzt. İrem ERAKTAŞ**

Bu çalışma 21.06.2017 tarihinde jürimiz tarafından "Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı" nda yüksek lisans / doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Yavuz YAKUT
(Hasan Kalyoncu Üniversitesi)

**Tez Danışmanı:**

Doç. Dr. Çiğdem AYHAN
(Hacettepe Üniversitesi)

**Üye:**

Prof. Dr. Tülin DÜGER
(Hacettepe Üniversitesi)

**Üye:**

Doç. Dr. A. Ruhi SOYLU
(Hacettepe Üniversitesi)

**Üye:**

Yrd. Doç. Dr. Gürsoy COŞKUN
(Hacettepe Üniversitesi)



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

Tarih

17 Temmuz 2017

Prof. Dr. Diclehan Orhan
Enstitü Müdürü



YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır. Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

o Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

o Tezimin/Raporumuntarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

x Tezimin/Raporumun 19.07.2018 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

o Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

İrem ERAKTAŞ

ETİK BEYAN

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

İrem ERAKTAŞ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, beni destekleyen, bilgi ve tecrübe birikimi ile her zaman yol gösteren, her hatamı güler yüzü ile düzelten sevgili tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Çiğdem AYHAN' a,

Tez çalışmamın yürütülmesinde okulumuzun olanaklarından yararlanmamı sağlayan bölüm başkanımız değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tülin DÜGER'e,

Tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için gerekli hasta desteğini sağlamada değerli katkıları olan Uzm. Dr. Seval TANRIKULU, Uzm. Dr. Egemen AYHAN ve Prof. Dr. Gürsel LEBLEBİCİOĞLU' na,

Beni EMG ile tanıştıran, öğrenme sürecimde hiçbir yardımını esirgemeyen, analizler sırasında sabırla ve anlayışla her soru ve sorunuma cevap bularak sonsuz destek sağlayan değerli hocam Sayın Doç. Dr. A. Ruhi SOYLU' ya,

Tez verilerimin düzenlenmesinde ve istatistiksel analizlerin yapılmasında ve yorumlanmasında desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Yavuz YAKUT' a,

Tezim boyunca her zaman yanımda olup desteğini esirgemeyen, her sıkıntıda yanımda olan sevgili arkadaşım Fzt. Gamze ARIN' a,

Lisans eğitimimin ilk günlerinden beri yanımda olan sevgili dostlarım Fzt. Saime KAPLAN, Uzm. Fzt. Deniz KOCAMAZ, Uzm. Fzt. Cemil ÖZAL ve Fzt. Fatmanur TUGRİÇERİ' ye,

Yüksek lisans eğitimim boyunca hastalarımın koordinasyonuna yardım eden sevgili meslektaşlarım Fzt. Ayşegül KÜPELİ' ye, Fzt. Poyraz Selim YÜZKOLAR' a, Fzt. Atila TAŞÇI' ya, Fzt. Birkan ÖZKARDAŞ' a ve Fzt. Cennet HAŞAR' a,

Beni bugünlere getiren, ben olmamı sağlayan, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme,

Tezimin her döneminde yanımda olan, desteğini, sevgisini ve ilgisini eksik etmeyen, sevgili yol arkadaşım Güven ERAKTAŞ' a,

İÇTENLİKLE TEŞEKKÜR EDERİM...

ÖZET

Eraktaş, İ. Karpal İnstabilite Problemi Olan Bireylerde Önkol Kas Aktivasyon Paternlerinin ve Etkilerinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2017. Bu çalışmanın amacı, SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilitesi olan bireylerde önkol kas aktivasyon paternlerindeki değişiklikleri saptamak, el bileği ağrı şiddetinin kas aktivasyon paternleri ile ilişkisini araştırmak ve SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilitesi olan bireylerde üst ekstremitte fonksiyonel seviyesindeki değişiklikleri araştırmaktır. Çalışmaya karpal instabilite tanısı konmuş 15 hasta (İnstabilite Grubu) ile 11 sağlıklı birey (Kontrol Grubu) dâhil edildi. Değerlendirme kapsamında; ağrı, kavrama kuvveti, üst ekstremitte fonksiyonel düzeyi (Kol, Omuz ve El Sorunları anketi, Hasta Bazlı El bileği anketi, MAYO El anketi) ve önkol kaslarının EMG aktivite analizi yer aldı. El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketleri sırasında Ekstansör Karpi Ulnaris (EKU), Ekstansör Karpi Radialis (EKR), Fleksör Karpi Ulnaris (FKU) ve Fleksör Karpi Radialis (FKR) kaslarının aktivasyonları yüzeysel elektromyografi (sEMG) ile kaydedildi. İnstabilite grubundaki bireylerin kontrol grubuna göre ağrı şiddetinin daha yüksek olduğu ve fonksiyonel durumunun daha kötü olduğu bulundu ($p<0,05$). El bileği hareketleri sırasında instabilite grubunda kontrol grubuna göre EKR kas aktivitesinde azalma ve EKU aktivitesinde artış kaydedildi ($p<0,05$). İnstabilite grubu etkilenen taraf ile etkilenmeyen taraf kas aktivasyon paternleri arasında ekstansiyon hareketi sırasında EKU, EKR ve FKR kaslarında, fleksiyon hareketinde EKR, FKR ve FKU kasları arasında, fark bulundu ($p<0,05$). El bileği ekstansiyon hareketinde etkilenmeyen taraf EKR kası kontrol grubuna göre daha aktifti ($p<0,05$). El bileği fleksiyon hareketi sırasında EKR ve FKU kaslarının kontrol grubuna göre daha geç aktive oldukları kaydedildi ($p<0,05$). Ağrı seviyesi ile EKR, EKU ve FKU kassal aktiviteleri arasında negatif ilişki saptandı. Karpal instabilitesi olan bireylerin kas aktivasyon paternlerinde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi yaralanma riskinin önlenmesi ve uygun egzersiz programlarının oluşturulmasında yol göstericidir. Çalışmamızda, SLİL lezyonu olan bireylerde etkilenen taraf önkol kaslarının aktivitelerinin değiştiği kaydedildi. Bu değişiklikler göz önünde bulundurularak SLİL lezyonu olan bireylere yönelik spesifik egzersiz protokollerinin oluşturulmasını öneriyoruz. Ayrıca karpal instabilitesi olan bireylerin etkilenmeyen taraflarının değerlendirilmesi ve fizyoterapi programında uygun egzersiz programının planlanması da önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Karpal İnstabilite, Skafolunat bağ, Yüzeysel EMG, Önkol kasları, Ağrı

ABSTRACT

Eraktas, İ. Alterations In The Forearm Muscle Activation Patterns Following Carpal Instability, Hacettepe University, Health Science Institute, Program of Physical Therapy and Rehabilitation, Master Thesis, Ankara, 2017. This study is aimed to demonstrate the alterations in the activation patterns of the forearm muscles, to investigate the relationship between the pain severity and the muscle activation patterns and to demonstrate the upper extremity functional level in patients with Scapholunate Interosseous Ligament (SLIL) injury. This study included 15 patients with SLIL injury (Instability Group) and 11 healthy participants (Control Group). Both groups were evaluated in regards to pain, grip strength, upper extremity functional level (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand score, Patient Rated Wrist Evaluation score and MAYO wrist score) and the analysis of the forearm muscles activity. Activation patterns of Extensor Carpi Ulnaris (ECU), Extensor Carpi Radialis (ECR), Flexor Carpi Ulnaris (FCU) and Flexor Carpi Radialis (FCR) muscles during wrist extension and flexion were recorded by surface Electromyography (sEMG). In the Instability group, pain severity was higher and the functional level was worse than the Control group ($p < 0,05$). During wrist extension, ECR activity was lower and the ECU activity was higher in the Instability group than the Control group ($p < 0,05$). When comparing the affected and unaffected sides of the Instability group, there was a difference between the ECR, ECR and FCR muscle activations during wrist extension and the ECR, FCR and FCU muscle activations during wrist flexion ($p < 0,05$). During the wrist extension, the ECR activity in the unaffected side of the Instability group was lower than the Control group ($p < 0,05$). In the Instability group, the ECR and FCU muscle reaction times were longer during the wrist flexion than the Control group ($p < 0,05$). There was a negative correlation between the ECR, ECU and FCU muscle activations and the pain severity in the Instability group ($p < 0,05$). Demonstrating the alterations in the muscle activation patterns in patients with the joint instabilities may be helpful to improve strategies for the prevention of injury risk and for designing exercise programs. In this study, it was found that forearm muscle activities were changed following SLIL lesion. According to these muscle activity alterations, we proposed prescribing specific exercise programs for the patients with SLIL lesions to increase the contribution of the dynamic stability effect of the specific muscles. Moreover, evaluation of the unaffected side and planning appropriate physiotherapy program is recommended in patients with carpal instabilities.

Key words: Carpal Instability, Scapholunate ligament, Surface EMG, Forearm muscles, Pain,

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xv
TABLolar	xviii
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. Karpal Mekanizma	4
2.1.1. Karpal Kemiklerin Anatomisi	4
2.1.2. El Bileği Eklem Yapısı	9
2.1.3. El Bileği Ligamentleri	12
2.1.4. Kaslar	24
2.1.5. El Bileğinin İnervasyonu	29
2.1.6. Karpal Kinematik	34
2.2. Karpal İnstabiliteler	37
2.2.1. Karpal instabilite patogenezi	37
2.2.2. Karpal instabilite sınıflaması	38
2.2.3. Karpal instabilitelerin değerlendirmesi	42
2.2.4. Karpal instabilitelerin tedavisi	46
2.3. El bileği ekleminde statik ve dinamik stabilizasyon	48
2.3.1. El bileği ekleminde statik stabilizasyon	49
2.4. Karpal hareketin dinamik kontrolü	53
2.4.1. Kasların elektriksel aktivasyonlarının analizi: EMG	54
2.4.2. Kas iskelet sistemi problemlerinde kas aktivasyon değişiklikleri	57
3. BİREYLER VE YÖNTEM	59

3.1. Bireyler	59
3.2. Yöntem	60
3.2.1. Değerlendirme	60
3.3. İstatistiksel Analiz	70
4. BULGULAR	71
4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri ile İlgili Bulgular	72
4.2. Ağrı Düzeyi ve Kavrama Kuvveti ile İlgili Bulgular	73
4.3. Üst Ekstremitenin Fonksiyonel Durumu İle İlgili Bulgular	74
4.4. EMG Analizi ile ilgili Bulgular	75
4.4.1. El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi Sırasında Önkol Kaslarının EMG Aktivasyonlarının Analizi	75
4.4.2. El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi Sırasında Önkol Kaslarının Reaksiyon Zamanı Bulguları	85
4.4.3. El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi Sırasında Önkol Kaslarının Aktivasyonu ile Ağrı İlişkisi	87
5. TARTIŞMA	90
5.1. Ağrı	90
5.2. Kavrama Kuvveti	92
5.3. Fonksiyonel Sonuç Ölçümü (DASH, MAYO, PRWE)	93
5.4. Dinamik EMG Analizleri	94
5.4.1. Önkol kas aktivasyonları	94
5.4.2. Reaksiyon zamanı	98
5.5. Kas Aktivasyon Paternleri ile Ağrı İlişkisi	100
5.6. Çalışmanın Limitasyonları	101
5.7. Çalışmanın Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bilimine Katkısı	101
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	103
7. KAYNAKLAR	105
8. EKLER	
Ek 1. Tez Çalışması İle İlgili Etik Kurul İzni	
Ek 2. Aydınlatılmış Onam Formu	
Ek 3. Gönüllü Olur Formu	
Ek 4. Değerlendirme Formu	

Ek.5. Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (DASH)

Ek.6. Hasta Bazlı El bileği Anketi (PRWE)

Ek.7. MAYO El bileği Skorlaması

9. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

AİN	: Anterior İnterosseöz Sinir
AP	: Anterior Posterior
APL	: Abdüktör Pollisis Longus
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
CRT	: Conformal Radiotherapy
CT	: Computed Tomography
DASH	: Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi
Dİ	: Dorsal İnterkarpal Ligament
DİF	: Distal İnterfalangeal Eklem
DİKL	: Dorsal İnterkarpal Ligament
DİSİ	: Dorsal İnterkalar Segment İnstabilitesi
DRKL	: Dorsal Radiokarpal Ligament
DUTL	: Dorsal Ulnotriquetral Ligament
EDK	: Ekstansör Digitorum Kommunis
EDM	: Ekstansör Digiti Minimi
Eİ	: Ekstansör İndisis
EKR	: Ekstansör Karpi Radialis
EKRB	: Ekstansör Karpi Radialis Brevis
EKRL	: Ekstansör Karpi Radialis Longus
EKU	: Ekstansör Karpi Ulnaris
EMD	: Elektromekanik Gecikme
EMG	: Elektromyografi
EPB	: Ekstansör Pollisis Brevis
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
GTO	: Golgi Tendon Organı

iEMG	: İntegrated Elektromyografi
KMK	: Karpometakarpal
LİİL	: Lunotrikuetral İnterosseöz Ligament
LTL	: Lunotrikuetral İnterosseöz Ligament
mV	: Milivolt
MKF	: Metakarpofalangeal Eklem
MR	: Magnetic Resonanca
MRI	: Magnetic Resonance Imaging
MÜAP	: Motor Ünite Aksiyon Potansiyelleri
OP	: Opponens Polllisis
PİN	: Posterior İnterosseöz Sinir
PL	: Palmaris Longus
PMT	: Pre-motor Zaman
PQ	: Pronator Kuadratus
PRWE	: Hasta Bazlı El bileği Anketi
PT	: Pronator Teres
RSK	: Radioskafokapitat Ligament
SENIAM	: <i>Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles</i>
SKTd	: Skafokapitotrapezoid Ligament
SL	: Palmar Skafolunat Ligament
SLAC	: Scapholunate Advanced Collapse
SLİL	: Skafolunat İnterosseöz Ligagament
SNAC	: Scaphoid Non-union Advanced Collapse
STT	: Skafotrapeziotrapezoid Ligament
STT	: Skafotrapeziotrapezoid Ligament
TFKK	: Triangular Fibrokartilaj Kompleks
TqHK	: Trikuetrohamatokapitat Ligament
TRT	: Toplam Reaksiyon Süresi
UK	: Ulnokapitat Ligament
UL	: Ulnolunat Ligament
UTq	: Ulnotrikuetral Ligament

VAS : Vizüel Analog Skalası
ViSi : Volar İnterkalar Segment İnstabilitesi

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	El bileğini oluşturan kemik yapıların dizilimi	4
2.2.	Skafoideum	5
2.3.	Lunatum	6
2.4.	Trikuetrum	6
2.5.	Pisiform	7
2.6.	Trapezium	7
2.7.	Trapezoideum	8
2.8.	Kapitatum	8
2.9.	Hamatum	9
2.10.	Radiokarpal Eklem	10
2.11.	Midkarpal Eklem	11
2.12.	Palmar Ekstrinsik Ligamentler	14
2.13.	TFKK'nın Palmardan Dorsale Doğru Volar Yapıları	15
2.14.	Derin Volar Ligamentler	16
2.15.	Dorsal Ekstirinsik Ligamentler ve Kollateral Ligamentler	17
2.16.	Triangular Fibrokartilaj Kompleks	18
2.17.	İntrinsik Ligamentler	19
2.18.	Proksimal Sıra İnterosseöz Ligamentler	20
2.19.	Dorsal Distal ve Proksimal Sıra İnterosseöz Ligamentler	21
2.20.	Palmar El bileği Ligamentleri	22
2.21.	Dorsal İnterkarpal Ligament (Dİ)	23
2.22.	El bileği Ligamentleri Dorsal Görünüm	24
2.23.	Önkol Ekstansör Kasları	25
2.24.	El bileğinin Dorsal Kompartmanı	26
2.25.	El bileği fleksör kasları	28
2.26.	Radial sinirin brakiyal pleksustan parmak ucuna kadar izlediği yol .	30
2.27.	Median sinirin brakiyal pleksustan parmak ucuna kadar izlediği yol.	31
2.28.	Ulnar sinirin brakiyal pleksustan parmak ucuna kadar izlediği yol.	32

2.29.	El bileği ekleminin inervasyonu ve duyu sonlanmalarının el	33
2.30.	Karpal kemiklerin açılarının hesaplanması	39
2.31.	Terry Thomas İşareti	40
2.32.	Karpal kemiklerin açılarının hesaplanması	40
2.33.	Normal Gilula Arkı	41
2.34.	Psödoinstabilite testi	43
2.35.	Watson Testi	44
2.36.	Pivot Shift Test	44
2.37.	SL yırtığı MRI görüntüsü	46
3.1.	Faradik ağrı eşiği test ölçümü.	63
3.2.	Yüzeyel EMG ölçüm sistemleri.	64
3.3.	Yüzeyel EMG Elektrotu.	65
3.4.	EKU, EKR, FKR ve FKU kaslarına yüzeyel elektrot yerleşimi.	66
3.5.	El bileği hareketleri sırasında kullanılan aparat.	67
3.6.	El bileği ekstansiyon hareketi sırasında EMG ölçümü.	68
3.7.	El bileği fleksiyon hareketi sırasında EMG ölçümü.	68
4.1.	Çalışmaya dahil edilen bireylerin katılım diyagramı.	71
4.2.	El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol grubunun önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	80
4.3.	El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol grubunda önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	82
4.4.	El bileği fleksiyon hareketi sırasında önkol kaslarının reaksiyon zamanı.	87

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
3.1. Beighton Hiper mobilite Testi puanlama sistemi.	61
4.1. Gruplara göre bireylerin demografik özellikleri.	72
4.2. İnstabilite grubunun etkilenen ve etkilenmeyen taraflarının ağrı ve kavrama kuvveti bulgularının karşılaştırılması.	73
4.3. İnstabilite grubu etkilenen taraf ile kontrol grubu ağrı ve kavrama kuvveti bulgularının karşılaştırması.	74
4.4. İnstabilite grubu ile kontrol grubunun DASH, MAYO ve Hasta Bazlı El Bileği anket sonuçlarının karşılaştırılması.	75
4.5. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen tarafta önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	76
4.6. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen tarafta önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	77
4.7. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	79
4.8. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	81
4.9. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenmeyen taraf ile Kontrol grubu önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	83
4.10. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenmeyen taraf ile Kontrol grubu önkol kaslarının EMG aktivasyonları.	84
4.11. El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının reaksiyon zamanı değerleri.	85
4.12. El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen tarafta önkol kaslarının reaksiyon zamanı değerleri.	86
4.13. El bileği fleksiyon hareketi sırasındaki önkol kas aktivasyonları ile ağrının ilişkisi.	88
4.14. El bileği ekstansiyon hareketi sırasındaki önkol kas aktivasyonları ile ağrının ilişkisi.	89

1.GİRİŞ

Üst ekstremitte yaralanmaları arasında, el/el bileği yaralanmaları sıklıkla görülmektedir. El, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini yapabilmelerini sağlayan önemli bir organdır. El ve el bileği problemleri, kişinin aktivitelerinde kısıtlılığa neden olarak, kişinin günlük yaşamda rollerini yerine getirmesini engellemektedir. Günlük yaşama katılımın azalması ise kişinin yaşam kalitesinde azalmaya neden olmaktadır.

Karpal instabilite problemleri, tüm el/el bileği yaralanmalarının %10'unu oluşturur (1). Karpal instabilite, karpal ligamentlerin hasarı nedeniyle el bileğini oluşturan kemiklerin normal diziliminin bozulması sonucu meydana gelir. Diğer el/el bileği problemleri ile birlikte görülebildikleri için sıklıkla gözden kaçmaktadır (1, 2). Karpal instabiliteler genellikle yüklenme sırasında ortaya çıkan el bileği ağrısıyla karakterizedir. Karpal instabiliteye bağlı gelişen ağrı paterni aktivite sırasında artmaktadır. Ağrı, normal eklem hareketlerinde kayba ve kavrama kuvvetinde azalmaya neden olabilmektedir. Bu durum, günlük yaşam ve özbakım aktivitelerinde beceriksizliği ve fonksiyonel düzeyde azalmayı beraberinde getirmektedir (3-5).

Karpal instabilite problemlerinin tedavisinde farklı faktörler göz önüne alınmaktadır. Larsen ve ark. (6) tedavi yaklaşımlarında altı kriter belirlemiştir: 1. yaralanma süresi (ligament iyileşme potansiyeli), 2. stabilite (statik - dinamik), 3. etyoloji (travmatik, konjenital), 4. lokasyon (major disfonksiyon yeri), 5. karpal kemiklerin anormal translokasyonu ve/veya rotasyonu, 6. instabilite paterni. Radyolojik değerlendirmede herhangi bir dislokasyon bulgusu yoksa konservatif tedavi tercih edilmektedir. Konservatif tedavi yaklaşımlarında, hasta eğitimi, aktivite modifikasyonu, egzersiz uygulamaları ve splintleme önerilmektedir (7).

Son yıllarda karpal kinetik, kinematik ve ligamentlerin özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar konservatif tedavi yaklaşımlarına ışık tutmaktadır (8-10). Özellikle karpal stabiliteye katkı veren ligament ve kasların araştırılması ile farklı rehabilitasyon yaklaşımları geliştirilmiştir (11, 12). Hagert ve ark. (13) yaptıkları bir çalışmada karpal stabiliteye katkı veren en önemli faktörlerden birinin, el bileği eklemının proprioseptif ve nöromuskuler kontrolü olduğu belirtilmiştir. El bileği ligamentlerinin yapısal ve nöral özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, skafolunat interosseöz ligament (SLİL) başta olmak üzere dorsale ve trikuetruma yapışan ligamentlerin mekanoreseptör yönünden oldukça zengin olduğunu kaydetmişlerdir (14). Ayrıca

SLİL'in elektrik stimülasyonu ile uyarılması sonucu önkol kaslarında aktiviteye neden olan ligamentomusküler reflekslerin varlığı gösterilmiştir (15). Ligamentomusküler refleks ile aktive olan önkol kaslarının dinamik kompresyon etkisinin el bileğinde stabilizasyonu artırdığı belirtilmektedir (15). Yapılan bu çalışmalar, karpal stabiliteyi korumada ve/veya arttırmada ligamentlerin mekanik fonksiyonu kadar nöral ve kassal fonksiyonun da önemli olduğu görüşünü getirmiştir.

El bileğinin dinamik stabilizasyonunda, özellikle fleksör karpi ulnaris (FKU), fleksör karpi radialis (FKR), ekstansör karpi radialis longus (EKRL), ekstansör karpi ulnaris (EKU) ve ekstansör karpi radialis brevis (EKRB) kaslarının etkin rol oynadığı gösterilmiştir. Garcia-Ellias ve ark. (16) yaptığı bir çalışmada, bu kasların karpal kemiklere pronasyon veya supinasyon yaptırarak, karpal kemikler arasındaki mesafeyi değiştirdiği gösterilmiştir. Bu çalışmalar sonucu, ligament hasarı sonrasında doğru kasların aktive edilmesi ile ileri yaralanmaların önlenebileceği görüşü ortaya çıkmıştır (16).

Salva - Coll ve ark. kadavralar üzerinde yaptıkları çalışmalarında, FKU, FKR, EKRL, EKU ve Abdüktör Pollicis Longus (APL) kaslarının karpal kemiklerde meydana getirdiği hareket paternleri araştırılmıştır. FKU, EKRL ve APL kaslarının her iki karpal sıraya supinasyon yaptırdığı özellikle de proksimal karpal sırada fleksiyona neden olduğu kaydedilmiştir (17). FKR kasının skafoidema supinasyon, trikuetrum ve kapitatuma pronasyon yaptırdığı gözlenmiştir. EKU kasının ise hem distal hem de proksimal karpal sıraya belirgin bir biçimde pronasyon yaptırdığı bulunmuştur (18). Karpal supinasyonun skafolunat aralığı daralttığı, pronasyonun ise aralığı genişlettiği kaydedilmiştir. Dolayısıyla, SLİL yaralanmaları sonrasında, "skafolunat dostu" olarak tanımlanan EKRL, APL ve FKU kaslarının skafolunat aralığı daraltması nedeniyle karpal instabilite rehabilitasyonunda önem kazanmıştır (19).

SLİL yaralanması sonrasında SLİL'den kaynaklanan ligamentomusküler refleks mekanizmanın hasar görmesi nedeniyle, önkol kaslarının aktivasyon paternlerinde değişiklik olabileceği düşünülmektedir. Ligament hasarı sonrasında, karpal stabiliteyi artıran kasların aktivasyon paternlerindeki normale göre sapmaları bilmek, uygun egzersiz programlarının oluşturulması için önemlidir. Farklı kas iskelet sistemi problemlerinde, kasların aktivasyon paternlerindeki değişiklikleri araştırmak

amacıyla yapılan çalışmalar, uygun egzersiz programlarının oluşturulmasına yardımcı olmuştur (20-22). Ancak literatürde, karpal instabilite problemleri sonrasında önkol kas aktivasyon paternlerini inceleyen araştırmaya rastlanmamıştır. Lateral epikondiliti olan bireylerin önkol kas aktivasyonlarındaki değişiklik saptanmış ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında egzersiz yaklaşımları belirlenmiştir (23).

Karpal instabilite problemleri, uzun dönem komplikasyonlara neden olması bakımından erken rehabilitasyon yaklaşımları gerektiren bir durumdur. SLİL lezyonu sonrası önkol kaslarının eklem üzerindeki dinamik etkisindeki değişiklikleri saptamak önemlidir. Kassal aktivasyonlardaki değişikliklerin bilinmesi egzersiz reçetesinin planlanmasına yol gösterici olacaktır. Literatürde karpal instabilite sonrası önkol kas aktivasyon paternlerini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu alanda yapılacak çalışmaların, tedavi protokolü oluşturması, rehabilitasyona yön göstermesi ve doğru egzersiz yaklaşımlarının belirlenmesi açısından literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın amacı, SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilitesi olan bireylerde üst ekstremitte fonksiyonel seviyesindeki değişiklikleri ağrı, kavrama kuvveti ve fonksiyonel sonuç ölçümleri ile değerlendirmek, önkol kas aktivasyon paternlerindeki değişiklikleri saptamak ve kassal aktivasyonlar ile ağrı arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

Çalışmamızın hipotezleri şunlardır:

1. SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilite problemleri olan bireylerin ağrı şiddeti sağlıklı bireylere göre daha fazladır.
2. SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilite problemleri olan bireylerin kavrama kuvveti sağlıklı bireylere göre daha azdır.
3. SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilite problemi olan bireylerin üst ekstremitte fonksiyonelliği olumsuz yönde etkilenmektedir.
4. SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilitesi olan bireylerde önkol kaslarının aktivasyon paternlerinde sağlıklı bireylere göre sapma vardır.
5. SLİL yaralanmasına bağlı karpal instabilitesi olan bireylerde ağrı, önkol kaslarının aktivitelerini etkiler.

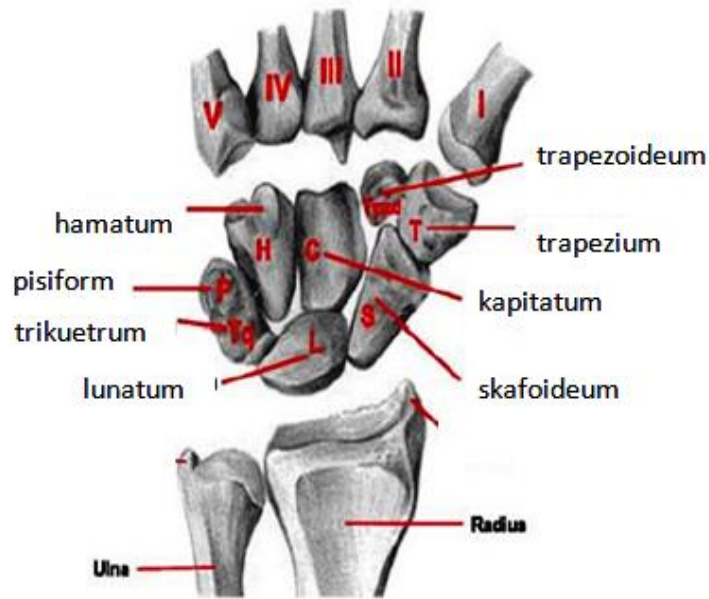
2.GENEL BİLGİLER

2.1. Karpal Mekanizma

El bileği, 8 kemik ve 21 eklemden oluşmaktadır. Bu yapıları bir arada tutan geniş bir ligament ağı vardır. Ligament ağı, el bileği fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon ve aksiyal rotasyon hareketleri sırasında karpal kemiklerin normal dizilimlerinin korunmasını sağlamaktadır. Hareketler sırasında radiokarpal, midkarpal ve interkarpal eklemlerde farklı hareket paternleri meydana gelir. Bu hareket paternleri, karpal kemik geometrisi, ligamentler, kapsüller yapılar ve yüklenmenin toplam sonucundan oluşmaktadır. Bu yapıların normal fonksiyon görmesi ile fonksiyonel aktiviteler sırasında gerekli olan mobilite ve stabilite arasındaki denge sağlanmış olur (13, 19, 24).

2.1.1. Karpal Kemiklerin Anatomisi

Karpal kemikler, “proksimal sıra” ve “distal sıra” olarak iki bölümde incelenebilir (Şekil 2.1). Radialden ulnara doğru proksimal sırayı skafoidum, lunatum ve trikuetrum oluşturur. Pisiform, trikuetrum seviyesinde, FKU kasının altında yer alan sesamoid bir kemiktir. Distal karpal sıra ise trapezium, trapezoideum, kapitatum ve hamatum'dan meydana gelmektedir (1-3).

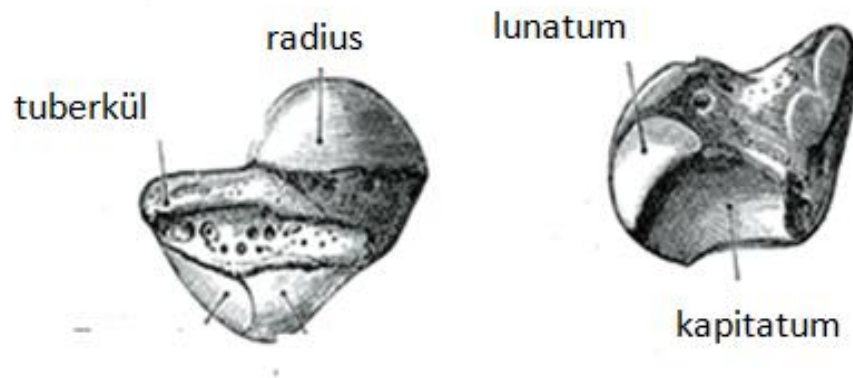


Şekil 2.1. El bileğini oluşturan kemik yapıların dizilimi (25).

Proksimal karpal sıra distal sıraya göre rölatif olarak daha gevşektir. Proksimal karpal kemikler, radiokarpal ve interkarpal eklemlerdeki hareketler ile fonksiyon gören, interkalar segmenti oluşturur. Skafoideum, proksimal ve distal sıra arasındaki bağlantıyı sağlaması bakımından önemlidir. Distal karpal sıra kemikleri ise kuvvetli ligamentlerle birbirlerine bağlıdır, bu yüzden metakarpal kemiklerle yaptıkları karpometakarpal (KMK) eklemler daha rijittir (26).

Skafoideum

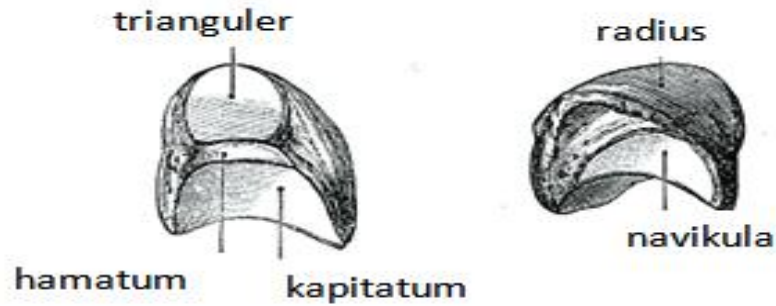
Skafoideum, proksimal karpal sıranın en radialinde bulunan kemiktir (Şekil 2.2). Proksimal karpal sıranın en büyük kemiğidir (16). Proksimal ve distal karpal sıra arasında önemli bir köprü görevi görmektedir (27). Skafoideum, kutup adı verilen iki konveks yüzeyden meydana gelir. Proksimal kutup, radiusun skafoid yüzüyle eklem yapmaktadır. Proksimal kutup, FKR kası için pivot görevi görmektedir. Bununla birlikte, pek çok kuvvetli ligamente tutunma alanıdır (16, 28, 29). Distal kutup ise, nispeten daha yuvarlak bir yüze sahip olup trapezium ve trapezoideum ile eklem yapar. Skafoideumun, oldukça büyük, keskin olmayan ve distal kutbunun palmar izdüşümüne denk gelen bir tüberkülü vardır. Skafoideumun bu tüberkülü, avuç içinin radial tarafından palpe edilebilir. Skafoideumun distal-medial yüzleri, derin bir konkaviteyle kapitatumun başıyla eklem yapar. Skafoideumun medial yüzü ise lunatum ile eklem yapmaktadır (26).



Şekil 2.2. Skafoideum (30).

Lunatum

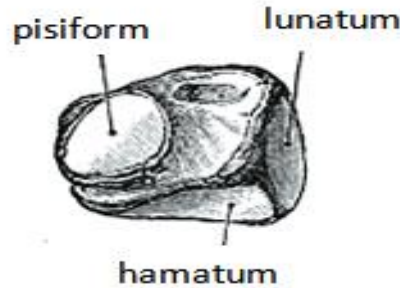
Lunatum, proksimal karpal sıranın merkezinde, skafoideum ve trikuetrumun arasında yer almaktadır (Şekil 2.3). Skafoideum gibi lunatumun da proksimal yüzü konvektir. Radiusun konkav yüzü ile birbirlerine uygun bir şekilde karşılıklı yerleşerek eklem yapar. Lunatumun distal yüzü, derin bir şekilde konkavdır ve ayın hilal şekline benzer. Bu artiküler yüzün iki konveksitesi vardır: kapitatumun başının medial yarısı ve hamatumun tepe noktasının bir kısmı ile eklem yapar (26).



Şekil 2.3. Lunatum (31).

Trikuetrum

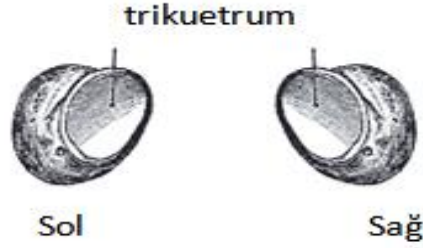
Trikuetrum, şekil olarak kayığa benzetilmektedir (Şekil 2.4). Lunatum ile eklem yapan ulnar yüzü ay şeklindedir. Bunun dışında, üç eklem yüzü daha vardır. Bunlar; distal, proksimal ve anterior yüzlerdir. Distal eklem yüzü, el bileği eklemi, ulnar deviasyona geldiği son noktada hamatum ile tam temas halindedir (16, 27).



Şekil 2.4. Trikuetrum (32).

Pisiform

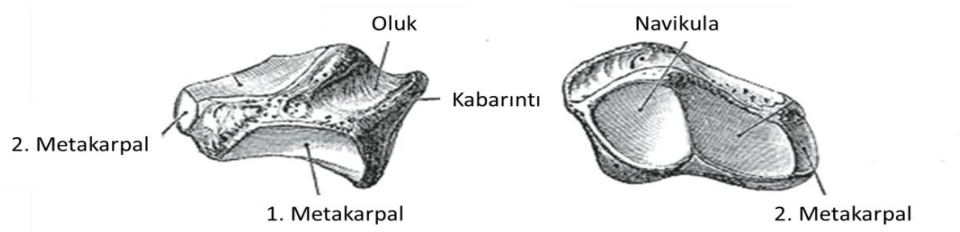
Pisiform, trikuetrumun palmar yüzeyinde yer alır (Şekil 2.5). El bileği ulnar taraf ligamentlerin birçoğunun ve FKU kasının yapışma yüzeyidir. Pisiform, el bileği kinematığında küçük bir rol oynamaktadır (16, 27, 33).



Şekil 2.5. Pisiform (34).

Trapezium

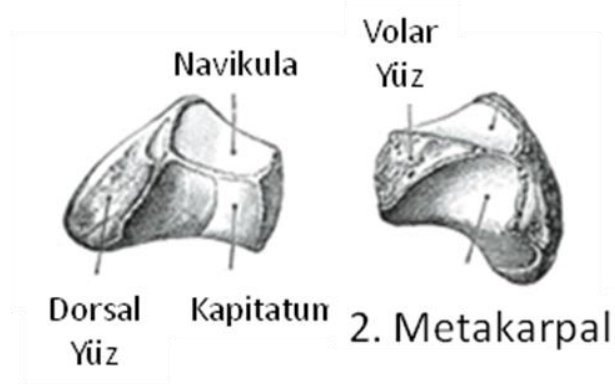
Trapezium, asimetrik bir şekle sahiptir (Şekil 2.6). Proksimal yüzü, skafoideum ile eklem yapmak için hafif bir şekilde konkavdır. Birinci metakarpal kemik ile eklem yapan distal yüzü ise eyer şeklindedir. Karpometakarpal eklem özelliği sayesinde, başparmak eklem hareket sınırı oldukça geniştir. İnce ve keskin tüberkülü, trapeziumun palmar yüzeyinin izdüşümündedir. Trapezium ve skafoideumun tüberkülü, transvers karpal ligamentin lateral yüzüne tutunma alanı oluşturur (16, 27, 33).



Şekil 2.6. Trapezium (35).

Trapezoideum

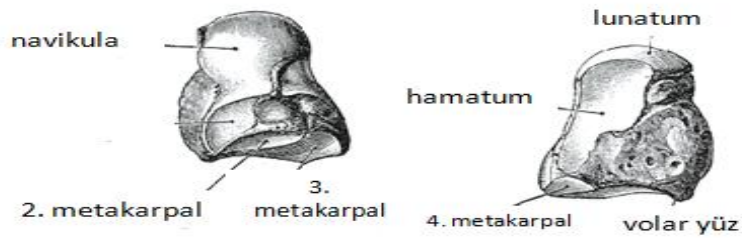
Trapezoideum, kapitatum ve trapezium arasında yer alan küçük bir kemiktir (Şekil 2.7). Trapezoideumun proksimal yüzeyi, tıpkı trapeziumunki gibi skafoideum ile eklem yapabilmek için hafif bir şekilde konkavdır. Bu kemik, ikinci metakarpal kemik ile neredeyse hiç hareket etmeyen bir eklem meydana getirir (16, 27, 33).



Şekil 2.7. Trapezoideum (35).

Kapitatum

Kapitatum, en büyük karpal kemik olmakla birlikte el bileğinde merkezi bir yerleşimi vardır. Kapitatumun başı, skafoideum ve lunatumun derin konkav yüzleriyle eklem yapar (16, 27, 33) (Şekil 2.8).

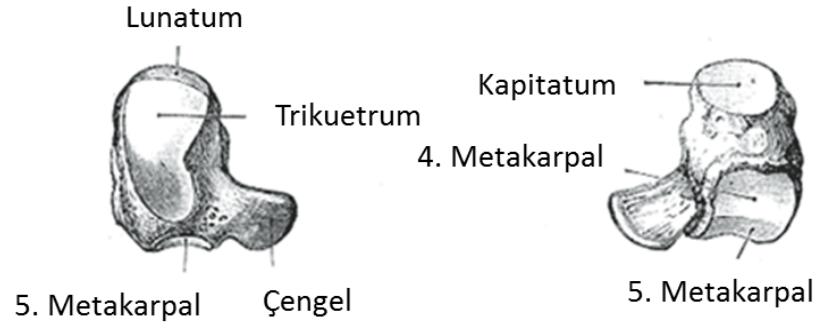


Şekil 2.8. Kapitatum (35).

Tüm el bileği hareketleri sırasında meydana gelen rotasyon eksenini, kapitatunun üzerinden geçmektedir. Kapitatum, hamatum ve trapezoideumun aralarındaki kısa ve kuvvetli ligamentler eklemlerin stabilizasyonu sağlamaktadır. Kapitatumun distal yüzü, 2-4. metakarpal kemiklerle rijit bir eklemleşme yapar. Bu rijit eklemleşmeler, üçüncü metakarpal ve kapitatumun tek bir kolon gibi hareket etmesini sağlayarak el bileğinde longitudinal bir stabilite geliştirir (16, 27, 33).

Hamatum

Hamatum, piramide benzeyen bir kemiktir (Şekil 2.9). Distal yüzü, 4. ve 5. metakarpal kemikler ile eklem yapar. Bu eklemleşme, ulnar yüzde, özellikle kavrama pozisyonunda eklem mobilitesinin korunmasında yardımcı olur. Hamatumun apeksi, lunatumun konkav yüzü ile temas içindedir. Hamatumun çengeli ve pisiform, transvers karpal ligamente medialde tutunma yüzeyi oluşturmaktadır (16, 27).



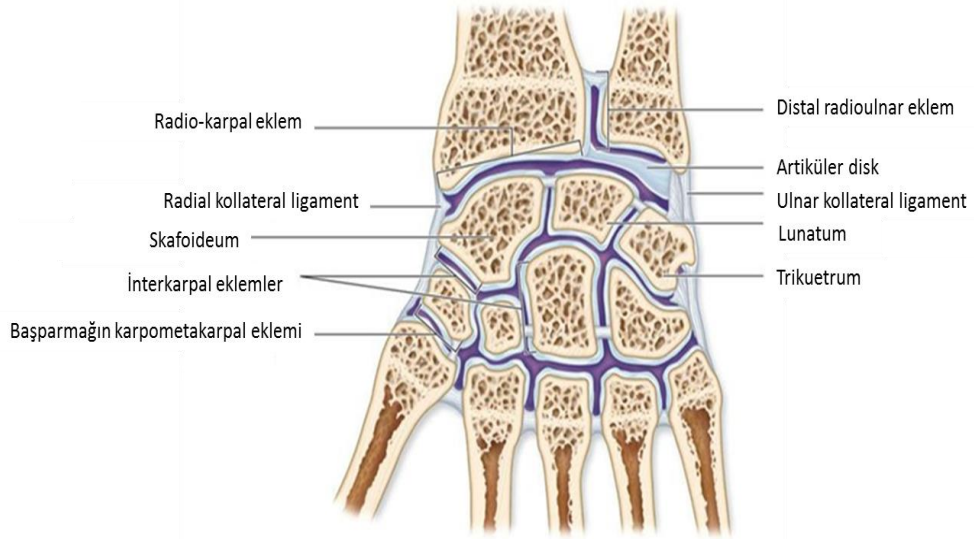
Şekil 2.9. Hamatum (35).

2.1.2. El Bileği Eklem Yapısı

El bileğinin primer eklemleri, radiokarpal ve midkarpal eklemlerdir (1). Radiokarpal ve midkarpal eklemlerde meydana gelen hareketlerle kıyaslandığında interkarpal eklemlerdeki hareket oldukça azdır (26). Ancak, tüm eklemlerde meydana gelen toplam hareket miktarı, el bileğinin hareketleri tamamlaması için gereklidir (26, 36, 37).

Radiokarpal Eklem

Radiokarpal eklem, radiusun distal yüzü ile skafoideum ve lunatumun artiküler yüzeyleri arasında meydana gelen, elipsoid tip bir eklemdir (Şekil 2.10.) (38). Trikuetrum, radiokarpal eklemin bir parçası olarak düşünülmektedir. Çünkü, ulnar deviasyonun son derecelerinde trikuetrumun medial yüzü ulnar tarafta yer alan artiküler disk ile temas etmektedir (26). Radiokarpal eklemin kapsülü, sinovyal dokudan oluşan bir iç yüzeye sahiptir. Bu iç yüzeyde, pek çok palmar ve dorsal ligament bulunmaktadır (27, 37).

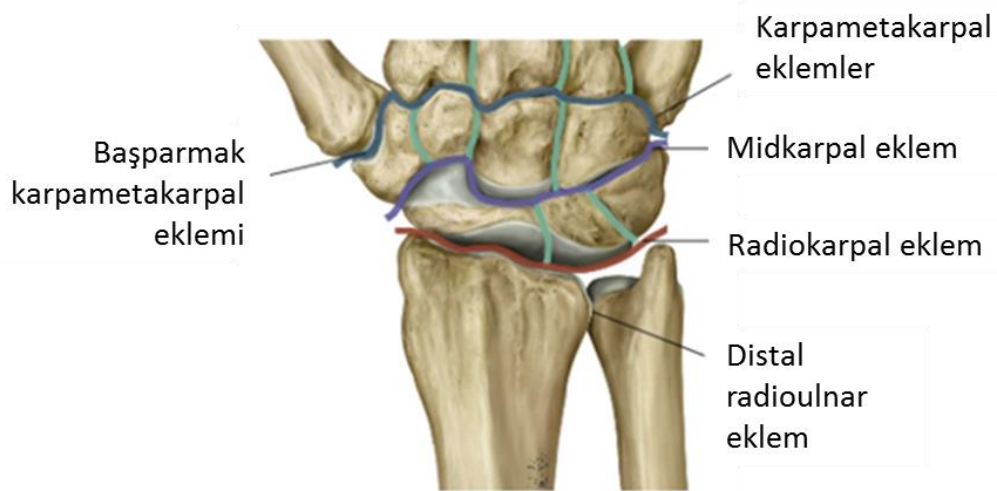


Şekil 2.10. Radiokarpal Eklem (39).

Distal radiusun kalın artiküler yüzü ve artiküler disk, el bileğinden önkola geçen yükleri alır ve dağılımını sağlar (26). Özellikle tüm kompresyon kuvvetinin % 20'si ulnar tarafta yer alan Triangular Fibrocartilaj Kompleks (TFKK) üzerinden geçer (40). Geriye kalan % 80'i ise skafoideum ve lunatum üzerinden radiusa aktarılır (40). El bileği ekstansiyon ve ulnar deviasyon pozisyonlarında iken radiokarpal eklem ile ilişki içerisine giren temas alanları artmaktadır (10). Bu nedenle, ekstansiyon ve ulnar deviasyonun kombine pozisyonu, maksimum kavrama kuvvetini sağlamaktadır (26).

Midkarpal Eklem

Midkarpal eklem, proksimal ve distal karpal sıra arasında yer alan eklemdir (Şekil 2.11.) (26). Midkarpal eklem, medial ve lateral olmak üzere iki eklem kompartmanından meydana gelir (33). Daha büyük olan medial kompartman, kapitatumun konveks başı ve hamatumun apeksi tarafından oluşturulur ve skafoideum, lunatum ve trikuetrumun distal yüzü tarafından oluşturulan konkav boşluğa yerleşir (26). Kapitatumun başı, konkav boşluğa top soket gibi yerleşir (26). Midkarpal eklem, lateral kompartmanı, skafoideumun konveks distal kutbu ile trapezium ve trapezoideumun konkav proksimal yüzü arasında yer alır (26). Lateral kompartman, el bileği hareketlerine medial kompartmandan daha az katılmaktadır (41). Bu nedenle, artrokinematik çalışmalar, midkarpal eklem, medial kompartmanına odaklanmıştır (26). Distal karpal sıradaki dört kemik, interkarpal ligamentlerle birbirlerine sıkıca bağlıdır ve aralarındaki hareket oldukça azdır (Şekil 2.11.).



Şekil 2.11. Midkarpal Eklem (42).

Proksimal karpal sırayı meydana getiren skafoideum, lunatum ve trikuetrum, interkalar segment olarak tanımlanmaktadır (43, 44). Skafoideum, proksimal ve distal karpal sıra arasında bir köprü görevi görmektedir. Bu yüzden, birçok el bileği problemi skafoideumdan başlayarak gelişmektedir (38). Proksimal karpal sıranın hareketleri,

karmaşık intrinsik, ekstrinsik ve interosseöz karpal ligament sistemi tarafından kontrol edilmektedir (45).

2.1.3. El Bileği Ligamentleri

El bileği ligamentleri, interkarpal düzenin sağlanmasını ve kuvvetlerin önkola aktarılmasını sağlar (36). Kaslar, aktif el bileği hareketini sağlarken ligamentler, hareket sırasında karpal kemikler arası ilişkiyi kontrol etmektedir. El bileği ligament yaralanmaları, direkt travma veya kümülatif mikro travmalar nedeniyle sıklıkla görülmektedir (46).

El bileği ligamentleri, ekstrinsik ve intrinsik olmak üzere 2 kategoride sınıflandırılmaktadır (46, 47). **Ekstrinsik ligamentler**, ekstrakapsüler olup distal metakarpalleri ve proksimal önkol kemiklerini (radius ve ulna) birbirine bağlar. Ekstrinsik ligamentler, proksimal tutunma yerleri karpal kemiklerin dışında, distal tutunma yerleri ise karpal kemikler üzerinde olan ligamentlerdir. **İntrinsik ligamentler** ise intrakapsüler olup birbirine komşu karpal kemikleri birbirine bağlar (48-51). El bileği ligamentleri isimlerini, radialden ulnara ve radiustan ulnaya doğru başlangıç ve bitiş noktalarına göre alırlar (46). İntrinsik ligamentler, hem proksimal hem de distalde karpal kemiklere tutunur (26).

Biyomekaniksel olarak ekstrinsik ligamentler, intrinsik ligamentlere göre daha serttir. Radiokarpal ve ulnokarpal ekstrinsik ligamentler, elin önkola göre aksiyal rotasyonunu sınırlayarak, el bileği hareketleri sırasında proksimal karpal sıra kemiklerin distal radius ile temasını devam ettirmesini sağlamaktadır. Bu ligamentlerin hasar görmesi, radiokarpal eklemden instabiliteye neden olmaktadır. Ulnokarpal ligamentler trikuetruma yapıştığı için, trikuetrum ulnar karpal instabilite paternlerinde önemli rol oynar (27).

Ekstrinsik Ligamentler

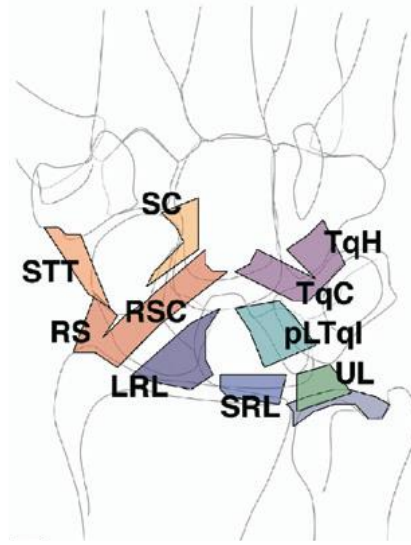
Ekstrinsik ligamentler, dorsal ve palmar yüzde yer alan ligamentler olarak ikiye ayrılır. Palmar ekstrinsik ligamentler de kendi aralarında yerleşim yerlerine göre yüzeysel ve derin olmak üzere ikiye ayrılır (36, 48).

Palmar Ekstrinsik Ligamentler

Palmar ekstrinsik ligamentler, V şeklinde ligamentöz bantlar olarak tanımlanır (36, 48).

Palmar Yüzeyel Ekstrinsik Ligamentler

Lateralinden mediale doğru yerleşim gösteren ilk ligament, radioskafokapitat (RSK) ligamenttir (Şekil 2.12.). Bu ligament, radial stiloid prosesin palmar yüzünden origo alır. Bu ligamentin, iki komponenti vardır. Bunlardan bir tanesi, radioskafoid ligament, diğeri ise radiokapitat ligamenttir. Radioskafoid ligament (radial kollateral ligament olarak da bilinir), oblik bir şekilde radial stiloidden başlar ve skafoideumun tüberkülünün proksimal kenarında son bulur (Şekil 2.12.). RSK ligamentin radiokapitat komponenti, skafoideumun palmar konkavitesi etrafında bulunur. Bu ligamentin distal fibrilleri, kapitatumun gövdesinin palmar yüzündedir (27, 36). RSK ligamentin medial parçası, uzun radiolunat ligament olarak bilinir. Bu ligament, radius ve lunatum kemikleri arasında yer almaktadır. Ligamentin yüzeyel fibrilleri, palmar lunotrikuetral interosseöz ligamentin lifleri ile ilişki içerisindedir. Bu nedenle, bazı kaynaklar bu yapıyı radiolunotrikuetral ligament olarak tanımlamaktadır (27, 36) (Şekil 2.12.). TFKK'nın palmar kenarından başlayan ulnokapitat (UK) ligament, yüzeyel ekstrinsik ligamentler arasında yer alır. Bu ligamentin iki komponenti vardır. Bir tanesi kapitat kemiğe yapışırken, diğeri ise RSK ligament ile kaynaşır (27).

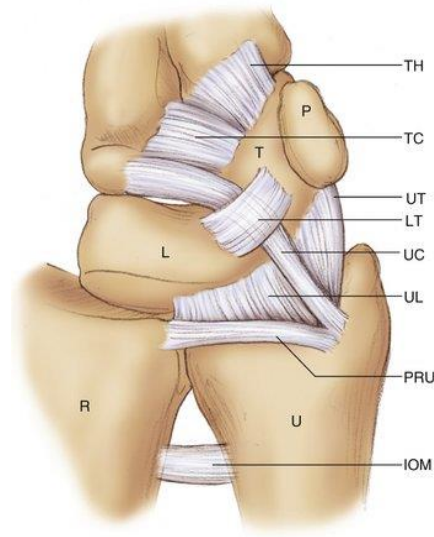


Şekil 2.12. Palmar Ekstrinsik Ligamentler (52) (SC: Skafokapitat ligament, STT:skafotrapeziotrapezoid, RS: Radioskafoid ligament, RSC: Radioskafokapitat ligament, LRL: Uzun radiolunat ligament, SRL: Kısa radiolunat ligament, pLTqI: Palmar lunotrikuetral interosseoöz ligament, UL: Ulnolunat ligament TqH: Trikuetrohamat ligament, TqC:Trikuetrokapitat ligament).

Palmar Derin Ekstrinsik Ligament

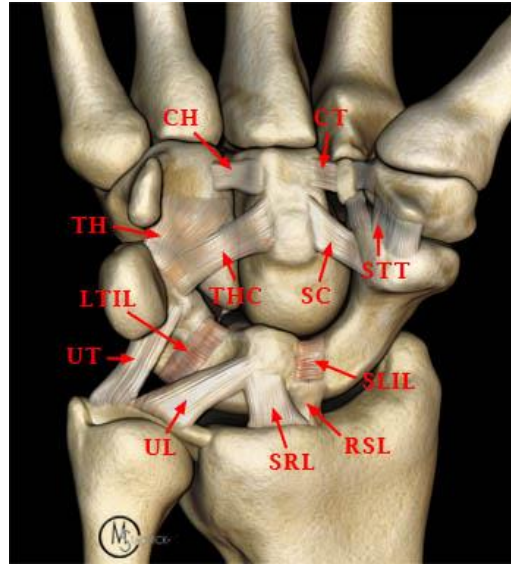
Uzun radiolunat ligamentin proksimalinde yer alan liflerinin alt yüzünde, kısa, düz fibriller uzanmaktadır. Bu fibriller, radiusun anteriorundan orijin alarak dik bir şekilde lunatumun palmar yüzüne doğru ilerler ve lunatuma yapışır. Kısa radiolunat ligament, lunatumun aşırı ekstansiyonu sırasında stabilizasyonun sağlanmasında etkin bir role sahiptir (27, 36, 51).

Kısa radiolunat ligamentin yanında, ulnokapitat ligamentin fibrillerinin altında, birbirlerine benzeyen iki yapı bulunmaktadır. Bu yapılardan bir tanesi ulnolunat (UL) ligamenttir (Şekil 2.13.). Ulnolunat ligament, TFKK'nın anteriorundan başlar, lunatumun anterior yüzüne doğru vertikal olarak inerek insersiyoyu yapar. Ulnotrikuetral (UTq) ligament ise TFKK ile trikuetrumun proksimal yüzü arasında yer alır (Şekil 2.13). Bu iki ligament, yüzeysel ulnokapitat ligament ile birlikte ulnokarpal ligamentöz kompleksi oluştururlar. Bu yapı, distal radioulnar eklemin stabilizasyonunun sağlanmasında etkin bir rol oynar. Aynı zamanda, TFKK'nın önemli bir komponentidir (27, 50) (Şekil 2.13.).



Şekil 2.13. TFKK'nın Palmardan Dorsale Doğru Volar Yapıları (53) (TC: Triquetral Kapitat Ligament, TH: Triquetral Hamat Ligament, LT: Lunotriquetral Ligament, T: Triquetrum, P: Pisiform, L: Lunatum, UL: Ulnolunat Ligament, UT: Ulnotriquetral Ligament, UC: Ulnokapitat Ligament, U: Ulna, R: Radius, PRU: Palmar Radioulnar Ligament, IOM: İnterosseöz Ligament).

Derin ekstrinsik ligament, Kuenz-Testut adıyla anılan radioskafolunat ligamenti bünyesinde barındırır (Şekil 2.14). Skafoideum ve lunatumun fossası arasında yer alan boşluğun palmar yüzünden orijin alır. Distal yüz boyunca ilerler ve dorsalde skafolunat eklemin tabanına yapışır (27, 36).



Şekil 2.14. Derin Volar Ligamentler (54) (SLIL: Skafolunat İnterosseöz Ligament, LTIL: Lunotriküetral İnterosseöz Ligament, SRL: Kısa Radiolunat Ligament, UL: Ulnolunat Ligament, UT: Ulnotriküetral Ligament, THC: Trikuetro-Hamat Kapitat Ligament, TH: Trikuetrohamat Ligament, SC: Skafokapitat Ligament, STT: Skafotrapeziotrapezoid Ligament, CT: Kapitotrapezoid Ligament, CH: Kapitohamat Ligament, RSL: Radioskafplunat Ligament).

Dorsal Ekstrinsik Ligament

El bileğinin dorsal yüzünde, üç kapsüler ligament bulunur. Bunlar; Dorsal Radiokarpal Ligament (DRKL), Dorsal İnterkarpal Ligament (DİKL) ve Dorsal Ulnotriküetral Ligamenttir (DUTL) (46) (Şekil 2.15.).

DRKL, dorsal lunotriküetral veya dorsal radiolunotriküetral ligament olarak da bilinir. Bu ligament, radiusun distalinde yer alan Lister tüberkülünün ulnar yüzünden başlar, lunatum ve trikuetrumda sonlanır. DRKL, distale doğru trapezoidal bir biçimde ilerler (46, 48, 55) (Şekil 2.15.).

DİKL, dorsal skafotriküetral ligament olarak da bilinir. Proksimalde, trikuetrumun dorsal tüberkülüne tutunur, midkarpal eklemi geçer ve proksimal bandı ile skafoideumun dorseline, distal bandı ile trapezoideumun dorseline tutunur. DİKL, fiilen intrinsik bir ligamenttir. Çünkü karpal kemiklerin dışına çıkmaz. DİKL'in iki bandı bulunur. Bunlardan bir tanesi trikuetrooskafoid, diğeri ise trikuetrotrapezoidaldir (46, 56) (Şekil 2.15.).

DUTL, ortopedi literatüründe gerçek bir ligament olarak tanımlanmamaktadır. Ancak, birkaç *Magnetic Resonance* (MR) artrografi ve ultrason çalışmasında yer alır. 22 kadavra el bileği üzerinde yapılan MR artrografi çalışmasında, DUTL'in proksimalde dorsal radioulnar ligamente dik bir şekilde tutunduğu, dorsal radiotrikuetral ligament ile birlikte trikuetrumda sonlandığı bulunmuştur (57) (Şekil 2.15.).



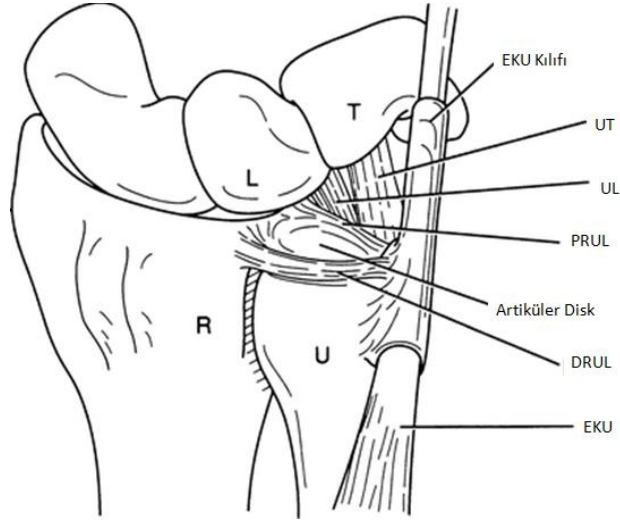
Şekil 2.15. Dorsal Ekstirinsik Ligamentler ve Kollateral Ligamentler (46) (1: Dorsal Radiokarpal Ligament (DRKL), 2: Dorsal İnterkarpal Ligament (DİKL), 3: Dorsal Ulnotrikuetral Ligament (DUTL), 4: Radial Kollateral Ligament, 5: Ulnar Kollateral Ligament).

Triangular Fibrocartilaj Kompleks (TFKK)

Triangular Fibrocartilaj Kompleks (TFKK), distal radioulnar eklemin temel stabilizatörüdür. TFKK, triangular fibrocartilaj disk (TFK), proksimal ve distal lamina, volar ve dorsal radioulnar ligamentler, ulnokarpal ligamentler (ulnolunat ve ulnotrikuetral ligament), ekstansör karpı ulnaris kasının (EKU) kılıfı ve homolog menisküs tarafından oluşturulur (58) (Şekil 2.16.). TFK artiküler disk, medialde distal radiusa, lateralde ulnar stiloide tutunan, bikonkav bir yapıdır. TFKK, proksimal karpal sıra ile distal ulna arasında yer alır (58).

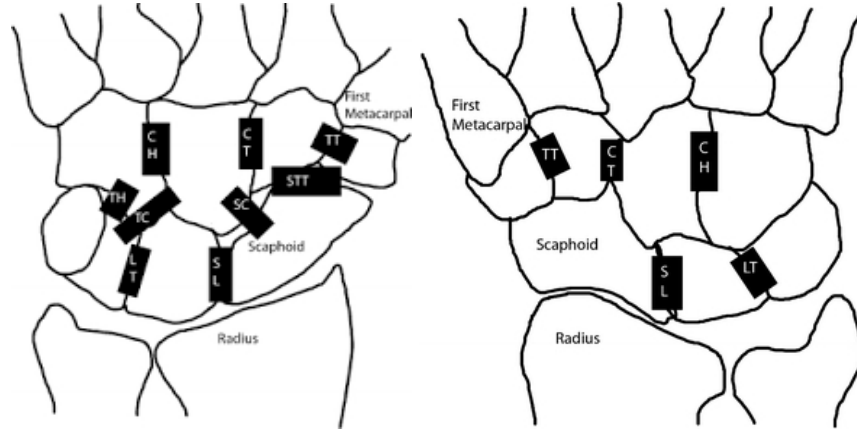
TFKK, üç majör fonksiyon gösterir. Birincisi, TFKK, distal radioulnar eklemin primer stabilizatörüdür. İkinci fonksiyonu, radio-ulno-karpal eklemin ulnar

stabilizatörü olmasıdır. Üçüncü fonksiyonu ise, elbileğinin ulnar tarafı için yastık görevi görerek, önkolun aksiyel yükünü ele iletmektir (59).



Şekil 2.16. Trianguler Fibrokartilaj Kompleks (60). (UT: Ulnotriquetral Ligament, UL: Ulnolunat Ligament, PRUL: Palmar Radioulnar Ligament, DRUL: Dorsal Radioulnar Ligament, EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris). İntrensik Ligamentler

İntrensik ligamentler, karpal kemiklerden orijin alır ve yine karpal kemiklere yapışır (Şekil 2.17.). Bu ligamentler ikiye ayrılır: Birincisi, aynı karpal sırada yer alan kemikler arasında yer alan interosseöz ligamentler, ikincisi ise proksimal karpal sıra kemikleri ile distal karpal sıra kemikleri arasında yer alan midkarpal ligamentlerdir (36, 48, 51).

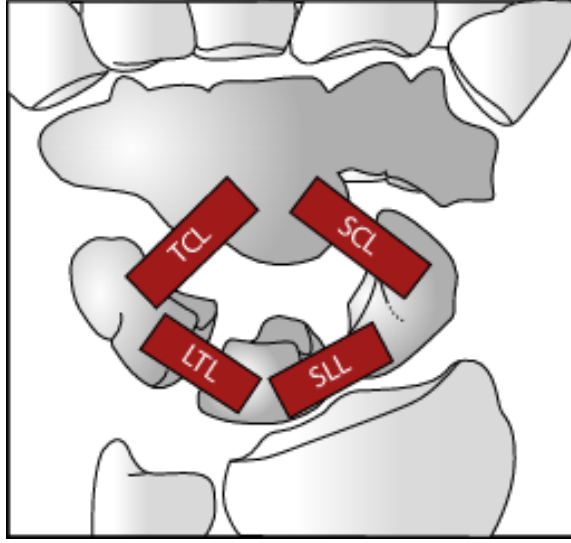


Şekil 2.17. İntrensik Ligamentler: A. Palmar görünüşü. B. Dorsal Görünüşü (61). (CH: Kapitohamat Ligament, CT: Kapitotrapezium Ligament, TT: Trapeziotrapezoid Ligament, TH: Trikuetrohamat Ligament, TC: Trikuetrokapitat Ligament, SC: Skafokapitat Ligament, TT: Skafotrapeziotrapezoid Ligament, LT: Lunotrikuetrum Ligament, SL: Skafolunat Ligament).

Proksimal Sıra İnterosseöz Ligamentler

Bu ligamentlerin kısa fibrilleri, transvers olarak proksimal karpal sıra kemiklerini, posterior ve anterior yüzlerden birbirlerine bağladıkları için biyomekanik açıdan büyük bir öneme sahiptirler. Palmar skafolunat (SL) ve lunotrikuetral (LTL) interosseöz ligamentler, uzun radiolunat ve ulnokapitat ligamentler tarafından desteklenen derin ligamentlerdir (Şekil 2.18.).

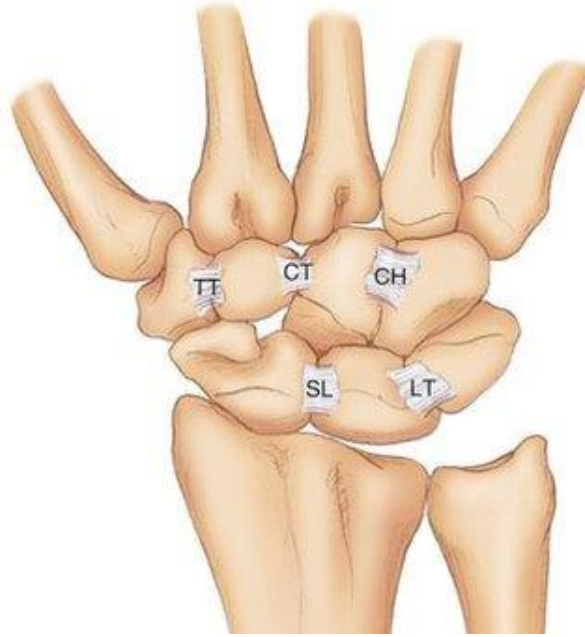
Dorsal skafolunat ligamentin fibrilleri, palmarda bulunan diğer ligamentlere göre daha kısa ve daha transvers yerleşimlidir (27, 62). Palmar ve dorsal skafolunat ve lunotrikuetral ligamentler birbirlerine bağlanır. Bu bağlantı, interosseöz membranı meydana getirir. Bu membran ise radiokarpal ve midkarpal eklemlerin kavitelerini birbirlerine bağlar (27).



Şekil 2.18. Proksimal Sıra İnterosseöz Ligamentler (63). (LTL: Lunotrikuetral Ligament, SLL: Skafolunat Ligament, TCL: Trikuetrokapitat Ligament, SCL: Skafokapitat Ligament).

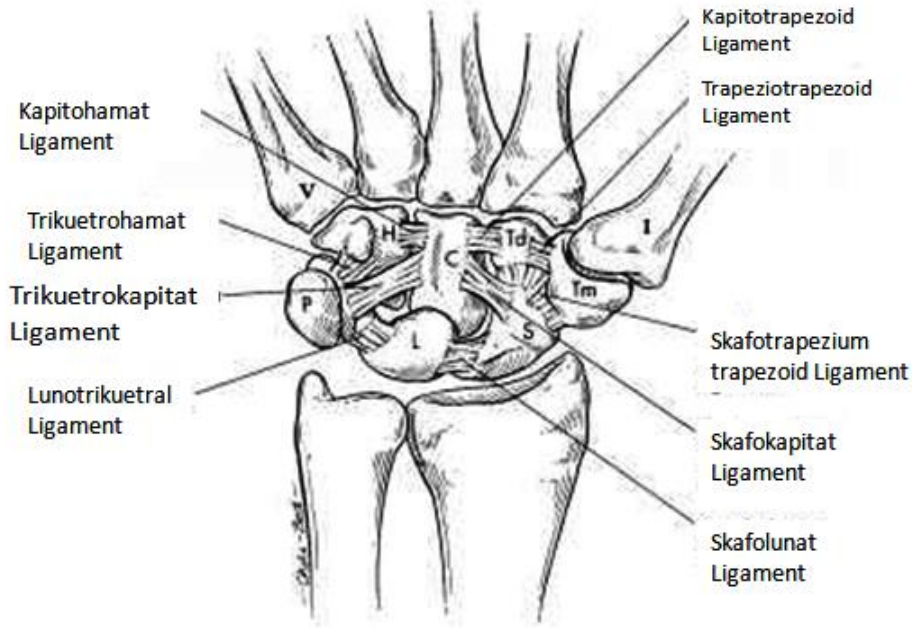
Distal Sıra İnterosseöz Ligamentler

Distal sıra karpal kemiklerin arasında meydana gelen, eklemlerin hem dorsal hem de palmar yüzlerinde yüzeysel interosseöz ligamentler yer alır (Şekil 2.19.). Bu fibriller, semer şeklindedir. Proksimal karpal sıra ligamentlerine göre daha sert ve daha kuvvetlidirler. Bu eklemlerde aynı zamanda derin interosseöz ligamentler de bulunmaktadır (27).



Şekil 2.19. Dorsal Distal ve Proksimal Sıra İnterosseöz Ligamentler (64) (CH: Kapitohamat Ligament, CT: Kapitohamat Ligament, TT: Trapeziotrapezoid Ligament, SL: Skafolunat Ligament, LT: Lunotrikuetral Ligament). Palmar Midkarpal Ligamentler

Midkarpal eklemin palmar yüzünde, iki grup ligament yer alır. Birinci grup, medial komplekstir. Bu kompleks aynı zamanda, arkuat ligamentin ulnar uzantısı veya trikuetrohamatokapitat (TqHK) ligament kompleksi olarak da bilinmektedir. Bu kompleks, trikuetrumun anterolateral yüzü, hamatum ile kapitatumun anterior yüzü arasında yer alır (27, 36) (Şekil 2.20.).



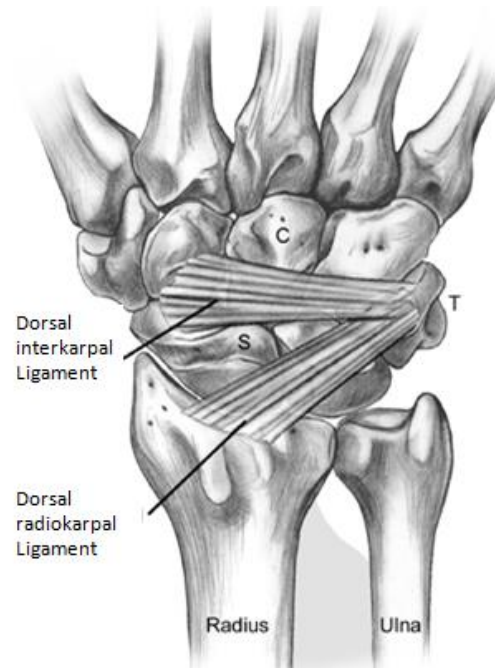
Şekil 2.20. Palmar El bileği Ligamentleri (65) (P: Pisiform, L: Lunatum, S: Skafoideum, Tm: Trapezium, Td: Trapezoideum, C: Kapitatum, H: Hamatum).

İkinci grup ise midkarpal eklemi çaprazlayarak ilerleyen anterolateral ligament kompleksidir. Bu ligament, skafoideumun tüberkülünün medial yüzünden başlar, kapitatumun palmar yüzü ile trapezoideumun anteromedial yüzüne tutunur. Palmar skafokapitotrapezoid (SKTd) ligament olarak bilinen bu yapı, FKU kası tarafından desteklenir. Bu ligament, oblik bir yapıdır. Proksimalde TqHC ligament, distalde kapitatum ile trapezoideum ve trapezoideum ile trapezium arasında, palmar interosseöz ligament yer alır. Yapılan son çalışmalar, bu ligamentin skafoideumun stabilizasyonunda önemli bir rol oynadığını göstermiştir (27, 48).

Dorsal Midkarpal Ligament

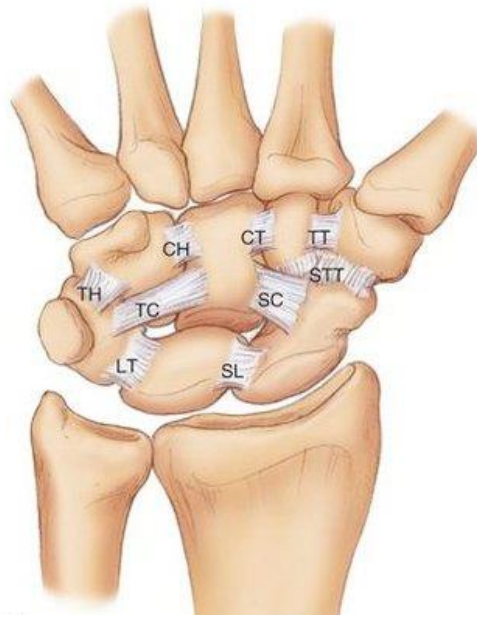
Midkarpal eklemin dorsal yüzünde iki tane ligament bulunmaktadır: Dorsal interkarpal (Dİ) ligament (Şekil 2.21.) ve dorsolateral skafotrapeziotrapezoid (STT) ligamenttir (Şekil 2.22.) (27, 66). Dİ ligament, trikuetrumun dorsal kenarından başlar, dorsal radiokarpal ligamentin fibrilleri ile birbirine karışır. Yerleşimleri mediolateral

yöndedir. Skafokapitotrapezoid seviyesinde, distalde trapezoideumun dorsal yüzüne yapışır. Bu ligamentin daha proksimalde olan fibrilleri (bazı kaynaklar bu fibrilleri skafotrikuetral ligament olarak da belirtmektedir), distal parçasından daha kalın ve daha serttir (27, 37).



Şekil 2.21. Dorsal İnterkarpal Ligament (Dİ) (67), (C: Kapıtatum, S: Skafoideum).

Dorsolateral STT ligament, skafoideum ile trapezoideum arasında yer alan eklemdede önemli bir stabilizatör etkiye sahiptir. Proksimalde skafoideumun tüberkülünün lateral yüzünden orijin alır. Trapeziyumun lateral tüberkülünün distali ile trapezoideumun dorsal yüzüne insersiyo yapar (Şekil 2.21.) (27, 36, 48, 51).



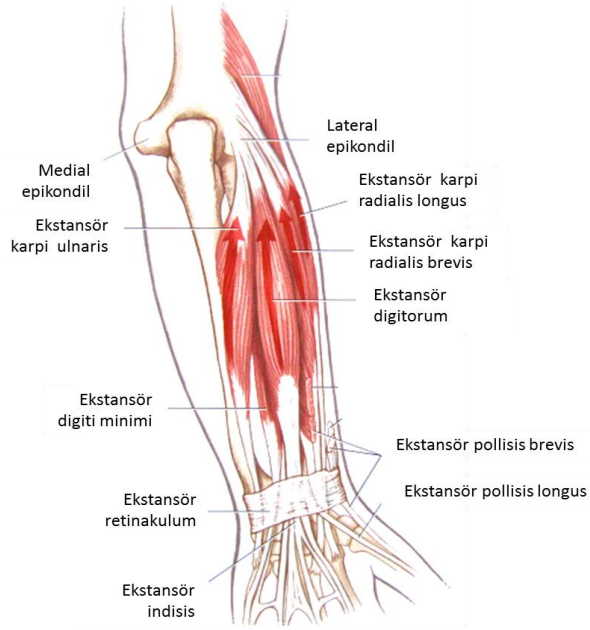
Şekil 2.22. El bileği Ligamentleri Dorsal Görünüm (68) (TH: Trikuetrohamat Ligament, CH: Kapitohamat Ligament, CT: Kapitotrapezoid Ligament, TT: Trapeziotrapezoid Ligament, STT: Skafotrapeziotrapezoid Ligament, SC: Skafokapitat Ligament, TC: Trikuetrokapitat Ligament, LT: Lunotrikuetral Ligament, SL: Skafolunat Ligament).

2.1.4. Kaslar

El bileği ekstansör kasları

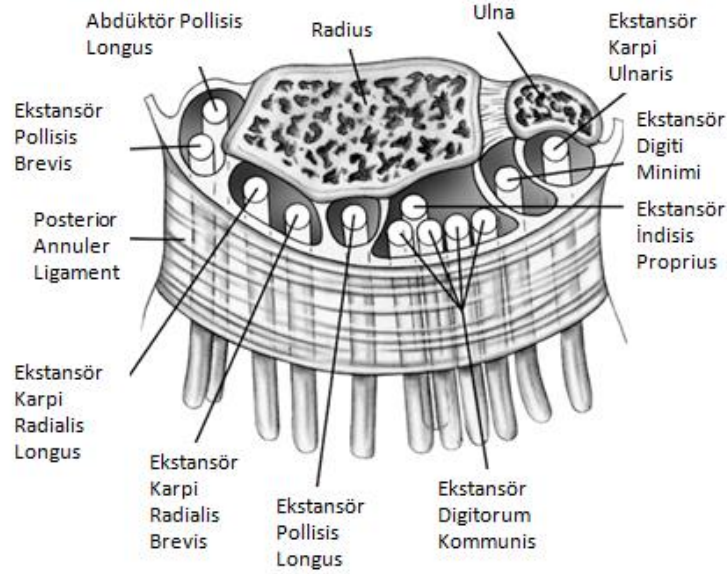
El bileğine ekstansiyon yaptıran üç primer kas bulunmaktadır. Bunlar; ekstansör karpi ulnaris (EKU), ekstansör karpi radialis longus (EKRL) ve ekstansör karpi radialis brevis (EKRB) kaslarıdır. Sekonder el bileği ekstansör kasları ise ekstansör digitorum kommunis (EDK), ekstansör indisis (Eİ), ekstansör digiti minimi (EDM) ve ekstansör pollisis longus (EPL) kaslarıdır (26) (Şekil 2.23.).

Primer el bileği ekstansör kaslarının tutunma noktası, humerusun lateral epikondili ve ulnanın dorsal kenarı üzerinde bulunmaktadır. Distalde, EKRL ve EKRB kasları, yan yana ilerleyerek ikinci ve üçüncü metakarpallerin dorsal basisine yapışır (26). EKU kası açışal bir yol izler, ulnanın başını geçer ve beşinci metakarpalin dorsal basisine yapışır. Böylelikle ulnar deviasyon hareketine katkısında artış meydana gelir. EKU kası aynı zamanda, TFKK'nın stabilitesine katkıda bulunur ve anatomik olarak ekstansör retinakulum ile ilişkidir (69) (Şekil.2.23.).



Şekil 2.23. Önkol Ekstansör Kasları (70).

Bu kasların tendonları, ekstansör retinakulum tarafından korunarak el bileği eklemine dorsal ve dorsoradialden çaprazlayarak geçer. Ekstansör retinakulum ile el bileğinin dorsal yüzü arasında altı tane fibro-osseöz tünel bulunur (Şekil 2.24.). Bu tüneller tendonlara sinovyal birer kılıf olur. Ekstansör retinakulum ve ilişkili tendonlar dorsal kapsüler ligamentleri destekleyerek el bileğini dorsal yönden stabilize eder (26). Bu kılıfların, özellikle EKU tendon kılıfının, tendon subluksasyonlarına engel olması bakımından önemli olduğu belirtilmektedir (69).



Şekil.2.24. El bileğinin Dorsal Kompartmanı (71).

El bileği ekstansörlerinin temel görevi, parmak hareketlerini de içeren el aktiviteleri sırasında, el bileğinin pozisyon ve stabilizasyonunu sağlamaktır. Ekstansör kaslar, yumruk yapma hareketi sırasında da rol oynamaktadır. Özellikle, elin hızlı bir şekilde yumruk yapıp açılabilmesi için el bileği ekstansörleri arasında önemli derecede senkronizasyon gerekmektedir. Ekstrinsik parmak fleksör kasları, (Fleksör Digitorum Profundus kası (FDP) ve Fleksör Digitorum Süperfisialis kası (FDS)), medial - lateral rotasyon ekseninde el bileğini çaprazlayarak geçer. Primer el bileği fleksör kaslarının kontraksiyonuyla, önemli ölçüde fleksör tork meydana gelir ve ekstansör kaslarla arasında denge sağlanmış olur. Bir objenin kuvvetli bir şekilde kavrandığı durumda, el bileği ekstansörleri, el bileğini yaklaşık olarak 35° ekstansiyon ve 5° ulnar deviasyona getirir. Bu pozisyon, parmak ekstrinsik fleksör kasları arasındaki uzunluk ve gerilim ilişkisini optimize eder, böylelikle maksimum kaba kavrama kuvvetinin açığa çıkması sağlanır (26).

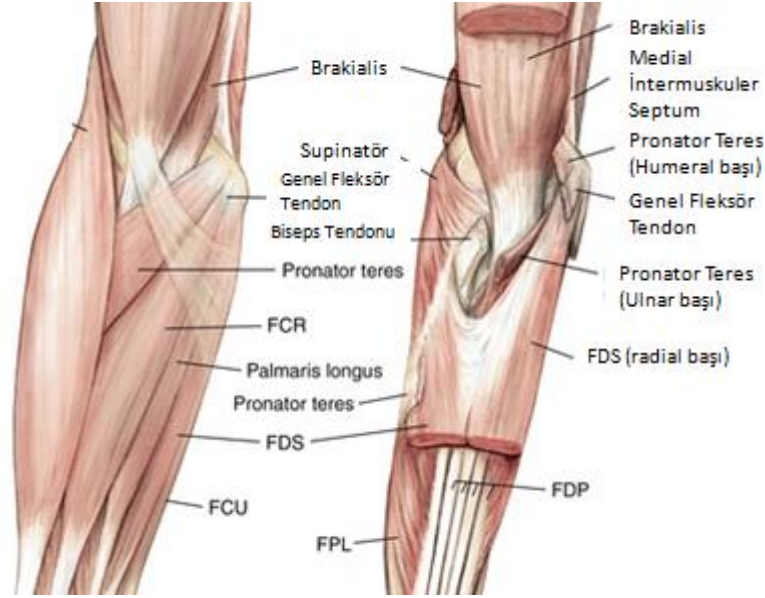
Hafif yumruk yapma aktivitesi sırasında en aktif kas EKRB kasıdır. Kavrama kuvveti arttıkça EKV, hemen arkasından da EKRL devreye girerek aktif olan EKRB kasına eşlik eder (72). Tekrarlı kuvvet gerektiren kavrama hareketlerinde (çekiç kullanmak veya tenis oynamak gibi), el bileği ekstansör kaslarının özellikle EKRB kasının aşırı yüklenmesiyle sonuçlanır. Lateral epikondilit (tenisçi dirseği), el bileği

ekstansör kaslarının proksimal tutunma alanında çoğunlukla tekrarlayıcı aktiviteler sonucu gelişen bir durumdur (73).

Günlük yaşamda, ağır bir objeyi tutup kaldırmak gibi yaptığımız pek çok aktivite, kuvvetli kavramayı gerektirir. Bu aktiviteler, el bileğinde büyük bir izometrik fleksör tork açığa çıkarır. El bileği ekstansörlerinin koaktivasyonu, genellikle parmak fleksörleri aktif iken el bileğinin tam olarak ekstansiyona gelmesi ile sağlanmaktadır (26). Kavrama kuvveti, el bileği fleksiyona gittikçe önemli ölçüde azalır. Kavrama kuvvetinin azalmasına neden olan iki faktör vardır. Birincisi, parmak fleksörleri kısalmış pozisyonda olduğu için yeterli kuvvet meydana getiremez. İkinci olarak, parmak ekstansörlerinin özellikle ekstansör digitorum communis kasının (EDK) aşırı gerilimi ile parmaklarda pasif bir ekstansör tork meydana gelir. Ekstansör tork ise kavrama kuvvetinin azalmasına neden olur. Kavrama sırasında el bileği ekstansörleri parmak fleksörlerinden neredeyse üç kat daha fazla stabilizasyona katkı sağlamaktadır (26).

El bileği fleksör kasları

Primer el bileği fleksörleri, Fleksör Karpi Radialis (FKR), Fleksör Karpi Ulnaris (FKU) ve Palmaris Longus (PL) kaslarıdır (Şekil 2.25.). PL kası, genel popülasyonun % 10'unda bulunmamaktadır. Bu kasların tendonları el bileğinin palmar yüzünün distalinde, özellikle kuvvetli izometrik aktivasyon sırasında kolaylıkla palpe edilebilir. Palmar karpal ligament (fleksör retinakulum), transvers karpal ligamentin proksimalinde yer alır ve el bileği fleksörlerinin stabilizasyonunda rol oynamaktadır (26).



Şekil 2.25. El bileği fleksör kasları (74).

Sekonder el bileği fleksörleri, (Fleksör Digitorum Profundus kası (FDP), Fleksör Digitorum Süperfisialis kası (FDS) ve Fleksör Pollisis Longus kası (FPL)'dır. El bileği nötral pozisyonda iken, Abduktör Pollisis Longus kası (APL) ve Ekstansör Pollisis Brevis kası (EPB) el bileği fleksiyonu için ön kolda az oranda moment meydana getirir (26). Primer el bileği fleksör kaslarının proksimal tutunma alanları, humerusun medial epikondilinin hemen yanında ve ulnanın dorsal kenarında yer almaktadır. Kaslar, genellikle bölümlere ayrılmış tüneller sayesinde el bileği eklemi çaprazlar. Ancak FKR kasının tendonu, el bileğini karpal tünelde çaprazlamaz. FKR kasının tendonu genellikle ikinci metakarpalin basisinin palmarına, bazen de ikinci metakarpalle birlikte üçüncü metakarpalin basisinin palmarına tutunur. PL kası distalde, elin palmarında yer alan kalın aponöroza oldukça geniş bir şekilde tutunmaktadır. FKU kasının tendonu, distalde pisiform kemiğe ve beşinci metakarpalin palmar yüzüne yapışır (26).

FKU kasının, primer el bileği fleksörleri arasında en büyük fleksör momenti oluşturan kas olduğu bilinmektedir (26). Aktif el bileği fleksiyonu sırasında primer el bileği fleksörlerine ek olarak, EKV kasının da elektromiyografik (EMG) aktivitesinin önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir (75). FKR kasının, skafoidumun dinamik bir stabilizatörü olduğu bilinmektedir (18). FKR kasının tendon kılıfı ile ligamentlerin palmar ve ulnar yüzde tutundukları skafoidumun tüberkülü yakın ilişki içerisinde.

Ayrıca, FKR kasının el bileği hareketleri sırasında "dinamik" stabilizatör görevi olduğu gösterilmiştir. FKR kasının tendonu, skafoideumun distal kutbunu bir makara gibi kullanarak kasın mekanik avantajını arttırmaktadır (29). Skafoideumun tüberkülünün açısı nedeniyle, FKR kasının kontraksiyonu ile ekstansiyon pozisyonunda olan skafoideum fleksiyon pozisyonuna gelmektedir (76).

FKR ve FKU kasları, el bileği fleksiyon hareketi sırasında sinerji içerisinde çalışmaktadır. Radial ve ulnar deviasyon hareketleri sırasında ise birbirine zıt yönde hareket sağlamaktadırlar. Bu iki kasın aktivasyon seviyeleri göz önünde bulundurulduğunda, el bileği fleksiyon pozisyonunda iken farklı açılarda radial ve ulnar deviasyon meydana gelmektedir (26).

El bileğinin radial deviasyon hareketine katkı veren kaslar EKRL ve EKRB, EPL, EPB, FKR, APL ve FPL kaslarıdır. EKRL kasının enine kesit alanının büyük olması nedeniyle radial deviasyon torkunda büyük etkiye sahiptir. EKRL kasını takiben APL ve EKRB kasları izlemektedir. EPB kası, radial deviasyon hareketi sırasında büyük bir moment kolu olmasına rağmen enine kesit alanının küçük olması nedeniyle meydana getirdiği tork daha azdır. APL ve EPB kasları, radial kollateral ligament boyunca el bileğini radial taraftan destekleyerek el bileği stabilitesine önemli katkı sağlamaktadır. El bileğine radial deviasyon yaptıran kaslar, ulnar deviasyon yaptıran kaslardan % 15 daha büyük bir izometrik tork meydana getirmektedir (77).

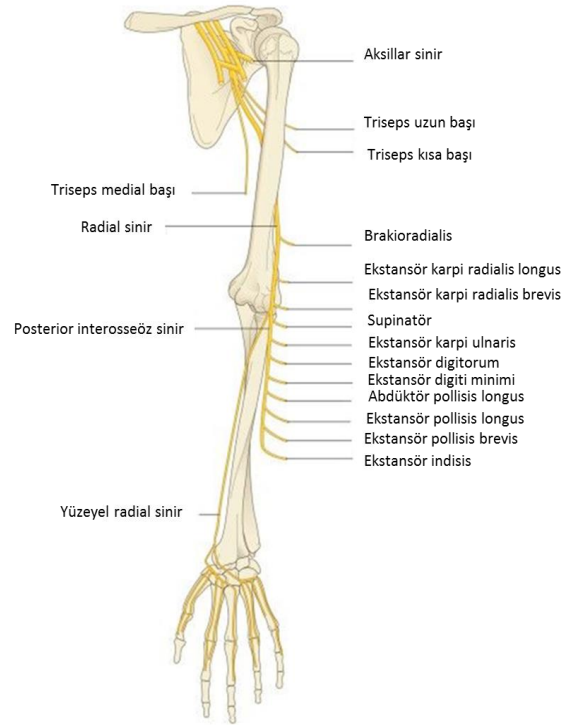
El bileğinin primer ulnar deviatörleri, FKU ve EKV kaslarıdır. Ulnar deviasyon hareketi sırasında bu kaslar sinerjik olarak çalışır. Ayrıca, el bileği ekstansiyon pozisyonunda iken el bileğinin stabilizasyonuna katkı sağlamaktadırlar. (26).

2.1.5. El Bileğinin İnervasyonu

El ve el bileğinin duyuşal ve motor inervasyonu median, radial ve ulnar sinirler ve onların dalları tarafından sağlanır (38). Radiokarpal ve midkarpal eklemler C6-7'den köklerini alan median ve radial sinirden inerve olurlar. Midkarpal eklem aynı zamanda C8 kökünden orijin alan ulnar sinirle de inerve olur (26).

Radial Sinir

Radial sinir, brakiyal pleksusun posteriorundan orijin alır (38) (Şekil 2.26.). Humerus çevresindeki seyri boyunca radial sinir ile humerus arasında 1-1,5 cm kalınlığında triceps ve/veya brakialis kaslarının lifleri yer almaktadır (38).

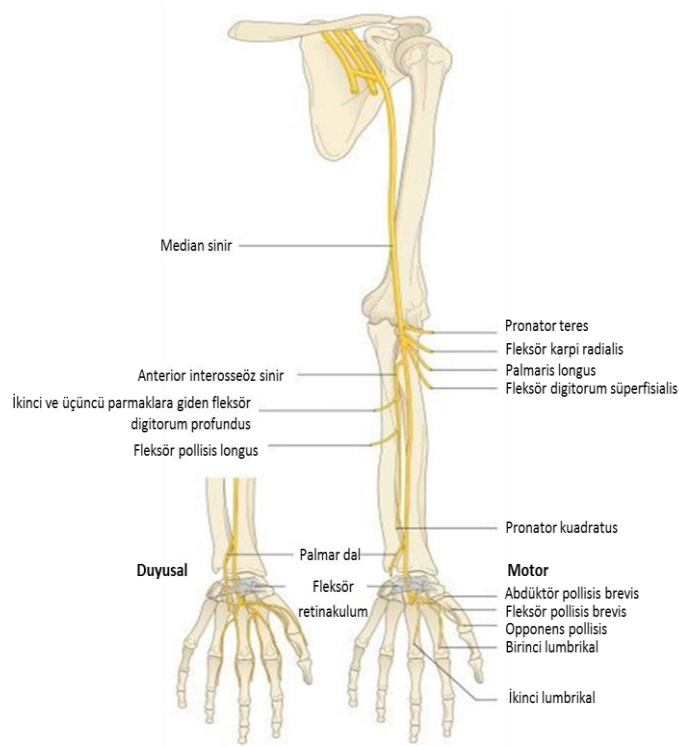


Şekil 2.26. Radial sinirin brakiyal pleksustan parmak ucuna kadar izlediği yol (78).

Radial sinir, lateral epikondilin 10 cm proksimalinden geçer ve suprakondiler kenardan anteriora döner (79, 80). Radial sinir, posterior interosseos sinir (*Posterior Interosseos Nerve, PİN*) ve duyu dalı olarak ayrılmadan önce ankoneus, brakioradialis ve EKRL kaslarını inerve eder. Radial duyu siniri, distalde ve derinde brakioradialis kası boyunca radial stiloidin proksimal ucundan 4 cm uzağa kadar devam eder. Burada sinir yüzeyleşir ve EKR kası ile brakioradialis kasları arasından geçer. Radial sinirin duyu dalı distalde, başparmağın dorsumunun ve dorsal radial web aralığının duyusunu alır. Radial sinirin motor dalı olan PİN ise supinatör kasın proksimalinden derin fasyaya doğru ilerler ve bu seviyede supinatör kası inerve eder. Sonrasında ise ön kolün tüm ekstansör kaslarının inervasyonunu sağlar (38).

Median Sinir

Median sinir, brakiyal pleksusun hem medial hem de lateralinden orijin alır ve brakiyal arterle birlikte önkola doğru ilerler (Şekil 2.27.). Önkolda pronator teres (PT) kasının iki başı arasından geçer (38).



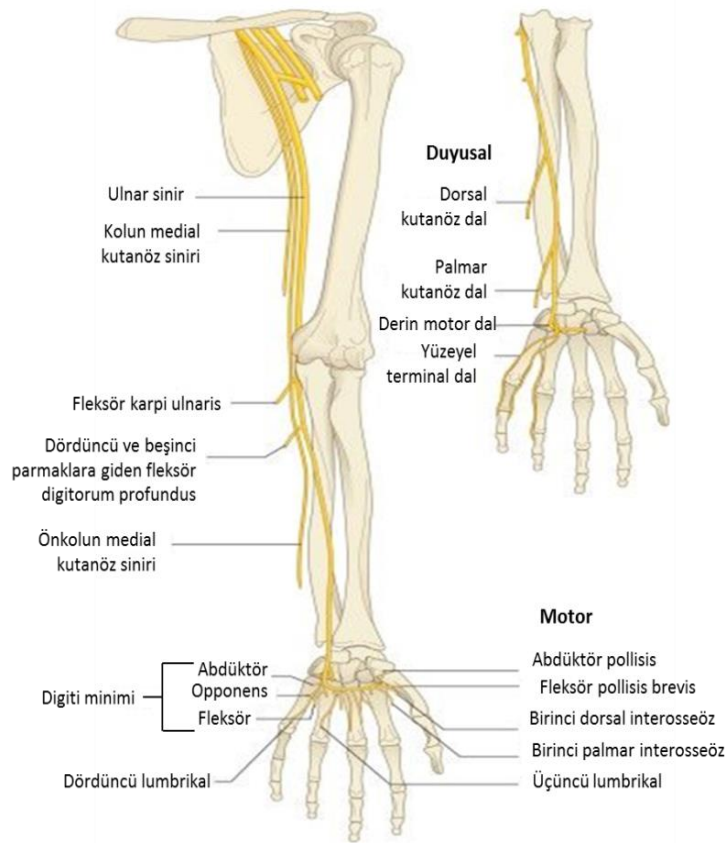
Şekil 2.27. Median sinirin brakiyal pleksustan parmak ucuna kadar izlediği yol (78).

Median sinir, PT kası seviyesinde Anterior İnterosseöz Sinir (*Anterior Interosseos Nerve, AIN*) dalını verir. İkinci ve üçüncü FDP, FPL, ve pronator quadratus (PQ) kaslarını inerve eder (38). Önkolun volarında bulunan tüm fleksör kaslar (dördüncü ve beşinci parmağın FDP kası ve FKU kası hariç) median sinir tarafından inerve edilir. Sinir distalde FDS ve FDP kasları arasında devam eder. El bileği fleksiyon çizgisinin 5 cm proksimalinde palmar kutanöz dal, median sinirin radial kısmından çıkar ve PL ile FKR kasları arasından geçerek tenar kabarıntıyı inerve eder (38). Transvers karpal ligamentin altından median sinir ele doğru ilerler ve radial tarafa doğru bir motor dal verir. Bu motor dal, abduktör pollicis brevis (APB), opponens pollicis (OP) ve fleksör pollicis brevis (FPB) kasının yüzeysel başını inerve

eder (38). Median sinir, beşinci ve dördüncü parmak ile üçüncü parmağın radial yarısını distal interfalangeal eklemden (DİF) parmak ucuna kadar olan kısmının duyuşal inervasyonundan sorumludur (38)

Ulnar Sinir

Ulnar sinir, C8 ve T1'in sinir köklerinden başlar ve kolun medial kenarı boyunca ilerler (Şekil 2.28.). Dirsek seviyesinde, olekranonun prosesi ile medial epikondil arasında bulunan kübital tünelden geçer (38).



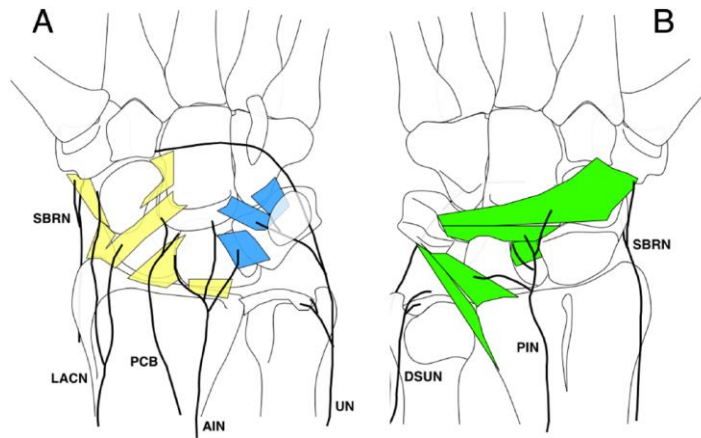
Şekil 2.28. Ulnar sinirin brakiyal pleksustan parmak ucuna kadar izlediği yol (78).

Ulnar sinir, FKU kasının iki başı arasından geçerek önkola girer. FKU ve FDS kasları arasından devam eder. Bu seviyede, FDP kasının dördüncü ve beşinci parmaklara giden motor dalını verir. Ulnar sinir, önkolun distal 1/3'ünde ulnar duyuş sinir dalını verir. Bu dal, dördüncü ve beşinci parmakların duyuşunu alır (38). Sinir, el

bileğine Guyon Kanalı'ndan girer. Ulnar sinirin motor dalı, hipotenar kasları ve tüm interosseal kasları inerve eder. Ulnar sinirin duyu dalı, beşinci parmağın palmarını ve dördüncü parmağın ulnar tarafının duyusunu alır (15, 27).

Karpal Ligamentlerin İnervasyonu

Karpal ligamentlerin inervasyonu; ulnar sinir dorsal kutanöz dalı, medial antebrakiyal kutanöz sinir, ulnar sinirin volar dalı, AİN, PİN ve Median sinirin palmar dalı tarafından sağlanmaktadır (81, 82) (Şekil 2.29.).



Şekil 2.29. El bileği ekleminin inervasyonu ve duyu sonlanmalarının el bileğindeki dağılımı (83). ((A) İnervasyonu az olan radioulnar el bileği ligamentleri (sarı), orta derecede inerve olan ulnovolar el bileği ligamentleri (mavi). (B) Zengin bir inervasyona sahip olan dorsal el bileği ligamentleri (yeşil) SBRN: Radial sinirin yüzeyel duyu dalı; LACN: Lateral antebrakiyal kutanöz sinir; PCB: Median sinirin palmar kutanöz dalı; AIN: Anterior interosseöz sinir; UN: Ulnar sinir; DSUN: Ulnar sinirin dorsal duyu dalı; PIN: Posterior interosseöz sinir).

2.1.6. Karpal Kinematik

El bileği eklemi, fleksiyon-ekstansiyon, radial-ulnar deviasyon olmak üzere iki yönde harekete izin vermektedir. El bileği sirkümdükiyon hareketi ise, bu hareketlerin kombinasyonu ile meydana gelir. Birçok günlük yaşam aktivitesi, 45^0 sagital düzlem hareketi ($5-10^0$ fleksiyon, $30-35^0$ ekstansiyon), 20^0 frontal düzlem hareketi (15^0 ulnar deviasyon, 10^0 radial deviasyon) gerektirir. El bileği ekstansiyon ve ulnar deviasyon hareketleri, özellikle kavrama ve bırakma aktivitelerinin yapılmasında önemlidir. Bu nedenle el bileğinin cerrahi füzyonunda, el bileği yaklaşık olarak $10-15^0$ ekstansiyon ve 10^0 ulnar deviasyonda pozisyonlanmaktadır (26).

El bileği hareketleri sırasında, radiokarpal ve midkarpal eklemler farklı oranlarda harekete katılırlar. El bileği ekstansiyon hareketinde % 59 oranında radiokarpal, % 41 oranında midkarpal eklem harekete katılırken, fleksiyon hareketi sırasında % 40 oranında radiokarpal eklem, % 60 oranında ise midkarpal eklem katılımı olur. Radial/ulnar deviasyon hareketi sırasında ise midkarpal eklem harekete katkısı % 60-80 oranındadır (84). Hareketler sırasında distal karpal sıra proksimal sıraya göre daha rijittir ve tek bir fonksiyonel ünite gibi hareket etmektedir. Distal sıradaki kemikleri destekleyen güçlü ve sert ligamentler, distal sırayı rijit bir hale getirerek metakarpofalangeal (MKF) eklem hareketlerinin yapılması için stabil bir ortam sağlar. Proksimal sıra, distal sıraya göre daha gevşek bağlantılıdır. Bu nedenle, proksimal karpal sıra kemikleri arasında önemli ölçüde hareket meydana gelmektedir (66).

Sagital düzlem hareketleri (fleksiyon-ekstansiyon) için santral kolon önem taşır. Santral kolon, radius-lunatum-kapitatum-üçüncü metakarpal kemik arasındaki eklemleri içermektedir. Radius-lunatum arasında radiokarpal eklem, lunatum-kapitatum arasında midkarpal eklem, kapitatum-üçüncü metakarpal kemik arasında ise karpometakarpal (KMK) eklem yer alır (26).

El bileğinin ekstansiyon hareketi, radiokarpal ve midkarpal eklemlerin konveks-konkav ilişkisinin senkronize hareketiyle meydana gelir. Ekstansiyon hareketi sırasında, lunatumun konveks yüzeyi dorsalde radius üzerinde yuvarlanır. Midkarpal eklemden ise, kapitatumun başı lunatum üzerinde dorsale doğru kayar. Her iki eklemden hareketler yaklaşık olarak 60^0 'lik el bileği ekstansiyonu sağlar. Bir

harekete iki eklem birinden katılmasının avantajı, her bir eklemdaki rotasyon miktarının azalmasını sağlamaktır (26).

El bileğinin ekstansiyondaki yüklenmelerinde, yük ilk olarak, el bileğinin distaline aktarılır, sonrasında ise proksimal karpal sıra vasıtasıyla önkola aktarılır. Palmarda, kapitoamat ve skafokapitat ligamentlerin gerilimi, fleksör retinakulumun geriliminin artmasıyla birlikte artar. Kapitatum ve karpal ligamentler el bileği hareketleri sırasında yük aktarımında anahtar rol oynamaktadır (85). Yüklenme ile birlikte skafoideum, vertikal düzlemde radiale doğru dönerken, skafoideumun proksimal parçası radius ile kapitatum arasında stabilize olmaktadır. Kapitatum ile lunatum arasında bir ligament bulunmadığı için ekstansiyondaki lunatum kapitatumu volara doğru iter (85). Trikuetrum ise lunatumu takip etmektedir. Lunatum ve trikuetrum nötral pozisyonda, distal karpal sıra ile radiusa yük aktarabilecek kadar stabil değildir. Dolayısıyla belirli pozisyonlarda skafoideuma daha fazla yük binmektedir (85). El bileği ekstansiyon pozisyonunda iken yük aktarımlarının araştırıldığı bir çalışmada, distal karpal sıradan gelen kuvvetin skafoideumun iki bölümü üzerine odaklandığı, bunlardan bir tanesinin proksimal kutbu, bir diğerinin ise distal kutbu olduğu belirtilmektedir (85).

İnterkarpal ligamentlerin proksimal karpal sırayla ilişkisi düşünüldüğünde, volar LT ligamentin gerilimi, el bileği ekstansiyonu sırasında önemli ölçüde artmaktadır. Kapitatumdan lunatumun dorsal köşesine doğru iletilen yük, lunatumu volar yönde itmektir. Bu nedenle yüksek enerjili travmalar sonrasında, lunatum kırıklarından çok perilunat dislokasyonlar görülmektedir (86).

Hareketler sırasında skafoideum ile radius arasındaki artrokinematik, lunatum ile radius arasındaki ilişkiye benzemektedir. Ancak skafoideum ve lunatumun farklı büyüklük ve eğriliği olması nedeniyle iki kemik radius üzerinde el bileği hareketleri sırasında farklı hızlarda hareket eder. Bu farklılık ise, hareketin sonunda skafoideum ve lunatum arasında bir miktar yer değiştirmeye neden olmaktadır. Normal bir el bileğinde meydana gelen yer değiştirme, ligamentler tarafından özellikle de SLİL tarafından kontrol edilmekte ve en aza indirilmektedir. Travma, romatoid artrit veya gangliyon kisti gibi nedenlerle bu ligamentin hasar görmesi sonucu skafolunat eklem instabilitesi meydana gelmektedir. İnstabilite problemleri ise karpal kinematığı

değiştireceği için ileri dönemlerde farklı el bileği problemlerine neden olabilmektedir (26).

El bileği fleksiyonunun artrokinematığı, ekstansiyon hareketine benzemektedir. El bileği fleksiyona hareket ederken, lunatum radius üzerinde rotasyonel bir hareket yaparak dorsale doğru kayar. Lunatumun üzerinde yer alan kapitatum da lunatum ile benzer bir davranış sergiler. Midkarpal eklemdaki bu hareket, radiokarpal eklemden çok daha azdır. El bileği eklemi tam fleksiyon pozisyonunda stabil değildir (26).

Radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin artrokinematığı, fleksiyon-ekstansiyon hareketlerinden daha komplikedir. Ulnar deviasyon hareketi sırasında radiokarpal ve midkarpal eklemler, el bileği hareketlerine eşit oranda katılırken, radial deviasyon hareketi daha çok midkarpal eklemden meydana gelir (26). Ulnar deviasyon hareketi sırasında proksimal karpal sıra ekstansiyona gider. Skafoideum, lunatum ve trikuetrum ulnara doğru yuvarlanma hareketi ile radiale doğru kayar. Midkarpal eklemden ulnar deviasyon, primer olarak kapitatumun ulnara doğru yuvarlanması ve radiale doğru kayması şeklinde görülür. Ulnar deviasyonun son noktalarında, trikuetrum artiküler disk ile temas eder. Hamatumun trikuetruma doğru kompresyon kuvveti, proksimal karpal kemikleri radiusun stiloid çıkıntısına doğru iter. Bu kompresyon kuvveti, el bileğinin güçlü kavrama kuvveti gerektiren aktivitelerinde stabilizasyonuna yardım eder. Radial deviasyonun son noktasında ise hamatum ve trikuetrum birbirinden ayrılır (26).

Radial deviasyon hareketi sırasında, radiokarpal eklem sınırlı oranda harekete katılır. Bu nedenle, radial deviasyon hareketinin büyük bir kısmı midkarpal eklemden yapılır. Radial deviasyon sırasında, proksimal karpal sıra fleksiyona gider. Radial deviasyonun son noktasında ise hamatum ve trikuetrum birbirinden ayrılır (26). Radial deviasyon sırasında, trapezium ile radial stiloid arasındaki mesafe kısalmış, ulnar deviasyonda artar. Radial deviasyon sırasında skafoideum lunatum fossaya doğru, ulnar deviasyon sırasında ise lunatum skafoideum fossaya doğru kayar. Radial deviasyon sırasında, trapeziumun kompresyonuyla skafoideum fleksiyona gider, ulnar deviasyon sırasında ise ekstansiyona gitmektedir. Trikuetrum, pasif olarak skafoideum ve lunatumu takip eder (26).

El bileği nötral pozisyonda iken kompresif kuvvetler elden önkola doğru uygun şekilde dağıtılır. Aksiyel yüklenme sırasında, ulnokarpal ekleme yükün % 20'si iletilirken, radiokarpal ekleme % 80 oranında yük binmektedir (40). Midkarpal eklemin daha proksimalinde skafoidde yapılan yük aktarımı % 40, kapitoamat bloğa aktarılan yük ise % 60 oranındadır (87). Midkarpal ekleme ulnar taraftan bir yüklenme olduğunda kapitoamat blok lunotrikuetral bloğun distal yüzüne radialden kayar. Radiokapitat ligament gerilimi azalırken kapitotrikuetral ligament gerilimi artar. Radiokapitat ligamentin gevşemesiyle, skafoidumun fleksiyonu ve kapitotrikuetral ligament geriliminin artmasıyla lunatotrikuetral ekstansiyon artar. Karpal ligamentlerin farklı gerilimleri, transkarpal ligamentler tarafından uygulanan kuvvetler yoluyla meydana gelir. El bileği hareketleri, aynı zamanda, interligamentöz gerilimleri de etkilemektedir (76).

2.2. Karpal İnstabiliteler

2.2.1. Karpal instabilite patogenezi

Karpal ligamentlerin yaralanması durumunda, karpal kemikler arasındaki normal dizilim bozularak karpal instabiliteler gelişebilmektedir (88). Karpal yaralanmalar, el bileğinin 95⁰'nin üzerindeki hiperekstansiyon kuvveti ile meydana gelmektedir. Ayrıca, ekstansiyon, ulnar deviasyon ve karpal supinasyon hareketlerinin bir arada görülmesi ile skafoid kırığı ve progresif perilunar instabilite meydana gelebilmektedir (14).

Karpal instabilitenin insidansı, diğer yaralanmalarla birlikte görülmesi nedeniyle açık değildir (89). Dobyns ve ark. (1), karpal yaralanmaların %10'unun instabiliteyle sonuçlandığını belirtmişlerdir. Distal radius kırıklarının araştırıldığı bir çalışmada ise hastaların %30,6'sında radyolojik olarak karpal instabilite bulgusu saptanmıştır (90). Jones ve ark. (91) 1988'de yaptıkları çalışmada, el bileği yaralanması olan 100 hastadan 19'unda skafolunat aralıkta genişleme olduğu ve bunların içinden 5 tanesinde skafolunat instabilite olduğu belirtilmiştir.

Karpal instabiliteler, günlük yaşam aktiviteleri sırasında, el bileği üzerindeki kuvvetlerin statik ve dinamik dengesinin bozulması veya karpal kemikler ve/veya ligamentlerin lezyonları sonucu meydana gelmektedir (28, 92). El bileğinin kompleks

anatomi, biyomekanik ve kinematik özellikleri nedeniyle instabilite patogenezi tam olarak açıklamak oldukça zordur (66).

2.2.2. Karpal instabilite sınıflaması

Karpal dizilimde bozulma olması, yüklenmeye uygun cevabın verilememesi veya yük aktarımı sırasında normal karpal kinematiğin gerçekleştirilememesi durumlarında karpal instabiliteden bahsedilmektedir (28). Yüklenme sırasındaki normal karpal kinematik, el bileği ligament sisteminin bütünlüğüne bağlıdır. İntrinsik ve ekstrinsik ligamentlerin hasarına göre farklı instabilite paternleri gelişmektedir. Karpal instabilitenin sınıflandırmasında radyolojik, klinik ve anatomik bulguların göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmiştir (93).

Karpal instabilite, Taleisnik tarafından, statik ve dinamik olmak üzere 2'ye ayrılmıştır (47). Statik instabilite, karpal kemiklerin standart anterior-posterior (AP) ve lateral radyografilerinde saptanabilmektedir. Dinamik instabilite, fiziksel hareket/manevralar sırasında ve/veya stres ile karpal sırada meydana gelen dizilim bozukluğu ile tanımlanmaktadır. Dinamik instabilite, standart görüntüleme yöntemleriyle saptanamamaktadır (6).

Mayo klinik sınıflamasına göre instabilite 4 kategoriye ayrılmaktadır: (93)

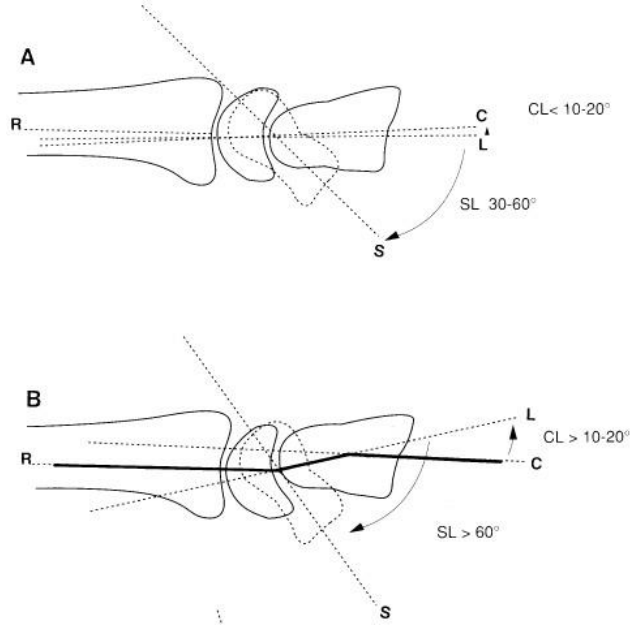
1. Disosiyatif karpal instabilite
2. Non-disosiyatif karpal instabilite
3. Kombine karpal instabilite
4. Adaptif instabilite

1. Disosiyatif karpal instabilite; aynı sıra karpal kemikler arasındaki interkarpal ligamentlerin hasarı ile meydana gelen instabilitedir. Lunatum ile skafoideum arasındaki SLİL ya da lunatum ile triquetrum arasındaki lunotriquetral interosseöz ligamentin (LTİL) kopması veya yetmezliği sonucu meydana gelmektedir. SLİL hasarı ile Dorsal İnterkalar Segment İnstabilitesi (DİSİ), LTİL hasarı ile Volar İnterkalar Segment İnstabilitesi (VİSİ) görülmektedir (93).

a. Skafolunat İnstabilite: Navaro konseptinin bir modifikasyonu olan Taleisnik'in longitudinal kolon konsepti, el bileğinin kollaps deformitelerini açıklamaktadır (89). Yüklenme altında, skafoideum fleksiyona, lunatum ise ekstansiyona gitme eğilimindedir. Skafoideum ve lunatumun bu farklı hareket

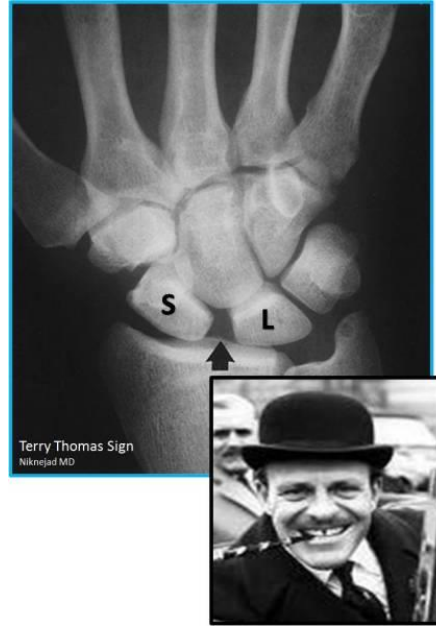
paternleri, SLİL'te depolanmış yüksek oranda potansiyel enerjiye neden olmaktadır. SLİL hasar gördüğü zaman, depolanmış enerji nedeniyle skafoideum ve lunatum, zıt yönlere doğru hareket etme eğilimi gösterir. Bu instabilite paterni, DİSİ olarak tanımlanmaktadır (89) (Şekil 2.30.).

Skafolunat instabilite, en sık görülen karpal instabilitedir. Ekstansiyon ve ulnar deviasyondaki el üzerine düşme sonucu meydana gelmektedir. İnstabiliteye neden olan faktörler arasında SLİL rüptürü, skafoideumun stabil olmayan kırığı ve Kienböck hastalığı yer almaktadır. Lateral radyografide skafolunat açının 60^0 'den fazla, kapitolunat açının ise 20^0 'den az olduğu saptanır (93) (Şekil 2.30.). Normal skafolunat açısı $30-60^0$ arasında, kapitolunat açısı ise 20^0 'dir.



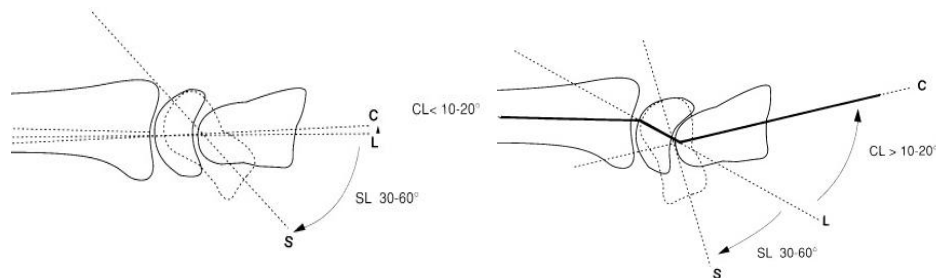
Şekil 2.30. Karpal kemiklerin açılarının hesaplanması (94).

AP grafide ise el yumruk pozisyonunda iken, skafolunat aralığının 3 mm'den daha fazla (Terry Thomas işareti) olduğu görülebilir (93) (Şekil 2.31).

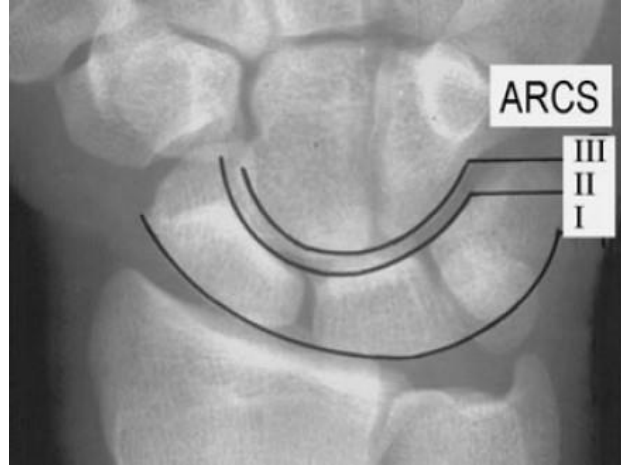


Şekil 2.31. Terry Thomas İşareti (95).

b. Lunotrikuetral instabilite: Önkol pronasyon pozisyonunda iken, hipotenar kabartıntının bir yere çarpması sonucu dorsal ulnotrikuetral ligament kompleksi, LTİL ve anterior midkarpal kapsül hasar görebilmektedir. LTİL hasarı sonucu, skafoidumun fleksiyona gitme eğiliminin SLİL aracılığıyla lunatuma iletilmesi ile lunatuma fleksiyon meydana gelir. Bu instabilite paternine VİSİ denir (89). VİSİ paterninde, genellikle lunotrikuetral eklemden hasar meydana gelir. AP grafide, skafoidumun Gilula arkında bozulma (Şekil 2.32.), lateral radyografide kapitolunat açının açının 20° 'den ve skafolunat açının 30° 'den az olduğu saptanır (96). Normal bir Gilula arkı Şekil 2.33. 'te gösterilmektedir.



Şekil 2.32. Karpal kemiklerin açılarının hesaplanması (94).



Şekil 2.33. Normal Gilula Arkı (97).

c. Aksiyel karpal instabilite: Şiddetli travma sonucu, proksimal ve distal karpal sıra kemiklerin dislokasyonu veya kırığına bağlı olarak gelişen bir durumdur (93).

2. Disosiyatif Olmayan Karpal İnstabilite: Proksimal ile distal karpal sıra ya da proksimal karpal sıra ile radius/ulna arasındaki ligamentlerin hasarı sonucu meydana gelir. Skafoideum, lunatum ve trikuetrum arasındaki ilişki normaldir. Proksimal ve distal karpal sıra arasında midkarpal, kapitolunat veya trikuetrohamat instabilite paterni gelişebilir. Radyografik değerlendirmede, lunatumun, radiusun lunat fossasından ulnara doğru kaydığı görülür. Distal radiusun yanlış kaynaması bu instabilite paternine sebep olabilmektedir (93).

3. Kombine Karpal İnstabilite: Disosiyatif ve disosiyatif olmayan karpal instabilite paternlerinin birlikte görüldüğü instabilitelerdir. Hem ekstrinsik hem de intrinsik bağ yaralanması vardır. Yüksek enerjili ekstansiyon ve fleksiyon yaralanmaları sonrasında meydana gelir. Kapitat, lunatum üzerinde tamamen dorsale doğru disloke olur. Özellikle perilunat ve lunat dislokasyonlarda görülmekle birlikte, en sık görülen çeşidi perilunat dislokasyondur. Mayfield, perilunat instabiliteyi radialden ulnara doğru dört şekilde sınıflandırmıştır:

- Skafolunat instabilite,
- Skafolunat ve kapitolunat instabilite,
- Skafolunat, kapitolunat ve lunotrikuetral instabilite,
- Volara doğru lunatumun tam dislokasyonu (98).

4. Adaptif Karpal Yaralanma: Distal radiusun yanlış kaynama veya kaynamama problemleri gibi ekstrinsik faktörlere bağlı olarak meydana gelir. Proksimal karpal sıra dizilimi etkilenmektedir. Bu değişikliklere bağlı olarak, midkarpal ve radiokarpal instabilite paternleri gelişebilmektedir (99).

El bileğinin kronik instabilitelerine farklı karpal problemler eşlik edebilir. Karpal kemiklerde avasküler nekroz gelişebilir. Genellikle lunatumda Kienböck hastalığı veya skafoidumda Preiser hastalığı görülmektedir. İleri dönemde ise skafoidumun kollapsı (*Scaphoid Non-union Advanced Collapse, SNAC* veya *Scapholunate Advanced Collapse, SLAC*) eşlik edebilmektedir (93).

2.2.3. Karpal instabilitelerin değerlendirilmesi

Karpal instabilite problemlerinde kapsamlı bir değerlendirmenin anahtar noktası iyi bir fizik muayenedir. Muayene esnasında el bileğini oluşturan tüm kemikler ve ligamentler göz önünde bulundurulur. İntrinsik ve ekstrinsik ligamentlerin provokatif testleri yapılır ve ilgili eklemler ve karpal kemikler iyi bir şekilde palpe edilir (66, 100).

Radyolojik değerlendirme, fiziksel muayenenin olmazsa olmaz bir parçasıdır. Bazı durumlarda radyografide kemik dizilimi doğal çıkabilir. Böyle bir durumda *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Carlsen ve Shin (66) 2008'de yaptıkları çalışmalarında, karpal instabilite değerlendirmesinde el bileği artroskopisinin altın standart olduğunu belirtmektedir.

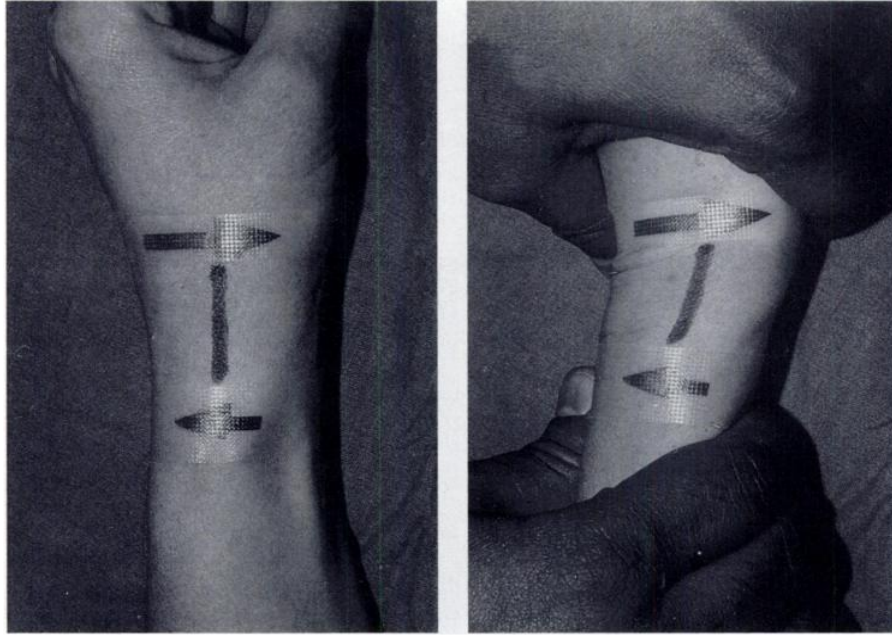
Stabil olmayan bir el bileğinin fizik muayenesinde, aşağıda belirtilen faktörlerin göz önünde bulundurulması önemlidir.

- Yaralanmanın üzerinden geçen zaman; akut (0-3 hafta), subakut (3-8 hafta), kronik (8 haftadan sonra).
- Stabilite durumu; predinamik, dinamik veya statik.
- Etiyoloji
- Anatomik yerleşimi
- İnstabilitenin yönü
- İnstabilite paterni

Klinik Testler

Karpal instabilitenin teşhisinde, hikâye ve fiziksel muayene önemli bir yere sahiptir. Yaralanma mekanizması ve ağrının lokalizasyonu sorgulanır. Şişkinlik ve hassasiyetin yeri, hareket kısıtlılığı ve kuvvet kaybı gibi bulgular etkilenen ve etkilenmeyen tarafta değerlendirilir. Yaralanmadan iki veya üç hafta sonra karpal instabilitelerin standart testleri uygulanabilmektedir.

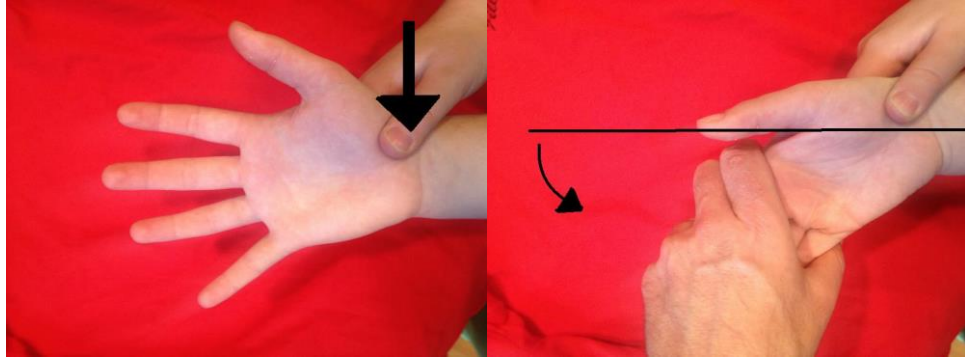
Psödoinstabilite testi, 1990 yılında Kelly ve Stanley adlı iki araştırmacı tarafından bulunmuştur. Karpal kemiklerin doğal paternlerinde kaymasının ortadan kalkması olarak tanımlanmaktadır (101). Normal hareketin olmaması, instabilite durumunda koruyucu bir spazmın varlığını göstermektedir. Bu testte hastanın el bileği ve önkol distali sıkı bir şekilde tutulur. Her iki komponente ters yöne doğru anteroposterior translasyon yaptırılır. İnstabilite paternine bağlı gelişen herhangi bir spazm durumunda el bileğinde doğal bir translasyon görülmez (89) (Şekil 2.34).



Şekil 2.34. Psödoinstabilite testi (89).

Watson testi, 1986 yılında Ryu ve Akelman adlı iki araştırmacı tarafından bulunmuş olup SLİL hasarına bağlı instabiliteyi test etmek için kullanılmaktadır (102). Watson testi, hastanın önkolu masa üzerinde dinlenme pozisyonunda iken yapılır.

Klinisyen elini hastanın elinin üzerine yerleştirir. Bunun amacı, hastaya pasif radial- ulnar deviasyon yaptırabilmektir. Diğer elinin başparmağını, skafoidumun tüberkülünün üzerine yerleştirir. Aynı elin işaret parmağını da skafoidumun tüberkülünün izdüşümüne yerleştirir. Palpasyon sağlandıktan sonra diğer el ile pasif olarak radial ve ulnar deviasyon hareketi yaptırılır. İnstabilite paterni var ise skafoidum dorsale doğru sublükse olur ve ağrı gelişir (100) (Şekil 2.35.).



Şekil 2.35. Watson Testi (103).

Pivot shift testi, 1981 yılında Lichtman tarafından midkarpal instabiliteyi değerlendirmek için tanımlanmıştır. Testte, el bileği ulnar deviasyon, kompresyon ve el bileğinin pronasyonu ile birlikte meydana gelen ağrılı bir klik sesi beklenir (104) (Şekil 2.36.)



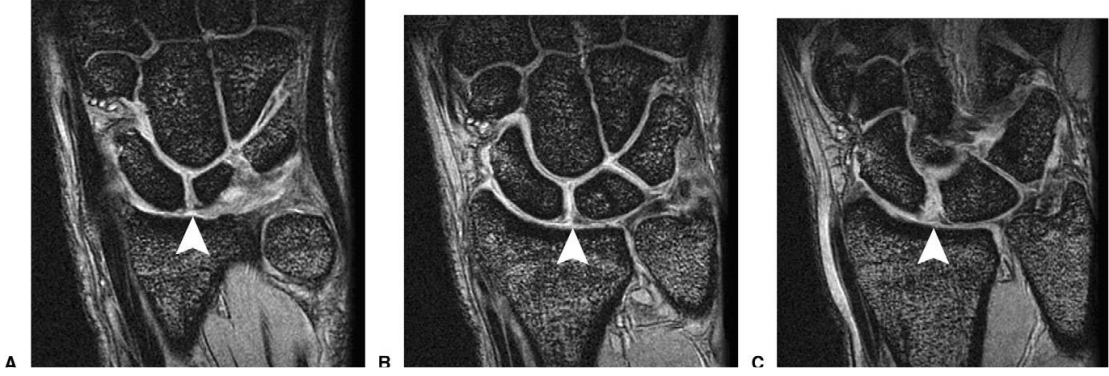
Şekil 2.36. Pivot Shift Test (105).

Görüntüleme Yöntemleri

Karpal instabilitenin teşhisinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri de radyolojik görüntülemedir. Standart AP görüntülemesinde önkol, el ve el bileğine supinasyon pozisyonunda, lateral görüntülemesinde el bileğine nötral fleksiyon/ekstansiyon pozisyonunda bakılır (100). Standart AP görüntülemesinde, statik karpal instabilite görülebilmektedir. Standart AP ve lateral görüntülemeler normale, ancak klinik bulgular karpal instabilite ile örtüşüyorsa el bileğine stres uygulanarak görüntüleme yapılır. Gilula ve Weeks çalışmalarında, skafolunat aralığının sağlıklı el bileklerinde 2 mm olması gerektiğini belirtmektedir (106). AP görüntülemesinde skafoidiumun normal açısı 30-60° aralığında olup ortalama 46°dir. Karpal instabilitede bu açının 70°den fazla olduğu bulunmuştur (100). AP yönde, skafolunat aralığının eni trikuetrolunat aralıktan daha büyük görünmektedir. Gilula ve Week (107) DİSİ paterninde skafolunat açısını 80°den daha büyük olduğunu bulmuştur.

Dinamik karpal instabilitelerde, radyografide herhangi bir açısal değişiklik görülmemektedir (84). Bu nedenle, kemik dokuların değerlendirilmesinin ardından farklı görüntüleme yöntemleri ile yumuşak dokular da değerlendirilir. Midkarpal instabilite durumunda radyografide herhangi bir problem tespit edilemezken sinefluoroskopide proksimal ve distal karpal sıralar arasında ayrılma ile volar kollaps deformitesi görülmektedir (104). Kemikler arası mesafeye bakmak için *Collimator Sintigrafi*, *Ultrason*, *MRI*, *Computed Tomography (CT)* ve üç boyutlu *Conformal Radiotherapy (CRT)* artrografi yöntemleri de kullanılmaktadır (93). Sintigrafi, Preiser, Kienbock ve kapitatumdaki avasküler nekrozu belirlemede etkin bir yöntem iken, kemik tarama karpal instabilite tanı yöntemlerinden biri değildir. CT karmaşık el bileği problemlerini değerlendirmede önemli bir role sahiptir (108).

MRI, görüntüleme yöntemlerinde en büyük potansiyele sahip yöntemdir. Ancak CT gibi sadece statik veri elde edilmektedir (93). MRI, diğer görüntüleme yöntemlerine göre yumuşak dokuyu değerlendirebildiği ve iyonize radyasyon içermediği için daha avantajlıdır. Kontrast madde içermeden yapılan MRI çalışmalarında, el bileğinin statik olduğu nötral pozisyonda ligament problemleri görüntülenebilmektedir. Ancak MRI, bazı SLİL rüptürlerini, LTİL veya TFKK rüptürlerini görüntüleyememektedir (109). Bu görüntülenemeyen ligament rüptürlerinin tanısı için artroskopi kullanılmaktadır (Şekil 2.37.).



Şekil 2.37. SL yırtığı MRI görüntüsü (45). A: SL yırtığının dorsal kısmı, B: SL yırtığının orta kısmı, C: SL yırtığının volar kısmı.

Artroskopi

Karpal instabilitelerin en iyi tanı yöntemi, radiokarpal ve midkarpal eklemlere yapılan artroskopedir. Birçok araştırmacı bu yöntemi önermektedir (101, 110, 111). Artroskopiden elde edilen veriler için Geissler ve ark. (112) tarafından bir sınıflandırma yapılmıştır. Grade 1’de, SLİL’in membranöz kısmında hemoraj görülür ancak skafolunat aralık sağlamdır. Grade 2’de, radiokarpal eklem fibrokartilaj membranında incelme görülür, prop lunatum ile skafoideum arasında girebilir durumdadır. Grade 3’de, radiokarpal ve midkarpal eklem alanlarında lunatum ile skafoideum arasında bir uyumsuzluk gözlenir, prop, lunatum ile skafoideum arasında dönebilir durumdadır. Grade 4’de radiokarpal ve midkarpal eklem alanlarında lunatum ile skafoideum arasında bir uyumsuzluk gözlenir ve instabilite olduğu kaydedilir. Lunatum ile skafoideum arasındaki boşluğun 2.7 mm’den daha büyük olduğu gözlemlenir (100).

2.2.4. Karpal instabilitelerin tedavisi

Skafolunat İnstabilite (DİSİ paterni): Erken teşhis ve tedavi önemlidir. Konservatif tedavide, sekiz haftalık immobilizasyon ve sonrasında fizyoterapi önerilmektedir (47). Erken tanı ile kapalı redüksiyon ve perkutanöz pinleme veya açık redüksiyon ve ligament tamiri yapılabilir (47). Teşhisin üç ay veya daha fazla gecikmesi durumunda hasar gören ligamentin tamiri oldukça zordur. Eğer parsiyel bir rüptür varsa, vakaların % 80’inde hareket genişliği ve kavrama kuvvetinde bir problem görülmesi beklenmez (1).

Parsiyel rüptür belirtisi durumunda ise farklı cerrahi yöntemlere başvurulmaktadır (93). Özellikle kronik SLİL hasarında, ligament tamiri sonuçlarının tatmin edici olmaması ve ameliyat sonrası komplikasyon riskinin fazla olması nedeniyle interkarpal artrodezler tercih edilmektedir. Füzyon sonrasında kavrama kuvveti sonuçları tatmin edici seviyeye ulaşmaktadır. Füzyon ile % 20 oranında fleksiyon-ekstansiyon ve % 30 oranında radial-ulnar deviasyon kaybı beklenmektedir. Skafolunat artrodez, uygulanan cerrahi yöntemler arasında yer almaktadır (113). Skafotrapeziotrapezoid (STT) veya skafokapitat füzyon da tercih edilen yöntemler arasındadır. STT füzyon sonrası fleksiyon/ekstansiyon hareket açıklığının % 80 oranında ve radial/ulnar deviasyon hareket genişliğinin de % 66 oranında başarılı bir şekilde korunduğu belirtilmektedir (114, 115). Skafokapitat artrodez sonrasında ise özellikle radial deviasyon hareketinde ve kaba kavrama kuvvetinde gelişme olduğu ve az sayıdaki hastanın yeniden cerrahiye ihtiyaç duyduğu kaydedilmiştir (116).

Lunotrikuetral İnstabilite (VİSİ): Skafolunat instabiliteden daha az sıklıkta görülen bir problemdir ancak, nadiren de olsa cerrahi tedavi gerektiren bir durumdur. Akut yaralanmalarda immobilizasyon tercih edilirken, kronik durumlarda kapsülodezis, tenodezis ve artrodezis gibi farklı cerrahi yöntemler kullanılmaktadır (117).

Midkarpal İnstabilite

Konservatif tedavi olarak, aktivite modifikasyonu ve splintleme önerilmektedir. Konservatif tedavinin uygulanmadığı durumlarda tercih edilen cerrahi yöntemler içerisinde, yumuşak doku tamiri ve karpal füzyonlar yer almaktadır (118, 119). El bileğinin post-travmatik ulnar translasyonu sonrasında yumuşak doku tamir sonuçları ise başarılı değildir (120).

Fizyoterapi yaklaşımları

Karpal instabiliteler sonrası fizyoterapinin hedefleri arasında fonksiyonel hareket açıklığını kazanmak, hareket sırasında kinetik ve kinematik olarak interkarpal dengenin korunmasını sağlamak ve fonksiyonel düzeyi artırmak yer almaktadır. Aşırı hareketin olumsuz etkileri hakkında hasta eğitimi ve günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştıran ergonomik yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Egzersiz programında,

instabilite gelişimini artırma riski olan pasif egzersizler ve mobilizasyon tekniklerinden kaçınılırken daha çok aktif egzersizlere yer verilmektedir.

Ligament yetmezliği sonrasında, farklı egzersiz yaklaşımları kullanılmaktadır. Eğitim programları hastaya, yaralanmaya ve cerrahiye göre farklılık göstermektedir. Egzersiz programı, planlarken öncelikli hedef ligament hasarı nedeniyle bozulan karpal mekanizmayı kasların dinamik kompresyon etkisiyle optimum düzeyde korumak, böylelikle hareketlerin yapılabilmesi için stabil bir el bileği sağlamaktır (121). Dolayısıyla, rehabilitasyon sürecinde eklem nörömsküler kontrolünün geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda, egzersiz programlarında proprioseptif egzersiz yaklaşımları üzerinde durulmaktadır. Proprioseptif egzersiz programını planlamada, el bileği eklemindeki nörömsküler kontrol mekanizmalarının anlaşılması gerekir. Bu mekanizmaların anlaşılabilmesi için ise el bileği eklemde statik ve dinamik stabilizasyonu sağlayan komponentlerin anlaşılması gerekmektedir.

2.3. El bileği eklemde statik ve dinamik stabilizasyon

Nörömsküler kontrol terimi, motor kontrol ile birlikte kullanılmaktadır. Eklem nörömsküler kontrolü, eklem hareketine istemsiz bir hazırlık yapılması, eklem hareketinin düzgün bir şekilde gerçekleştirilmesinin sağlanması, eklemlerin yüklenmeye karşı korunması ve fonksiyonel eklem stabilitesinin restore edilmesi olarak tanımlanabilir. Tüm motor aktivitelerde nörömsküler kontrol önemlidir. Eklem pozisyonu hakkında bilgi sağlayan propriyoseptif duyu ise nörömsküler kontrol için temel oluşturmaktadır (122).

Efektif bir motor kontrol, vücudun internal ve eksternal çevresinden gelen duyu bilgilerin birbirleri ile ilişkisi sayesinde sağlanır. Amaçlı aktiviteler sırasında eksternal ve internal değişikliklerden gelebilecek bilgiler doğrultusunda motor programlama gerçekleşir. Bu bilgiler, duyu uyarılarının hem geri bildirim hem de ön bildirim sayesinde oluşturulur (123). Propriyoseptif bilginin motor kontrol üzerindeki rolü ikiye ayrılmaktadır. Birinci kategori, eksternal çevre ile ilişkilidir. Motor programlar, eksternal çevrede meydana gelen değişikliklere veya beklenmedik pertürbasyonlara uyum sağlar. Bu bilgi ile birlikte görsel uyarılar da devreye girmektedir (123). İkinci kategori, internal motor komutları düzenlemek ve motor

kontrolü planlamaktır. Motor kontrol sistemi, motor komuttan önce ve komut sırasında eklemlerin pozisyonlarını ve diğer segmentlerle olan kompleks mekanik etkileşimlerini göz önünde bulundurur. Propriyosepsiyon, segmental hareket ve motor kontrol sisteminin pozisyon bilgisi ile sağlanmaktadır (123).

Yapılan çalışmalara göre, eklem stabilitesinin iki şekilde sağlandığı düşünülmektedir: statik ve dinamik stabilite (124). Statik stabilite, eklemi oluşturan kemik yapıların yüzeylerinin birbirleri ile uyum içerisinde olması ve eklem çevresindeki ligamentlerin uygun şekilde fonksiyon görmesi ile sağlanır. Dinamik stabilite ise, eklemi çaprazlayan kasların kasılmasıyla meydana gelen dinamik kompresyon etkisi ile sağlanmaktadır.

2.3.1. El bileği ekleminde statik stabilizasyon

Ligamentlerin yapısal özellikleri

Ligamentler, eklemlerin bütünlüğünü koruyarak eklem stabilizasyonuna katkı sağlamaktadır (11). Statik eklem stabilitesi için eklem yüzlerinin anatomik olarak uygun olması ve ligamentlerin eklem hareketlerini anatomik sınırlar dâhilinde yerine getirecek özelliklerinin olması gerekmektedir.

Ligamentler, yoğun kollajen (%75) ve elastin içeriğine sahiptir. Bu oran değiştikçe, ligamentlerin sertlik dereceleri, dolayısıyla eklemden izin verdikleri hareket açıklıkları değişmektedir (11). Yapılarında %70 oranında su içeriği vardır (11). Ligamentlerin, kemiklere tutundukları yerlerde ise yoğun olarak mekanoreseptörler bulunmaktadır (125). Ligamentlerin geometrik şekilleri ve kemikteki insersiyon yerleri arasındaki ilişki, buldukları eklem olan desteklerini belirlemektedir. Ligamentler, dinlenme sırasında spiral görünümlüdür. Uygulanan germe ile küçük spiral görünümlü fibriller öncelikle düzleşir ve germeye karşı direnç uygulamaya başlar. Ligament boyu uzadıkça fibrillerin tamamı sertleşir (11).

Ligamentler, gerilim veya yüklenme ile fonksiyonel hale gelir. Ligamentlerin gerilime verdikleri yanıtlar; uzunluk-gerim, akma fenomeni ile stres relaksasyonu ve histeresistir (11). Ligamentler, uzun süre gerilim altında kaldıklarında (veya sabit elongasyon olduğunda) stres relaksasyonu fenomeni meydana gelir. Ligament üzerindeki stres arttığında elongasyon meydana gelir. Zaman ilerledikçe, ligament boyunda herhangi bir değişiklik olmayana kadar ligament üzerine binen stres azalır

(11). Elongasyonun yavaşlaması, ligament üzerine binen stresin azalmasıyla ilişkilidir. Ligamentlerin hızlı bir şekilde gerilmesi ligament hasarı veya yırtığına sebep olabilir (11).

El bileği ekleminin artrokinematiği ligamentlerin gerimi ile kontrol edilmektedir. Çift V sisteminde yer alan ligamentlerden her biri el bileği hareketlerinin yönüne göre gerilmektedir. Bu mekanizmada yer alan ligamentler, nötral pozisyonda bir miktar gerim altındadır. Proksimal ters V şeklini oluşturan ligamentler, palmar ulnokarpal ve palmar radiokarpal ligamentlerdir. Ulnar deviasyon sırasında palmar interkarpal ligamentin lateral uzantısı ve palmar ulnokarpal ligamentin gerilmesi ile el bileğinde diagonal yönde pasif bir gerim meydana gelir. Radial deviasyon sırasında ise palmar interkarpal ligamentin medial uzantısı ve palmar ulnokarpal ligamentin gerilmesi ile el bileğinde karşı diagonal yönde pasif gerim meydana gelmektedir (26).

Ligamentlerin nöral özellikleri

El bileği ligamentlerindeki mekanoreseptörlerin ve ligamentomusküler reflekslerin tanımlanması sonrasında propriyosepsiyonun karpal stabilite üzerindeki etkisi üzerinde durulmaktadır (126, 127). Proprioseptif bilgiyi taşıyan mekanoreseptörler, motor kontrolün önemli bir komponentidir. Ligamentler, mekanoreseptörler aracılığıyla eklemlerde meydana gelen basınç, hareket ve hıza karşı verilen duyu yanıtını oluştururlar. Reseptörlerden gelen afferent bilgi spinal kord, beyin sapı ve beyindeki ilgili alanlara iletilmektedir. Elde edilen bilginin hangi bölgeye iletileceğini ise ligamentlerin yapısında bulunan mekanoreseptörlerin tiplerine göre karar verilmektedir (125). Literatürde, el bileği ligamentlerindeki mekanoreseptörlerin varlığını ve tiplerini araştıran çalışmalar bulunmaktadır (11, 13, 19, 83, 125).

El bileği ligamentlerindeki mekanoreseptörler ilk olarak 1997 yılında Petrie ve ark. (128) tarafından tanımlanmıştır. Çalışmada, mekanoreseptif sinir sonlanmaları, volar el bileği ligamentlerinde belirlenmiş ve mekanoreseptörlerin ligamentlerin yapısında 1/3 veya 1/4 oranında yer aldıkları kaydedilmiştir. Hagert ve ark. (129) de el bileği ligamentlerinde bulunan mekanoreseptörlerin özelliklerini araştırmıştır. Çalışmalarında, el bileğinin radial ve ulnar kolonunda yer alan ligamentlerin biyomekaniksel ve nöral yönden farklılık gösterdiği bulunmuştur. Radial kolonda bulunan ligamentlerin (kısa RL, uzun RL, RSC, RS, SC, STT), kollajen lif içeriğinin

fazla olduğunu, bu özelliğin ise el bileğinin radial bölgesine aktarılan aksiyal yüklere karşı koyabilmeyi sağladığı kaydedilmiştir. Ulnar kolonda yer alan dorsal ve triquetral ligamentlerin (DRC, DIC, dorsal SL, Palmar LTq, TqCH) ise duyuşal açıdan önemli oldukları saptanmıştır. Bu ligamentlerin radiokarpal ve midkarpal eklemleri transvers olarak geçerek eklem hareketleri sırasında proprioseptif bilgi sağladıkları belirtilmektedir (129).

El Bileği Ligamentlerinde Bulunan Mekanoreseptörlerin Tipleri

Ruffini Sinir Sonlanmaları

Ruffini sinir sonlanmaları, ilk kez 19. yüzyılda, İtalyan histolojist Angelo Ruffini tarafından tanımlanmıştır. Bu sonlanmaların eş anlamlısı olarak dendiritik veya dallanma kullanılmıştır. Kediler üzerinde yapılan mikronörografik çalışmalarda intrakapsüler ligamentler, yavaş adapte olan düşük eşikli yapılar olarak bulunmuştur (130). Aynı çalışmada bu mekanoreseptörlerin aksiyel yüklenmeye ve gerilime dayanıklı ligamentlerde buldukları belirtilmektedir. Bu mekanoreseptörün, eklem uygulanan direkt basınçtan ziyade eklem rotasyonel pozisyonlarında daha etkin rol oynadığı bulunmuştur (129). Yapılan çalışmalarda, bu özelliklerin eklem etrafında yer alan kasların kontrolünde önem kazandığı düşünülmektedir (21). El bileği ligamentlerinde yoğun olarak bulunmaktadır.

Pacini Cisimcikleri

Pacini cisimcikleri, ismini 19. yüzyılda yaşamış olan İtalyan anatomist Filippa Pacini'den almıştır. Kalın ve kapsül şeklinde bir mekanoreseptördür. Hızlı adapte olur ve yüksek eşiklidir (129). Ruffini sonlanmalarının aksine, kompresif kuvvetlere karşı duyarlıyken, gerilim kuvvetlerine karşı duyarlı değildir (131). Pacini cisimciklerinin bu özelliği, eklemi ani pertürbasyonlara ve olası zararlı eklem pozisyonlarına karşı korumaktadır. Pacini cisimcikleri, lateral ayak bileği ligamentlerinde yoğun olarak bulunmaktadır. El bileğinde ise bu cisimcikler az miktarda bulunmaktadır (129).

Golgi-Tendon Organı

Anatomist Camillo Golgi miyotendinöz bağlantı yerinde "Golgi Tendon Organı"nı (GTO) keşfetmiştir. Bu sinir sonlanması, ligamentlerde dallanma şeklinde bulunmaktadır. GTO, hareketsiz bir ekleme sessiz iken, hareketle birlikte aktifleşmektedir (132). GTO, sadece DRK ve DİK ligamentlerde bulunmaktadır. DRK ligament el bileğinin fleksiyon ve pronasyon hareketleri sırasında stabilizasyonunu sağlamaktadır (133). DİK ligament ise, proksimal karpal sıranın transvers stabilitesinde önemli bir role sahiptir (36). GTO, eklem hareketleri sırasında meydana gelen ligament gerilim kuvvetinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır (11).

Yapılan araştırmalar mekanoreseptörlerin, ligamentlerin kemiğe yapıışıkları alanda bulduklarını göstermiştir (19, 125). Mekanoreseptörler, uzun el bileği ligamentlerinde, özellikle DRK ve DİK ligamentlerde epifasiküler alanda bulunmuştur. Epifasiküler alan, ligamentlerin fasiküler alanının etrafında yer alan gevşek bir konnektif doku tabakasıdır. Bu alanda sinirler ve damarlar bulunmaktadır. Sinir fasikülleri içerisinde bulunan sinir lifleri ve mekanoreseptörler genellikle arteriollerin etrafında yer almaktadırlar. Bu nedenle inervasyon derecesi ligamentin vaskülarizasyonu ile yakından ilişkilidir (83). Epifasiküler alan kolayca uyarılabilir ve el bileği eklemi hareket açıklığı boyunca afferent bilgi sağlamaya devam eder (21, 134).

Proksimal karpal sırada yer alan skafoidum, lunatum ve trikuetrum kemikleri arasında bulunan intrinsik ligamentler, karpal mekanizma için büyük önem taşımaktadır. Özellikle SLİL'in zengin bir inervasyonu bulunmaktadır. Median sinir, SLİL'in proprioseptif inervasyonunda çok önemlidir. SLİL'in elektriksel olarak uyarılmasıyla ligamentomusküler refleks ark meydana gelmektedir. Monosinaptik özellik taşıyan bu refleks ark el bileği fleksör ve ekstansör kaslarda eksitator ve inhibitör aktivasyona neden olmaktadır (135). Ligamentin uyarılmasıyla, 20 ms içinde antagonist kaslarda monosinaptik erken refleks cevap meydana gelmektedir. Bu durum olası eklem koruyucu fonksiyonu göstermektedir. El bileği ekstansiyon, ulnar ve radial deviasyonda iken erken reaksiyonlar FKR ve FKU kaslarında görülürken, el bileği fleksiyonda iken EKR kasında görülmektedir. Erken reaksiyondan 20-60 ms sonra el bileği fleksör ve ekstansör kaslarında koaktivasyon görülmektedir. FKR, FKU

ve EKR simultane eksitasyonları, el bileği eklemının global stabilitesini sağlamaktadır (135).

Eklem çevresindeki agonist ve antagonist kasların ko-kontraksiyonları, genel eklem sertliği sağlayarak eklem hasar riskini azaltmaktadır. Ko-kontraksiyonların ince dengesi, aynı zamanda düzgün eklem hareketinin yapılmasını sağlaması bakımından önemlidir. Özellikle, şursuz proprioseptif eğitime önemli katkı sağlamaktadır. Parsiyel ligament yaralanmalarında koruyucu refleks, fonksiyonun hasar görmesi nedeniyle dinamik el bileği stabilitesinin bozulduğu düşünölmektedir (13). Ancak literatürde SLİL yaralanması sonrasında önkol kaslarının elektriksel cevaplarını araştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

2.4. Karpal hareketin dinamik kontrolü

Kasların eklem stabilitesinde rol oynadığı farklı çalışmalarda gösterilmiştir (20, 136, 137). El bileği ekleminde, eklemi çaprazlayan kasların eklem stabilitesinde dinamik bir etki yarattıklarını belirtilmektedir (62). EPB, APL ve EKV kaslarının el bileği stabilitesinde spesifik bir rol oynadıkları, fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında kollateral bir sistem görevi gördükleri ortaya konmuştur (138, 139). Garcia-Elias ve ark. (16) yaptıkları çalışmalarında, EKV ve FKR kaslarının distal karpal sırada pronasyona, EKRL, APL ve FKU kaslarının ise distal karpal sırada supinasyona neden olduğunu bulmuşlardır. Karpal kemiklerde meydana gelen pronasyonun skafoideum ve lunatum arasındaki mesafeyi açarak instabiliteyi artırdığı, supinasyonun ise mesafeyi daraltarak instabiliteyi azalttığı kaydedilmiştir. Dolayısıyla SLİL yaralanmaları sonrasında EKV aktivitesinden kaçınılırken, EKRL, APL ve FKU aktivitesini artırmak amaçlanmaktadır (16). FKR kas aktivitesi ise ligament hasarına göre egzersiz programlarına eklenmektedir.

FKR kasının, skafoideumun dinamik bir stabilizatörü olduğu gösterilmiştir (18). FKR kas tendon kılıfı ile ligamentlerin palmar ve ulnar yüzde tutundukları skafoideumun tüberkülü yakın ilişki içerisindedir. FKR kasının tendonu, skafoideumun distal kutbunu bir pulley gibi kullanarak kasın mekanik avantajını arttırmaktadır (29). Skafoideumun tüberkülünün açısı nedeniyle, FKR kasının herhangi bir kontraksiyonu sırasında, genellikle ekstansiyon pozisyonunda olan kemik fleksiyon pozisyonuna gelmektedir (76). Dolayısıyla kasın, sağlam SLİL varlığında

eklemi koruyucu etkisi olurken, ligamentin parsiyel hasarında instabilite riskini artırmaktadır (76).

Kasların karpal mekanizma üzerindeki etkisini araştıran bu çalışmalar, egzersiz programının planlanmasında yol gösterici olmaktadır. Ligament yaralanması sonrasında meydana gelen karpal instabilite rehabilitasyonunda genel prensip olarak karpal kemikler arasındaki mesafenin artmasına neden olan kas aktivitesinden kaçınılırken, mesafenin azalmasını sağlayan kas aktivitesi fasilite edilmektedir. Yapılan kadavra çalışmaları yol gösterici olsa da, halen karpal instabilite durumunda el bileğinin dinamik stabilizasyonuna katkı veren kasların aktivasyon değişiklikleri bilinmemektedir.

2.4.1. Kasların elektriksel aktivasyonlarının analizi: EMG

EMG'nin tanımı

Kas içine veya yüzeyine elektrot yerleştirerek aksiyon potansiyellerinin oluşmasına bağlı olarak zar potansiyelinde ortaya çıkan elektriksel değişikliklerin yazdırılma işlemine elektromyografi (EMG) denir (140). Kas liflerinden aksiyon potansiyelleri oluşurken akımın bir bölümü de deriye yayılır. Birden çok kas lifi eş zamanlı kasılırsa, deride elektrik potansiyellerinin sumasyonu çok büyük değerlere yükselebilir. EMG kaydı; iki yüzeyel elektrodun deriye üzerinden uygulanması veya iğne elektrotların kasın içine batırılması ile elde edilir (141). EMG ile kas membranı boyunca oluşan elektriksel akımlar kaydedilmiş olunur (142).

Kas kasılması, beyinden sinirler aracılığı ile iletilen uyarıcı potansiyellerin kaslarda oluşturduğu Motor nite Aksiyon Potansiyelleri (MAP) olarak bilinen elektriksel potansiyeller sayesinde gerçekleşir. Kasılmanın miktarı, MAP'ların sayısının ve sıklığının artması ile artar. Kasların kasılı olduğu veya olmadığı durumlarda MAP'ların şeklinin veya sıklığının normal sınırlar içinde olup olmaması veya normalde karşılaşılmayan elektriksel aktivitelere rastlanılması, kaslardaki sorunları belirlemek için incelenen değişkenlerdir. Günlük kullanımında EMG incelemesi denildiğinde kas incelemesi anlamının yanı sıra sinir incelemesini de içeren testler bütünü anlamına gelmektedir (142).

Aksiyon potansiyellerinin oluşması sırasında ortaya çıkan voltaj alanları, elektrotlar aracılığı ile llr. EMG'de kullanılan elektrotlar değişik tip ve yapıdadır.

Uygulamadaki ilk prensip elektrotların mümkün olduğunca kasa zarar vermemesi ve çalışılacak kastaki elektriksel değişiklikleri algılayacak kadar kasa yakın olmasıdır (143). EMG kaydedici elektrotların hepsi ekstraselüler olup bu elektrotlar, normal koşullar altında tek sinir veya kas liflerinin aktivitesinden çok; birçok aktif lifin elektriksel aktivitesini toplayıp osiloskopa verir. EMG’de kullanılan elektrotlar farklı şekillerde bulunur. Bunlar yüzeysel elektrotlar, konsantrik iğne elektrotlar, bipolar iğne elektrotlar, monopolar iğne elektrotlar, multilead elektrotlar, teflon kaplı iğne elektrotlar, uyarıcı elektrotlar, ince tel elektrotlar, yarı tam ve tam mikro elektrotlar şeklindedir (144). Özellikle kinezyolojik çalışmalarda yüzeysel elektrotlar daha çok tercih edilir. Bu yüzeysel elektrotların en büyük avantajı, uygulamanın rahat ve ağrısız olmasıdır. İğne elektrotlar, yüzeysel elektrotla uygun kayıtların elde edilemeyeceği durumlarda (derin kaslarda), kas liflerine veya tek bir motor üniteye yönelik uygulamalarda tercih edilir (145).

Elektrotun fonksiyonu iyonik biyoelektronik akımı elektron akımına çevirerek EMG sinyalini monitöre aktarmaktadır. Bu değişim elektrotta meydana gelir. EMG analizinde kullanılacak elektrot sisteminin temel ihtiyacı, elektrot sisteminin nonpolarize veya tersine çevrilebilir olmasıdır. Alüminyum ve altın gibi maddeler çok kolay polarize olur ve çok yüksek elektrik potansiyelleri sergilerler. Bu yüzden ideal olanı yüzeysel elektrotlarda oldukça yaygın kullanılan gümüş – gümüş klorür’dür (146).

EMG’nin sınıflandırması

Klinik EMG

Klinik EMG, iskelet kaslarındaki elektriksel aktivitenin tanısal amaçlı olarak kaydedilmesidir (147). EMG’nin temel klinik kullanımı, sinir-kas sistemini etkileyen çeşitli tipteki durumların ayırt edilmesidir. Klinik EMG’nin kullanım alanları arasında motor ünite patolojilerinde nörolojik lezyonların myojenik olanlardan ayırt edilmesi, kas kuvvetsizliği, yorgunluğu, parezisi, paralizisi, iletim hızı çalışmaları yer almaktadır. İstemli hareketlere olan EMG cevabının objektif olarak belirlenmesi amaçlanır. Bu nedenle, istemli motor ünite potansiyelleri (amplitüd, süre, sekil özellikleri) ve istirahatteki spontan potansiyeller (fibrilasyonlar, fasikülasyonlar ve diğerleri) kaydedilir. EMG teknikleri hem motor hem de duyuşal sinir ileti hızlarını

ölçmekte kullanılabilmesi gibi tanınan bir araç olarak veya fonksiyonel elektriksel uyarılar rehabilitasyon amaçlı da kullanılabilir. Böylece iğne ve tel elektrotlar, sıklıkla tek motor ünite potansiyelleri örneklerini gözden geçirmek amacıyla kullanılır (147).

Kinezyolojik EMG

EMG bilimsel bir yöntem olarak sunulduğundan beri kas fonksiyonu ve koordinasyonunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu araştırma alanı kinezyolojik EMG olarak isimlendirilmektedir (148). Kinezyolojik EMG daha çok bir vücut parçasındaki bir hareketin tam olarak ortaya konmasında veya bir vücut segmenti üzerine etkiyen kuvvetin belirlenmesinde kullanılır (142).

Kinezyolojik EMG 'nin genel amaçları şu şekilde sıralanabilir:

1. Farklı hareket ve postürlerin değerlendirilmesi,
2. Beceri gerektiren hareketler ve antrenmanların araştırılması,
3. Dirençli ve dirençsiz hareketlerin değerlendirilmesi,
4. Laboratuvar koşullarında olduğu kadar günlük aktiviteler veya mesleki aktiviteler sırasında kas fonksiyonu ve koordinasyonun, sağlıklı bireylerde olduğu kadar engelli bireylerde de analizinin yapılması (149).

Kinezyolojik EMG 'nin kullanım alanları:

1. Fonksiyonel anatomi: Kinezyolojik yöntemlerle (film çekimi, gonyometre gibi) birlikte özel bir hareket sırasında hangi kasın tam olarak ne zaman kasıldığının saptanmasında,
2. Mesleki tıp: İş ortamında kullanılan değişik dizaynlardaki alet ve makinelerin ya da farklı pozisyonların kas fonksiyonlarına etkilerini saptanmasında,
3. Spor hekimliği: Çeşitli fiziksel aktiviteler, antrenmanlar sırasındaki motor performansın araştırılmasında kullanılır. Bu şekilde elde edilen bilgiler spor tekniklerinin geliştirilmesinde büyük rol oynamaktadır (spor yaralanmalarını ve sakatlanmaları engelleyecektir).
4. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon: Kullanılan rehabilitasyon tekniklerinin, hareket ve egzersizlerin ne kadar etkili olduğunun ortaya konmasında, tedavi edilen bir hastadaki ilerlemenin saptanmasında,

5. Miyoelektrik sinyali ile protez hareketlerinin kontrolü: Eklem hareketlerinin bir ya da daha fazla kasta gelen EMG sinyalleri ile kontrol edildiği protezlerin yapımında kullanılır(148).

2.4.2. Kas iskelet sistemi problemlerinde kas aktivasyon değişiklikleri

Literatürde, kas iskelet sistemi problemlerinde kas aktivasyon değişikliklerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (23, 150, 151). Literatürde, el bileği problemlerinde dinamik EMG çalışmalarına rastlanmamıştır. Lateral epikondilit tanısı almış bireylerin kas kontraksiyon zamanları, kas aktivasyon paternleri hakkında literatürde kassal EMG aktiviteleri ile ilgili çalışmalar vardır (23, 150-152).

Lateral epikondiliti olan bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada, el bileği ekstansiyon hareketi sırasında yüzeysel EMG ile EKR, EDK ve EKV kasları değerlendirilmiştir. Maksimum istemli kasılmanın %20, %50 ve %80'inde 15 sn boyunca kontraksiyon istenmiş ve her ölçüm arasında 3 dakikalık bir ara verilmiştir. Değerlendirme sonucu tüm kaslarda yorgunluk gözlenmiş ve lateral epikondilit tanısı almış bireylerin ilerleyen zamanlarda yaralanmalara daha açık olabileceği düşünülmüştür (23). Rojas ve ark. (23) lateral epikondilit tanısı almış bireylerde önkol kaslarının aktivasyon paternlerini EMG ile değerlendirdikleri çalışmalarında, el bileği ekstansör kaslarının ekstansiyon hareketi sırasında koaktivasyon paternlerinde değişiklikler kaydetmişlerdir. Lateral epikondilit grubunda kontrol grubuna oranla EKR kasının aktivitesinde azalma ve EKV kasının aktivitesinde ise artış elde edilmiştir. Bu değişikliğin, ön kol kasları arasında bir dengesizliğe neden olabileceğini belirtilmiştir (23). Yapılan çalışmalarda, kas dengesizliklerin, kısalmaların ve zayıflıkların kümülatif travmaların altında yatan major nedenler olduğu düşünülmektedir (23, 153, 154).

Ligament hasarı durumunda değişen aktivasyon paternleri ile birlikte önkol ağrı paterni de değişiklik göstermektedir. Artan ağrı ile birlikte eklemde ligamento – musküler refleksler uyarılmakta ve eklemde hasar görmemesi için eklem koruma altına alınmaktadır (155). Serrancoli ve ark. ACL hasarı sonrası bireylerdeki yürüme paternlerini araştırdıkları çalışmalarında kasların eklem hasarı durumunda ağrıdan kaçınmak ve/veya eklem stabilizasyonunu sağlamak için farklı aktivasyon paternleri geliştirdiklerini belirtmektedirler (156). Frank ve ark. yaptıkları çalışmada ACL hasarı

sonrası bireylerde Kuadriseps kasının aktivitesinin inhibe olduğu, buna bağlı olarak Hamstring kasında spazm görüldüğünü bulmuşlardır (157). Konrath ve ark. ACL yaralanması sonrasında Semitendinosus ve Gracilis kaslarının aktivasyonlarının azalıp yürümede medial kompartman desteğininin azaldığını bulmuşlardır(158). Solomonow ise ligament hasarlarından sonra proprioseptif ve kinestetik algıda değişikliklerin olduğunu, kasların refleks aktivasyonunun değişerek eklem stabilitesini etkilediğini belirtmektedir (11). Denyer ve ark. ayak bileği yaralanmalı olgularda Peroneus Longus kasının reaksiyon zamanında gecikmeler olduğunu, Tibialis Anterior ve Gluteus Medius kaslarının reaksiyon zamanlarında değişiklik olmadığını bulmuştur (159).

Literatürde, karpal instabilite sonrasında önkol kaslarındaki aktivasyon paternlerini, paternlerin ağrı ve/veya fonksiyonel düzey ile ilişkisini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, karpal instabilite tanısı almış bireylerin fonksiyonel durumunu belirlemek, önkol kas aktivasyon paternlerini araştırmak ve mevcut değişikliklerin, ağrı ile ilişkisini ortaya koymaktır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışmamız SLİL hasarı sonucu karpal instabilite tanısı alan hastalar üzerinde yapıldı. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, El Cerrahisi Rehabilitasyonu Ünitesi'nde ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi.

Çalışmaya son 6 ay içerisinde üniteye başvuran, SLİL hasarı nedeniyle karpal instabilite tanısı almış kadın bireyler dâhil edildi. Bireyler İnstabilite ve Kontrol grubu adı altında toplandı. Eklem laksitesi olan bireyler çalışma dışı bırakıldı. Beighton hipermobilite testinden 6 puandan fazla alan bireyler çalışmaya dahil edilmedi. Kontrol grubuna dâhil edilen bireyler, instabilite grubuna dâhil edilen bireylerin cinsiyet, beden kitle indeksleri ve yaşlarına uygun olarak seçildi. Geçirilmiş üst ekstremiteye ait travma öyküsü, nörolojik hastalıkları veya üst ekstremitelerinde herhangi bir ağrısı olan bireyler çalışmaya alınmadı.

Araştırmaya dâhil edilen bireylerde aşağıdaki kriterler dikkate alındı

- 18-65 yaş aralığında olması
- Son 12 ay içerisinde kliniğe başvurması
- Karpal instabilite tanısı konmuş olması
- Beighton hipermobilite testine göre 6 puandan fazla puan almamış olması

Araştırmadan çıkarılma veya dâhil edilmeme kriterleri aşağıda belirtildi:

- Geçirilmiş el/el bileğine ait cerrahi öyküsü olmaması
- Nörolojik hastalığı olması
- Üst ekstremitede herhangi bir tuzak nöropatisi olmaası
- Üst ekstremitede herhangi bir travma geçirmemiş olması
- Refleks Sempatik Distrofi öyküsü olması
- Servikal disk hernisi tanısı alması

Çalışma öncesinde tüm hastalara çalışma hakkında bilgi verildi ve aydınlatılmış onam formu imzalatıldı.

Power Analizi

Çalışmamızda, önkol kas aktivasyon paternlerindeki değişim, primer parametre olarak öngörüldü. El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasında önkol kaslarının EMG değerleri göz önüne alınarak instabilite grubunda en az 10 birey olması gerektiği hesaplandı. Bu örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde Tip I hata düzeyi % 5, çalışmanın gücü ise % 80 olarak alındı.

Etik Kurul

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulundan GO 15/630 -04 numarası ile izlenen çalışma 16.12.2015 tarihinde değerlendirilmiş olup tıbbi etik açısından uygun bulunmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Değerlendirme

İnstabilite ve Kontrol gruplarında yer alan bireylere aşağıdaki değerlendirmeler bir kez yapıldı.

Hikâye

Hikâye kapsamında; yaş, cinsiyet, özgeçmiş, soy geçmiş, dominant el, etkilenen taraf, meslek, ayrıntılı tıbbi hikâyesi kaydedildi.

Kavrama Kuvvetinin Değerlendirilmesi:

Standart kavrama kuvveti, Amerikan El Terapistleri Derneği'nin standardize ettiği test pozisyonunda yapıldı. Değerlendirme için *Jamar el dinamometresi (Pro Med Products, Atlanta, GA)* kullanıldı. Kavrama kuvveti dinamometrenin 2. pozisyonunda ölçüldü. Bireylerden dinamometreyi tüm güçleriyle sıkmaları ve daha sonra tamamen gevşek bırakmaları istendi. Bu uygulama, sağ ve sol elde üç tekrarlı olarak yapıldı ve bu değerlerin ortalaması kg cinsinden alındı (160).

Hipermobilite Değerlendirmesi:

Hipermobilitenin değerlendirilebilmesi için Beighton Hipermobilite Testi (Beighton Hypermobility Score) kullanıldı. Beighton skoru, eklem laksitesi ve hipermobilitesini değerlendiren, basit bir yöntemdir. Dokuz bölümden oluşan bir puanlama sistemine sahiptir. Yüksek puan alınması laksitenin fazla olduğunu ifade eder. Genç erişkinlerde eklem laksite eşiği 4-6 puandır. 6 ve üzeri puan alan bireyler hipermobil olarak nitelendirilir (161) (Tablo 3.1.). Çalışmamızda 6 ve üzeri puan alan bireyler çalışmaya dâhil edilmedi.

Tablo 3.1. Beighton Hipermobilite Testi puanlama sistemi.

Eklem	Bulgu	Puan
Sol el beşinci parmak	Pasif dorsi fleksiyon 90 ° den fazla	1
	Pasif dorsi fleksiyon 90 ° ye eşit veya daha az	0
Sağ el beşinci parmak	Pasif dorsi fleksiyon 90 ° den fazla	1
	Pasif dorsi fleksiyon 90 ° ye eşit veya daha az	0
Sol el başparmağı	Başparmağın ön kol fleksör yüze dorsi fleksiyonu	1
	Başparmak önkol fleksör yüzüne pasif dorsi fleksiyon yapamaz	0
Sağ el başparmağı	Başparmağın ön kol fleksör yüze dorsi fleksiyonu	1
	Başparmak önkol fleksör yüzüne pasif dorsi fleksiyon yapamaz	0
Sol el bileği	10 ° den fazla hiperektansiyon	1
	10° veya daha az ekstansiyon	0
Sağ el bileği	10 ° den fazla hiperektansiyon	1
	10° veya daha az ekstansiyon	0
Sol diz	10 ° den fazla hiperektansiyon	1
	10° veya daha az ekstansiyon	0
Sağ diz	10 ° den fazla hiperektansiyon	1
	10° veya daha az ekstansiyon	0
Dizler hiperekstansiyonda iken gövde ve belden öne doğru eğilme	Avuç içleri ve eller yere değebiliyor	1
	Avuç içleri ve eller yere değemiyor	0

Ağrı Değerlendirmesi:

Ağrı değerlendirme için görsel analog skalası (*Visual Analogue Scale, VAS*) ve faradik eşik test kullanıldı.

VAS: Önkol kaslarındaki ağrı şiddetini değerlendirmek için VAS palpasyon ve VAS aktivite olmak üzere 2 farklı değerlendirme yapıldı. Palpasyon ile ağrı şiddeti değerlendirmesi için SLİL lezyonu olan bireylerde klinik muayane sonucu gözlemlenen en hassas noktalar seçildi. FKR, EKR, Anterior İnterosseos Sinir (AİN) ve Posterior İnterosseos Sinir (PİN) noktaları, ağrı şiddeti değerlendirmesinde kullanıldı. Aktivite sırasındaki ağrı şiddetini değerlendirmek için ise önkolun dorsal ve volar tarafındaki ağrı şiddeti sorgulandı. Palpasyon ve aktivite sırasındaki ağrı şiddeti değerlendirmesi için ayrıca total puan hesaplandı. Ağrı şiddeti değerlendirmesi oturma pozisyonunda, dirsek 90° fleksiyonda, önkol masa üzerinde destekli şekilde yapıldı. AİN ve FKR kası palpasyonu için önkol masa üzerinde supinasyon pozisyonunda, PİN ve EKR kası palpasyonu için önkol masa üzerinde pronasyon pozisyonunda desteklendi. EKR ve FKR kaslarının palpasyonu en şişkin yerlerinden sabit basınç uygulanarak yapıldı. PİN palpasyonu, radius başının yaklaşık 4 cm altından, AİN palpasyonu ise ulna proksimalinin yaklaşık 4 cm altından yapıldı (162). Bireylere 10 cm'lik yatay bir çizgi üzerinde "0" rakamının "hiç ağrı yok", "10" rakamının ise "dayanılmaz ağrı" şiddetini gösterdiği anlatıldı. Bireyin işaretlediği yer, cm cinsinden ağrı şiddeti olarak belirlendi (163).

Eşik Faradik Test: EKR kası motor noktasına, FKR kasının motor noktasına, PİN ve AİN'e uygulandı. Ölçümler, oturma pozisyonunda, dirsek 90° fleksiyon ve önkol PİN ile EKR değerlendirmesi için supinasyonda AİN ve FKR değerlendirmesi için pronasyon pozisyonunda iken kaydedildi. Ölçümlerde pasif elektrot, Biseps Brachii kasının distaline, aktif elektrot ise EKR, FKR kasları ile AİN ve PİN motor noktalarına yerleştirildi. Ölçümden önce bireylere test hakkında bilgi vererek ağrıyı ilk hissettiklerinde söylemeleri istendi (164, 165). Akım yavaş yavaş artırılarak uygulandı. Enraf Nonius marka Dynatron 438 model cihaz 166 Hz. frekansında 1 msn. uyarı ve 5 msn. dinlenme süresi olan, kare dalga galvanik akım verecek şekilde ayarlandı. Ağrının ilk hissedildiği nokta olan akım şiddeti miliamper (mA) cinsinden ağrı eşiği olarak kaydedildi. Ölçümler üçer kez tekrarlanarak ortalaması alındı (164). Ölçümler sağ ve sol taraf olmak üzere her iki ekstremiteye uygulandı (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Faradik ağrı eşiği test ölçümü.

Fonksiyonel Durumun Değerlendirilmesi:

Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (DASH): Üst ekstremitenin fonksiyonel durumu, Türkçe versiyon ve kültürel adaptasyonu yapılan DASH ile değerlendirildi (166). DASH, bireye özgü bir ölçüm aracı olup, üst ekstremitede problemi olan hastalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bireylerin hobilerine bağlı olarak doldurulan spor ve müzisyen modülü vardır. Semptomlar ve günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili otuz madde içerir. Puanlamasında 5 dereceli bir sistem kullanılmaktadır. Tamamlama süresi yaklaşık 5 dakika olup puanlama kolaylığı orta derecededir. Toplam puan 100'dür ve yüksek puanlar daha düşük fonksiyonel seviyeyi gösterir (166).

Hasta Bazlı El Bileği Değerlendirme Anketi (Patient Rated Wrist Evaluation-PRWE): El bileği ile ilişkili ağrı ve özür düzeyini belirlemek amacıyla Joy MacDermid tarafından 1996 yılında geliştirilmiştir (167). Ölçeğin geçerliliği ve güvenilirliği farklı el bileği yaralanmalarında test edilmiştir (168). Anketin Türkçe versiyonu Öztürk ve ark. (169) tarafından yapılmıştır. PRWE, el bileği ağrısının şiddetini ve günlük yaşam aktivitelerindeki özür düzeyini ölçen 15 sorudan oluşan bir ankettir. Anket iki alt bölümden oluşmaktadır. Ağrı alt bölümü, ağrının şiddeti ve frekansı üzerine 4 sorudan; fonksiyon alt bölümü ise spesifik aktiviteler üzerine 6 soru

ve günlük yaşam aktiviteleri üzerine 4 sorudan oluşmaktadır. Her bir yanıt 0-10 arası puanlanmaktadır. 0=ağrı/zorlanma yok; 10=hissedilen maksimum ağrı/hiç yapamama olarak hesaplanır. Toplam skor 100 üzerinde hesaplanmaktadır. Skorun yüksek olması özür düzeyinin fazla olduğunu göstermektedir (169).

Mayo El Bileği Skoru: Mayo El Bileği Skoru, ağrı, işe dönüş durumu, eklem hareket açıklığı ve kas gücünü değerlendiren dört soru içerir. Toplam puan 90-100 arasında ise mükemmel, 80-90 arasında ise iyi, 60-80 arasında ise tatmin edici, yeterli, 60'ın altında ise zayıf olarak değerlendirilmektedir (168). Bu anketin çalışmamıza dahil edilme nedeni spesifik olarak el bileğinin fonksiyonel durumu hakkında bilgi vermesidir.

Kas Aktivasyon Paternlerinin Değerlendirilmesi:

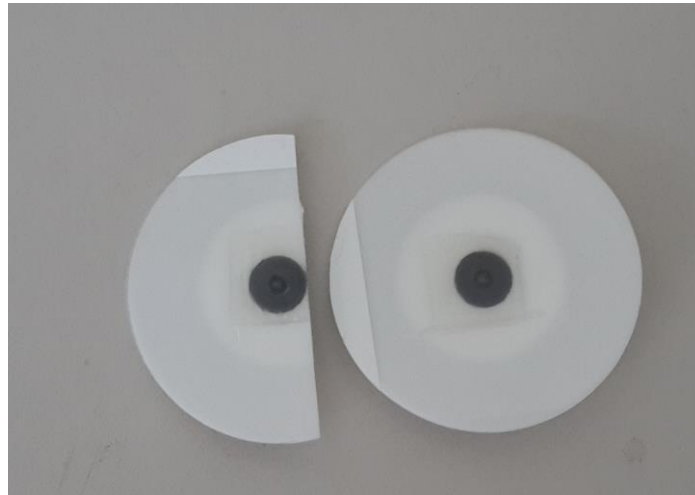
Değerlendirme için 4 kanallı "WISEMG S4c" marka EMG cihazı kullanıldı. İşletim sistemi olarak Quick DAQ Data Translation yazılımı kullanıldı. Çalışma boyunca analizler, amplifikatör kazancı x1500 mV, band-pass filter 1.0 Hz, sample rate 1000 Hz ve *Common Mode Rejection Ratio* (CMRR) 90 dB ile kayıt edildi. Cihaz 4 çıkıştan meydana gelmektedir. Bu çıkışların tamamı simultane olarak kas kayıtları için kullanıldı (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Yüzeysel EMG ölçüm sistemleri.

Önkolda EMG analizi yapılacak olan kaslar EKR, EKU, FKR ve FKU kasları olarak belirlendi. Bu kasların seçilme amacı el bileği hareketlerinde primer rol oynamalarıydı (23, 26, 75, 150). Elektrotlar, hedef kasların inervasyon bölgesi (motor nokta) dışındaki bir noktaya yerleştirildi. Bu noktaları bulmak için öncelikle kasların motor noktaları belirlendi. *Enraf Nonius marka Dynatron 438* model cihazda 1 msn geçiş süresi 20 msn dinlenme süresi olacak şekilde faradik akım parametreleri ayarlandı. Kalem elektrod kullanılarak her kasın motor noktası bulunarak bu bölge dışındaki alana yüzeyel EMG elektrotları yerleştirildi.

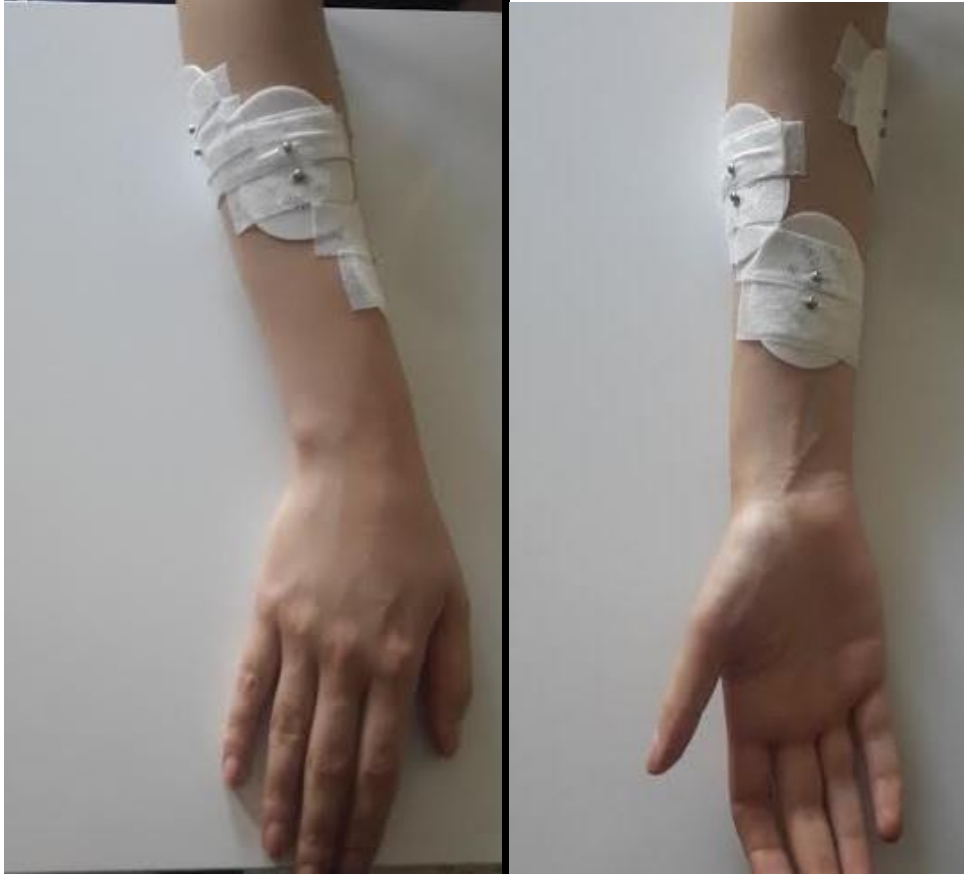
Çalışmamızda, elektrot olarak yüzeyel EMG elektrotu kullanıldı. Ancak, önkol yüzey alanı dar olduğundan ve önkol kaslarının birbirine çok yakın olması nedeniyle yuvarlak olan elektrotların yarısı merkezlerine teğet olacak şekilde kesilerek kullanıldı (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Yüzeyel EMG Elektrotu.

Elektrotlar kasın yönü boyunca, merkezleri belirlenen noktadan 0.5 cm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirildi. Böylelikle elektrotların merkezleri arasındaki uzaklık 1 cm olarak ayarlanmış oldu. Elektrotlar yerleştirildikten sonra üzerlerine bant yapıştırılıp özellikle iki elektrot arasındaki 1 cm'lik boşluk alan kapatıldı (Şekil 3.4.). Bu şekilde, elektrotların terlemeye bağlı olarak yerlerinden çıkması engellendi. EMG amplifikatöründen gelen çıkışlar, kas boyunca yerleştirilen iki elektroda bağlandı. Bu çıkışlar bağlandıktan sonra, temassızlığa bağlı gelişebilecek gürültüyü ekarte etmek

için üzerlerine bant yapıştirıldı. Toprak elektrot, olekranon üzerine yerleştirildi. Elektrotlar yerleştirilmeden önce deri %70 oranında saf alkol ile deri kızarana kadar temizlendi. Deride kıl olması durumunda uygulama alanı tıraşlandı. Tüm bu işlemlerden sonra elektrotlar deriye yapıştirıldı.



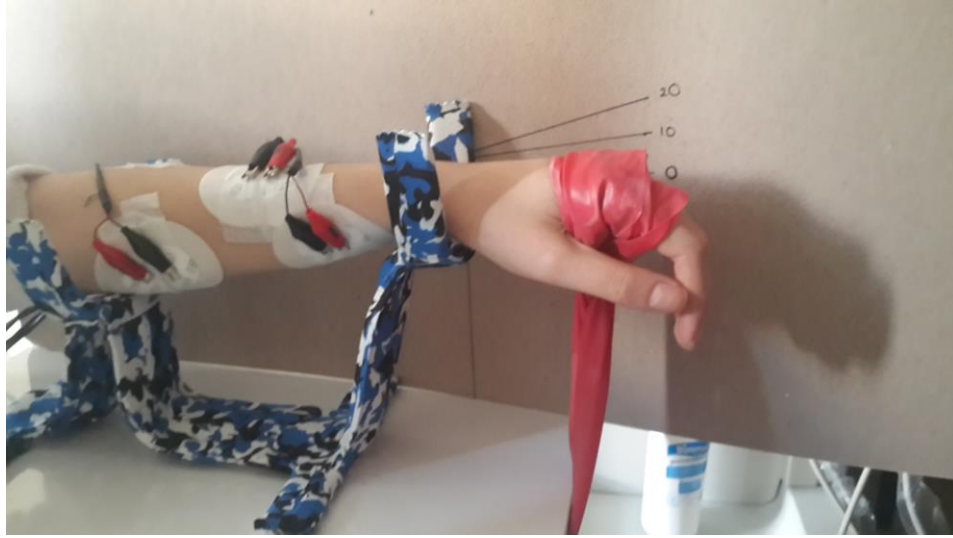
Şekil 3.4. EKV, EKR, FKR ve FKU kaslarına yüzeyel elektrot yerleşimi.

Önkol kaslarının belirlenen el bileği hareket aşamalarındaki değerlendirmelerini yapmak amacıyla özel bir aparat tasarlandı (Şekil 3.5.). Bu aparat, bireylerin önkollarını rahat bir pozisyona almaları ve pozisyondan kaynaklanabilecek istenmeyen kas aktivasyonlarını engellemek amacıyla tasarlandı.



Şekil 3.5. El bileği hareketleri sırasında kullanılan aparat.

El bileği, değerlendirilecek olan hareket yönüne göre istenilen pozisyona yerleştirildi. Hastanın metakarpal kemiklerinin hizasına hareket sırasında direnç uygulayacak şekilde theraband yerleştirildi. El bileği hareketleri sırasında hareketin açısal ölçümü yapılabilmesi için aparatın yan tarafına pivot noktası ulnanın stiloid çıkıntısı olacak biçimde açı tahtası yerleştirildi. Böylece hastalar ve uygulayıcı belirlenen açıları görsel olarak takip edebildiler. Bireyler masaya sabit bir sandalyeye oturtuldu. Bireylerden arkalarına yaslanmaları istendi. Dirsekler semi fleksiyonda olacak şekilde önkollar masaya yerleştirildi. Amplifikatörlerden gelen elektrotlara bağlanan çıkışların gürültüye neden olmamaları için masa ile temaslarına izin verilmedi (Şekil 3.6. ve Şekil 3.7.).



Şekil 3.6. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında EMG ölçümü.



Şekil 3.7. El bileği fleksiyon hareketi sırasında EMG ölçümü.

Çalışmamızda, kas aktivasyonlarını değerlendirmek amacıyla yüzeysel elektrotlar tercih edildi. Çünkü kinezyolojik çalışmalarda hedef kas grubu derin değilse yüzeysel elektrotlar tercih edilmektedir. Yüzeysel elektrotun uygulaması rahat ve ağrısız olduğundan kaslar istenilen oranda gevşeyebilmekte ve daha temiz kayıtlar alınabilmektedir. Yüzeysel elektrotların dezavantajlarından biri ise aktivite sırasında sinerji içerisinde çalışan kas gruplarında hedef kasın ölçümleri ile birlikte agonist

kasların aktiviteleri de analize dahil olabilmektedir (*cross-talk*). Bu nedenle elektrot yerleşimleri mümkün olduğu kadar dikkatli yapılmalıdır.

El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri başlangıç pozisyonundan bitiş pozisyonuna kadar toplam 9 pozisyonda EKR, EKV, FKR ve FKU kaslarından EMG aktiviteleri kaydedildi. Her iki hareket için 9 pozisyon şu şekildeydi: 1. pozisyon: istirahat pozisyonundan 0°'ye geliş; 2. pozisyon: 0°'den 10°'ye geliş; 3. pozisyon: 10°'den 20°'ye geliş; 4. pozisyon: 20°'de izometrik kontraksiyon; 5. pozisyon: 20°'den 10°'ye geliş; 6. pozisyon: 10°'den 0°'ye geliş; 7. pozisyon: 0°'den istirahat pozisyonuna geliş; 8. ve 9. pozisyonlar: dinlenme iEMG değerleri. İleri analiz için hareketlerin dokuz aşaması konsentrik (1-3 pozisyonlar), izometrik (4. pozisyon), eksentrik (5-7 pozisyonlar) ve istirahat (8. ve 9. pozisyonlar) fazları olmak üzere 4 fazda incelendi. İzometrik faz için günlük yaşantıda sıklıkla kullanılan 20° tercih edildi. Hareketler metronom yardımıyla yapıldı. Her hareket üç kere tekrarlanıp ortalaması alınarak EMG analizleri değerlendirildi.

Önkol uygun şekilde tıraşlanıp %70 oranında alkol ile deri kızartılana kadar temizlendikten sonra yüzeysel elektrotlar motor noktalarına belirlenen şekillerde bağlandı. Bireyler, masanın bulunduğu ses yalıtımı yapılmış odaya oturtulduktan sonra EMG cihazının çıkışları elektrotlara bağlandı. Önkol elbileği serbest olacak şekilde mobil aparata yerleştirildi. Bireye detaylı bir şekilde yapacağı hareket ve uygulama açıklandı. Bireyin yapması istenen aktiviteleri anladığından emin olduktan sonra kontrol kaydı alındı. Kontrol kaydının ardından asıl kayıt başlatıldı. Bireyin aktiviteye başlamadan önce 5 sn dinlenme kaydı alındı. Ardından birey 3 saniyede 0° ye geldi burada beklemeden 3 saniyede 10° ye ve 3 saniyede 20° ye geldi. El bileği 20° ekstansiyon/fleksiyon pozisyonunda iken 5 saniye boyunca izometrik kontraksiyon yaptı. İzometrik kontraksiyon bitiminde birey, el bileğini 3 saniyelik periyodlar halinde başlangıç pozisyonuna getirdi, başlangıç pozisyonunda tekrar 5 saniyelik kayıt alındı ve ölçüm tamamlandı. Bu ölçümler, her bir el bileği için 3'er kez tekrarlanarak her bir ölçüm arasında kasın dinlenmesi için 3 dakika ara verildi. Ölçümler sırasında her bir vuruşu 1 saniyeye ayarlanmış bir metronom kullanıldı. Böylelikle, pozisyonlara göre kontrollü el bileği hareketleri yapıldı ve açılar arası geçişte reaksiyon zamanı hesaplaması yapılabilirdi.

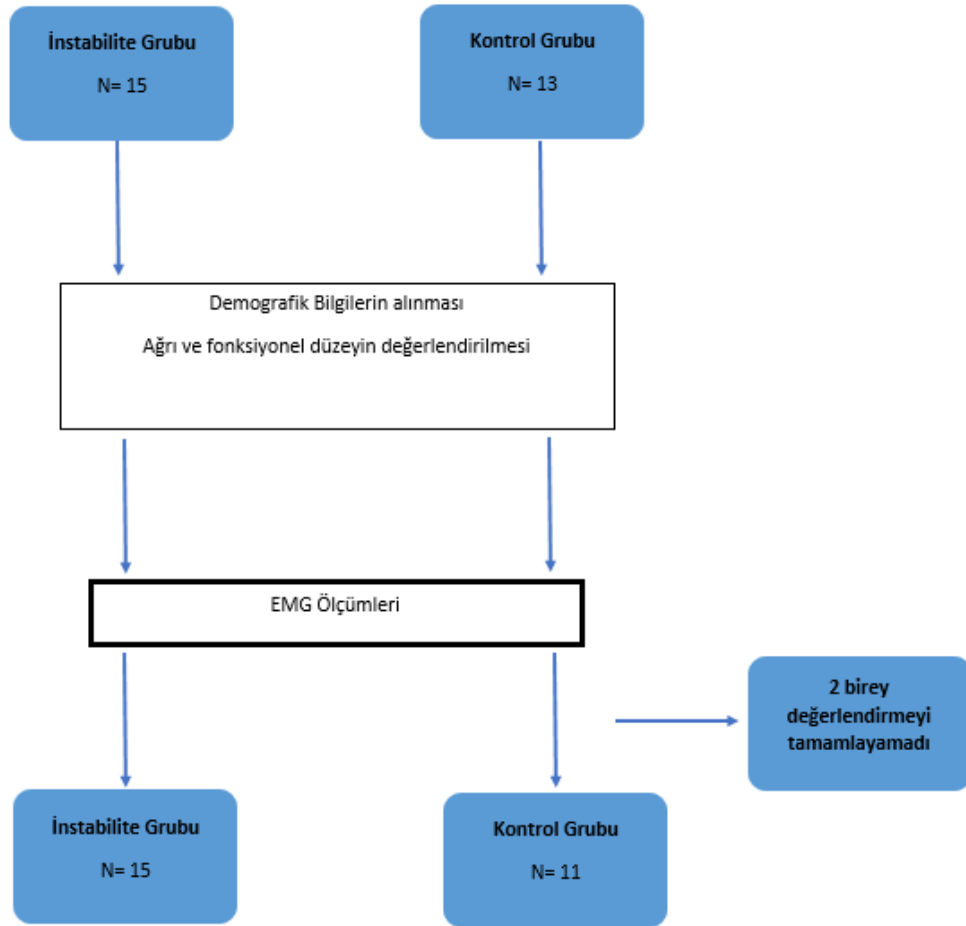
3.3.İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistik analizleri SPSS 20 istatistik paket programları kullanılarak yapıldı. Ölçümle belirlenen değişkenler, aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X \pm SD$) olarak ifade edildi. Sayımla belirlenen değişkenler için yüzde (%) değeri hesaplandı. Kontrol grubundaki bireylerin dominant ve dominant olmayan tarafları randomize edilerek kontrol grubu oluşturuldu.

İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen taraf ile kontrol grubu dominant taraf ve dominant olmayan tarafları ağrı, kavrama kuvveti, kas aktivasyonu ve reaksiyon sürelerini karşılaştırmak için *Wilcoxon Signed Ranks Test* kullanıldı. İnstabilite grubu ile Kontrol grubu ağrı, kavrama kuvveti, fonksiyonel durum, kas aktivasyonu ve reaksiyon sürelerini karşılaştırmak için *Mann-Whitney U Testi* kullanıldı. Kas aktivasyonları ile ağrı arasındaki ilişki düzeyini belirlemek için *Spearman Korelasyon Testi* kullanıldı. Anlamlılık düzeyi tüm analizler için $p < 0.05$ alındı.

4. BULGULAR

Skafolunat interosseöz bağ hasarı olan bireylerde ağrı, fonksiyonel düzey ve önkol kaslarının EMG aktivasyonlarını paternlerinde meydana gelen değişiklikleri araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmaya 15 SLİL hasarı olan birey (İnstabilite Grubu) ve 13 sağlıklı birey (Kontrol Grubu) dâhil edildi. Kontrol grubundan 2 kişi değerlendirmeyi tamamlayamadığı için çalışmadan çıkarıldı. Sonuç olarak, çalışmanın analizleri İnstabilite grubunda 15 kişi, Kontrol grubunda 11 kişi olmak üzere toplam 26 kişi üzerinden yapıldı (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Çalışmaya dâhil edilen bireylerin katılım diyagramı.

4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri ile İlgili Bulgular

İnstabilite ve Kontrol grubundaki bireylerin hepsi kadın ve sağ eli dominant idi. İnstabilite grubunda 15 bireyden 11'nin etkilenen eli sağ, 4 bireyin (%26.7) ise sol idi. El bileği normal eklem hareketleri değerlendirmesi sonucunda her iki grubun da eklem hareketleri normal sınırlar içerisindeydi. İnstabilite grubu ve kontrol grubundaki bireylerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi tanımlayıcı özellikleri gruplara göre Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Gruplara göre bireylerin demografik özellikleri.

	İnstabilite Grubu (N=15)	Kontrol Grubu (N=11)		
	X±SD	X±SD	Z	p
Yaş (yıl)	28,73±10,86	27,09±7,67	-0,078	0,938
Boy (cm)	161,6±6,19	162,18±4,66	-,393	,694
Vücut Ağırlığı (kg)	56,4±9,94	56,74±4,64	-,208	,835
Beden Kitle İndeksi kg/m²	21,65±4,07	21,66±2,62	-0,130	0,897
El kullanım süreleri	15,27±3,52	16±0,89	-0,534	0,594

Gruplara göre bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi değerleri benzerdir ($p>0.05$). İnstabilite grubuna dâhil edilen bireylerin 4'ü fizyoterapist, 4'ü öğrenci, 3'ü akademisyen, 1'i memur, 1'i diş hekimi, 2'si ev hanımıdır. Kontrol grubuna dâhil edilen bireylerin 10'u akademisyen ve 1'i memur idi.

4.2. Ağrı Düzeyi ve Kavrama Kuvveti ile İlgili Bulgular

İnstabilite grubunun etkilenen ve etkilenmeyen taraflarının ağrı ve kavrama kuvveti bulguları Tablo 4.2.'de gösterilmektedir.

İnstabilite grubunda etkilenen taraf ile etkilenmeyen taraf karşılaştırıldığında palpasyonla VAS ağrı şiddeti sonuçları ve faradik ağrı eşik test sonuçları etkilenen tarafta tüm noktalarda daha yüksekti ($p<0,05$) (Tablo 4.2.). Ağrı total şiddeti de etkilenen tarafta daha yüksekti ($p<0,05$) (Tablo 4.2.). İnstabilite grubunun etkilenen ve etkilenmeyen taraflarının aktivite sırasında meydana gelen ağrı şiddeti karşılaştırıldığı zaman etkilenen tarafta önkol dorsalinde meydana gelen ağrı şiddetinin daha fazla olduğu bulundu ($p<0,05$) (Tablo 4.2.).

İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen taraf kavrama kuvvetleri arasında fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. İnstabilite grubunun etkilenen ve etkilenmeyen taraflarının ağrı ve kavrama kuvveti bulgularının karşılaştırılması.

	İnstabilite Grubu (N=15)			
	Etkilenen Taraf	Etkilenmeyen Taraf		
	X±SD	X±SD	Z	p
VAS palpasyon (0-10 cm)				
FKR	1,84±2,088	0,49±1,885	-2,314	0,002
EKR	3,327±2,5141	0,11±0,413	-3,059	0,021
AİN	1,41±2,435	0,31±0,722	-1,753	0,08
PİN	2,46±2,244	0,24±0,54	-2,673	0,008
Total	1,00±1,30	0,07±0,258	-2,588	0,010
VAS aktivite (0-10 cm)				
Önkol dorsal	1,403±1,7	0,15±0,32	-2,547	0,011
Önkol palmar	0,5267±1,145	0±0	-1,826	0,068
Total	0,477±0,738	0,15±0,32	-1,478	0,139
Faradik Eşik Test (mA)				
FKR	8,53±1,154	7,57±1,315	-2,201	0,028
EKR	9,79±1,392	8,527±1,47	-2,941	0,003
AİN	9,327±1,59	8,393±1,81	-2,355	0,019
PİN	9,607±1,55	8,27±2,114	-2,200	0,028
Total	8,446±2,126	7,745±2,289	-2,302	0,021
Kavrama kuvveti (kg)	12,580±5,720	13,140±6,334	-0,540	0,589

VAS: Visual Analogue Scale, FKR:Fleksör Karpi Radialis, EKR:Ekstansör Karpi Radialis, AİN:Anterior İnterosseöz Sinir, PİN:Posterior İnterosseöz Sinir; mA: Mili Amper
Bold:p<0,05

İnstabilite ve Kontrol grupları karşılaştırıldığında palpasyonla VAS ağrı şiddeti ve faradik eşik test sonuçları etkilenen tarafta tüm noktalarda daha yüksekti ($p<0,05$) (Tablo 4.3.). İnstabilite grubunda, aktivite VAS ağrı şiddeti önkolun dorsal yüzünde kontrol grubuna göre fazlaydı ($p<0,05$) (Tablo 4.2). İnstabilite grubundaki bireylerin kavrama kuvveti kontrol grubuna göre daha düşüktü ($p<0,05$) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. İnstabilite grubu etkilenen taraf ile kontrol grubu ağrı ve kavrama kuvveti bulgularının karşılaştırması.

	İnstabilite Grubu (N=15)	Kontrol Grubu (N=11)		
	X±SD	X±SD	Z	p
VAS palpasyon (0-10 cm)				
FKR	1,84±2,088	0,0±0,0	-1,235	0,002
EKR	3,327±2,514	0,0±0,0	-2,559	0,000
AİN	1,41±2,435	0,0±0,0	-1,235	0,038
PİN	2,46±2,244	0,0±0,0	-2,075	0,038
Total	2,259±2,32	0,0±0,0	-3,740	0,00
VAS aktivite (0-10 cm)				
Önkol dorsal	1,403±1,7	0,0±0,0	-3,033	0,002
Önkol palmar	0,526±1,145	0,0±0,0	-1,819	0,069
Total	0,477±0,738	0,0±0,0	-3,052	0,002
Faradik Eşik Test (mA)				
FKR faradik	8,53±1,15	7,13±1,51	-1,750	0,023
EKR faradik	9,79±1,39	7,70±1,68	-2,358	0,004
AİN faradik	9,32±1,59	6,92±2,01	-3,411	0,006
PİN faradik	9,60±1,55	7,19±1,87	-2,765	0,004
Total	9,31±0,90	8,61±2,93	-3,334	0,001
Kavrama kuvveti (kg)	12,580±5,720	17,82±4,215	-2,240	0,037
VAS: Visual Analogue Scale, FKR:Fleksör Karpi Radialis, EKR:Ekstansör Karpi Radialis, AİN:Anterior İnterosseöz Sinir, PİN:Posterior İnterosseöz Sinir				

4.3. Üst Ekstremitenin Fonksiyonel Durumu İle İlgili Bulgular

İnstabilite grubu ve kontrol grubunun DASH, MAYO el bileği skorlaması ve Hasta Bazlı El bileği anketi bulguları Tablo 4.4.'de gösterilmiştir. Her iki grup karşılaştırıldığında her üç anket skorunda üst ekstremitenin fonksiyonel durumunun instabilite grubunda daha kötü olduğu bulundu ($p<0.05$).

Tablo 4.4. İnstabilite grubu ile kontrol grubunun DASH, MAYO ve Hasta Bazlı El Bileği anket sonuçlarının karşılaştırılması.

Anketler	İnstabilite Grubu (N=15)	Kontrol Grubu (N=11)		
	X±SD	X±SD	Z	P
DASH	30,10±15,03	8,78±3,09	-3,406	0,001
PRWE-p	24,20±12,65	0,00	-4,455	<0,001
PRWE-f	28,27±22,32	0,00	-4,457	<0,001
PRWE-t	52,47±33,77	0,00	-4,453	<0,001
MAYO	67±19,25	100,00	-4,220	<0,001

DASH: Disabilities of Arm, Shoulder&Hand (Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi), PRWE: Patient Rated Wrist Evaluation (Hasta Bazlı El bileği Anketi), PRWE-p: Patient Rated Wrist Evaluation-pain (Hasta Bazlı El bileği Anketi-ağrı), PRWE-f: Patient Rated Wrist Evaluation-function (Hasta Bazlı El bileği Anketi-fonksiyon), PRWE-t: Patient Rated Wrist Evaluation-total (Hasta Bazlı El bileği Anketi-toplam)

4.4. EMG Analizi ile ilgili Bulgular

4.4.1. El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi Sırasında Önkol

Kaslarının EMG Aktivasyonlarının Analizi

El bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasındaki EKV, EKR, FKR ve FKU kaslarının *integrated* EMG (iEMG) sonuçları milivolt (mV) cinsinden analiz edildi.

İnstabilite grubunda etkilenen ve etkilenmeyen tarafın el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri sırasındaki önkol kasal aktivasyonları karşılaştırılarak Tablo 4.5. ve Tablo 4.6.'de gösterilmiştir. El bileği ekstansiyon hareketinde etkilenen taraftaki EKV ve EKR kaslarının hareketin ekzentrik ve dinlenme fazında; FKR kasının dinlenme fazında daha aktif olduğu kaydedildi ($p<0,05$) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen tarafta önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

İnstabilite Grubu (N=15)						
Kaslar	Etkilenen taraf		Etkilenmeyen taraf		Z	p
	X	SD	X	SD		
EKU 1 (mV)	0,038	0,009	0,040	0,015	0,000	1,000
EKU 2 (mV)	0,054	0,013	0,064	0,023	-1,817	0,069
EKU 3 (mV)	0,065	0,016	0,079	0,033	-1,647	0,100
EKU 4 (mV)	0,061	0,014	0,076	0,036	-1,817	0,069
EKU 5 (mV)	0,051	0,011	0,054	0,023	-0,398	0,691
EKU 6 (mV)	0,042	0,010	0,038	0,017	-0,909	0,363
EKU 7 (mV)	0,031	0,012	0,022	0,013	-2,840	0,005
EKU 8 (mV)	0,013	0,009	0,007	0,007	-2,783	0,005
EKU 9 (mV)	0,011	0,008	0,007	0,006	-2,045	0,041
EKR 1 (mV)	0,028	0,014	0,031	0,019	-0,114	0,910
EKR 2 (mV)	0,039	0,016	0,041	0,024	-0,227	0,820
EKR 3 (mV)	0,042	0,018	0,045	0,025	-0,284	0,776
EKR 4 (mV)	0,040	0,019	0,040	0,023	-0,454	0,650
EKR 5 (mV)	0,034	0,018	0,032	0,020	-0,795	0,427
EKR 6 (mV)	0,029	0,015	0,025	0,016	-2,045	0,041
EKR 7 (mV)	0,019	0,010	0,014	0,012	-1,874	0,061
EKR 8 (mV)	0,008	0,004	0,004	0,001	-2,783	0,005
EKR 9 (mV)	0,007	0,004	0,004	0,002	-2,385	0,017
FKR 1 (mV)	0,013	0,013	0,015	0,010	-0,966	0,334
FKR 2 (mV)	0,018	0,013	0,022	0,014	-1,022	0,307
FKR 3 (mV)	0,022	0,014	0,025	0,017	-0,795	0,427
FKR 4 (mV)	0,020	0,015	0,020	0,012	-0,284	0,776
FKR 5 (mV)	0,017	0,011	0,016	0,010	-0,170	0,865
FKR 6 (mV)	0,014	0,010	0,013	0,009	-0,114	0,910
FKR 7 (mV)	0,010	0,007	0,008	0,007	-1,420	0,156
FKR 8 (mV)	0,007	0,007	0,004	0,001	-2,499	0,012
FKR 9 (mV)	0,006	0,006	0,004	0,001	-2,215	0,027
FKU 1 (mV)	0,009	0,004	0,012	0,008	-0,454	0,650
FKU 2 (mV)	0,013	0,006	0,020	0,014	-1,420	0,156
FKU 3 (mV)	0,015	0,008	0,022	0,017	-1,420	0,156
FKU 4 (mV)	0,015	0,009	0,020	0,015	-1,079	0,281
FKU 5 (mV)	0,012	0,007	0,015	0,010	0,000	1,000
FKU 6 (mV)	0,012	0,007	0,012	0,008	-0,909	0,363
FKU 7 (mV)	0,011	0,009	0,008	0,006	-1,477	0,140
FKU 8 (mV)	0,008	0,011	0,004	0,005	-1,931	0,053
FKU 9 (mV)	0,007	0,010	0,004	0,005	-1,533	0,125

EMG: Elektromiyografi; μ V: microvolt; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris
1. pozisyon: İstirahat pozisyonundan 0°'ye geliş hareketi; 2. pozisyon: 0°'den 10°'ye geliş hareketi; 3. Pozisyon: 10°'den 20°'ye geliş hareketi; 4. Pozisyon: 20°'de izometrik kontraksiyon; 5. Pozisyon: 20°'den 10°'ye geliş hareketi; 6. Pozisyon: 10°'den 0°'ye geliş hareketi; 7. Pozisyon: 0°'den istirahat pozisyonuna geliş hareketi; 8. ve 9. Pozisyonlar: istirahat iEMG değerleri **Bold: $p < 0.05$**

El bileği fleksiyon hareketinde etkilenen taraftaki EKR kasının hareketin konsentrik, izometrik ve eksentrik fazlarında daha aktif olduğu kaydedildi ($p<0,05$). FKR ve FKU kasları ise hareketin eksentrik fazında etkilenmeyen tarafa göre daha aktif olduğu kaydedildi. ($p<0,05$) (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen tarafta önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

İnstabilite Grubu (N=15)						
Kaslar	Etkilenen taraf		Etkilenmeyen taraf		Z	p
	X	SD	X	SD		
EKU 1 (mV)	0,016	0,011	0,013	0,008	-1,420	0,156
EKU 2 (mV)	0,021	0,015	0,024	0,034	-1,817	0,069
EKU 3 (mV)	0,026	0,017	0,022	0,012	-1,306	0,191
EKU 4 (mV)	0,022	0,014	0,020	0,009	-0,114	0,910
EKU 5 (mV)	0,018	0,011	0,020	0,009	-1,420	0,156
EKU 6 (mV)	0,020	0,014	0,016	0,010	-1,079	0,281
EKU 7 (mV)	0,021	0,013	0,022	0,014	-0,227	0,820
EKU 8 (mV)	0,020	0,019	0,016	0,016	-1,079	0,281
EKU 9 (mV)	0,018	0,017	0,015	0,015	-0,852	0,394
EKR 1 (mV)	0,014	0,009	0,010	0,006	-2,613	0,009
EKR 2 (mV)	0,024	0,017	0,014	0,007	-3,010	0,003
EKR 3 (mV)	0,032	0,025	0,020	0,009	-3,181	0,001
EKR 4 (mV)	0,026	0,015	0,020	0,009	-2,158	0,031
EKR 5 (mV)	0,017	0,009	0,020	0,009	-1,420	0,156
EKR 6 (mV)	0,013	0,006	0,010	0,007	-1,817	0,069
EKR 7 (mV)	0,011	0,010	0,009	0,010	-2,158	0,031
EKR 8 (mV)	0,010	0,013	0,008	0,007	-1,533	0,125
EKR 9 (mV)	0,010	0,012	0,007	0,006	-1,590	0,112
FKR 1 (mV)	0,019	0,016	0,015	0,008	-1,022	0,307
FKR 2 (mV)	0,032	0,032	0,026	0,019	-1,079	0,281
FKR 3 (mV)	0,043	0,034	0,034	0,024	-1,477	0,140
FKR 4 (mV)	0,036	0,023	0,029	0,017	-1,477	0,140
FKR 5 (mV)	0,023	0,015	0,029	0,017	-2,215	0,027
FKR 6 (mV)	0,015	0,010	0,010	0,007	-2,101	0,036
FKR 7 (mV)	0,007	0,004	0,006	0,005	-1,363	0,173
FKR 8 (mV)	0,005	0,003	0,004	0,001	-0,909	0,363
FKR 9 (mV)	0,004	0,002	0,004	0,001	-1,022	0,307
FKU 1 (mV)	0,019	0,017	0,016	0,009	0,000	1,000
FKU 2 (mV)	0,032	0,030	0,025	0,014	-0,966	0,334
FKU 3 (mV)	0,045	0,046	0,035	0,022	-0,738	0,460
FKU 4 (mV)	0,041	0,042	0,032	0,021	-0,682	0,496
FKU 5 (mV)	0,026	0,018	0,032	0,021	-1,420	0,156
FKU 6 (mV)	0,019	0,011	0,013	0,006	-2,158	0,031
FKU 7 (mV)	0,009	0,007	0,010	0,008	-0,114	0,910
FKU 8 (mV)	0,007	0,010	0,008	0,012	-0,511	0,609
FKU 9 (mV)	0,005	0,005	0,007	0,011	-0,738	0,460

EMG: Elektromiyografi; μV :microvolt; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris
1. pozisyon: İstirahat pozisyonundan 0^0 'ye geliş hareketi; 2. pozisyon: 0^0 'den 10^0 'ye geliş hareketi; 3. Pozisyon: 10^0 'den 20^0 'ye geliş hareketi; 4. Pozisyon: 20^0 'de izometrik kontraksiyon; 5. Pozisyon: 20^0 'den 10^0 'ye geliş hareketi; 6. Pozisyon: 10^0 'den 0^0 'ye geliş hareketi; 7. Pozisyon: 0^0 'den istirahat pozisyonuna geliş hareketi; 8. ve 9. Pozisyonlar: istirahat iEMG değerleri **Bold: $p < 0.05$**

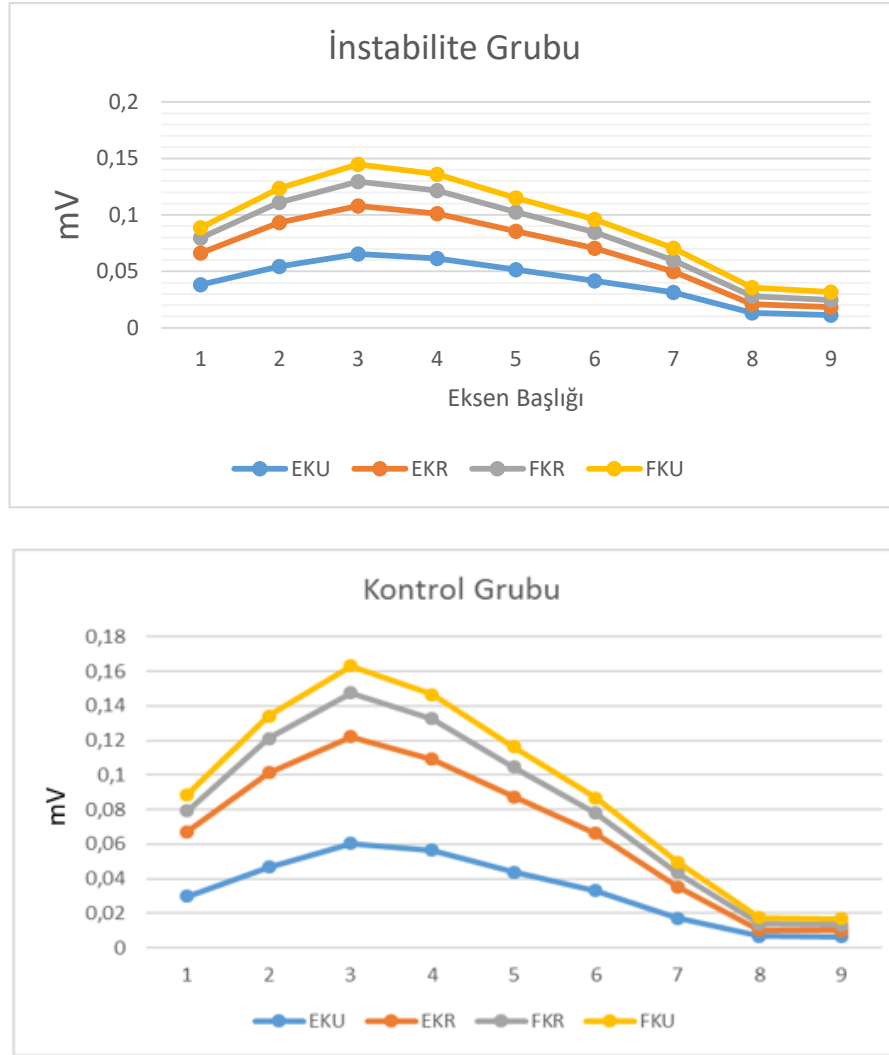
El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının konsentrik, izometrik, eksentrik ve dinlenme fazlarını içeren 9 aşamalı el bileği ekstansiyon hareketi sırasındaki EMG aktivasyonları Tablo 4.7.'de gösterilmiştir. İnstabilite grubunda yer alan bireylerin el bileği ekstansiyon hareketi sırasında EKV kas aktivasyonunda konsentrik faz (1. pozisyon), eksentrik faz (6. ve 7. pozisyonlar) ve dinlenme fazı iEMG değerlerinin (8. ve 9. pozisyonlar) kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu kaydedildi ($p<0,05$). EKV kasının iEMG ortalamasının ise konsentrik fazı içeren 2. ve 3. pozisyonlarda, izometrik kontraksiyon fazı olan 4. pozisyonda, eksentrik fazı içeren 5. pozisyonda azaldığı; dinlenme iEMG değerini gösteren 8. ve 9. pozisyonlarda ise kontrol grubuna göre arttığı görüldü ($p<0,05$). FKV ve FKU kaslarının aktivasyonunun 8. ve 9. pozisyonlarda kontrol grubuna göre daha fazla olduğu kaydedildi ($p<0,05$).

Tablo 4.7. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

Kaslar	İnstabilite Grubu(N=15)		Kontrol Grubu (N=11)		Z	p
	X	SD	X	SD		
EKU 1 (mV)	0,038	0,009	0,030	0,010	-1,998	0,046
EKU 2 (mV)	0,054	0,013	0,047	0,019	-1,375	0,169
EKU 3 (mV)	0,065	0,016	0,060	0,025	-0,96	0,337
EKU 4 (mV)	0,061	0,014	0,056	0,023	-1,012	0,312
EKU 5 (mV)	0,051	0,011	0,044	0,015	-1,583	0,113
EKU 6 (mV)	0,042	0,010	0,033	0,011	-2,05	0,040
EKU 7 (mV)	0,031	0,012	0,017	0,005	-3,711	<0,005
EKU 8 (mV)	0,013	0,009	0,007	0,007	-2,102	0,036
EKU 9 (mV)	0,011	0,008	0,006	0,006	-1,998	0,046
EKR 1 (mV)	0,028	0,014	0,038	0,015	-1,791	0,073
EKR 2 (mV)	0,039	0,016	0,055	0,016	-2,361	0,018
EKR 3 (mV)	0,042	0,018	0,062	0,018	-2,569	0,010
EKR 4 (mV)	0,040	0,019	0,053	0,018	-2,102	0,036
EKR 5 (mV)	0,034	0,018	0,044	0,011	-2,206	0,027
EKR 6 (mV)	0,029	0,015	0,033	0,014	-0,908	0,364
EKR 7 (mV)	0,019	0,010	0,018	0,011	-0,026	0,979
EKR 8 (mV)	0,008	0,004	0,004	0,001	-3,503	<0,005
EKR 9 (mV)	0,007	0,004	0,004	0,001	-2,829	0,005
FKR 1 (mV)	0,013	0,013	0,012	0,006	-0,753	0,452
FKR 2 (mV)	0,018	0,013	0,020	0,010	-0,908	0,364
FKR 3 (mV)	0,022	0,014	0,026	0,013	-1,168	0,243
FKR 4 (mV)	0,020	0,015	0,023	0,011	-1,22	0,223
FKR 5 (mV)	0,017	0,011	0,017	0,007	-0,597	0,551
FKR 6 (mV)	0,014	0,010	0,012	0,004	-0,026	0,979
FKR 7 (mV)	0,010	0,007	0,008	0,004	-0,285	0,775
FKR 8 (mV)	0,007	0,007	0,003	0,001	-2,206	0,027
FKR 9 (mV)	0,006	0,006	0,003	0,001	-2,05	0,040
FKU 1 (mV)	0,009	0,004	0,010	0,006	-0,182	0,856
FKU 2 (mV)	0,013	0,006	0,013	0,008	-0,13	0,897
FKU 3 (mV)	0,015	0,008	0,016	0,010	-0,234	0,815
FKU 4 (mV)	0,015	0,009	0,014	0,009	-0,908	0,364
FKU 5 (mV)	0,012	0,007	0,011	0,006	-0,026	0,979
FKU 6 (mV)	0,012	0,007	0,009	0,004	-1,583	0,113
FKU 7 (mV)	0,011	0,009	0,006	0,002	-1,842	0,065
FKU 8 (mV)	0,008	0,011	0,004	0,002	-2,413	0,016
FKU 9 (mV)	0,007	0,010	0,004	0,002	-2,258	0,024

EMG: Elektromiyografi; μ V: microvolt; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris
1. pozisyon: İstirahat pozisyonundan 0⁰'ye geliş hareketi; 2. pozisyon: 0⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 3. Pozisyon: 10⁰'den 20⁰'ye geliş hareketi; 4. Pozisyon: 20⁰'de izometrik kontraksiyon; 5. Pozisyon: 20⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 6. Pozisyon: 10⁰'den 0⁰'ye geliş hareketi; 7. Pozisyon: 0⁰'den istirahat pozisyonuna geliş hareketi; 8. ve 9. Pozisyonlar: istirahat iEMG değerleri **Bold: p <0.05**

İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının konsentrik, izometrik, eksentrik ve dinlenme fazlarını içeren 9 aşamalı el bileği ekstansiyon hareketi sırasındaki EMG aktivasyon paternleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol grubunun önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

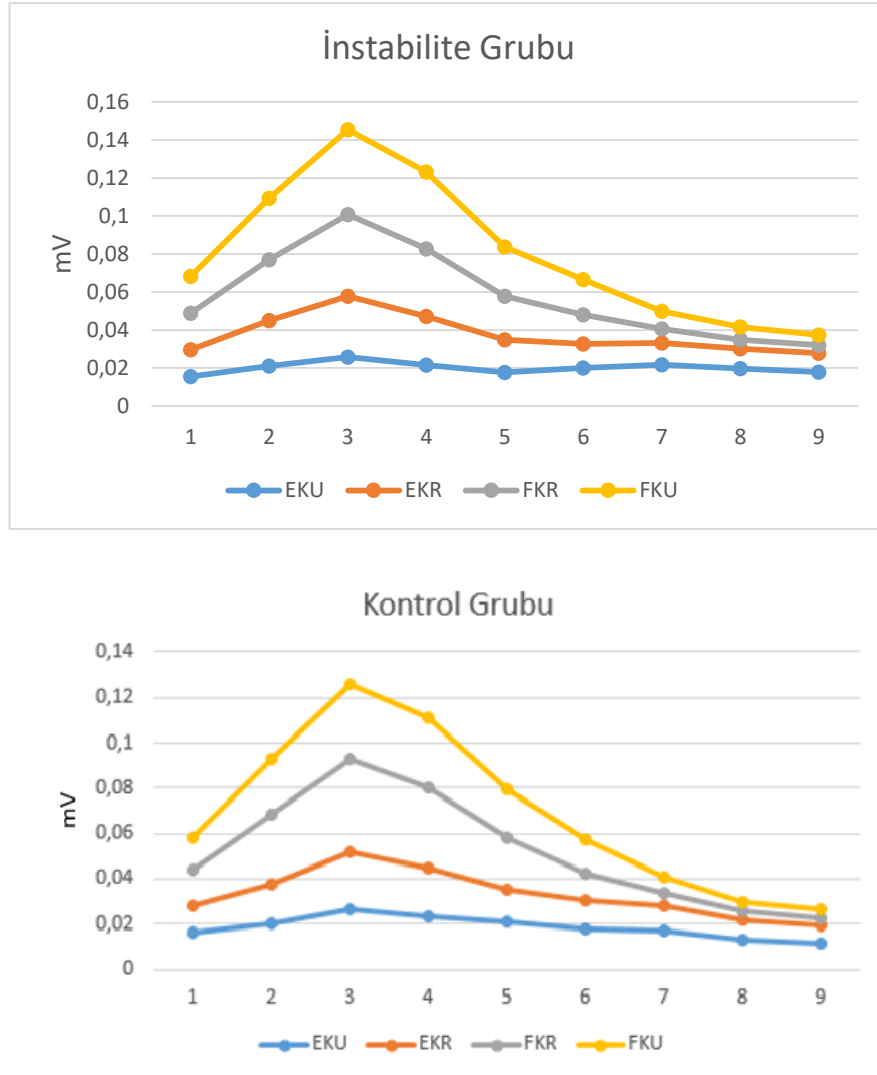
El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının iEMG değerleri Tablo 4.8.’de gösterilmiştir. El bileği fleksiyon hareketi sırasında instabilite ve kontrol grubu arasında önkol kaslarının aktivasyonlarında fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4.8. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

Kaslar	İnstabilite Grubu(N=15)		Kontrol Grubu(N=11)		Z	p
	X	SD	X	SD		
EKU 1 (mV)	0,016	0,011	0,017	0,017	-0,545	0,586
EKU 2 (mV)	0,021	0,015	0,020	0,015	-0,130	0,897
EKU 3 (mV)	0,026	0,017	0,027	0,018	-0,026	0,979
EKU 4 (mV)	0,022	0,014	0,023	0,014	-0,130	0,897
EKU 5 (mV)	0,018	0,011	0,021	0,014	-0,545	0,586
EKU 6 (mV)	0,020	0,014	0,018	0,011	-0,078	0,938
EKU 7 (mV)	0,022	0,014	0,017	0,012	-0,856	0,392
EKU 8 (mV)	0,020	0,019	0,013	0,012	-0,908	0,364
EKU 9 (mV)	0,018	0,017	0,011	0,010	-1,116	0,264
EKR 1 (mV)	0,014	0,009	0,012	0,006	-0,493	0,622
EKR 2 (mV)	0,024	0,017	0,018	0,011	-0,856	0,392
EKR 3 (mV)	0,032	0,025	0,025	0,017	-0,804	0,421
EKR 4 (mV)	0,026	0,015	0,021	0,012	-0,753	0,452
EKR 5 (mV)	0,017	0,009	0,015	0,009	-0,96	0,337
EKR 6 (mV)	0,013	0,006	0,013	0,007	-0,182	0,856
EKR 7 (mV)	0,011	0,010	0,011	0,007	-0,130	0,897
EKR 8 (mV)	0,010	0,013	0,009	0,008	-0,597	0,551
EKR 9 (mV)	0,010	0,012	0,008	0,008	-0,908	0,364
FKR 1 (mV)	0,019	0,016	0,016	0,011	-0,649	0,517
FKR 2 (mV)	0,032	0,032	0,030	0,021	-0,130	0,897
FKR 3 (mV)	0,043	0,034	0,041	0,027	-0,078	0,938
FKR 4 (mV)	0,036	0,023	0,036	0,021	-0,545	0,586
FKR 5 (mV)	0,023	0,015	0,023	0,015	-0,026	0,979
FKR 6 (mV)	0,015	0,010	0,012	0,008	-0,701	0,484
FKR 7 (mV)	0,007	0,004	0,006	0,003	-0,960	0,337
FKR 8 (mV)	0,005	0,003	0,004	0,002	-1,116	0,264
FKR 9 (mV)	0,004	0,002	0,004	0,002	-0,753	0,452
FKU 1 (mV)	0,019	0,017	0,014	0,006	-0,753	0,452
FKU 2 (mV)	0,032	0,030	0,025	0,011	-0,389	0,697
FKU 3 (mV)	0,045	0,046	0,033	0,016	-0,493	0,622
FKU 4 (mV)	0,041	0,042	0,030	0,016	-0,285	0,775
FKU 5 (mV)	0,026	0,018	0,021	0,008	-0,389	0,697
FKU 6 (mV)	0,019	0,011	0,015	0,006	-0,960	0,337
FKU 7 (mV)	0,009	0,007	0,007	0,003	-0,960	0,337
FKU 8 (mV)	0,007	0,010	0,004	0,001	-0,701	0,484
FKU 9 (mV)	0,005	0,005	0,004	0,001	-1,064	0,287

EMG: Elektromiyografi; μ V: microvolt; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris
1. pozisyon: İstirahat pozisyonundan 0⁰'ye geliş hareketi; 2. pozisyon: 0⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 3. Pozisyon: 10⁰'den 20⁰'ye geliş hareketi; 4. Pozisyon: 20⁰'de izometrik kontraksiyon; 5. Pozisyon: 20⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 6. Pozisyon: 10⁰'den 0⁰'ye geliş hareketi; 7. Pozisyon: 0⁰'den istirahat pozisyonuna geliş hareketi; 8. ve 9. Pozisyonlar: istirahat iEMG değerleri **Bold: p < 0.05**

El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının EMG aktivasyonları arası değişimleri gösteren grafik Şekil 4.3'de yer almaktadır.



Şekil 4.3. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol grubunda önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

İnstabilite grubunun etkilenmeyen tarafı ile kontrol grubu karşılaştırılarak etkilenmeyen tarafta da meydana gelen kassal aktivasyon değişiklikleri incelendi. El bileği ekstansiyon hareketinde etkilenmeyen taraftaki EKR aktivitesinin hareketin konsentrik ve ekzentrik fazlarında daha düşük olduğu kaydedildi ($p < 0,05$) (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenmeyen taraf ile Kontrol grubu önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

Kaslar	İnstabilite Grubu(N=15)		Kontrol Grubu(N=11)		Z	p
	X	SD	X	SD		
EKU 1 (mV)	0,039	0,015	0,029	0,009	-1,323	0,186
EKU 2 (mV)	0,064	0,022	0,046	0,018	-1,894	0,058
EKU 3 (mV)	0,079	0,033	0,060	0,024	-1,635	0,102
EKU 4 (mV)	0,076	0,036	0,056	0,023	-1,479	0,139
EKU 5 (mV)	0,053	0,022	0,043	0,015	-1,272	0,204
EKU 6 (mV)	0,038	0,016	0,033	0,010	-0,908	0,364
EKU 7 (mV)	0,021	0,013	0,016	0,004	-0,441	0,659
EKU 8 (mV)	0,007	0,006	0,006	0,006	-0,285	0,775
EKU 9 (mV)	0,007	0,006	0,006	0,005	-0,026	0,979
EKR 1 (mV)	0,032	0,018	0,037	0,014	-1,220	0,223
EKR 2 (mV)	0,043	0,025	0,054	0,016	-1,894	0,058
EKR 3 (mV)	0,048	0,028	0,061	0,018	-2,050	0,040
EKR 4 (mV)	0,043	0,026	0,052	0,018	-1,739	0,082
EKR 5 (mV)	0,033	0,020	0,043	0,011	-2,310	0,021
EKR 6 (mV)	0,025	0,016	0,033	0,013	-1,998	0,046
EKR 7 (mV)	0,014	0,012	0,018	0,010	-1,220	0,223
EKR 8 (mV)	0,004	0,001	0,003	0,001	-0,545	0,586
EKR 9 (mV)	0,004	0,001	0,003	0,001	-0,701	0,484
FKR 1 (mV)	0,014	0,010	0,011	0,005	-0,441	0,659
FKR 2 (mV)	0,021	0,013	0,019	0,009	-0,130	0,897
FKR 3 (mV)	0,024	0,016	0,025	0,012	-0,753	0,452
FKR 4 (mV)	0,020	0,012	0,023	0,011	-0,908	0,364
FKR 5 (mV)	0,016	0,010	0,017	0,007	-0,701	0,484
FKR 6 (mV)	0,013	0,009	0,011	0,004	-0,441	0,659
FKR 7 (mV)	0,007	0,006	0,008	0,004	-1,012	0,312
FKR 8 (mV)	0,003	0,001	0,003	0,000	-0,285	0,775
FKR 9 (mV)	0,003	0,001	0,003	0,000	-0,441	0,659
FKU 1 (mV)	0,012	0,008	0,009	0,005	-1,116	0,264
FKU 2 (mV)	0,019	0,013	0,013	0,008	-1,272	0,204
FKU 3 (mV)	0,022	0,017	0,015	0,010	-1,116	0,264
FKU 4 (mV)	0,019	0,015	0,013	0,009	-1,064	0,287
FKU 5 (mV)	0,015	0,010	0,011	0,005	-0,337	0,736
FKU 6 (mV)	0,011	0,007	0,008	0,004	-0,389	0,697
FKU 7 (mV)	0,008	0,006	0,006	0,002	-0,337	0,736
FKU 8 (mV)	0,004	0,004	0,003	0,002	-1,323	0,186
FKU 9 (mV)	0,004	0,004	0,003	0,001	-1,064	0,287

EMG: Elektromiyografi; μ V: microvolt; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris
1. pozisyon: İstirahat pozisyonundan 0⁰'ye geliş hareketi; 2. pozisyon: 0⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 3. Pozisyon: 10⁰'den 20⁰'ye geliş hareketi; 4. Pozisyon: 20⁰'de izometrik kontraksiyon; 5. Pozisyon: 20⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 6. Pozisyon: 10⁰'den 0⁰'ye geliş hareketi; 7. Pozisyon: 0⁰'den istirahat pozisyonuna geliş hareketi; 8. ve 9. Pozisyonlar: istirahat iEMG değerleri **Bold: p < 0.05**

El bileği fleksiyon hareketinde etkilenmeyen taraf ile kontrol grubu dominant tarafı arasında fark yoktu ($p > 0,05$) (Tablo 4.10.).

Tablo 4.10. El bileği fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenmeyen taraf ile Kontrol grubu önkol kaslarının EMG aktivasyonları.

Kaslar	İnstabilite Grubu(N=15)		Kontrol Grubu(N=11)		Z	p
	X	SD	X	SD		
EKU 1 (mV)	0,013	0,007	0,016	0,016	-0,337	0,736
EKU 2 (mV)	0,023	0,033	0,019	0,014	-0,182	0,856
EKU 3 (mV)	0,022	0,011	0,026	0,018	-0,234	0,815
EKU 4 (mV)	0,020	0,008	0,023	0,014	-0,026	0,979
EKU 5 (mV)	0,020	0,008	0,020	0,013	-0,182	0,856
EKU 6 (mV)	0,015	0,010	0,017	0,011	-0,545	0,586
EKU 7 (mV)	0,020	0,012	0,017	0,012	-0,856	0,392
EKU 8 (mV)	0,016	0,015	0,013	0,011	-0,649	0,517
EKU 9 (mV)	0,014	0,014	0,011	0,010	-0,597	0,551
EKR 1 (mV)	0,010	0,005	0,011	0,005	-0,804	0,421
EKR 2 (mV)	0,014	0,007	0,018	0,011	-0,908	0,364
EKR 3 (mV)	0,020	0,008	0,025	0,016	-0,908	0,364
EKR 4 (mV)	0,019	0,009	0,021	0,011	-0,597	0,551
EKR 5 (mV)	0,019	0,009	0,014	0,009	-0,856	0,392
EKR 6 (mV)	0,010	0,007	0,012	0,007	-0,804	0,421
EKR 7 (mV)	0,010	0,010	0,010	0,006	-1,116	0,264
EKR 8 (mV)	0,009	0,008	0,009	0,008	-0,285	0,775
EKR 9 (mV)	0,008	0,008	0,007	0,007	-0,285	0,775
FKR 1 (mV)	0,014	0,007	0,015	0,010	-0,182	0,856
FKR 2 (mV)	0,026	0,019	0,030	0,021	-0,701	0,484
FKR 3 (mV)	0,033	0,023	0,041	0,027	-1,116	0,264
FKR 4 (mV)	0,029	0,017	0,036	0,021	-0,960	0,337
FKR 5 (mV)	0,029	0,017	0,022	0,014	-1,272	0,204
FKR 6 (mV)	0,010	0,006	0,012	0,007	-0,701	0,484
FKR 7 (mV)	0,006	0,004	0,005	0,002	-0,234	0,815
FKR 8 (mV)	0,003	0,001	0,003	0,001	-0,493	0,622
FKR 9 (mV)	0,003	0,000	0,003	0,001	-0,078	0,938
FKU 1 (mV)	0,016	0,008	0,014	0,005	-0,234	0,815
FKU 2 (mV)	0,025	0,014	0,024	0,011	-0,130	0,897
FKU 3 (mV)	0,034	0,021	0,032	0,015	-0,130	0,897
FKU 4 (mV)	0,032	0,020	0,030	0,016	-0,182	0,856
FKU 5 (mV)	0,032	0,020	0,021	0,008	-1,272	0,204
FKU 6 (mV)	0,013	0,006	0,014	0,005	-0,753	0,452
FKU 7 (mV)	0,009	0,007	0,007	0,002	-0,130	0,897
FKU 8 (mV)	0,007	0,012	0,003	0,001	-0,234	0,815
FKU 9 (mV)	0,007	0,010	0,003	0,001	-0,285	0,775

EMG: Elektromiyografi; μ V: microvolt; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris
1. pozisyon: İstirahat pozisyonundan 0⁰'ye geliş hareketi; 2. pozisyon: 0⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 3. Pozisyon: 10⁰'den 20⁰'ye geliş hareketi; 4. Pozisyon: 20⁰'de izometrik kontraksiyon; 5. Pozisyon: 20⁰'den 10⁰'ye geliş hareketi; 6. Pozisyon: 10⁰'den 0⁰'ye geliş hareketi; 7. Pozisyon: 0⁰'den istirahat pozisyonuna geliş hareketi; 8. ve 9. Pozisyonlar: istirahat iEMG değerleri **Bold**: $p < 0.05$

4.4.2. El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi Sırasında Önkol Kaslarının Reaksiyon Zamanı Bulguları

El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının reaksiyon zamanı değerleri Tablo 4.11' de gösterilmiştir. El bileği fleksiyon hareketi sırasında EKR ve FKU kaslarının kontrol grubuna göre daha geç aktive oldukları kaydedildi ($p<0,05$).

Tablo 4.11. El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite ve Kontrol gruplarında önkol kaslarının reaksiyon zamanı değerleri.

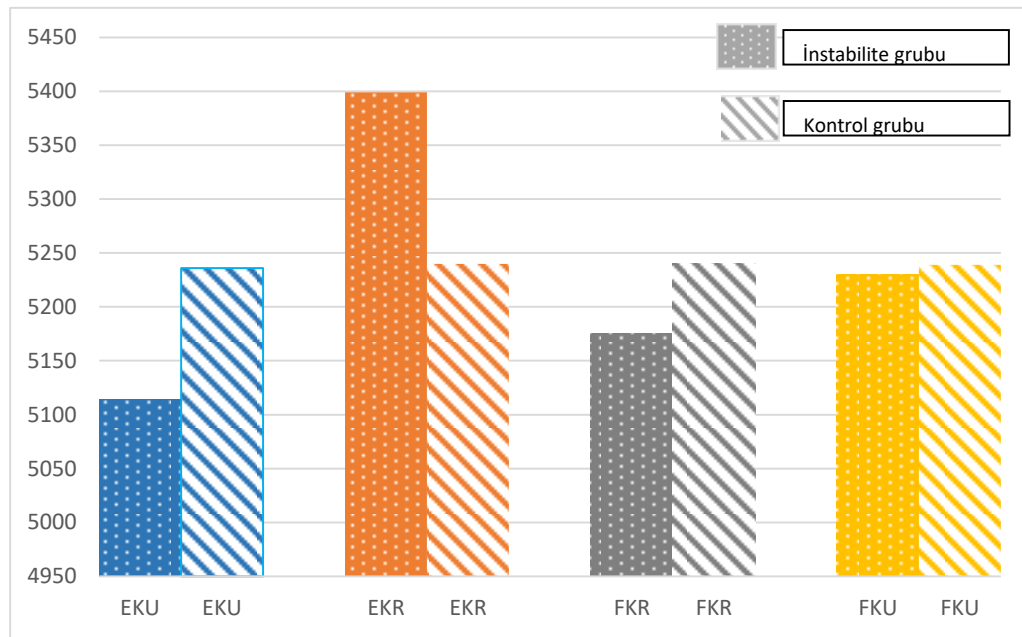
Hareketler	Kaslar	İnstabilite Grubu(N=15)		Kontrol Grubu(N=11)		z	p
		X	SD	X	SD		
El bileği Ekstansiyonu	EKU (sl)	4869	251	4962	253	-0,804	0,421
	EKR (sl)	5164	429	4937	258	-1,375	0,169
	FKR (sl)	5014	356	4966	241	-0,130	0,897
	FKU (sl)	5119	421	4943	233	-1,323	0,186
El bileği fleksiyonu	EKU (sl)	5114	379	4993	192	-1,323	0,186
	EKR (sl)	5399	466	5033	193	-2,258	0,024
	FKR (sl)	5175	417	4997	223	-1,272	0,204
	FKU (sl)	5230	315	5008	169	-2,465	0,014
EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris; sl: Salise							

El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubunda etkilenen ve etkilenmeyen taraf önkol kaslarının reaksiyon zamanı değerleri Tablo 4.12. 'de gösterilmiştir. Etkilenen tarafta el bileği ekstansiyon hareketi sırasında EKU kasının daha erken aktive olduğu kaydedildi ($p<0,05$). El bileği fleksiyon hareketi sırasında ise etkilenen taraf EKR kasının daha geç aktive olduğu kaydedildi ($p<0,05$).

Tablo 4.12. El bileği ekstansiyon ve fleksiyon hareketi sırasında İnstabilite grubu etkilenen ve etkilenmeyen tarafta önkol kaslarının reaksiyon zamanı değerleri.

İnstabilite Grubu (N=15)							
Hareketler	Kaslar	Etkilenen taraf		Etkilenmeyen taraf		z	p
		X	SD	X	SD		
El bileği Ekstansiyonu	EKU (sl)	4869	251	5268	334	-3,181	0,001
	EKR (sl)	5164	429	5224	326	-0,341	0,733
	FKR (sl)	5014	356	5241	320	-1,817	0,069
	FKU (sl)	5119	421	5244	324	-0,398	0,691
El bileği fleksiyonu	EKU (sl)	5114	379	5236	322	-1,363	0,173
	EKR (sl)	5399	466	5240	322	-2,215	0,027
	FKR (sl)	5175	417	5240	323	-0,682	0,496
	FKU (sl)	5230	315	5239	322	-0,398	0,691
EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris; sl: Salise							

El bileği fleksiyon hareketi sırasında önkol kaslarının reaksiyon zamanını gösteren grafik Şekil 4.4.' de yer almaktadır.



Şekil 4.4. El bileği fleksiyon hareketi sırasında önkol kaslarının reaksiyon zamanı.

4.4.3. El Bileği Fleksiyon ve Ekstansiyon Hareketi Sırasında Önkol Kaslarının Aktivasyonu ile Ağrı İlişkisi

Ağrı seviyesinin kas aktivasyon paternine olan etkisini araştırmak amacıyla ağrı ile önkol kaslarının EMG aktivasyonları arasındaki ilişki incelendi. Ağrı parametreleri olarak, palpasyon ile EKR, FKR, AİN ve PİN üzerinde meydana gelen ağrı seviyelerinin ortalaması, aktivite sırasında fleksör ve ekstansör yüzeyde hissedilen ağrı seviyelerinin ortalaması ve EKR, FKR, AİN ve PİN faradik eşik test sonuçlarının ortalaması olmak üzere 3 parametre incelendi. Kas aktivasyon paternleri ise 9 aşamalı olarak kaydedilen el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri konsentrik (1-3. pozisyon), izometrik (4. pozisyon), ekzentrik (5-7. pozisyon) ve dinlenme (8. ve 9. pozisyon) olmak üzere 4 fazda değerlendirildi.

El bileği ekstansiyon hareketi sırasında ağrı seviyesi ile EKR, EKU ve FKR kaslarının aktiviteleri arasında negatif ilişki gözlemlendi ($p < 0,05$). El bileği fleksiyon hareketi sırasında ise ağrı seviyesi ile FKU ve FKR kas aktiviteleri arasında negatif ilişki gözlemlendi. (Tablo 4.13. ve Tablo 4.14.).

Tablo 4.13. El bileği fleksiyon hareketi sırasındaki önkol kas aktivasyonları ile ağrının ilişkisi.

		EKU-k	EKU-i	EKU-e	EKU-d	EKR-k	EKR-i	EKR-e	EKR-d	FKR-k	FKR-I	FKR-e	FKR-d	FKU-k	FKU-i	FKU-e	FKU-d
VAS aktivite (0-10 cm)	r	-0,342	-0,337	-0,332	-0,258	0,139	0,108	0,016	-0,074	0,005	0,094	-0,065	-0,550	-0,258	-0,220	-0,153	-0,622
	p	0,212	0,219	0,227	0,354	0,622	0,701	0,954	0,794	0,985	0,740	0,818	0,034	0,354	0,431	0,586	0,013
VAS palpasyon (0-10 cm)	r	-0,331	-0,172	-0,025	0,089	0,038	0,011	-0,088	-0,066	0,238	0,298	0,172	-0,298	-0,302	-0,168	-0,018	0,057
	p	0,229	0,541	0,929	0,751	0,894	0,970	0,756	0,815	0,394	0,280	0,541	0,28	0,274	0,549	0,950	0,840
Faradik eşik (mA)	r	-0,265	-0,238	-0,191	0,13	-0,068	-0,179	-0,243	-0,023	-0,070	0	-0,113	-0,25	-0,22	-0,08	-0,041	-0,016
	p	0,341	0,394	0,495	0,643	0,810	0,524	0,383	0,934	0,805	1	0,689	0,368	0,431	0,776	0,884	0,955

VAS: Vizüel Analog Skalası; mA: mili amper; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris; k: konsentrik faz; i: izometrik faz; e: ekzentrik faz; d: dinlenme fazı

Bold: p<0,05

Tablo 4.14. El bileği ekstansiyon hareketi sırasındaki önkol kas aktivasyonları ile ağrının ilişkisi.

		EKU-k	EKU-i	EKU-e	EKU-d	EKR-k	EKR-i	EKR-e	EKR-d	FKR-k	FKR-I	FKR-e	FKR-d	FKU-k	FKU-i	FKU-e	FKU-d
VAS aktivite (0-10 cm)	r	-0,241	-0,454	-0,369	-,589	-0,132	-0,043	-0,175	-,703	-0,429	-0,503	-0,483	-,640	-0,157	-0,411	-0,032	-0,389
	P	0,386	0,089	0,175	0,021	0,640	0,878	0,533	0,003	0,111	0,056	0,068	0,010	0,577	0,128	0,909	0,152
VAS palpasyon (0-10 cm)	r	-0,111	-0,080	-0,038	-0,416	-0,245	-,536	-0,406	-0,159	-0,093	-0,141	-0,163	-0,080	-0,163	0,089	0,134	0,154
	P	0,694	0,776	0,894	0,123	0,379	0,039	0,134	0,571	0,742	0,616	0,562	0,776	0,562	0,751	0,634	0,584
Faradik eşik (mA)	r	0,429	0,341	0,411	-0,077	-0,266	-,561	-0,336	-0,045	-0,261	-0,286	-0,338	-0,238	-0,241	-0,202	0,029	0,032
	P	0,111	0,213	0,128	0,785	0,337	0,029	0,221	0,874	0,348	0,301	0,218	0,394	0,386	0,470	0,919	0,909

VAS: Vizüel Analog Skalası; mA: mili amper; EKU: Ekstansör Karpi Ulnaris; EKR: Ekstansör Karpi Radialis; FKR: Fleksör Karpi Radialis; FKU: Fleksör Karpi Ulnaris;
k: konsentrik faz ; i: izometrik faz; e: ekzentrik faz; d: dinlenme fazı
Bold: p<0,05

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, SLİL hasarı sonucu karpal instabilitesi olan bireylerde, üst ekstremitenin fonksiyonel durumunu belirlemek, el bileği stabilizasyonunda görev alan FKU, FKR, EKU ve EKR kaslarının EMG aktivasyonlarındaki değişiklikleri saptamak ve ağrı ile ilişkisini incelemek amacıyla yapıldı. İnstabilite grubundaki bireylerin kontrol grubuna göre ağrı şiddetinin daha yüksek olduğu ve fonksiyonel durumunun daha kötü olduğu bulundu. El bileği hareketleri sırasında SLİL lezyonu olan bireylerin önkol kaslarının aktivasyonlarında normale göre sapma kaydedildi. İnstabilitesi olan bireylerin etkilenmeyen taraf kas aktivitelerinde de değişiklik bulundu. Ağrı seviyesinin ile EKR, EKU ve FKU kassal aktiviteleri arasında negatif ilişki saptandı. Ağrı seviyesinin daha çok kasların istirahat EMG aktivitelerini etkilediği bulundu. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öne sürülen tüm araştırma hipotezleri desteklendi.

5.1. Ağrı

Ağrı değerlendirmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Subjektif bir değerlendirme olan VAS, uygulanabilirliği kolay olmakla birlikte pek çok dezavantajı bulunmaktadır. Hastaların özellikle yorgun oldukları zamanlarda dikkatlerinin azalması ağrılarını ifade etmede zorluğa neden olmaktadır (170). Bu nedenle ağrı değerlendirmesinin yapıldığı zamanın seçimi yanılığlara neden olabilir. Çalışmamızda ağrı değerlendirmesi, hastanın fizyoterapiye yönlendirildiği ilk seansta, sabah saatlerinde yapıldı. El kullanımının gün içinde artışı düşünüldüğünde, yüklenmenin düşük seviyede olduğu düşünülen sabah saatleri tercih edildi. Hata payını azaltabilmek için ağrı değerlendirilmesini düzenli aralıklar ile yapılması literatür tarafından önerilmektedir (170). Çalışmamızda tüm bireylere bir değerlendirme yapıldı. Ancak, ağrı şiddeti, aktivite, palpasyon ve faradik eşik testi olmak üzere farklı parametrelerle detaylı bir şekilde değerlendirildi. Gelecek çalışmalarda bireylerin gün içindeki ve zamana göre ağrı paternlerinin araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Karpal instabilitesi olan bireylerde de el bileği ve önkol ağrısı ile sıklıkla karşılaşmaktadır (171). SLİL lezyonuna bağlı karpal instabilitesi olan bireylerde el bileği ağrısı daha çok skafolunat aralıkta hissedilirken, önkol ağrısı ekstansör ve fleksör kas gruplarında görülmektedir. Ligament yaralanmaları sonrasında eklem

çevresindeki kaslarda gözlenen tonus artışı ve spazmın (45, 172), kas-iskelet sistemi ağrı sendromlarına neden olabileceği düşünülmektedir (155, 157, 173, 174). Hagert, ligament hasarları sonrası gelişen ligamentomusküler refleks mekanizmanın bozulmasının ağrı sendromlarına neden olabileceğini belirtmektedir (83). Solomonow (11), ligament hasarlarından sonra proprioseptif ve kinestetik algıda değişikliklerin olduğunu, kasların refleks aktivasyonunun değişerek eklem stabilitesini etkilediğini belirtmektedir. Statik ve dinamik yüklenmeler sonrası eklemi çaprazlayan kaslarda spazm görülmekte (175), spazm ise, doku hasarına karşı gelişen kassal bir yanıt olmakla birlikte ağrıya neden olabilmektedir (176, 177).

Çalışmamızda, SLİL lezyonu olan bireylerde klinik değerlendirmeler sonucu en fazla ağrı gözlenen bölgeler belirlenerek VAS ve faradik eşik testi ile değerlendirildi. İnstabilite grubundaki bireylerin tüm değerlendirme parametrelerinde kontrol grubuna göre ağrı seviyesi yüksekti. Çalışmamıza dâhil ettiğimiz hastaların ağrı şikâyetleri ortalama olarak 8 aydır devam etmekteydi. Bu sürede eklem çevresindeki kasların nöral mekanizmalarında meydana gelen değişikliklerin önkol kaslarında ağrıya neden olabileceğini düşünmekteyiz. Nitekim çalışmamızda önkol kas aktivasyonlarında kontrol grubuna göre elde edilen değişiklikler bu görüşü desteklemektedir.

Ağrıya meydana gelen değişikliklerin daha objektif yöntemler ile saptanması önem kazanmaktadır. Faradik eşik test uygulanan yöntemlerden biridir. Bu tür deneysel çalışmalarda ağrılı uyaran bireylere zarar vermemeli ve rahatsız edici bir seviyeye çıkmamalıdır (178). Ağrı eşik testleri, ağrı eşiğini fiziksel terimlerle ölçülebilir hale getirdiği ve çok az deri hasarına neden olduğu için tercih edilebilir bir yöntemdir. Oda sıcaklığı deneysel ağrı değerlendirmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Tek başına deri ısısının artışı bile ağrı eşiği değerlerini etkileyebilmektedir. Notermans deri ısısının dış ortam sıcaklığından etkilendiğini ve ölçümlerin sabit oda sıcaklığında yapılması gerektiğini belirtmektedir (179). Çalışmamızda teknik yetersizlik nedeniyle değerlendirmeler sabit oda sıcaklığında değerlendirilemedi.

Çalışmamızda instabilite grubundaki bireylerin faradik ağrı eşik değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu. Jensen ve ark. diabetli ve sağlıklı bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada diabetli bireylerin ağrı eşiklerinin sağlıklı bireylere göre

daha yüksek olduğunu bulmuştur (180). Benzer olarak, Sacca ve Amadio da, çalışmalarında, diabetik hastaların ağrı eşiklerinin sağlıklı bireylerden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bunun nedeni olarak kandaki yüksek glikoz seviyesinin periferik sinirleri etkilemesi olduğunu belirtmişlerdir (181). Ligamentlerin duyu organları olması dolayısıyla instabilitesi olan bireylerde ligamentomusküler refleks arkın etkilenmesi ağrı eşiğindeki değişikliğe neden olmuş olabilir.

Karpal instabilitenin neden olduğu ağrı ve kuvvet kaybı gibi semptomlar, bireylerin fonksiyonel becerilerini, sosyal katılımlarını ve yaşam kalitelerini olumsuz yönde etkilemektedir (45). Karpal instabilite tanısının erken dönemde konması ile başlanan fizyoterapi programında temel olarak ağrısız ve aktiviteler sırasında stabil fonksiyonel bir el bileği hedeflenmektedir. Ağrı, mevcut probleme bağlı olarak ortaya çıkmakta ve başlangıçta koruyucu bir mekanizma olarak görev görmektedir. Ancak, ilerleyen dönemlerde ağrıya bağlı olarak farklı kas-iskelet sistemi adaptasyonları oluşabilmektedir. Bu adaptasyonlar, erken dönemde koruyucu olsa da uzun dönemde var olan problemi artırabilmektedir (182). Bu nedenle, kas iskelet sistemi problemlerinde ağrı yönetimi, rehabilitasyonun önemli bir komponentidir. Ağrı kontrolü için erken dönemde rehabilitasyona başlanması kas-iskelet sisteminde ek problemleri önlemektedir (83).

5.2. Kavrama Kuvveti

Kavrama kuvveti üst ekstremitte fonksiyonelliğinin önemli bir göstergesidir (183). El problemlerinde ağrı, immobilizasyon, hareket kısıtlılığı gibi nedenlerle sıklıkla etkilenmektedir (184, 185). Kas zayıflığı ve kas enduransında azalma, yavaş refleks motor kontrol ve yetersiz ko-kontraksiyon nedeniyle ortaya çıkmaktadır (155). Kas zayıflığı eklem binen yükü artırarak mevcut patolojiyi olumsuz yönde etkilemektedir (9). Ligament hasarı olan eklemdaki tekrarlayıcı aktiviteler ligament üzerine binen stresi arttırmaktadır. Artan stres ligamentte kümülatif travmalara neden olmaktadır (175, 186). Ligament hasarına sekonder gelişen inflamasyon ise, kronik evrede ligament hasarını arttırmakta ve uzun süre devam etmektedir (11). Devam eden inflamatuvar süreç ağrıyla birlikte özüre, eklem limitasyonlarına, kasta zayıflıklara ve başka problemlere neden olur (187). Konishi ve ark. (188) ACL yaralanması olan bireylerde yaralanma sonrası Vastus Lateralis ve Vastus Medialis kaslarında kuvvet

kaybı olduğunu kaydetmişlerdir. O'Meeghan ve ark. unilateral, parsiyel ve tedavi edilmemiş SLİL hasarı sonrası, yaralanmadan bir kaç yıl sonra bile hastaların kavrama kuvvetinde azalma ve işe dönüş sonrası aktivitelerde beceriksizlik görüldüğünü kaydetmişlerdir (189).

Çalışmamızda, instabilite grubundaki bireylerin etkilenen taraf kavrama kuvvetinin kontrol grubuna göre daha zayıf olduğu bulundu. Lateral epikondiliti olan bireylerde de benzer olarak etkilenen taraf kavrama kuvvetinin sağlıklı bireylere göre azaldığı tespit edilmiştir (150, 154, 183). Önkol ağrısının kavrama aktivitesini zorlaştırarak kuvvette azalmaya neden olduğu belirtilmektedir (183). Çalışmamızda, karpal instabilite tanısı olan bireylerin ortalama olarak 8 aydır devam eden el bileği ve önkol ağrısı vardı. Bireylerin uzun süredir ağrı şikâyeti olması el kullanımını etkileyerek kavrama kuvvetinde azalmaya neden olmuş olabilir. Kavrama kuvvetinde azalmaya, ağrı ve önkol kassal aktivasyon paternlerindeki değişiklikler de neden olabilir. El bileği ekstansörlerinin normal aktivasyonu kavrama kuvveti için önemli bir faktördür (154, 183). Kavrama kuvveti sırasında fleksör kaslar hareketi meydana getirmek için aktive olurken, el bileği ekstansör kasları ise el bileğinin stabilizasyonunu sağlamak için kasılmaktadır (190). Çalışmamızda, el bileği ekstansiyonu sırasında EKR kassal aktivitesinin izometrik kontraksiyon fazında azaldığı kaydedildi. Bireylerin önkol kaslarında ağrı şiddetinin fazla olması, kassal aktivasyonda azalma, EKR kasında reaksiyon zamanında gecikmenin kavrama kuvvetini etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Kavrama kuvvetinin kassal aktivasyon ve ağrı ile ilişkisini araştıran çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.3. Fonksiyonel Sonuç Ölçümü (DASH, MAYO, PRWE)

Fonksiyonel durumun değerlendirilmesi, cerrahinin veya rehabilitasyonun etkinliğini ortaya koymak bakımından önemlidir. Bu nedenle hastanın kendi bakış açısından fonksiyonelliğini değerlendirme imkânı sunan subjektif ölçümler kliniklerde sıklıkla kullanılmaktadır (191-195). Literatürde karpal instabilite sonrası uygulanan cerrahi yöntemlerin etkinliğini belirlemede daha çok DASH ve Hasta Bazlı El bileği anketi tercih edilmektedir (196).

Çalışmamızda üst ekstremitenin ve el-el bileğinin fonksiyonel durumlarını değerlendirmek amacıyla DASH, MAYO ve Hasta Bazlı El bileği anketleri kullanıldı.

Anket sonuçlarına göre instabilite grubundaki bireylerin fonksiyonel seviyesinin düşük olduğu kaydedildi. Bu sonuç, karpal instabilitesi olan bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde zorluk çektiğini göstermektedir. Rehabilitasyon veya cerrahi sonuçların başarısını değerlendirmede sonuç ölçümlerinin de kullanılması gerektiğini düşünüyoruz. Anketler subjektif değerlendirme yöntemleri olduğu için bireylerin fonksiyonel gelişimlerini ifade etmeleri açısından önemli olsa da objektif yöntemlerle desteklenmeleri önemlidir.

5.4. Dinamik EMG Analizleri

5.4.1.Önkol kas aktivasyonları

Elektromyografi, son zamanlarda kinezyolojik çalışmalarda (197, 198), eğitim ve rehabilitasyon alanında sıkça kullanılan bir analiz yöntemidir. Rehabilitasyon sürecinde kişiye özgü bir program oluşturmada önemli bir bilgi kaynağıdır (199). Egzersizler sırasında kasların aktivite düzeylerinin belirlenmesi rehabilitasyon sürecinde egzersiz planlanmasında etkin rol oynar. Eklem instabiliteleri sonrasında eklem dinamik stabilizasyonuna katkı sağlayan kasların aktivitelerindeki değişimi araştıran çok sayıda çalışma vardır (156-158). Ancak, literatürde el bileği instabiliteleri sonrası önkol kaslarının aktivite değişikliklerini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Mesleki yüklenmeler veya akut travmalar sonrası sıklıkla karşılaşılan el bileği instabilitelerinin önlenmesi ve uygun egzersiz stratejilerinin planlanması amacıyla çalışmamızda instabilitesi olan bireylerin önkol kas aktivasyon paternlerinde meydana gelen değişiklikler incelendi. Bu çalışmada önkol kas aktivasyon düzeylerinin belirlenmesinde EMG ölçümleri tercih edildi.

EMG çalışmaları, kişiye ve patolojiye özel egzersiz programlarının oluşturulmasında fizyoterapistte yol göstericidir. EMG uygulaması kolay bir yöntem olsa da uygulama sırasında EMG sinyallerini olumsuz yönde etkileyebilecek birçok ekstrinsik ve intrinsik faktör bulunmaktadır. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında EMG sinyallerinin kaliteli bir şekilde kayıt edilmesi büyük bir özen ve dikkat gerektirmektedir. Yerleştirilen yüzeyel EMG elektrotu ile kas lifleri arasındaki dokunun kalınlığı, EMG sinyalinin daha az algılanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda, bireylerin beden kitle indeksleri göz önünde bulundurularak $BKİ > 30 \text{ kg/m}^2$ olan kadın bireyler çalışmaya dâhil edildi. Deri yüzeyinin temizlenmesi

ve elektrot yerleşimleri, yüzeysel EMG uygulamalarında uluslararası bir sistematik olan SENIAM kriterlerine uygun olarak gerçekleştirildi. Çalışmamızda *crosstalk* görülme olasılığını en aza indirmek amacıyla elektrot yerleşimlerine ayrıca dikkat edildi. Hedef kas gruplarının çapları küçük olduğu için yüzeysel EMG elektrotlarını merkezlerine teğet olacak şekilde bir yanlarından kesilerek sadece hedef kastan yanıt alınması amaçlandı. Gürültü eliminasyonu için ölçümler ses ve elektromanyetik dalga yalıtımı olan özel bir odada yapıldı. Kassel yorgunluk da, EMG sinyallerini etkileyen önemli bir faktördür (200). Bu nedenle çalışmamızda her bir ölçüm arasında üç dakika dinlenme süresi verilerek yorgunluğun etkisi en aza indirildi. Hareketlerin yapılma sırası, yorgunluk düzeyini etkileyebileceğinden hareketler randomize olarak yapıldı. Önkol kaslarına yönelik EMG çalışmalarının az olması nedeniyle çalışmamızda kullanılan metodolojinin gelecek çalışmalara yol gösterici olacağı düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda, sonuçları etkileyebilecek demografik özelliklerdeki farklılıkları elimine edilerek homojen dağılım amaçlandı. Kadınların menstrual döngüleri sırasında meydana gelen hormonal değişiklikler nedeniyle kadınların kassel aktivasyonları erkeklere göre farklılıklar gösterebilmektedir (201). Bu nedenle çalışmaya sadece kadın bireyler dâhil edildi. SLİL lezyonu olan bireyler ve sağlıklı bireylerin yaş ve BKİ'si birbirine benzerdi. Her iki gruptaki bireylerin el kullanım süreleri arasında fark yoktu. Kontrol grubuna elini sık kullanan meslek gruplarındaki bireyler dâhil edilmedi.

Önkol kas aktivasyonunun belirlenmesinde günlük yaşam aktivitelerinde sıklıkla kullanılan el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri değerlendirildi. Her iki hareketin başlangıç pozisyonundan bitiş pozisyonuna kadar 9 seviyede EKR, EKU, FKR ve FKU kaslarından EMG aktiviteleri kaydedildi. İleri analiz için hareketlerin dokuz aşaması konsentrik, izometrik, eksentrik ve dinlenme fazları olmak üzere 4 faza ayrılarak incelendi. İzometrik faz için günlük yaşantıda sıklıkla kullanılan 20⁰ tercih edildi. Hareketler metronom yardımıyla yapıldı. Her hareket üç kere tekrarlanıp ortalaması alınarak EMG analizleri değerlendirildi.

Dinamik kassel kontrol eklem stabilitesini artırmada önemli rol oynamaktadır (202). El bileği eklemının sensorimotor kontrolünü araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda SLİL'in uyarılması ile önkol kaslarında aktiviteye neden olan ligamentomusküler reflekslerin varlığı gösterilmiştir (83). Eklem çevresindeki

kasların aktivasyonunu sağlayan bu refleks ark, kasların belirli bir şekilde aktivasyonunu sağlayarak dinamik kompresyon etkisiyle eklem binen yükün azalmasını sağlamaktadır (203). Böylelikle ligamente binen yük de azalmış olur.

Önkol kaslarının el bileği eklemi üzerindeki dinamik etkisinin anlaşılmasıyla eklem instabilitelerine özgü egzersiz protokollerinin planlanması gündeme gelmiştir. Ancak literatürde el bileği instabiliteleri sonrası önkol kaslarının aktivasyon değişiklikleri hakkında çalışma bulunmaktadır. Çalışmamızda, SLİL lezyonuna bağlı karpal instabilitesi olan bireylerin önkol kas aktivasyonlarındaki değişiklikleri saptamak amacıyla karşılaştırmalar sağlıklı bireylerin verileri kullanılarak yorumlandı. Çünkü eklem instabilitesi nedeniyle bireylerin aktiviteler sırasında etkilenen el bileğine daha az yüklenmesi, etkilenmeyen elin kullanımını da artırmaktadır. Dolayısıyla instabilitesi olan bireylerde etkilenen ve etkilenmeyen taraf karşılaştırma sonuçları yanıltıcı olabilir. Literatürle benzer olarak çalışmamızda kontrol grubundaki bireylerin dominant ve dominant olmayan ekstremiteleri randomize olarak seçilerek instabilite grubu ile karşılaştırıldı. Ayrıca çalışmamızda instabilite grubunun etkilenmeyen tarafındaki önkol kaslarında meydana gelen değişiklikler de incelendi.

Çalışmamızda instabilite grubunda yer alan bireylerin el bileği ekstansiyon hareketi sırasında EKV kas aktivasyonunda konsentrik faz, eksentrik faz ve istirahat fazı iEMG değerlerinde kontrol grubuna göre artış kaydedildi. EKR kas aktivitesi ise konsentrik faz, izometrik kontraksiyon fazı ve eksentrik fazda belirgin olarak daha azdı. Rojas ve ark. lateral epikondilit tanısı almış bireylerde önkol kaslarının aktivasyon paternlerini EMG ile değerlendirdikleri çalışmalarında, ekstansiyon hareketi sırasında ekstansör kasların aktivasyon paternlerinde değişiklik saptamışlardır (23). Çalışmamızla benzer olarak, lateral epikondilit grubunda kontrol grubuna göre EKR kasının aktivitesinde azalma ve EKV kas aktivitesinde ise artış kaydedildi. Finsen ve ark. ise el bileği ekstansiyonu sırasında hem EKV hem de EKR kasların aktivitelerinin arttığını, bu durumun özellikle lateral epikonditte daha belirgin olduğunu belirtmektedir (204). Garcia-Elias ve ark. yaptıkları çalışmalarında EKV kasının distal karpal sırada pronasyonu, EKRL kasının ise distal karpal sırada supinasyonu artırdığını kaydetmişlerdir (16). Karpal kemiklerde meydana gelen pronasyon skafoidum ve lunatum arasındaki mesafeyi açarak instabiliteyi artırmakta, supinasyon ise mesafeyi daraltarak instabiliteyi azaltmaktadır. Çalışmamızda

instabilite grubunda kaydedilen artmış EKU ve azalmış EKR aktivitesi karpal instabiliteyi artırıcı yönde bir etki gösterebilir. Bu durumun egzersiz reçetesi planlarken göz önünde bulundurulması gerektiğini düşünüyoruz. EKR kasına yönelik egzersizlere ağırlık verilirken EKU egzersizlerinden kaçınılmasını önermekteyiz.

El bileği ekstansiyon hareketinde instabilite grubundaki bireylerin tüm önkol kas aktiviteleri dinlenme pozisyonunda kontrol grubuna göre fazlaydı. İnstabilite problemi olan bireylerde ekstansiyon hareketi sonrası kasların gevşeyemediklerini göstermektedir. Doku yaralanmasına kassal cevabın genellikle ağrı, kas spazmları ve artmış kassal EMG aktivitesi ile karakterize olduğu belirtilmektedir. Solomonow (11), ligament hasarlarından sonra eklem çevresi kasların refleks aktivasyonunun değiştiğini ve bu kaslarda spazm meydana geldiğini belirtmektedir. Dolayısıyla tüm önkol kasları el bileğini stabilize etmek amacıyla hareketin sonunda aktivitelerini artırmış olabilir. Bu durumun fleksiyon hareketinde görülmemesinin nedeni SLİL'in el bileği ekstansiyon pozisyonunda daha fazla yüklenmesi olabilir.

Çalışmamızda instabilite grubu etkilenen taraf ile etkilenmeyen taraf arasında el bileği hareketleri sırasında EKU, EKR, FKU ve FKR kaslarının EMG amplitüdlerinde de farklılık saptandı. El bileği ekstansiyon hareketi sırasında etkilenen taraftaki EKU ve EKR kasları hareketin eksentrik fazında ve dinlenme fazında; FKR kası da dinlenme fazında daha aktifti. El bileği fleksiyon hareketinde ise etkilenen taraftaki EKR kas aktivitesi hareketin konsentrik, izometrik ve eksentrik fazlarında artmıştı. FKR kası hareketin eksentrik aşamasında düşük iken ve FKU kası daha aktifti. Çalışmamızda etkilenen tarafta hareketin eksentrik fazında etkilenmeyen tarafa göre agonist kas aktivitesinin arttığı saptandı. Etilenen taraf EKR kasının her iki hareket sırasında da etkilenmeyen tarafa göre daha aktif olup, dinlenme sırasında gevşeyemediği görüldü. Etkilenen ve etkilenmeyen taraf arasında önkol kas aktiviteleri arasında fark olduğu kaydedildi. Kontrol grubunda her iki ekstremite arasında fark yokken instabilite grubunda fark bulunması patolojinin bilateral etkileri olabileceğini göstermektedir. Nitekim kas-iskelet sistemi ağrı problemlerinde etkilenmeyen tarafta da kassal değişikliklerin olduğu bilinmektedir (205).

Çalışmamızda instabilite grubundaki bireylerin etkilenmeyen taraftaki önkol kas aktivasyonlarında meydana gelen değişiklikleri saptamak amacıyla kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Crisco ve ark. yaptıkları çalışmalarında, unilateral SLİL hasarın

karpal kinematikte bilateral değişikliklere neden olduğunu belirtmektedir (206). Benzer olarak, bu çalışmada el bileği ekstansiyon hareketi sırasında instabilite grubunda etkilenmeyen taraf EKR kasında konsentrik ve eksentrik fazlarda aktivitede azalma kaydedildi. EKR kasının skafolunat stabilitesyi artırıcı etkisi gözönünde bulundurulduğunda bireylerin etkilenmeyen taraflarının da risk altında olduğu söylenebilir. Smeulders ve ark. yaptıkları çalışmalarında ise unilateral el bileği ağrılı hastaların, bilateral motor kontrol yetersizliğe sahip olduklarını göstermiştir. Bu durumun kalıcı anormal supraspinal sensorimotor integrasyon nedeniyle olduğu sonucuna varmışlardır (207). Supraspinal sensorimotor integrasyon, doku hasarıyla meydana gelen, nosiseptörlerin aktive olmasıyla dorsal boynuzda uyarı gitmesi ve proinflatuar sürecin başlatılarak kronik ağrı oluşmasını sağlamaktadır (208). Karpal instabilitesi olan bireylerin etkilenmeyen taraflarının değerlendirilmesi ve fizyoterapi programında uygun egzersiz programının planlanması önemlidir.

5.4.2. Reaksiyon zamanı

Elektromekanik cevap süresi kavramı, pre-motor zaman (PMT), elektromekanik gecikme (EMD) ve toplam reaksiyon süresi (TRT) birleşenlerini içermektedir (209, 210). Toplam reaksiyon süresi, uyarının gelmesinden torkun meydana gelmesi arasındaki zaman olarak ölçülmektedir. Pre-motor zaman, uyarının gelmesi ile myoelektrik aktivitenin başlangıcı arasındaki zaman olarak tanımlanmaktadır. EMD ise, kasın elektriksel aktivitesinin başlangıcından tork üretiminin başlangıcına kadar olan zaman olarak belirtilmektedir. Elektromekanik cevap süresi, ekleme gelen uyarının ne kadar iyi olduğunu ve kasların bu uyarana ne kadar hızlı yanıt verdiğini öğrenmek açısından değerli bir yöntemdir (211). EMD, periferel gecikmeyi değerlendirir. EMD, pek çok araştırmacı tarafından kullanılan nöromuskuler bir değerlendirme aracıdır (209, 210, 212, 213).

Elektromekanik cevap süreleri, yüzeysel EMG ile analiz edilerek nöromuskuler kontrol mekanizmaları hakkında bize bilgi verir (214). Yaşla birlikte ya da başka kas iskelet sistemi problemlerinde nöromuskuler kontrol mekanizmaları değişmektedir. Bu da reaksiyon sürelerinde değişmelere neden olmaktadır. Bu değişiklikler ise, kas kuvveti ile bedensel farkındalığın azalmasına neden olarak düşmelerden instabilitelere kadar pek çok problemin gelişmesinde etkin rol oynamaktadır (209). Kas

reaksiyonları, kadınlarda erkeklere göre daha erkendir (215). Kadınlar ve erkekler arasındaki bu fizyolojik farklılıkları göz önünde bulundurarak çalışmamızda yalnızca kadın olgulara yer verdik. Son yıllarda yapılan çalışmalar yaş ile reaksiyon zamanları arasındaki ilişkiyi de araştırmıştır (216). Buna göre yaşla birlikte merkezi sinir sisteminde nöromusküler değişimler meydana gelmekte, ilerleyen yaşlarda reaksiyon süreleri uzamaktadır (217). Çalışmamızda iki grubun yaşları benzer olarak seçildi.

Çalışmamızda, el bileği fleksiyon ve ekstansiyon hareketi sırasında önkol kaslarının reaksiyon süreleri araştırıldı. İnstabilite grubu etkilenen taraf ile kontrol grubu karşılaştırıldığında el bileği fleksiyon hareketi sırasında EKR kasının reaksiyon zamanında gecikme kaydedildi. İnstabilite grubunda etkilenen taraf ile etkilenmeyen taraf karşılaştırıldığında ise, fleksiyon hareketi sırasında EKR kası reaksiyon zamanında azalma görülürken, ekstansiyon hareketi sırasında EKV kasında reaksiyon zamanında gecikme olduğu kaydedildi. Lateral epikondilitli bireylerin de önkol kaslarında reaksiyon sürelerinde gecikme saptanmıştır (202, 218). Pienima ve ark. lateral epikondilitli bireylerde önkol ekstansörlerinin reaksiyon sürelerinin kavrama hareketi sırasında geciktiğini bulmuşlardır belirtilmektedir (219). Lysholm ve ark. çalışmalarında ACL yaralanması geçiren bireylerde reaksiyon sürelerinin etkilenmeyen taraf ve sağlıklı bireylere göre daha uzun olduğunu belirtmektedir (220). Reaksiyon zamanında meydana gelen bir gecikme yaralanma riskini artırmaktadır. ACL yaralanması olan bireylerde yapılan çalışmalarda EMD’de artış kaydedilmiştir. Bu artışın, yumuşak dokuların elastikiyet ve reaksiyon sürelerinde azalmaya neden olarak ACL yaralanma riskini artırabileceği belirtilmektedir (221). EKR ve FKU kasların skafolunat stabiliteyi destekleyici rolleri düşünüldüğünde bu kasların geç aktive olmasının yaralanma riskini artırabileceğini düşünüyoruz. El bileği fleksiyon hareketinde reaksiyon zamanında azalma görülmesi de tekrarlı el bileği fleksiyon hareketlerinin skafolunat instabiliteyi artırıcı bir etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. SLİL lezyonu olan bireylerin fizyoterapi programına özellikle bu EKR ve FKU kaslarının reaksiyon zamanını geliştirmek amacıyla egzersiz eklenmesini öneriyoruz.

5.5. Kas Aktivasyon Paternleri ile Ağrı İlişkisi

Statik ve dinamik yüklenmeler yumuşak dokularda mikro travmalara neden olmaktadır (222-225). Yaralanma sonrasında ağrı, kasların motor ünite ateşleme karakterlerini ve/veya mekanik davranışlarını değiştirerek etkilenen alanı korumaya çalışmaktadır. Böylelikle, eklem binen yük azaltılarak, yaralanma bölgesinde daha fazla ağrı oluşumu ve yumuşak doku hasarı önlenmiş olur (226, 227). Serrancoli ve ark. ACL hasarı sonrası bireylerdeki yürüme paternlerini araştırdıkları çalışmalarında kasların eklem hasarı durumunda ağrıdan kaçınmak ve/veya eklem stabilizasyonunu sağlamak için farklı aktivasyon paternleri geliştirdiklerini belirtmektedirler (156). Chu ve ark. ACL rüptürlülerde yaptıkları çalışmalarında ligament hasarı durumunda eklemi çevreleyen kas dokularında spazm olduğunu belirtmektedirler (203). Ligament hasarı durumunda ligamentteki ağrı reseptörleri uyarılarak eklemi çevreleyen kasların spazmını fasilite ederek ağrı-spazm-ağrı döngüsünü başlatmaktadır (203). Ahern ve ark. servikal boyun ağrılı bireylerde yaptıkları çalışmalarında ağrı-spazm-ağrı döngüsünün kasların aktivasyon paternlerini arttırdığını belirtmektedir (228). Solomonow ve ark. kedilerin lumbal bölgelerinde yaptıkları çalışmalarında, lumbal bölgeye 20 dakikalık statik bir yüklenme sonrasında Multifidus kasından spazm yanıtı alınmıştır. Spazmın doku hasarına kassal bir yanıt olarak geliştiği belirtilmiştir (203). Literatürde önkol kasları aktivasyon paternleri ile ağrı arası ilişki değerlendiren çalışmaya rastlanmadı.

Bu çalışmada fleksiyon hareketi sırasında önkol kasları aktivasyon paternleri ile ağrı arasındaki ilişki incelendi. El bileği fleksiyon hareketi sonrasında dinlenme fazında FKU ve FKR kaslarının aktivasyonu ile aktivite ağrı şiddeti arasında negatif ilişki bulundu. Aktivite sırasındaki ağrı şiddeti azaldıkça kassal aktivitede artış bulundu. El bileği ekstansiyon hareketinde aktivite ağrı şiddeti ile dinlenme fazında EKV, EKR ve FKR kaslarının aktivasyonu arasında negatif ilişki görüldü. Palpasyon ile hissedilen ağrı şiddeti ve faradik ağrı eşik testi ile EKV ve EKR izometrik faz kas aktiviteleri arasında negatif ilişki vardı. Sonuç olarak, ağrının önkol kaslarının EMG aktivitelerini hareketin kasılma ve dinlenme fazında etkilediği bulundu. Ahern ve ark. servikal ağrılı bireylerde yaptıkları çalışmalarında statik pozisyonda aktivasyon paternlerinin sağlıklı olgulara göre değişmediğini ancak dinamik pozisyonda kas aktivasyonlarının sağlıklı bireylere göre azaldığını bulmuştur (228). Bunun sebebi

olarak, kollateral kas gruplarının aktivasyonunun artıp agonist kas gruplarını kompanse etmeleri olduğu gösterilmiştir (228). Salomoni ve Nielsen ise ağrı ile kas aktivasyonları arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmalarında ağrı ile agonist veya antagonist kas grupları arasında ilişki bulamamıştır (229). Çalışmamızda sonuç olarak ağrı şiddetinin daha çok hareket sonrası kasların istirahat EMG aktivitelerini etkileği bulundu. Kas yorgunluğu da aktivasyon paternlerini etkileyen önemli bir parametredir (230). Ağrı, kas aktivasyon patern değişiklikleri ve kas yorgunluğu arasındaki ilişkiyi araştıran daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.6. Çalışmanın Limitasyonları

Karpal instabilitesi olan bireylerde kinetik ve kinematik analizin aynı anda yapıldığı sistemlerle geniş örneklerde yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, instabilite grubundaki bireyler el bileği ağrı şikâyetinden 8 ay sonra fizyoterapiye yönlendirildi ve değerlendirmede tek ölçüm yapıldı. Kassal aktivasyon değişikliklerinin problemin başlangıcından itibaren zamana göre değişiminin araştırılması uygun tedavinin planlanması için yol gösterici olacaktır. Çalışmaya sadece kadınlar dâhil edildiği için erkeklerin kassal aktivasyonlarındaki değişikliklerin ileri çalışmalarda araştırılması önerilmektedir. Çalışmamıza, müzisyen ve sporcular gibi elini sık kullanan meslek grupları dâhil edilmedi. Farklı meslek gruplarında meydana gelen değişimleri göstermek yaralanma riski belirleme ve tedavi planı oluşturmada faydalı olacaktır. Önkol kaslarının EMG ölçümlerinin yapılacağı standart bir sistemin oluşturulması önemlidir. Çalışmamızda, el bileği hareketleri sırasında kassal EMG aktivitelerini değerlendirmek için bir masa kullanıldı. Çalışma için özel olarak geliştirilen bu masa, önkolu sabitleyip kompensatuar mekanizmaların elimine edilmesini sağlasa da, ilerleyen çalışmalarda tüm kolu içerisine alan ve EMG elektrotlarını etkilemeyecek şekilde dizayn edilmiş ekipmanlara ihtiyaç vardır.

5.7. Çalışmanın Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bilimine Katkısı

Bu çalışma, SLİL hasarı sonucu karpal instabilitesi olan bireylerde, üst ekstremitenin fonksiyonel durumunu belirlemek, el bileği stabilizasyonunda görev alan FKU, FKR, EKU ve EKR kaslarının EMG aktivasyonlarındaki değişiklikleri saptamak ve ağrı ile ilişkisini incelemek amacıyla yapıldı. İnstabilite grubundaki bireylerin

kontrol grubuna göre ağrı şiddetinin daha yüksek olduğu ve fonksiyonel durumunun daha kötü olduğu bulundu. El bileği hareketleri sırasında SLİL lezyonu olan bireylerin önkol kaslarının aktivasyonlarında normale göre sapma kaydedildi. İnstabilitesi olan bireylerin etkilenmeyen taraf kas aktivitelerinde de değişiklik bulundu. Ağrı seviyesi ile önkol kaslarının aktiviteleri arasında negatif ilişki saptandı. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öne sürülen tüm araştırma hipotezleri desteklendi.

Karpal instabilite problemlerinde erken dönemde fizyoterapi programına başlanması eklem stabilitesinin artırılması, iyileşme sürecinin desteklenmesi ve ileri yaralanma riskini önlenmesi için önemlidir. Egzersiz yaklaşımlarının belirlenmesinde patoloji sonrası meydana gelen kinetik ve kinematik değişikliklerin analizi rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar el bileği ligamentlerinin proprioseptif rolü üzerinde durmaktadır. Özellikle SLİL'in inervasyonun fazla olması eklem sensorimotor kontrolünde rolü olduğunu göstermektedir. SLİL'in uyarılmasıyla meydana gelen ligamentomusküler refleks ark aracılığıyla önkol kasları aktive olarak eklemi koruyucu bir rol oynamaktadır. Literatürde, SLİL yaralanmasının el bileği eklemının nöromusküler kontrolünde rol oynayan önkol kaslarının aktivasyonuna etkisini gösteren çalışma yoktur. Yaralanma sonrası kaslarda meydana gelen aktivite değişikliklerinin saptanması ileri yaralanmaları önlemek, tedavi planı belirlemek ve egzersiz reçetesi oluşturmak için yararlı olacaktır. Bu çalışmanın SLİL yaralanması sonrası önkol kaslarında meydana gelen EMG aktivite değişikliklerini gösteren ilk çalışma olması bakımından önemli olduğunu düşünmekteyiz. Çalışma sonuçları, karpal instabilitesi olan bireylerde önkol kaslarına yönelik uygun egzersiz protokollerinin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamız, SLİL hasarı sonrası gelişen karpal instabilite probleminde önkol kaslarının aktivasyon paternlerindeki değişiklikleri araştırmak amacıyla yapıldı. Çalışma sonuçları, SLİL lezyonu olan bireylerde üst ekstremité fonksiyonelliğinin olumsuz yönde etkilendiğini, önkol kaslarının aktivasyon paternlerinde değişiklik olduğunu, ağrının kassal aktivasyonu etkilediğini gösterdi. Öne sürülen çalışma hipotezleri desteklenmiştir.

- İnstabilite grubu etkilenen taraf ağrısının etkilenmeyen tarafa ve kontrol grubuna göre yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle egzersiz programlarında ağrıya yönelik uygulamalara daha geniş bir şekilde yer alması gerektiğini düşünmekteyiz.
- İnstabilite grubu etkilenen taraf kavrama kuvvetinin etkilenmeyen tarafa ve kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Kavrama kuvveti ağrı nedeniyle bu hasta grubunda daha düşük olabilir.
- Ekstansiyon hareketinde instabilite grubu etkilenen taraf kontrol grubuna göre; EKV kasının aktivasyonunun konsentrik, eksentrik ve istirahat fazlarında arttığı görülmüştür. EKR kasının aktivasyonunun eksentrik, izometrik ve konsentrik fazlarda azaldığı, istirahat fazında arttığı bulunmuştur. FKR kasının aktivasyonunun istirahat fazında arttığı görülmüştür. Ligament hasarının eklem çevresinden geçen kasların aktivasyon paternlerini değiştirdiği düşünülmektedir.
- Ekstansiyon hareketinde instabilite grubu etkilenen taraf etkilenmeyen tarafa göre; EKV kas aktivasyonunun eksentrik ve istirahat fazlarında arttığı bulunmuştur. EKR kas aktivasyonunun eksentrik ve istirahat fazlarında arttığı görülmüştür. FKR kas aktivasyonunun istirahat fazında arttığı gözlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalar kas – iskelet sistemi ağrı problemlerinde etkilenmeyen tarafta da kassal aktivasyon değişiklikleri olduğunu göstermiştir.
- Fleksiyon hareketi sırasında instabilite grubu etkilenen taraf etkilenmeyen tarafa göre; EKR kas aktivasyonunun konsentrik, izometrik ve eksentrik fazlarda arttığı görülmüştür. FKR kas aktivasyonunun eksentrik fazda arttığı ve FKU kas aktivasyonunun eksentrik fazda arttığı

gözenmiştir. Önkol kaslarında meydana gelen bu kassal aktivasyon değişikliklerinin egzersiz programlarının ve günlük yaşam aktivitelerinin düzenlenmesinde büyük öneme sahip olduğunu düşünmekteyiz.

- İnstabilite grubu etkilenen taraf reaksiyon zamanı el bileği fleksiyonunda EKR ve FKU kaslarında kontrol grubuna göre arttığı bulunmuştur. EKR ve FKU kaslarının skafolunat stabiliteyi destekleyici rolleri düşünüldüğünde bu kasların geç aktive olmasının yaralanma riskini arttırabileceğini düşünüyoruz.
- İnstabilite grubu el bileği fleksiyonunda FKR ve FKU kaslarının dinlenme EMG aktiviteleri ile ağrı arasında negatif ilişki vardır. İnstabilite grubu el bileği ekstansiyonda EKR, EKR ve FKR kaslarının dinlenme EMG aktiviteleri ile ağrı arasında negatif ilişki vardır. Literatürde önkol kasları aktivasyon paternleri ile ağrı arası ilişkiyi değerlendiren bir çalışma bulunmadığından çalışmamız oldukça önemlidir. İlerleyen dönemlerde bu alanda daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Egzersiz eğitiminde hedeflenen kasa uygun egzersiz protokolünün oluşturulması ve verilen eğitimin hedeflenen amaca uygunluğunun araştırılmasında yüzeysel EMG çalışmaları el terapistlerine önemli bilgiler sunmaktadır. Çalışmamız, bu alanda yapılan ilk EMG çalışması olması açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu alanda yapılacak ileri çalışmalarla karpal instabilitede etkin rehabilitasyon programları geliştirilebilir. Bu çalışma ile özellikle karpal instabilite tedavi programlarında, etkilenen kasa spesifik rehabilitasyon programları uygulanması açısından bir farkındalık geliştirilmesini hedefliyoruz. Çalışmanın sonuçları fizyoterapistler için subjektif değerlendirmelerin yanında objektif değerlendirmelerin de önemli olduğuna işaret etmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1975;54(8):1612-32.
2. RL L, Dobyns J, Beabout J, Bryan R. Traumatic Instability Of Wrist-Diagnosis, Classification, And Pathomechanics. *Journal Of Bone And Joint Surgery-American Volume*. 1972(8):1612-32.
3. TJ H. Carpal instability5. . Proceedings of the Sydney hospital hand symposium—Update on the wrist joint; Sydney1991.
4. Ashe MC. Management of Carpal Instability: A Therapist's Perspective. *The British Journal of Hand Therapy*. 2001;6(1):9-14.
5. Prosser R. Conservative management of ulnar carpal instability. *Australian Journal of Physiotherapy*. 1995;41:41-.
6. Larsen CF, Amadio PC, Gilula LA, Hodge JC. Analysis of carpal instability: I. Description of the scheme. *The Journal of hand surgery*. 1995;20(5):757-64.
7. Prosser R, Herbert R, LaStayo PC. Current practice in the diagnosis and treatment of carpal instability—results of a survey of Australian hand therapists. *Journal of Hand Therapy*. 2007;20(3):239-43.
8. Moojen TM, Snel JG, Ritt MJ, Venema HW, Kauer JM, Bos KE. In vivo analysis of carpal kinematics and comparative review of the literature. *The Journal of hand surgery*. 2003;28(1):81-7.
9. Garcia-Elias M, Ribe M, Rodriguez J, Cots M, Casas J. Influence of joint laxity on scaphoid kinematics. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*. 1995;20(3):379-82.
10. RL L. Kinematic considerations of the wrist. *Clin Orthop* 1986;202:27-39.
11. Solomonow M. Ligaments: a source of musculoskeletal disorders. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2009;13(2):136-54.
12. Vanhees M, Verstreken F, van Riet R. What does the transverse carpal ligament contribute to carpal stability? *Journal of wrist surgery*. 2015;4(01):031-4.
13. Hagert E, Lluch A, Rein S. The role of proprioception and neuromuscular stability in carpal instabilities. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2016;41(1):94-101.
14. Hagert E. Distribution of mechanoreceptors in the wrist ligaments.
15. Hagert E, Forsgren S, Ljung BO. Differences in the presence of mechanoreceptors and nerve structures between wrist ligaments may imply differential roles in wrist stabilization. *Journal of orthopaedic research*. 2005;23(4):757-63.
16. Coll GS, Garcia-Elias M, Bergadà ÁL, López ML, Pérez ML, Baeza AR. Carpal dynamic stability mechanisms. Experimental study. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*. 2013;57(2):129-34.

17. Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Leon-Lopez M, Llusa-Perez M, Rodríguez-Baeza A. Effects of forearm muscles on carpal stability. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2011;36(7):553-9.
18. Jantea CL, An K-N, Linscheid RL, Cooney III W. The Role of the Scapho—Trapezial—Trapezoidal Ligament Complex on Scaphoid Kinematics. *Advances in the Biomechanics of the Hand and Wrist*: Springer; 1994. p. 345-61.
19. Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Hagert E. Scapholunate instability: proprioception and neuromuscular control. *Journal of wrist surgery*. 2013;2(02):136-40.
20. Guanche C, Knatt T, Solomonow M, Lu Y, Baratta R. The synergistic action of the capsule and the shoulder muscles. *The American journal of sports medicine*. 1995;23(3):301-6.
21. Johansson H. Role of knee ligaments in proprioception and regulation of muscle stiffness. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1991;1(3):158-79.
22. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders & techniques*. 1992;5(4):383-9.
23. Rojas M, Mananas MA, Muller B, Chaler J, editors. Activation of forearm muscles for wrist extension in patients affected by lateral epicondylitis. *Engineering in Medicine and Biology Society, 2007 EMBS 2007 29th Annual International Conference of the IEEE*; 2007: IEEE.
24. Garcia-Elias M, Geissler W. Carpal instability. *Green's operative hand surgery*. 2005;1:535-604.
25. El bileği Kemikleri, İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 10 Nisan 2016]. Erişim adresi:
https://www.google.com.tr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwj9ouDYIfDNAhXKbxQKHfT_DmsQjhwIBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.tibbiyardim.com%2Fel-bilegi-kemikleri-kac-tanedir-el-bilegi-kemiklerinin-isimleri-nelerdir.html&bvm=bv.126993452,d.d24&psig=AFQjCNHXDFq7vMwO3aBvTuzZVN7Enwdvnm&ust=1468488797089245
26. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation*: Elsevier Health Sciences; 2013.
27. Watson HK, Weinzeig J. *The wrist*: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
28. Garcia-Elias M. Position Statement: Definition of Carpal Instability: The Anatomy and Biomechanics Committee of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand². *The Journal of Hand Surgery*. 1999;24(4):866-7.
29. Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Llusa-Perez M, Rodríguez-Baeza A. The role of the flexor carpi radialis muscle in scapholunate instability. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(1):31-6.
30. Scaphoideum. İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 10 Nisan 2016]. Erişim adresi: http://www.wikiwand.com/de/Os_scaphoideum.

31. Anatomi. İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 10 Nisan 2016]. Erişim adresi:<http://www.fpnotebook.com/legacy/Ortho/Anatomy/LntBn.htm>.
32. https://en.wikipedia.org/wiki/Triquetral_bone. 2016.
33. Standring S, Ellis H, Healy J, Johnson D, Williams A, Collins P, et al. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. American Journal of Neuroradiology. 2005;26(10):2703.
34. Pisiform. İnternet, 2014, [Erişim Tarihi 10 Nisan 2016]. Erişim adresi: http://en.citizendium.org/wiki/Pisiform_bone.
35. https://nl.wikipedia.org/wiki/Os_capitatum. 2016.
36. Berger RA. The ligaments of the wrist. A current overview of anatomy with considerations of their potential functions. Hand clinics. 1997;13(1):63-82.
37. Dobyens JH, Linscheid RL. A short history of the wrist joint. Hand clinics. 1997;13(1):1-12.
38. Trumble T, Cornwall R, Budoff J. Core Knowledge in Orthopaedics: Hand, Elbow and Shoulder: Mosby Philadelphia; 2006.
39. Human Anatomy. İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 10 Nisan 2016]. Erişim adresi: <http://slideplayer.com/slide/3878662/>. 2016.
40. Palmer AK, Werner FW. Biomechanics of the distal radioulnar joint. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1984;187:26-35.
41. DA N. Observations from Cineradiography analysis. Marquette University, Milwaukee2000.
42. Upper Limb Arthrology. İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 10 Nisan 2016]. Erişim adresi: <https://www.studyblue.com/notes/n/upper-limb-arthrology/deck/15845320>. 2016.
43. Landsmeer J. Studies in the anatomy of articulation. I. The equilibrium of the "intercalated" bone. Acta Morphologica Neerlando-Scandinavica. 1961;3:287.
44. Fischer J, Thompson NW, Harrison JW. Traumatic Instability of the Wrist. Diagnosis, Classification, and Pathomechanics. Classic Papers in Orthopaedics: Springer; 2014. p. 353-5.
45. Kitay A, Wolfe SW. Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. The Journal of hand surgery. 2012;37(10):2175-96.
46. Mihra S. Taljanovic MD, M.Sc., F.A.C.R. 1 Jedidiah J. Malan, M.D. 2 Joseph E. Sheppard, M.D. Normal Anatomy of the Extrinsic Capsular Wrist

Ligaments by 3-T MRI and High-Resolution

Ultrasonography. 2012.

47. Taleisnik J. The wrist: Churchill Livingstone; 1985.
48. Berger RA. The anatomy of the ligaments of the wrist and distal radioulnar joints. Clin Orthop Relat Res. 2001(383):32-40.

49. Thorington RW, Jr., Darrow K. Anatomy of the squirrel wrist: bones, ligaments, and muscles. *Journal of morphology*. 2000;246(2):85-102.
50. Feipel V, Rooze M. The capsular ligaments of the wrist: morphology, morphometry and clinical applications. *Surgical and radiologic anatomy : SRA*. 1999;21(3):175-80.
51. Brown RR, Fliszar E, Cotten A, Trudell D, Resnick D. Extrinsic and intrinsic ligaments of the wrist: normal and pathologic anatomy at MR arthrography with three-compartment enhancement. *Radiographics*. 1998;18(3):667-74.
52. Hagert E, Persson JK. Desensitizing the posterior interosseous nerve alters wrist proprioceptive reflexes. *The Journal of hand surgery*. 2010;35(7):1059-66.
53. The Ulnar - Shortening Osteotomy. İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 17 Nisan 2016]. Erişim adresi: <http://clinicalgate.com/the-ulnar-shortening-osteotomy/>.
54. Mohammad Khan MD, Wei Yen Lim, MBBS, Donald Resnick, M.D. Carpal Instability 2012. Available from: <http://radsourc.us/carpal-instability/>.
55. Viegas MNSF. Three-Dimensional Computed Tomography of the Carpal Ligaments 2009.
56. Shahabpour M DMM, Pouders C, et al. MR imaging of normal extrinsic wrist ligaments using thin slices with clinical and surgical correlation. *Eur J Radiol*. 2011;77(2):196–201.
57. Theumann NH PC, Antonio GE, et al. Extrinsic carpal ligaments: normal MR arthrographic appearance in cadavers. *Radiology*. 2003;226(1):171–9.
58. Won C. Bae TR, Eric Y. Chang, Reni Biswas, Jiang Du, Sheronda Statum, Christine B. Chung. MR morphology of triangular fibrocartilage complex: correlation with quantitative MR and biomechanical properties. 2015.
59. Donald von Borstel MW, Kirstin Small, Taiki Nozaki, Hiroshi Yoshioka. High-Resolution 3T MR Imaging of the Triangular Fibrocartilage Complex. 2016.
60. Atsuya Watanabe FS, Peter S. Vezeridis, Philip Blazar, Hiroshi Yoshika. Ulnar-sided wrist pain. II. Clinical imaging and treatment. Springer. 2009.
61. Resnick RGFMBMACNDJTD. Differences between radial and ulnar deviation of the wrist in the study of the intrinsic intercarpal ligaments: Magnetic resonance imaging and gross anatomic inspection in cadavers. *Skeletal radiology*. 2010;39:799–805.
62. Ruby L. Wrist biomechanics. *Instructional course lectures*. 1992;41:25.
63. Schmitt R. Ligament injuries of the wrist. 2016.
64. Carpal Anatomy [updated 16.03.2015]. Available from: <http://clinicalgate.com/carpal-anatomy/>.
65. Rajesh Nanda MBBS DO, MRCSEd, MSc. Carpal Ligaments & Wrist Biomechanics.
66. Carlsen B, Shin A. Wrist instability. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2008;97(4):324-32.

67. Available from: <https://wimpipardede.files.wordpress.com/2014/10/7e4c4-dorsal.gif>.
68. Lisa A. Whitty M, Steven L. Moran, MD. Brunelli Tenodesis for the Treatment of Scapholunate Instability 16/03/2015. Available from: <http://clinicalgate.com/modified-brunelli-tenodesis-for-the-treatment-of-scapholunate-instability/Modified>
69. Salva-Coll G, Garcia-Elias M, Leon-Lopez M, Llusa-Perez M, Rodríguez-Baeza A. Role of the extensor carpi ulnaris and its sheath on dynamic carpal stability. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2012;37(6):544-8.
70. <https://ittcs.wordpress.com/2010/11/20/notes-on-anatomy-and-physiology-one-big-tendon/>. 2016.
71. msdlatinamerica.com.
72. RADONJIC D, CHARLES LONG I. Kinesiology of the wrist. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 1971;50(2):57-71.
73. Blackwell JR, Cole KJ. Wrist kinematics differ in expert and novice tennis players performing the backhand stroke: implications for tennis elbow. *Journal of biomechanics*. 1994;27(5):509-16.
74. A. Bobby Chhabra AMF. Elbow and Forearm 16/03/2015
75. Backdahl M, Carlsoo S. Distribution of activity in muscles acting on the wrist.(An electromyographic study). *Acta Morphologica Neerlando-Scandinavica*. 1961;4:136.
76. Linscheid RL, Dobyns JH. Dynamic carpal stability. *The Keio journal of medicine*. 2002;51(3):140-7.
77. Delp SL, Grierson AE, Buchanan TS. Maximum isometric moments generated by the wrist muscles in flexion-extension and radial-ulnar deviation. *Journal of biomechanics*. 1996;29(10):1371-5.
78. The muscles of upper limbs supplied by radial nerve. İnternet, 2015, [Erişim Tarihi 17 Nisan 2016]. Erişim adresi: <http://umqaa.blogspot.com/2015/01/what-is-course-and-supply-of-radial.html>.
79. Siegel D, Gelberman R. Peripheral nerve injuries associated with fractures and dislocations. *Operative Nerve Repair and Reconstruction Philadelphia: JB Lippincott*. 1991:619-33.
80. Ristic S, Strauch RJ, Rosenwasser MP. The assessment and treatment of nerve dysfunction after trauma around the elbow. *Clinical orthopaedics and related research*. 2000;370:138-53.
81. Gupta R BD, Osterman AL. Wrist arthroscopy: principles and clinical applications. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001; May-Jun;9(3):200-9.
82. LaPorte DM HS, Dellon AL. Sensory innervation of the triangular fibrocartilage complex: a cadaveric study. *J Hand Surg Am*. 2014;Jun;39(6):1122-4.
83. Hagert E. Wrist Ligaments - innervation patterns and ligamento-muscular reflexes. 2008.

84. Bednar JM, Osterman AL. Carpal instability: evaluation and treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1993;1(1):10-7.
85. Majima M, Horii E, Matsuki H, Hirata H, Genda E. Load transmission through the wrist in the extended position. *The Journal of hand surgery*. 2008;33(2):182-8.
86. Viegas SF, Hoffmann FJ. Palmar lunate dislocation with a dorsal scaphoid fracture variant. *The Journal of hand surgery*. 1988;13(3):440-3.
87. Horii E, Garcia-Elias M, An K-N, Bishop AT, Cooney W, Linscheid R, et al. Effect on force transmission across the carpus in procedures used to treat Kienböck's disease. *The Journal of hand surgery*. 1990;15(3):393-400.
88. Freedman KB, Bernstein J. The Adequacy of Medical School Education in Musculoskeletal Medicine*†. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(10):1421-7.
89. Stanley J, Trail I. Carpal instability. *JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY-BRITISH VOLUME*-. 1994;76:691-.
90. Tang J. Carpal instability associated with fracture of the distal radius. Incidence, influencing factors and pathomechanics. *Chinese medical journal*. 1992;105(9):758-65.
91. Jones W. Beware the sprained wrist. The incidence and diagnosis of scapholunate instability. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 1988;70(2):293-7.
92. Yin Y, Mann F, Hodge J, Gilula L. Roentgenographic interpretation of ligamentous instabilities of the wrist: Static and dynamic instabilities. *Imaging of the wrist and hand Philadelphia: WB Saunders*. 1996:203-24.
93. Sivananthan S, Sharp L, Loh Y. Management of wrist instability. *Current Orthopaedics*. 2007;21(3):207-14.
94. Dorsal and Volar Intercalated Segment Instability (DISI and VISI). Available from:
[http://www.raddaily.com/whitepaperarticle.php?articleTitle=Dorsal+and+Volar+Intercalated+Segment+Instability+\(DISI+and+VISI\)](http://www.raddaily.com/whitepaperarticle.php?articleTitle=Dorsal+and+Volar+Intercalated+Segment+Instability+(DISI+and+VISI)).
95. Niknejad MT. Terry Thomas sign 2011 [updated January 27, 2011]. Available from: <http://www.radrounds.com/photo/terry-thomas-sign?context=featured>.
96. Taleisnik J. Current concepts review. Carpal instability. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70(8):1262-8.
97. Bac DSD. L'esame radiografico del polso 2012. Available from: <http://www.radiologiaortopedica.it/?q=node/45>.
98. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RK. Carpal dislocations: pathomechanics and progressive perilunar instability. *The Journal of hand surgery*. 1980;5(3):226-41.
99. Ritt MJ, Bishop AT, Berger RA, Linscheid RL, Berglund LJ, An K-N. Lunotriquetral ligament properties: a comparison of three anatomic subregions. *The Journal of hand surgery*. 1998;23(3):425-31.

100. Manuel J, Moran SL. The diagnosis and treatment of scapholunate instability. *Hand clinics*. 2010;26(1):129-44.
101. Kelly E, Stanley J. Arthroscopy of the wrist. *The Journal of Hand Surgery: British & European Volume*. 1990;15(2):236-42.
102. Watson HK, Ryu J, Akelman E. Limited triscaphoid intercarpal arthrodesis for rotatory subluxation of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68(3):345-9.
103. Bernstein J. Available from: <http://www.orthopaedicsone.com/display/Main/Watson+test>.
104. Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR, Mack GR. Ulnar midcarpal instability—clinical and laboratory analysis. *The Journal of hand surgery*. 1981;6(5):515-23.
105. Raoul Tubiana J-MT, Evelyn Mackin, Martin Dunitz. *Examination of Hand and Wrist* 1996.
106. Suzuki D, Ono H, Furuta K, Katayama T, Akahane M, Omokawa S, et al. Comparison of scapholunate distance measurements on plain radiography and computed tomography for the diagnosis of scapholunate instability associated with distal radius fracture. *Journal of Orthopaedic Science*. 2014;19(3):465-70.
107. Gilula LA, Weeks PM. Post-traumatic ligamentous instabilities of the wrist 1. *Radiology*. 1978;129(3):641-51.
108. Stewart NR, Gilula LA. CT of the wrist: a tailored approach. *Radiology*. 1992;183(1):13-20.
109. Boutin RD, Buonocore MH, Immerman I, Ashwell Z, Sonico GJ, Szabo RM, et al. Real-time magnetic resonance imaging (MRI) during active wrist motion—initial observations. *PloS one*. 2013;8(12):e84004.
110. Roth JH, Haddad RG. Radiocarpal arthroscopy and arthrography in the diagnosis of ulnar wrist pain. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1986;2(4):234-43.
111. Cooney WP. Evaluation of chronic wrist pain by arthrography, arthroscopy, and arthrotomy. *The Journal of hand surgery*. 1993;18(5):815-22.
112. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McINTYRE LW, Whipple TL. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78(3):357-65.
113. Horn S, Ruby LK. Attempted scapholunate arthrodesis for chronic scapholunate dissociation. *The Journal of hand surgery*. 1991;16(2):334-9.
114. Watson HK, Hempton RF. Limited wrist arthrodeses. I. The triscaphoid joint. *The Journal of hand surgery*. 1980;5(4):320-7.
115. Kleinman WB, Steichen JB, Strickland JW. Management of chronic rotary subluxation of the scaphoid by scapho-trapezio-trapezoid arthrodesis. *The Journal of hand surgery*. 1982;7(2):125-36.
116. Pisano SM, Peimer CA, Wheeler DR, Sherwin F. Scaphocapitate intercarpal arthrodesis. *The Journal of hand surgery*. 1991;16(2):328-33.

117. Reagan DS, Linscheid RL, Dobyns JH. Lunotriquetral sprains. *The Journal of hand surgery*. 1984;9(4):502-14.
118. Toms AP, Chojnowski A, Cahir JG. Midcarpal instability: a radiological perspective. *Skeletal radiology*. 2011;40(5):533-41.
119. Hwang MD, Klinefelter R. Palmar midcarpal instability. *Journal of Hand Surgery*. 2013;38(3):565-8.
120. Chamay A, Vilaseca A. Radiolunate arthrodesis. Factor of stability for the rheumatoid wrist. *Annales de chirurgie de la main: organe officiel des societes de chirurgie de la main*. 1982;2(1):5-17.
121. Hagert E. Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*. 2010;23(1):2-16; quiz 7.
122. Lephart SM, Riemann B, Fu F. *Introduction to the sensorimotor system*. 2000.
123. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability. *Journal of athletic training*. 2002;37(1):80.
124. Garcia-Elias M. Understanding wrist mechanics: a long and winding road. *Journal of wrist surgery*. 2013;2(01):005-12.
125. Hagert E, Garcia-Elias M, Forsgren S, Ljung B-O. Immunohistochemical analysis of wrist ligament innervation in relation to their structural composition. *The Journal of hand surgery*. 2007;32(1):30-6.
126. Hagert E, Ljung B-O, Forsgren S. General innervation pattern and sensory corpuscles in the scapholunate interosseous ligament. *Cells Tissues Organs*. 2004;177(1):47-54.
127. Mataliotakis G, Doukas M, Kostas I, Lykissas M, Batistatou A, Beris A. Sensory innervation of the subregions of the scapholunate interosseous ligament in relation to their structural composition. *The Journal of hand surgery*. 2009;34(8):1413-21.
128. Petrie S, Collins J, Solomonow M, Wink C, Chuinard R. Mechanoreceptors in the palmar wrist ligaments. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 1997;79(3):494-6.
129. Hagert E. Proprioception of the wrist joint: a review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of Hand Therapy*. 2010;23(1):2-17.
130. Grigg P, Hoffman AH. Stretch-sensitive afferent neurons in cat knee joint capsule: sensitivity to axial and compression stresses and strains. *Journal of neurophysiology*. 1996;75(5):1871-7.
131. Grigg P. Properties of sensory neurons innervating synovial joints. *Cells Tissues Organs*. 2001;169(3):218-25.
132. Johansson H, Pedersen J, Bergenheim M, Djupsjobacka M. Peripheral afferents of the knee: their effects on central mechanisms regulating muscle stiffness, joint

- stability, and proprioception and coordination. Proprioception and neuromuscular control in joint stability Champaign, IL: Human Kinetics. 2000:5-22.
133. Viegas SF. The dorsal ligaments of the wrist. *Hand clinics*. 2001;17(1):65-75, vi.
 134. Tomita K, Berger EJ, Berger RA, Kraissarin J, An K-N. Distribution of nerve endings in the human dorsal radiocarpal ligament. *The Journal of hand surgery*. 2007;32(4):466-73.
 135. Hagert E, Persson JK, Werner M, Ljung B-O. Evidence of wrist proprioceptive reflexes elicited after stimulation of the scapholunate interosseous ligament. *The Journal of hand surgery*. 2009;34(4):642-51.
 136. León-López M, García-Elías M, Salvà-Coll G, Llusá-Perez M, Lluch-Bergadà A. Muscular control of scapholunate instability. An experimental study. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*. 2014;58(1):11-8.
 137. Rein S, Hagert E, Schneiders W, Fieguth A, Zwipp H. Histological analysis of the structural composition of ankle ligaments. *Foot & ankle international*. 2015;36(2):211-24.
 138. Kauer J, Editor Collateral Ligament Function In The Wrist Joint. *Acta Morphologica Neerlandico-Scandinavica*; 1979: Swets Zeitlinger Publishers Po Box 825, 2160 Sz Lisse, Netherlands.
 139. Kauer Jm. Functional Anatomy Of The Wrist. *Clinical Orthopaedics and related research*. 1980;149:9-20.
 140. Enoka RM. *Neuromechanical basis of kinesiology: Human kinetics* Champaign, IL; 1994.
 141. Chusid JG. *Corelative Neuroanatomy & Funtionel Neurology*. 18th ed 1982.
 142. Şener HE. Üst Extremitte Egzersizleri Sırasında Omuz Kassal Aktivitesinin EMG ile İncelenmesi Harran Üniversitesi; 2005.
 143. Basmajian J, Latif A. Integrated actions and functions of the chief flexors of the elbow. *J Bone Joint Surg Am*. 1957;39(5):1106-18.
 144. C. E. Klinik Elektromyografi. İzmir: Ege Üniversitesi matbaası; 1977.
 145. Barkhaus PE, Nandedkar SD. Recording characteristics of the surface EMG electrodes. *Muscle & nerve*. 1994;17(11):1317-23.
 146. Soderberg GL, Cook TM. Electromyography in biomechanics. *Physical Therapy*. 1984;64(12):1813-20.
 147. Hirschberg G, Abramson A. Clinical electromyography; physiologic basis, instrumentation, diagnostic value. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1950;31(9):576-87.
 148. Jensen CR. *Applied kinesiology and biomechanics: McGraw-Hill College*; 1983.

149. Clarys JP, Cabri J. Electromyography and the study of sports movements: a review. *Journal of sports sciences*. 1993;11(5):379-448.
150. Alizadehkhaiyat O, Fisher AC, Kemp GJ, Vishwanathan K, Frostick SP. Upper limb muscle imbalance in tennis elbow: a functional and electromyographic assessment. *Journal of Orthopaedic Research*. 2007;25(12):1651-7.
151. Alizadehkhaiyat O, Fisher AC, Kemp GJ, Vishwanathan K, Frostick SP. Assessment of functional recovery in tennis elbow. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2009;19(4):631-8.
152. Smidt N, van der Windt DA, Assendelft WJ, Mourits AJ, Devillé WL, de Winter AF, et al. Interobserver reproducibility of the assessment of severity of complaints, grip strength, and pressure pain threshold in patients with lateral epicondylitis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;83(8):1145-50.
153. Kibler W, Chandler T, Pace B. Principles of rehabilitation after chronic tendon injuries. *Clinics in sports medicine*. 1992;11(3):661.
154. Normand MC. Impairment assessment of lateral epicondylitis through electromyography and dynamometry. *Canadian chiropractic association*. 2011:96.
155. M. Stubbs MH, M. Solomonow , B. Zhou, Y. Lu, R. V. Baratta. Ligamento-muscular protective reflex in the lumbar spine of the feline. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1998.
156. Serrancolí G1 MJ, Font-Llagunes JM3. Analysis of muscle synergies and activation–deactivation patterns in subjects with anterior cruciate ligament deficiency during walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2016.
157. Rachel M. Frank MD, Hannah Lundberg, Ph.D., Markus A. Wimmer, Ph.D., Brian Forsythe MD, Bernard R. Bach Jr., M.D., Nikhil N. Verma, M.D., and Brian J. Cole MD, M.B.A. Hamstring Activity in the Anterior Cruciate Ligament Injured Patient: Injury Implications and Comparison With Quadriceps Activity. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2016;32:1651-9.
158. Jason M. Konrath DJS, Bryce A. Killen, Claudio Pizzolato, Christopher J. Vertullo, Rod S. Barrett, David G. Lloyd. Muscle contributions to medial tibiofemoral compartment contact loading following ACL reconstruction using semitendinosus and gracilis tendon grafts. *plos one*. 2017;April 19, 2017.
159. Joanna R. Denyer P, Naomi L. A. Hewitt, MSc, and Andrew C. S. Mitchell, PhD. Foot Structure and Muscle Reaction Time to a Simulated Ankle Sprain. *J Athl Train*. 2013.
160. Schmidt RT, Toews J. Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1970;51(6):321-7.

161. Beighton PH, Grahame R, Bird HA. *Hypermobility of joints*: Springer Science & Business Media; 2011.
162. Grafe MW, Kim PD, Rosenwasser MP, Strauch RJ. Wrist denervation and the anterior interosseous nerve: anatomic considerations. *The Journal of hand surgery*. 2005;30(6):1221-5.
163. Dixon J, Bird H. Reproducibility along a 10 cm vertical visual analogue scale. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1981;40(1):87-9.
164. Fırat T. *Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Yüksek Frekanslı Akımların ve Magnetoterapinin Deneysel ağrı Üzerine Etkisi [thesis]*: Hacettepe Üniversitesi; 2001.
165. Fırat T, Meriç A, Kırdı N. Tüzün FIRAT, Nuray KIRDI, Aydın MERİÇ.
166. Düger T, Yakut E, Öksüz Ç, Yörükan S, Bilgütay B, Ayhan Ç. Kol, omuz ve el sorunları (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-DASH) anketi Türkçe uyarlamasının güvenilirliği ve geçerliliği. *Fizyoter Rehabil*. 2006;17(3):99-107.
167. MacDermid JC. Development of a scale for patient rating of wrist pain and disability. *Journal of Hand Therapy*. 1996;9(2):178-83.
168. MacDermid JC, Turgeon T, Richards RS, Beadle M, Roth JH. Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool. *Journal of orthopaedic trauma*. 1998;12(8):577-86.
169. Özgül ÖZTÜRK ZS, Bahar ÖZGÜL, Levent TAŞYIKAN. "Patient Rated Wrist Evaluation" anketinin Türkçe geçerliliği ve güvenilirliği. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2014;2015;49(2):120-125.
170. Alexabnder JaRGH. *Postperative Pain Control*. Alackwell Scientific pu. 1987.
171. A. E. Radial wrist extensors as a dynamic stabilizers of scapholunate complex. *Pol Przegł Chir* 2013;Aug;85(8):452-9.
172. Y. K. Anterior cruciate ligament reconstruction does not induce further gamma loop abnormalities on the intact side of the quadriceps femoris: A longitudinal study. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;Apr(4).
173. Hemsley K1 SM, Moyer R, Oatis C. Neuromuscular and psychological influences on range of motion recovery in anterior cruciate ligament reconstruction patients. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;2010 Aug;20(4)::684-92.
174. Krogsgaard MR1 D-PP, Fischer-Rasmussen T. Cruciate ligament reflexes. *J Electromyogr Kinesiol* 2002.
175. Solomonow M1 BR, Zhou BH, Burger E, Zieske A, Gedalia A. Muscular dysfunction elicited by creep of lumbar viscoelastic Tissue. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;Aug;13(4):381-96.
176. Haig AJ1 WG, Haugh LD, Pope M, Grobler LJ. Prospective evidence for change in paraspinal muscle activity after herniated nucleus pulposus. *Spine (Phila Pa 1976)* 1993;Jun 1;18(7):926-30.

177. Fischer AAC, Chi H. Electromyographic Evidence of Paraspinal Muscle Spasm During Sleep in Patients With Low Back Pain. *clinical journal of pain*. 1985.
178. Lester NPDL, John C. B.A.; Keefe, Francis J. PH.D. Pain in Young Adults: I. Relationship to Gender and Family Pain History. *Clinical Journal of Pain*. 1994.
179. SL. N. Measurement of the pain threshold determined by electrical stimulation and its clinical application Part I. *Neurology*. 1966.
180. Jensen TS1 BF, Kastrup J, Dejgaard A, Brennum J. Vibratory and thermal thresholds in diabetics with and without clinical neuropathy. *Acta Neurol Scand*. 1991.
181. Sacca ICN, & Amadio, A. C. , . Peak Pressure Pain Tolerance Threshold In Gait Analysis Of Neuropathic Patients. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1995.
182. Hodges PWaKT. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. . *Pain*. 2011;152(3): p. S90-S98.
183. Amrish O. Chourasia P, Kevin A. Buhr, PhD, David P. Rabago, MD, Richard Kijowski, MD, Curtis B. Irwin, PhD, and Mary E. Sesto, PT, PhD. Effect of Lateral Epicondylitis on Grip Force Development. *J Hand Ther*. 2012.
184. Cantero-Téllez R1 M-VR, Cuesta-Vargas A3. Effect of muscle strength and pain on hand function in patients with trapeziometacarpal osteoarthritis. A cross-sectional study. *Reumatol Clin*. 2015.
185. Champion H1 GA, Rayan G1, Porembski M2. Pisiform excision for pisotriquetral instability and arthritis. *J Hand Surg Am*. 2014.
186. Phelan D1 OSL. Shoulder muscle loading and task performance for overhead work on ladders versus Mobile Elevated Work Platforms. *Appl Ergon*. 2014.
187. M. S. Elbow injuries in athletes. Preface. *Sports Med Arthrosc*. 2014.
188. Rice DA1 MP, Lewis GN. Mechanisms of quadriceps muscle weakness in knee joint osteoarthritis: the effects of prolonged vibration on torque and muscle activation in osteoarthritic and healthy control subjects. *Arthritis Res Ther*. 2011.
189. O'Meeghan CJ1 SW, Mamo V, Stanley JK, Trail IA. The natural history of an untreated isolated scapholunate interosseus ligament injury. *J Hand Surg Br*. 2003.
190. Heales LJ1, Bergin MJ1, Vicenzino B1, Hodges PW3. Forearm Muscle Activity in Lateral Epicondylalgia: A Systematic Review with Quantitative Analysis. *Sports Med Arthrosc*. 2016.
191. Szabo RM. Outcomes assessment in hand surgery: when are they meaningful? *The Journal of hand surgery*. 2001; 26(6):993-1002.
192. Bindra R, et al., . Assessing outcome after hand surgery: the current state. *Journal of Hand Surgery (British and European Volume)*. 2003;28(4):289-94.
193. Gomez CL, I.P. Renart, and M.L. Perez, . Relationship Between Wrist Motion and Capitulum Reduction in Four-Corner Arthrodesis. *Orthopedics*. 2015;38(11):1040-5.

194. Lozano-Calderón SA¹ SS, Mudgal C, Jupiter JB, Ring D. Wrist mobilization following volar plate fixation of fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;Jun;90(6):1297-304.
195. MacDermid JC¹ RR, Donner A, Bellamy N, Roth JH. Responsiveness of the short form-36, disability of the arm, shoulder, and hand questionnaire, patient-rated wrist evaluation, and physical impairment measurements in evaluating recovery after a distal radius fracture *J Hand Surg Am.* 2000;25(2):330-40.
196. Delétang F, et al., . Chronic scapholunate instability treated by scaphocapitate fusion: a midterm outcome perspective. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2011;97(2):164-71.
197. de Oliveira Menacho M¹ SM, Obara K, Mostagi FQ, Dias JM, Lima TB, Abrão T, Cardoso JR. The electromyographic activity of the multifidus muscles during the execution of two pilates exercises—swan dive and breast stroke—for healthy people. *J Manipulative Physiol Ther* 2013;Jun;36(5):319-26.
198. Mogk JP¹ KP. Crosstalk in surface electromyography of the proximal forearm during gripping tasks. *J Electromyogr Kinesiol* 2003;13(1):63-71.
199. Botter AG¹ A. Spatial localization of electromyographic amplitude distributions associated to the activation of dorsal forearm muscles. *Front Physiol.* 2013;4:367. .
200. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics,* . 1993;13: (135-163.).
201. Szucs KA¹ BJ. Gender differences between muscle activation and onset timing of the four subdivisions of trapezius during humerothoracic elevation. *Hum Mov Sci.* 2013;Dec;32(6):(1288-98.).
202. Phd LMBMWCBVA¹lotaw. Sensorimotor Deficits Remain Despite Resolution of Symptoms
Using Conservative Treatment in Patients With Tennis Elbow:
A Randomized Controlled Trial. 2007.
203. Chu D¹ LR, D'Ambrosia P, D'Ambrosia R, Baratta RV, Solomonow M. Neuromuscular disorder in response to anterior cruciate ligament creep. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2003;18(3):222-30.
204. L. Finsen PhD, K. Søgaaard PhD, T. Graven-Nielsen PhD, PhD HC. Activity patterns of wrist extensor muscles during wrist extensions and deviations. *Muscle & Nerve.* 2004;31(2):242-51.
205. Alizadehkhayat O¹ FA, Kemp GJ, Frostick SP. . Strength and fatigability of selected muscles in upper limb: assessing muscle imbalance relevant to tennis elbow. . *J Electromyogr Kinesiol.* 2007;17::428–36.
206. (Crisco JJ, et al., . Carpal bone postures and motions are abnormal in both wrists of patients with unilateral scapholunate interosseous ligament tears. 937.). *The Journal of hand surgery,* . 2003. ;28(6): :p. 926-.

207. (Smeulders MJ, et al.,. Motor control impairment of the contralateral wrist in patients with unilateral chronic wrist pain. . American journal of physical medicine & rehabilitation, . 2002. ;81(3): p. :177-81.).
208. V D. An Introduction to Pain Pathways and Pain “Targets”. Prog Mol Biol Transl Sci 2015;131(1-30.).
209. Bell DG JI. Electromechanical response-times and rate of force development in males and females. . Med Sci Sports Exerc 1986;;18:(31–36.).
210. Winter EM BF. Electromechanical response times and muscle elasticity in men and women. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1991;63:124–8.
211. Shultz SJ PD. Using surface electromyography to assess sex differences in neuromuscular response characteristics. J Athl Train 1999;;34:165–176.
212. Vint PF MS, Harron GM. . Electromechanical delay in isometric actions initiated from nonresting levels. Med Sci Sports Exe. 2001; 33:978–983.
213. Zhou S MM, Lawson DL, Morrison WE, Fairweather I. Effects of fatigue and sprint training on electromechanical delay of knee extensor muscles. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1996;72:410–416.
214. Yeung SS AA, Chow CC. Effects of fatigue on the temporal neuromuscular control of vastus medialis muscle in humans. . Eur J Appl Physiol 1999;;80:379–385.
215. Tinetti ME SM, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. . N Engl J Med 1988;;319: 1701–1707.
216. Asai H AJ. Force development of dynamic and static contractions in children and adults. . Int J Sports Med 1996;;17:170–174.

217. Libardi CA ST, Conceicao MS, Bonganha V, Chacon-Mikahil, MPT CC, et al.. . Electromechanical delay of the knee extensor muscles: comparison among young, middle-age and older individuals. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015;35:245–249.
218. Bisset LM RT, Bradley S, Ha B, Vicenzino BT. . Bilateral sensorimotor abnormalities in unilateral lateral epicondylalgia. . *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; ;87(4).
219. Pienimaäki T KK, Vanharanta H. . Bilaterally decreased motor performance of arms in patients with chronic tennis elbow. . *Arch Phys Med Rehabil* 1997;;78(10):1092–5.
220. Lysholm M LT, Odkvist LM, et al. . Postural control—a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. *Scand J Med Sci Sports Exe*. 1998;;8(6):432–8.
221. Croix M, El Nagar, Y., Iga, J., James, D., Ayala, F., 2015. . Electromechanical delay of the hamstrings during eccentric muscle actions in males and females: implications for non-contact ACL injuries. . *J Electromyog Kinesiol* 2015;25, 901–906.
222. J. Carpenter CF, S. Thomopoulos, E. Yian, L. Soslowsky,. The effect of overuse combined with intrinsic or extrinsic alterations in an animal model of rotator cuff tendinosis, . *Am J Sports Med*. 1998;26:801–7.
223. W. Leadbaker JB. *Sports Induced Inflammation*,. 1990.
224. M. Safran. Elbow injuries in athletes: a review, . *Clin Orthop Rel* 1985;Res 310 257–77.
225. L. Soslowsky ST, S. Tun, L. Flanagan, C. Keefer,, J. Mastaw JC. Overuse activity injuries the supraspinatus tendon in an animal model: a histologic and mechanical study, . *J Shoulder Elbow Surg* 2000;9:79–84.
226. Hodges PW TK. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. . *Pain* 2011;152: S90–S98,.
227. Lund JP DR, Widmer CG, Stohler CS. . The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Canadian journal of physiology and pharmacology*. 1991;;69(5)::683-94.
228. Ahern DK1 FM, Council JR, Laser-Wolston N, Litchman H. Comparison of lumbar paravertebral EMG patterns in chronic low back pain patients and non-patient controls. *Pain* 1988;34(2):153-60.
229. al. SSe. Experimental Muscle Pain Increases Normalized Variability of Multidirectional Forces During Isometric Contractions *Eur J Appl Physiol*. 2012;112 (10), 3607-3617.
230. Kennedy DS1 FS, Gandevia SC1, Taylor JL2. Fatigue-related firing of muscle nociceptors reduces voluntary activation of ipsilateral but not contralateral lower limb muscles. *J Appl Physiol*. 1985;118(4):408-18.

8. EKLER

Ek 1. Tez Çalışması İle İlgili Etik Kurul İzni



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

Sayı : 16969557-1317

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 16 ARALIK 2015 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2015/25
Proje No : GO 15/630 (Değerlendirme Tarihi: 07.10.2015)
Karar No : GO 15/630 - 04

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Çiğdem AYHAN'ın sorumlu araştırmacı Fzt. İrem DEMİRKESEN, Doç. Dr. A. Ruhi SOYLU ve Uzm. Fzt. Kıvanç DELİOĞLU ile birlikte çalışacakları GO 15/630 kayıt numaralı ve "*Karpal İnstabilite Problemi Olan Bireylerde Önkol Kas Aktivasyon Paternlerinin Araştırılması*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1. Prof. Dr. Nurten Akarsu (Başkan) | 9 Prof. Dr. Rahime Nohutçu (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nüket Örnek Buken (Üye) | 10. Prof. Dr. R. Köksal Özgül (Üye) |
| İZİNLİ | 11. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara (Üye) | 12. Prof. Dr. Leyla Dinç (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu (Üye) | 13. Prof. Dr. Hatice Doğan Buzoğlu (Üye) |
| 5. Prof. Dr. Cenk Sökmensüer (Üye) | İZİNLİ |
| 6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay (Üye) | 14. Doç. Dr. S. Kutay Demirkan (Üye) |
| İZİNLİ | İZİNLİ |
| 7. Prof. Dr. Ali Düzova (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Levent Akın (Üye) | 16. Av. Meltem Onurlu (Üye) |

Ek 2. Aydınlatılmış Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

(Hasta Grubu)

(Fizyoterapistin Açıklaması)

Araştırmanın Adı: Karpal İnstabilite Problemi Olan Bireylerde Önkol Kas Aktivasyon Paternlerinin Araştırılması

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni karpal instabilite tanısı almış bireylerde önkol kas kasılma zamanlarını değerlendirmek, el bileği ağrı şiddetinin bu kas kasılma zamanları ile olan ilişkisini araştırmak ve ağrının kolun hareket kabiliyetine etkisini araştırmaktır. Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, El Rehabilitasyonu Ünitesinde gerçekleştirilecektir ve bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir.

Araştırma için el bileğiniz ve kolunuzun hareketleri sırasında meydana gelen ağrınızı değerlendirmek ve kaslarınızın bu hareketler sırasındaki durumunu değerlendirmek için bazı uygulamalarda bulunacağız. Uygulama vücut içine herhangi bir müdahaleyi kapsamamaktadır.

Bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz; ancak katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Araştırmaya davet edilme sebebiniz karpal instabilite tanısı almış olmanızdır.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz değerlendirmeler Fzt. İrem Eraktaş tarafından yapılacaktır.

Bu değerlendirmenin sonuçları kimliğiniz belirtilmeden sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde veya bilimsel nitelikli yayınlarda kullanılabilir. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak, başkalarına verilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Değerlendirmeler sonucunda oluşabilecek riskler: çalışma kapsamında yapılacak olan değerlendirmeler herhangi bir risk içermemektedir. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Fizyoterapi uygulamalarının getirebileceği olası riskler: yapılacak olan ölçümlerin herhangi bir riski bulunmamaktadır. Yine de araştırma sırasında görebileceğiniz olası bir zararda bunun sorumluluğu alınacak ve giderilmesi için her türlü tıbbi müdahale yapılacaktır. Bu konudaki tüm harcamalar üstlenilecektir.

Yapılacak çalışmanın getireceği olası yararlar: Araştırmanın sonucu sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde, hastaların ev programının düzenlenmesinde ve bilimsel nitelikli yayınlarda kullanılacaktır.

Ek 3. Gönüllü Olur Formu

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

Sayın Fzt. İrem Eraktaş, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, El Cerrahisi Rehabilitasyonu Ünitesi'nde araştırma yapacağını belirterek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgileri bana aktardı. Bu bilgilendirme sonrasında, araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya dâhil olursam, şahsıma ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında şahsıma ait kişisel bilgilerin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim.

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

Araştırma ile ilgili bir durumda herhangi bir saatte Fzt. İrem Eraktaş'ı 05378554504 nolu telefonundan arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim. Araştırmaya dâhil olmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve fizyoterapist ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntıları ile anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda, adı geçen bu araştırma projesine “katılımcı” olarak dâhil olma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bize verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel.

İmza:

Katılımcı ile görüşen Fizyoterapist

Adı soyadı, ünvanı : İrem Eraktaş

Adres : Beşkavaklar mah. Sarıçam sok. Selin Apt. No : 6 /14 Bolu

Tel : 05378554504

İmza :

Sorumlu Araştırmacı: Çiğdem Ayhan

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Bölümü

06100 Samanpazarı/ Ankara

Telefon: 03123052525/131

İmza:

Ek.4. Değerlendirme Formu

TANI	İzlem:	Konservatif <input type="checkbox"/>	Pre - op <input type="checkbox"/>
Adı – Soyadı			
Cinsiyet			
Yaş			
Boy			
Kilo			
Dominant El			
Yaralanan El			
Meslek			
Şikâyet			
Hikâye	Travma Öyküsü: Var <input type="checkbox"/> Yok <input type="checkbox"/> Kümülatif Travma Öyküsü Var <input type="checkbox"/> yok <input type="checkbox"/> El Kullanımı: gün/saat Aktivite Tipi Elle ilgili bir işe başladıktan ne kadar sonra ağrı başlıyor Ağrı oluştuğundan sonra daha ne kadar aktiviteye devam edebiliyor?		
Radyolojik Değerlendirme			
MRI:		US:	
Ağrı Değerlendirme			
EKR	VAS	VAS Palpasyon 0 _____ 10 VAS Aktivite 0 _____ 10 Faradik Test Etkilenen Taraf mA Sağlam Taraf mA	
FKR	VAS	VAS Palpasyon 0 _____ 10 VAS Aktivite 0 _____ 10 Faradik Test Etkilenen Taraf mA Sağlam Taraf mA	
AIN	VAS	VAS Palpasyon 0 _____ 10 VAS Aktivite 0 _____ 10 Faradik Test Etkilenen Taraf mA Sağlam Taraf mA	
PIN	VAS	VAS Palpasyon 0 _____ 10 VAS Aktivite 0 _____ 10 Faradik Test Etkilenen Taraf mA Sağlam Taraf mA	
Radiokapitellar Eklem Palp.			

Ek.5. Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (DASH)

KOL, OMUZ VE EL SORUNLARI ANKETİ

Lütfen son hafta içindeki aşağıdaki etkinlikleri yapma yeteneğinizi uygun cevabın altındaki numarayı daire içine alarak sıralayınız.

	Zorluk Yok	hafif derecede zorluk	orta derecede zorluk	aşırı zorluk	hiç yapamama
1-Sıkı kapatılmış yada yeni bir kavanozu açmak	1	2	3	4	5
2-Yazı yazmak	1	2	3	4	5
3-Anahtarı çevirmek	1	2	3	4	5
4-Yemek hazırlamak	1	2	3	4	5
5-Zor açılan bir kapıyı iterek açma	1	2	3	4	5
6-Yukarıdaki bir rafa bir şey yerleştirmek	1	2	3	4	5
7-Ağır ev işleri yapmak (duvar silmek, yer silmek,tamirat yapmak vs.)	1	2	3	4	5
8-Bağ bahçe işleri yapmak,odun kesmek	1	2	3	4	5
9-Yatak yapmak	1	2	3	4	5
10-Alışveriş çantası yada evrak çantası taşımak	1	2	3	4	5
11-Ağır bir cismi taşımak (4,5 kg'den fazla.)	1	2	3	4	5
12-Yukarıdaki bir ampülü değiştirmek.	1	2	3	4	5
13-Saçları yıkamak veya kurulamak.	1	2	3	4	5
14-Sırtını yıkamak.	1	2	3	4	5
15-Kazak giymek	1	2	3	4	5
16-Yiyecekleri kesmek için bıçak kullanmak	1	2	3	4	5
17-Az çaba gerektiren eğlendirici işler (iskambil oynamak, örgü örmek vs.)	1	2	3	4	5
18-Kolunuzdan, omuzunuzdan veya elinizden güç aldığınız veya darbe vurduğunuz eğlenceye yönelik etkinlikler (önünüzde yerde bulunan bir konserve kutusu veya küçük bir taşta iki elinizle kavradığınız bir sopayla yandan vurmak,tenis oynamak,masa tenisi oynamak)	1	2	3	4	5
19-Kolunuzu serbestçe hareket ettirdiğiniz eğlendirici işler (suda taş kaydırmak, meyve taşlama, çelik çomak oynama)	1	2	3	4	5
20-Ulaşım ihtiyaçlarını kendi başına giderebilmek (bir yerden başka bir yere gitmek)	1	2	3	4	5
21-Cinsel faaliyetler	1	2	3	4	5

KOL, OMUZ VE EL SORUNLARI ANKETİ

	Hiç engel yok	Az engel	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
22-Son hafta süresince kol omuz yada el sorununuz aile arkadaşlar, komşular veya gruplarla normal sosyal etkinliklerinize ne ölçüde engel oldu	1	2	3	4	5
	Hiç kısıtlanmış Hissetmiyorum	Hafif derecede kısıtlı	Orta derecede kısıtlı	Çok kısıtlı	Bedensel etkinlik yapamıyorum
23-Son hafta süresince kol omuz yada el sorununuz nedeniyle işinizde yada diğer günlük etkinliklerde kısıtlandınız mı?	1	2	3	4	5
	Yok	Hafif	Orta derecede	Bir hayli	Aşırı
24-El, omuz ya da kol ağrınız	1	2	3	4	5
25-Herhangi belirli bir işi yaptığınızda el, omuz ya da kol ağrınız	1	2	3	4	5
26-El, omuz yada kolunuzdaki karıncalanma (iğnelenme)	1	2	3	4	5
27-El, omuz yada kolunuzdaki güçsüzlük	1	2	3	4	5
28-El, omuz yada kolunuzdaki hareket zorluğu	1	2	3	4	5
	Zorluk Yok	hafif derecede zorluk	orta derecede zorluk	aşırı zorluk	O kadar zorluk var ki uyuyamıyorum
29-Geçen hafta içinde el, omuz yada kol ağrınız nedeniyle uyumada ne kadar zorlandınız	1	2	3	4	5
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Ne katılıyorum ne katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
30-Kol, omuz veya el probleminden dolayı kendimi daha az yeterli, daha az yararlı hissediyor veya kendime daha az güveniyorum.	1	2	3	4	5

YÜKSEK PERFORMANS İSTEYEN SPORLAR-MÜZİSYENLER

Aşağıdaki sorular kol, omuz veya el sorununuzun müzik aleti çalmanıza, spor yapma veya her ikisine olan etkisi ile ilgilidir. Eğer birden çok spor yapıyor, müzik aleti çalıyorsanız (veya her ikisi de) bu etkinliklerden sizin için en önemli olanı göz önüne alarak cevaplayınız.

Lütfen sizin için en önemli olan müzik aleti veya sporu belirtiniz:.....

#Bir müzik aleti çalmıyor veya spor yapmıyorum(bu bölümü atlayabilirsiniz)

Lütfen son hafta içinde fiziksel yeteneğinizi en iyi tanımlayan numarayı yuvarlak içine alınız. Zorluğunuz oldu mu?

	zorluk yok	hafif derecede zorluk	orta derecede zorluk	aşırı zorluk	hiç yapamama
1-Spor yaparken veya müzik aleti çalarken her zamanki tekniğinizi kullanmada zorluğunuz oldu mu ?	1	2	3	4	5
2- Kolumuz, omuzunuz ve el ağrınız nedeniyle müzik aletinizi her zamanki gibi çalmada veya spor yapmada zorluğunuz oldu mu?	1	2	3	4	5
3- Müzik aletinizi istediğiniz kadar iyi çalmada, spor yapmada zorluğunuz oldu mu?	1	2	3	4	5
4- Her zamanki süre kadar bir müzik aleti çalarken veya spor yaparken zorluğunuz oldu mu?	1	2	3	4	5

İŞ MODELİ

Aşağıdaki sorular kolumuz, omuzunuz veya el sorununuzun işinizi yapma yeteneğinizi üzerindeki etkisini sormaktadır. (eğer ev hanımı iseniz soruları ev işlerini soruları ev işlerini düşünerek cevaplayınız.)

Lütfen işinizin/mesleğinizin ne olduğunu belirtin:.....

Çalışmıyorum (bu bölümü atlayabilirsiniz)

Lütfen son hafta içinde fiziksel yeteneğinizi en iyi tanımlayan numarayı yuvarlak içine alınız.

	zorluk yok	hafif derecede zorluk	orta derecede zorluk	aşırı zorluk	hiç yapamama
1-İşinizi yaparken her zamanki tekniğinizi kullanmada zorluğunuz oldu mu?	1	2	3	4	5
2-Kolumuz, omuzunuz veya el ağrınız nedeniyle işinizi her zamanki gibi yapmada zorluğunuz oldu mu ?	1	2	3	4	5
3- İşinizi canınızın istediği ölçüde yapmada zorluğunuz oldu mu?	1	2	3	4	5
4-İşinizi her zaman ki sürede bitirmede	1	2	3	4	5



Ek.6. Hasta Bazlı El bileği Anketi (PRWE)

HASTA BAZLI EL BİLEĞİ DEĞERLENDİRME ANKETİ

Aşağıdaki sorular geçtiğimiz hafta içinde el bileğinizdeki problem nedeniyle ne kadar zorlandığınızı anlamamıza yardımcı olacaktır. Son haftadaki el bileğinizle ilgili ortalama şikayetlerinizi 0 - 10 dereceli bir skala ile tanımlıyor olacaksınız. Lütfen tüm sorulara cevap vermeye çalışın. Eğer son hafta içinde aktiviteyi yapmadıysanız lütfen beklediğiniz zorlanma veya ağrı derecesini belirtiniz. Eğer aktiviteyi hiçbir zaman gerçekleştirmediyseniz boş bırakabilirsiniz.

1. AĞRI

0-10 değerler üzerinden ağrınızı tarif eden rakamı yuvarlak içine alarak, geçtiğimiz hafta içerisinde bileğinizde hissettiğiniz ağrının ortalama şiddetini değerlendiriniz. Sıfır (0) ağrınızın hiç olmaması ve on (10), hissettiğiniz en şiddetli ağrı veya ağrıdan dolayı aktiviteyi gerçekleştirememek anlamındadır.

AĞRINIZI DERECELENDİRİN: Örnek Skala ☞ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

	Ağrı yok	Dayanılmaz ağrı
İstirahatte (Dinlenmede)	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
Tekrarlı el bilek hareketlerini içeren		
bir iş yapıldığında	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
Ağır bir nesneyi kaldırırken	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
En kötü olduğu zaman	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
Hangi sıklıkta ağrınız var?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
	Hiçbir zaman	Her zaman

2. FONKSİYON

A. SPESİFİK AKTİVİTELER

0-10 arası değerler üzerinden yaşadığımız zorluk miktarını tanımlayan rakamı yuvarlak içine alarak geçtiğimiz hafta içerisinde aşağıda sıralanan işleri yaparken yaşadığımız zorluk miktarını değerlendiriniz. Sıfır (0) herhangi bir zorluk

yaşamadığınız ve on (10) aktiviteyi yapamayacak kadar zorlandığınız anlamına gelmektedir.

Örnek Skala 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Zorluk yok

Yapmak mümkün değil

Etkilenen elimi kullanarak kapı kolu çevirmek 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Etkilenen elimle bıçak kullanarak et doğramak 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Gömlek düğmesi iliklemek 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Etkilenen elimden destek alarak

sandalyeden kalkmak 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Etkilenen elimle 4,5 kg ağırlık taşımak 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Etkilenen elimle tuvalet kağıdı kullanmak 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

B. GÜNLÜK AKTİVİTELER

0-10 arası değerler üzerinden ağrınızı tarif eden rakamı yuvarlak içine alarak geçtiğimiz hafta içerisinde günlük aktivitelerinizi yaparken yaşadığınız zorluk miktarını değerlendiriniz. “Günlük aktiviteler”den kastımız el bileğinizde sorun yaşamaya başlamadan önce gerçekleştirdiğiniz aktivitelerdir. Sıfır (0) hiç zorluk yaşamadığınız anlamına gelirken, on (10) o işi yapamayacak kadar zorlandığınız anlamına gelmektedir.

Kişisel bakım aktiviteleri (giyinme, duş) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ev işleri (temizlik, bakım) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

İş (mesleğiniz veya günlük çalışmanız) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Boş zaman aktiviteleri 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ek.7. MAYO El bileği Skorlaması

	PUAN	BULGULAR
AğRI (25 PUAN)	25	Ağrı yok
	20	Hafif ağrı
	15	Orta tolere edilebilir ağrı
	0	Ŗiddetli tolere edilemeyen ağrı
MEMNUNİYET (25 PUAN)	25	Çok memnun
	20	Orta derecede memnun
	15	Memnun değil fakat çalışabiliyor
	0	Memnun değil ve çalışmıyor
HAREKET ARKI (25 PUAN) (karşı tarafa oranı) (yada fleksiyon ekstansiyon toplamı)	25	% 100 (yada flek+eks >120)
	15	% 75-99 (yada flek+eks 90-120)
	10	% 50-75 (yada flek+eks 60-90)
	5	% 25-50 (yada flek+eks 30-60)
	0	% 0-25 (yada flek+eks <30)
KAS GÜCÜ (25 PUAN) (Karşı tarafa oranı)	25	% 100
	15	% 75-100
	10	% 50-75
	5	% 25-50
	0	% 0-25
SONUÇ DEğERLENDİRME	90-100	MÜKEMMEL
	80-90	İYİ
	60-80	ORTA
	<60	KÖTÜ

9. ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı: İrem ERAKTAŞ

Doğum yeri ve tarihi: BOLU/1987

Uyruğu: T.C.

İletişim adresi ve telefonu: Beşkavaklar Mah. Sarıçam Sok. Selin Apt. No:6/14
BOLU
05378554504

II- Eğitimi

2005-2009: Başkent Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü (Lisans)

III- Mesleki Deneyimi

2009 - 2011: Özel Fizyomer Tıp Merkezi (Fizyoterapist)

2011 - 2015: Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim Araştırma Hastanesi
(Fizyoterapist)

2015 - Halen: Bolu Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim Araştırma Hastanesi
(Fizyoterapist)