



**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ**

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**KİNEZYOLOJİK BANTLAMA UYGULAMASININ EL BİLEĞİ KİNEMATİĞİ VE
FONKSİYONEL PERFORMANSINA OLAN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİLARA ÖZEN ORUK

PROF. DR. MEHMET GÜRHAN KARAKAYA

**ARALIK, 2018
MUĞLA**



T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

KİNEZYOLOJİK BANTLAMA UYGULAMASININ EL BİLEĞİ KİNEMATİĞİ VE
FONKSİYONEL PERFORMANSINA OLAN ETKİSİ

DİLARA ÖZEN ORUK

Sağlık Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Lisans”
Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20.12.2018

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14.12.2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nazan TUĞAY

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Seher ÖZYÜREK

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Feral ÖZTÜRK

ARALIK, 2018

MUĞLA

TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 22/11/2018 tarih ve 121-01 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 24/6 maddesine göre, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Yüksek lisans öğrencisi Dilara ÖZEN ORUK'un "Kinezyolojik Bantlama Uygulamasının El Bileği Kinematiki ve Fonksiyonel Performansına Olan Etkisi" adlı tezini incelemiş ve aday 14/12/2018 tarihinde saat 12:30'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 90 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin kabul olduğuna oy birliğiyle karar verildi.



Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA



Üye

Prof. Dr. Nazan TUĞAY



Üye

Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA



Üye

Doç. Dr. Seher ÖZYÜREK

YEMİN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Kinezyolojik Bantlama Uygulamasının El Bileđi Kinematiki ve Fonksiyonel Performansına Olan Etkisi” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gűsterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

14/12/2018

Dilara ÖZEN ORUK

**YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ
TEZ VERİ GİRİŞ FORMU**

YAZARIN

MERKEZİMİZCE DOLDURULACAKTIR.

Soyadı : ÖZEN ORUK

Adı : DİLARA

Kayıt No:

TEZİN ADI

**Türkçe : Kinezyolojik Bantlama Uygulamasının El Bileği Kinematığı ve
Fonksiyonel Performansına Olan Etkisi**

Y. Dil : Effect of Kinesiotaping on Wrist Kinematics and Functional Performance.

TEZİN TÜRÜ: Yüksek Lisans

O

Doktora

O

Sanatta Yeterlilik

O

TEZİN KABUL EDİLDİĞİ

Üniversite : MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fakülte : SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

Enstitü : SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Diğer Kuruluşlar :

Tarih :

TEZ YAYINLANMIŞSA

Yayınlayan :

Basım Yeri :

Basım Tarihi :

ISBN :

TEZ YÖNETİCİSİNİN

Soyadı, Adı : KARAKAYA, MEHMET GÜRHAN

Ünvanı : Prof. Dr.

TEZİN KONUSU (KONULARI) :

1. Kinezyo Bantlamanın El Bileği Kinematığıne Olan Etkisi
2. Kinezyo Bantlamanın El Bileği Fonksiyonel Performansına Olan Etkisi
3. El Bileği Kinematığı ve Fonksiyonel Performansı Üzerindeki Kinezyo Bantlama ve Plasebo Bantlama Etkinliklerinin Karşılaştırılması

TÜRKÇE ANAHTAR KELİMELER :

1. Hareket Açıklığı
2. El Bileği Patolojileri
3. Biyomekanik
4. Rehabilitasyon

İNGİLİZCE ANAHTAR KELİMELER: Konunuzla ilgili yabancı indeks, abstract ve thesaurus'u kullanınız.

1. Range of motion
2. Wrist injury
3. Biomechanics
4. Rehabilitation

- | | |
|---|-----------------------|
| 1- Tezimden fotokopi yapılmasına izin vermiyorum | <input type="radio"/> |
| 2- Tezimden dipnot gösterilmek şartıyla bir bölümünün fotokopisi alınabilir | <input type="radio"/> |
| 3- Kaynak gösterilmek şartıyla tezimin tamamının fotokopisi alınabilir | <input type="radio"/> |

Yazarın İmzası :

Tarih : 20/12/2018

ÖZET

Özen Oruk D., Kinezyolojik Bantlama Uygulamasının El Bileği Kinematığı ve Fonksiyonel Performansına Olan Etkisi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 2018. Bu çalışma kinezyo bantlamanın (KB) sağlıklı bireylerde, dominant taraf el bileği kinematığını ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı. Randomize kontrollü, çift kör ve çapraz tasarımlı bu çalışma, yaş ortalaması 21.11 ± 1.6 olan 72 sağlıklı olgu üzerinde gerçekleştirildi. Olguların fiziksel ve sosyodemografik özellikleri kaydedildi. İlk gün herhangi bir bantlama yapmadan dart atma hareketi (DAH) sırasındaki el bileği kinematığı Leap motion hareket sensörü kullanılarak, elin süreli fonksiyonel performansı ise Minnesota El Beceri Testi kullanılarak değerlendirildi. Kinezyo bantlama ve plasebo bantlama, olguların fleksör karpi ulnaris (FKU) ve ekstansör karpi radialis (EKR) kaslarına randomize sırayla, ardışık günlerde uygulandı; her uygulamanın hemen ardından kinematik değerlendirme ve fonksiyonel performans testleri tekrarlandı. Veriler analiz edildiğinde hem FKU hem de EKR kaslarına kinezyo bantlama ve plasebo bantlama sonrasında DAH açıklığının bantlamasız ölçümlere göre artış gösterdiği ($p<0.05$) ve Minnesota El Beceri testini tamamlama sürelerinin kısaldığı bulundu ($p<0.05$). El bileği kinematığı ve fonksiyonel performans değişim miktarları uygulamalar arasında karşılaştırıldığında kinezyo bantlamanın plasebo bantlamadan daha etkin olduğu bulundu ($p<0,05$). Hem kinematik hem de performans ölçüm sonuçlarının etkinliği yönünden FKU ve EKR kas uygulamaları arasında fark görülmedi ($p>0.05$). Çalışmanın sonucunda KB'nin dominant taraf el bileği kinematığı ve fonksiyonel performansı üzerinde etkili olduğu, bu etkinin kas uygulamaları yönünden fark göstermediği bulundu.

Anahtar Kelimeler: biyomekanik, el bileği patolojileri, hareket açıklığı, rehabilitasyon.

ABSTRACT

Özen Oruk D., Effect of Kinesiotaping on Wrist Kinematics and Functional Performance. Muğla Sıtkı Koçman University, Institute of Health Sciences, Physical Therapy and Rehabilitation Programme, Master of Science Thesis, Muğla, 2018. The purpose of this study was determine to effect of kinesiotaping (KT) on dominant wrist kinematics and functional performance on healthy subjects. This randomized, double-blind, placebo controlled, crossover study included 72 healthy subjects (mean age: 21.11 ± 1.6). Physical and sociodemographic characteristics of subjects were recorded. On the first day of our study without any taping applications, wrist kinematics via Dart throwing motion (DTM) was evaluated with Leap motion controller and wrist functional performance was evaluated with Minnesota Dexterity Test. KT and placebo taping were performed randomly to the flexor carpi ulnaris (FCU) and extensor carpi radialis (ECR) muscles of the subjects in consecutive days. After each taping, kinematic evaluation and functional performance tests were repeated. When the data were analyzed, it was found that range of DTM increased ($p < 0.05$) and the time to complete Minnesota Dexterity Test was decreased ($p < 0.05$) after KT and placebo taping in both FCU and ECR muscles. When wrist kinematics and functional performance changes were compared, KT was more effective than placebo taping ($p < 0.05$). There was no statistically difference between the FCU and ECR muscle applications in both kinematic and performance measurement results ($p > 0.05$). As a results of our study, it was found that KT was effective on wrist kinematics and functional performance of the dominant wrist and this effect did not show any difference in terms of muscle applications.

Keywords: biomechanics, wrist injuries, range of motion, rehabilitation.

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasındaki desteği ve yol göstericiliği için değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA'ya,

Tez vakalarının alınması ve fotoğrafların düzenlenmesi aşamalarındaki yardımlarından ötürü sevgili çalışma arkadaşım Uzm. Fzt. Semiha YENİŞEHİR'e,

Tez yönteminin belirlenmesi ve yazım aşamalarındaki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. İlkin ÇITAK KARAKAYA'ya,

Tez fotoğraflarının çekilmesindeki yardımlarından dolayı sevgili çalışma arkadaşım İlayda GÜZEL'e,

Fizyosoft® LeapPong versiyon 2 yazılımının geliştirilme aşamasındaki destekleri için Sayın İsmail UZUN'a, Mehmet ÖNDER'e ve Ayşe Betül OKTAY'a,

Tez yönteminin geliştirilmesi aşamasındaki bilimsel katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Gül BALTACI'ya, Doç. Dr. Zübeyir SARI'ya, Doç. Dr. Ela TARAKCI'ya ve Doç. Dr. Tüzün FIRAT'a,

Araştırma projesi (proje no:18/066) kapsamındaki finansal desteklerinden ötürü Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine,

Hayatımın her aşamasında beni destekleyen, koruyup kollayan, varlıklarını her an yanı başımda hissettiğim, mutlu ÖZEN ailesinin güzel insanları; annem, babam ve küçük cadım Melisoşum'a,

Mutluluk kaynağım, hayat arkadaşım, en büyük destekçim sevgili eşim Yunus Emre ORUK'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI

TUTANAK

YEMİN

ÖZET

ABSTRACT

TEŞEKKÜR

I

İÇİNDEKİLER

II

TABLO LİSTESİ

V

ŞEKİL LİSTESİ

VI

EK LİSTESİ

VII

KISALTMALAR

VIII

1. GİRİŞ

1

2. GENEL BİLGİLER

5

2.1. El Bileği Anatomisi ve Fonksiyonu

5

2.1.1. El Bileği Kemik ve Ligamentleri

5

2.1.2. El Bileği Eklemleri

6

2.2. El Bileği Kinematiği ve Dart Atma Hareketi (DAH)

7

2.3. El Bileği Kinematiğinin Değerlendirmesi

11

2.3.1. El Bileği Kinematiğinde EHA'nın Değerlendirilmesi

12

2.3.1.1 Optik Sensör Aracılığıyla Yapılan 3 Boyutlu EHA Ölçümleri

13

2.4. El Bileği Fonksiyonel Performansının Değerlendirilmesi

14

2.5. El Bileği Patolojileri

15

2.6. El Bileği Patolojilerinde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

16

2.6.1. Bantlama

16

2.6.1.1. Kinezyo bantlama

16

3. BİREYLER VE YÖNTEM	21
3.1. Bireyler	21
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Kinezyo bant uygulama protokolü ve randomizasyonu	24
3.2.2. Değerlendirme Protokolü	26
3.2.2.1. El bileği kinematığının değerlendirilmesi	27
3.2.2.2. El bileği fonksiyonel performansının değerlendirilmesi	33
4. BULGULAR	38
4.1. Olguların fiziksel özellikleri	38
4.2. Olguların sosyodemografik özellikleri	38
4.3. El bileği kinematik ölçümlerinin (DAH açıklığının) bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı sonuçlarının karşılaştırması	39
4.4. El bileği fonksiyonel performans (Minnesota El Beceri Testi) sürelerinin bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması	40
4.5. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin karşılaştırılması	41
4.6. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin karşılaştırılması	42
4.7. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması	42
4.8. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması	43
5. TARTIŞMA	44
5.1. Çalışmanın Limitasyonları	51
5.2. Çalışmanın Güçlü Yanları	52
6. SONUÇLAR	54
7. KAYNAKLAR	56
8. EKLER	71

EK 1: Özgeçmiş

EK 2: Veri Toplama Formu

EK 3: Etik Kurul Onayı



TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. El bileği DAH'da görev alan kaslar	10
Tablo 4.1. Olguların fiziksel özellikleri	38
Tablo 4.2. Olguların sosyodemografik özellikleri	38
Tablo 4.3. El bileği kinematik ölçümlerinin (DAH açıklığının) bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı sonuçlarının karşılaştırması	39
Tablo 4.4. El bileği fonksiyonel performans (Minnesota El Beceri Testi) sürelerinin bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması	40
Tablo 4.5. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin karşılaştırılması	41
Tablo 4.6. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin karşılaştırılması	42
Tablo 4.7. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması	43
Tablo 4.8. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması	43

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Karpal kemikler ve el bileği eklemleri	6
Şekil 2.2. El bileği DAH'da görev alan kaslar	10
Şekil 2.3. Farklı kinezyo bant kesim şekilleri	19
Şekil 3.1. Çalışmanın akış diyagramı	23
Şekil 3.2. Fleksör karpi ulnaris kasına kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniğiyle yapılan kinezyo bantlama	25
Şekil 3.3. Ekstansör karpi radialis kasına kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniğiyle yapılan kinezyo bantlama	25
Şekil 3.4. Leap Motion Cihazı	28
Şekil 3.5. Fizyosoft® Pong yazılımı ana menüsü	29
Şekil 3.6. Fizyosoft® Pong yazılımı oyun ekranı	30
Şekil 3.7. Önkol ve el bileğini destekleyen platform	31
Şekil 3.8. Kalibrasyon ekranı	31
Şekil 3.9.1. Fizyosoft® Pong oyununun oynanışı (arkadan)	32
Şekil 3.9.2. Fizyosoft® Pong oyununun oynanışı (yandan)	33
Şekil 3.10. Ortalama, minimum, maksimum DAH (UF+RE) açısai değerleri	33
Şekil 3.11. Minnesota el beceri testi	34
Şekil 3.12. Minnesota yerleştirme testi	35
Şekil 3.13. Minnesota yerleştirme testi uygulanışı	35
Şekil 3.14. Minnesota çevirme testi	36
Şekil 3.15. Minnesota çevirme testi uygulanışı	36
Şekil 4.1. DAH açıklığının bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması	39
Şekil 4.2. Minnesota el beceri testi sürelerinin bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması	41

EK LİSTESİ

- EK 1. Özgeçmiş
EK 2. Veri Toplama Formu
EK 3. Etik Kurul Onayı



KISALTMALAR

DAH	:	Dart Atma Hareketi
DKB	:	Kinezyo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı
DP	:	Plasebo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı
EHA	:	Eklem Hareket Açıklığı
EKR	:	Ekstansör Karpi Radialis
FKU	:	Fleksör Karpi Ulnaris
IMU	:	Inertial Measurement Units
KB	:	Kinezyo Bantlama
PB	:	Plasebo Bantlama
RE	:	Radial Ekstansiyon
SP	:	Serebral Palsi
UF	:	Ulnar Fleksiyon
VKİ	:	Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ

El bileği, önkol ile el arasında yer alan hareketli bir eklem sistemidir. Birincil görevi el fonksiyonlarının en iyi şekilde gerçekleşmesini sağlamak olan el bileğinin en önemli yeteneği, tutma ve kavrama gibi aktiviteler sırasında eli boşlukta pozisyonlamaktır (1, 2). Bu yetenek, kemik ve ligamentöz yapıların eşsiz ve karmaşık düzenlenmesi ile mekanik olarak gerçekleştirilir (3).

El-el bileğinde meydana gelen bir yaralanma sonucunda, hastanın genel durumu ve sağlığı doğrudan etkilenir. Yapılan bir çalışmada; tüm yaralanmalar içerisinde %28,6'lık oranla el-el bileği yaralanmalarının önemli bir yer tuttuğu (yılda 3.7/100.000 kişi) bildirilmiştir (4).

El bileği patolojilerinde uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon programında özellikle; ağrısız eklem hareket açıklığını, beceri- koordinasyon ve esnekliği arttırmak, eklem çevresindeki kasları kuvvetlendirmek, ağrı-inflamasyon ve ödemi azaltmak ve günlük hayata en kısa sürede dönüşü sağlamak amaçlanır (5).

Literatür incelendiğinde, çeşitli el bileği patolojilerinin tedavisinde sıklıkla; yüzeysel sıcak-soğuk uygulamalar (hotpack, parafin, coldpack...), ultrason, elektroterapi, hidroterapi, masaj, egzersiz (el bileği eklemine yönelik pasif, aktif egzersizler, kas kuvvetlendirme amaçlı dirençli egzersizler, koordinasyon ve endurans egzersizleri), mobilizasyon, bantlama vb. gibi fizyoterapi yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür (6-8).

Standart bantlama uygulamalarından farklı olarak eklem hareketlerini sınırlamaksızın etki gösteren kinezyo bantlama tekniği (The Kinesio taping technique) ve kinezyo bant (Kinesio Tex tape), 1973 yılında Japon kiropraksi ve akupunktur uzmanı Dr. Kenzo Kase tarafından geliştirilmiştir. Kinezyo bant (KB), insan derisinin yapısal özellikleri ve esnekliğine benzer, yapışkan bir materyaldir ve el bileği yaralanmalarının tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bant özelleştirilmiş dokusu ve elastikiyetiyle cilde uygulandığında cilde çekme kuvveti sağlar ve uygulandığı alanların altındaki fasya ve yumuşak dokuları kaldırarak daha fazla alan yaratır (11-15).

Amaçlanan etkiye göre değişiklik gösteren çeşitli bantlama teknikleri bulunmaktadır (9, 10). Kinezyo bant uygulama tekniklerinde genel amaçlar; (1) cilt yoluyla sürekli kutanöz afferent stimülasyon sağlayarak propriyosepsiyonu arttırmak, (2) kas tonusunu normale döndürerek fasyal doku fonksiyonunu yeniden düzenlemek, (3) kan ve lenf dolaşımını arttırarak cilt altında daha fazla boşluk oluşturup, ödem veya kanamayı azaltmak (4) zayıf kasları kuvvetlendirerek kas fonksiyonunu düzeltmek, (5) ağrıyı azaltmak olarak sıralanabilir (10). Bu amaçlara yönelik hem sağlıklı hem de hasta olgular üzerinde gerçekleştirilmiş farklı çalışmalar mevcuttur (11-15).

Kinezyo bant uygulama teknikleri; kas tekniği ve koreksiyon teknikleri (fasya, fonksiyonel, lenfatik vb...) olmak üzere ikiye ayrılır. Kasların üzerinde fasilitasyon veya inhibisyon amaçlayan teknikler, literatürde kas teknikleri olarak geçer. Kas fasilitasyon tekniğinde, kas kasılmasını uyarmak amaçlanır ve origodan insersiyoya doğru yapılan uygulamada; ya banda %25-50 oranında gerim verilir ya da uygulama yapılacak kas en gergin şekilde pozisyonlanır (9). Bant geriminin etkilenmesi amaçlanan fasya derinliğine göre değişiklik gösterdiği fasya koreksiyon tekniğinde ise; fasyayı uyararak kontraktıl lif sayısını arttırmak, fasyada hareket açığa çıkarmak, fasyayı gevşetmek ve yönlendirmek amaçlanır (16).

El bileği midkarpal ekleminin dorso-radial yönden, palmo-ulnar yöne doğru oblik düzlemde yaptığı hareket literatürde “dart atma hareketi (DAH)” olarak adlandırılmıştır. Bu harekete ait eksenin elin asıl fizyolojik hareket eksenini olduğu belirtilmiş ve birçok çalışmada günlük yaşam aktivitelerinde en sık kullanılan hareket olarak DAH üzerinde durulmuştur (17-21). El bileği kinematiği ve fonksiyonel performansı açısından büyük öneme sahip olan DAH’ın klinik olarak değerlendirilmesine ilişkin literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır (22). El bileğinin doğal fonksiyonel paterni olan DAH için; dorso-radial yönde M. Ekstansör karpi radialis, palmo-ulnar yönde ise M. Fleksör karpi ulnaris önemli kaslardır (23, 24).

İnsan hareketinin kinematiği, harekete neden olan iç ve dış kuvvetlerden bağımsız olarak, bizzat hareketin kendi karakteristiğiyle ilişkilidir (25). İnsan hareketinin kinematiğini değerlendirmek, normal ve anormal koşullar altında ekstremitelerin fonksiyonel performansı hakkında bize bilgi verecektir. Kinematik

bilgi, eklemi de içine alan çeşitli patoloji durumlarında; doğru teşhis ve tedavide önemli bir yere sahiptir (26). El bileği kinematığını değerlendirmede kullandığımız oblik karakterli DAH, günlük hayatta en sık kullandığımız el bileği hareket paterni olması nedeniyle önemlidir.

El bileği eklemının kinematik olarak hareket açıklığını değerlendirmede klinikte daha çok; universal gonyometreler, dijital gonyometreler, inklinometreler kullanılır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte eklem hareket açıklıkları; hareket sensörlü sistemler, jiroskoplar, akselerometreler yardımıyla 3 boyutlu olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Son yıllarda, nesnelerin 3 boyutlu verilerini toplayan farklı optik sensörler ve bu sensör bilgilerini işleyen çeşitli uygulamalar (aplikasyonlar) geliştirilmiştir. Bu uygulamalar; endüstri, insan ve nesne takip etme, hareket analizi, karakter animasyonu ve hareket tabanlı kullanıcı arayüzleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır (27).

Leap Motion, özellikle el- el bileği ve parmak hareketlerini algılamak için geliştirilen bir sensördür. Leap Motion cihazının, dinamik el hareketlerini değerlendirmede hızlı tanıma ve yüksek doğruluk oranına sahip olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (28).

El-el bileği fonksiyonel performansını değerlendirmede kullanılan birçok test (Purdue pegboard testi, 9 delikli peg testi, Minnesota manipulasyon testi, Jebson-Taylor el fonksiyon testi vb.) bulunmaktadır. Bunlardan Minnesota Manipulasyon Testi; elin fonksiyonel becerisi ve performansını değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılan güvenilirliği ispatlanmış bir yöntemdir (29, 30).

Radiokarpal ve/veya ulnakarpal kemik kırıkları ve bu eklemlerin patolojileri ve/veya yumuşak doku yaralanmaları önemli ölçüde karpal ve midkarpal instabilite problemlerine yol açmaktadır. Bu instabilite durumunda, proksimal ve distal sıra karpal kemiklerinin birlikte gerçekleştirdikleri senkronize hareketler güçleşerek, el bileğinin dorso-radial yönden, palmo-ulnar yöne doğru oblik düzlemde yaptığı DAH'ı kısıtlanır. Bu konuda çalışan terapistlerin rehabilitasyon programlarında fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniğiyle yapılan bantlama uygulamalarının DAH'a, el

fonksiyonuna ve süreli performansına olan etkilerinin bilinmesi, tedavi programlarını oluşturmalarında onlara avantaj sağlayacaktır.

Yapılan çalışmalar daha çok; serebral palsi (SP) (31, 32) ya da inme hastalarında (33-35) el bileği fonksiyonunu ve eklem hareketini arttırmaya yöneliktir. Bunun yanı sıra karpal tünel sendromunun tedavisinde etkili bir yöntem olduğunu öne süren çalışmalar da mevcuttur (36-38). Bu çalışmalardan elde edilen veriler, hastalığın doğası gereği (ağrı, eklem limitasyonları, ödem vb. varlığı) değerlendirme parametreleri yönünden kısıtlı kalabilmektedir. Bu tarz kısıtlılıklara sahip olmayan sağlıklı olgular üzerinde yapılmış çalışmalar daha fazla değerlendirme seçeneği sunmaktadır.

Literatüre baktığımızda sağlıklı el bileğine yönelik yapılan kinezyo bantlama çalışmaları, genelde kinezyo bantlamanın kavrama kuvveti üzerindeki etkisine yöneliktir (39-42). KB'nin EHA ve fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini, patolojik durumların yanı sıra sağlıklı durumlarda da anlamının klinikte kullanımında yönlendirici olması açısından önemli olduğunu düşünüyoruz. KB, sağlıklı bir ekstremitede EHA ve fonksiyonel performansta artışa neden oluyorsa, limitasyon ve fonksiyon kaybı gibi patolojik durumlarda da etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilir. Bu çalışma kinezyo bantlamanın sağlıklı el bileğinin kinematığı ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

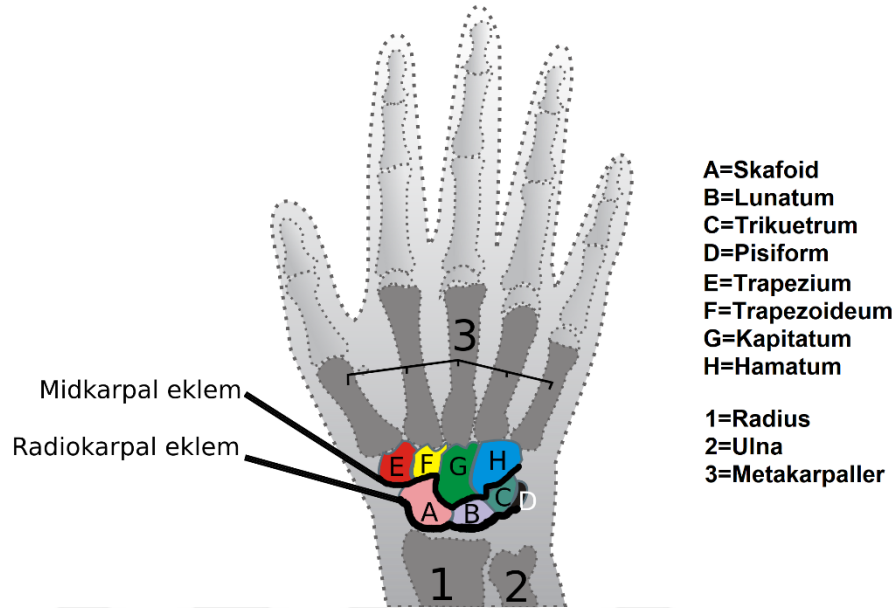
2.1. El Bileği Anatomisi ve Fonksiyonu

El bileği, önkol ile el arasında yer alan karmaşık bir eklem sistemidir ve ele benzersiz bir hareket kombinasyonu sunar (2). Bileğin en önemli yeteneği, tutma ve kavrama gibi aktiviteler sırasında eli boşlukta pozisyonlamaktır. Bu yetenek, kemik ve ligamentöz yapıların eşsiz ve karmaşık düzenlenmesi ile mekanik olarak gerçekleştirilir (3). El bileğinin stabilitesinde dinamik ve statik birçok yapı görev alır. Statik stabilite; kemikler ve ligamentler, dinamik stabilite ise kaslar tarafından sağlanır.

2.1.1. El Bileği Kemik ve Ligamentleri

Statik stabiliteden sorumlu kemik yapılar; radius ve ulna kemiklerinin distal uçları, 8 karpal (4 proksimal, 4 distal) ve 5 metakarpal kemiktir. Karpal kemikler bilek hareketi sırasındaki kinematik davranışlarına göre proksimal ve distal sıra olarak sınıflandırılır. Aynı zamanda proksimal ve distal karpal sıralar arasında midkarpal eklem yer alır. Radialden ulnara doğru; skafoid, lunatum, trikuetrum ve psiform kemiklerinden oluşan proksimal karpal sıra; radius/ulna ve distal karpal sıra arasında hareketli bir köprü görevi görür ve bu sisteme dahil olan radioulnar eklem ile birlikte el bileği hareketlerini (fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon, pronasyon ve supinasyon) gerçekleştiren çok yönlü ve geniş açılı bir eklem oluştururlar (43-46). Çok az hareket yeteneğine sahip olan distal karpal sıra ise trapezium, trapezoideum, kapitatum ve hamatum kemiklerinden meydana gelir (Şekil 2.1). Her bir proksimal ve distal sıra kemiği, medial-lateral komşuluğundaki karpal kemiklerle çok küçük kayma hareketleri yapan interkarpal eklemleri meydana getirirler. Statik stabiliteden sorumlu ligamentler; karpal kemikleri saran kollajen fasiküllerin kompleks ağından oluşur, karpal kemiklere destek sağlayarak radiokarpal ve interkarpal eklemlerde harekete izin verir. Volar yüzdeki ligamentler kalın ve güçlü iken dorsalde yer alanlar ise daha ince ve sayıca azdır (16, 47). Konumlarına göre ligamentler, intrinsik ve ekstrinsik olarak ikiye ayrılır. Ekstrinsik ligamentler radius ve ulnanın distaliyle karpal kemikleri, intrinsik ligamentler ise karpal kemikleri birbirine bağlar. Bu yapıların fonksiyonu;

eklemdaki anatomik sınırları aşan hareketleri kısıtlamak, yön vermek ve eklemin pozisyonu ile ilgili afferent duyuşal girdi sağlamaktır (47).



Şekil 2.1. Karpal kemikler ve el bileği eklemleri
(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carpus.svg> adresinden alınarak düzenlenmiştir.)

2.1.2. El Bileği Eklemleri

El bileğinin 3 temel eklemi vardır:

- Radiokarpal eklem
- Midkarpal eklem
- İnterkarpal eklemler
 - Proksimal karpal sıra kemikleri arasında yer alan
 - Distal karpal sıra kemikleri arasında yer alan
- **Radiokarpal eklem**

Radiokarpal eklem proksimalde yer alan ulna ve radiusa yakınken, midkarpal eklem distalde yer alan falankslara yakındır. Radiokarpal eklemin proksimal yüzeyi, radius kemiğinin distali ve radioulnar artiküler diskten oluşur. Disk, radius ve ulna kemik distallerinin medial yüzlerini birbirine bağlar. Radiokarpal eklemin distal yüzeyini ise, proksimalde yer alan ve intoresseal ligamentlerle konveks eklem yüzeyine bağlanan 3 karpal kemik (skafoid, lunatum ve triquetrum) oluşturur. Proksimal karpal sırada yer alan pisiform ise radiokarpal eklemeye katılmaz. Radioulnar

disk, triquetrumla ve az miktarda da lunatumla eklem yaparken; radius ise, skafoid ve lunatumla eklem yapar. Eklem güçlü bir kapsülle ve palmar radiokarpal, ulnokarpal, dorsal radiokarpal, ulnar kollateral, radial kollateral, interkarpal ligamentlerle desteklenir (48).

- **Midkarpal eklem**

Midkarpal eklem, radiokarpal eklemde distalde yer alır. Bu eklem; proksimalde skafoid, lunatum ve triquetrumun konkav yüzeylerinden, distalde ise kapitatium ve hamatumun konveks yüzeyleri ve trapezium ve trapezoidin konkav yüzeylerinden meydana gelir. Radiokarpal eklemi destekleyen ligamentlerin çoğu midkarpal eklemi de destekler (48).

- **İnterkarpal eklem**

Proksimal sıra interkarpal eklemler: Skafoid, lunatum ve triquetrum kemikleri arasında yer alan eklemlerdir. Aynı zamanda pisiform kemiği, pisotrikuetral eklem aracılığıyla triquetrumun palmar yüzeyiyle eklem yapar (49).

Distal sıra interkarpal eklemler: Çok az hareketin açığa çıktığı bu eklemler; trapezium, trapezoideum, kapitatium ve hamatum arasında yer almaktadır (49).

Distal karpaller arasında yer alan interosseal eklemler, proksimalde yer alanlara göre daha az harekete izin verir ve geometrik olarak daha karmaşıklardır (50).

2.2. El Bileği Kinematığı ve Dart Atma Hareketi (DAH)

El bileğinin temel eklemleri, ele her 3 düzlemde de (sagittal, frontal ve horizontal) hareket yeteneği kazandırır. Sagittal düzlemde 90 derece fleksiyon (yaklaşık %40'ı radiokarpal, %60'lık kısmı ise midkarpal eklemde) ve 70 derece ekstansiyon (yaklaşık %66'sı radiokarpal, %33'ü ise midkarpal eklemde) hareketi gerçekleşir. Frontal düzlemde 20 derece radial deviasyon (yaklaşık %40'ı radiokarpal, kalan kısmı midkarpal eklemde) ve 35-45 derece ulnar deviasyon hareketi yapılır. Horizontal düzlemde toplam 180 derecelik pronasyon ve supinasyon hareketi (radiusun ulna üzerindeki rotasyonu ile karakterize) gerçekleşir (51).

Radiokarpal eklem; proksimal karpal sıranın konveks yüzeyleri sayesinde, radiusun ve radioulnar diskin konkav yüzeylerinde dönme ve kayma hareketleri meydana getirir. Bir el bileği hareketi sırasında proksimal sıra karpal kemikleri, yapılan hareket ile aynı yönde dönerken zıt yönde kayma gerçekleştirirler. Karpal kemikler el bileği fleksiyonu sırasında radius ve disk üzerinde fleksiyon yönünde dönüp dorsale doğru kayarken; el bileği ekstansiyonu sırasında ekstansiyon yönünde dönüp palmara doğru kayar. Ulnar deviasyon sırasında ulnar yönde dönme ve radial yönde kayma hareketi gerçekleştirirler. Radial deviasyonda ise bunun tam zıttı gerçekleşir (48).

Midkarpal eklemdaki hareket; distal sıra karpal kemiklerinin, proksimal sıra karpal kemikleri üzerindeki dönme ve kayma hareketleri ile oluşur. Distal eklem yüzeyi ağırlıklı olarak konvektir ve radiokarpal eklemden olduğu gibi, el bileğinde yapılan hareket ile aynı yönde dönerken zıt yönde kayma gerçekleştirir ancak radiokarpal eklemden çok daha karmaşık bir yapıya sahiptir (48).

İnterkarpal eklemler ise, radiokarpal ve midkarpal eklemlerde yapılan fleksiyon-ekstansiyon hareketlerine izin veren nispeten daha küçük ve düz yapılardır (51). İnterkarpal eklemlerde gerçekleşen hareketler radiokarpal ve midkarpallere kıyasla dar açılı olup, el fonksiyonlarının gerçekleştirilmesinde büyük öneme sahip olan kayma hareketleri şeklindedir (52).

Son yıllarda radiokarpal, midkarpal ve interkarpal eklemden oluşan hareketlerin birleşiminden oluşan ve literatürde Dart Atma Hareketi (DAH) olarak adlandırılan bir hareket paterni üzerinde durulmaktadır (17-21).

- **Dart Atma Hareketi (DAH)**

Kinematik olarak, günlük hayatta el bileği hareketleri sıklıkla farklı hareketlerin birleşimi şeklinde ortaya çıkar. Örneğin radial-ulnar deviasyonlar, fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri ile birlikte görülebilir. Ulnar deviasyona fleksiyon, radial deviasyona ise bir miktar ekstansiyon eşlik edebilir (44, 53-55). El bileği eklemlerinin dorso-radial yönden, palmo-ulnar yöne doğru oblik düzlemde yaptığı hareket literatürde “dart atma hareketi (DAH)” olarak adlandırılmıştır ve bu

harekete ait eksenin elin asıl fizyolojik hareket eksenini olduğu belirtilmiştir (44, 54, 55). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, günlük yaşam aktivitelerinde en sık kullanılan hareket olarak DAH üzerinde durulmaya başlanmıştır (17-21). DAH'ın, el bileği kinematığının doğal fonksiyonel paternini olduğunu ve bu oblik hareketin insan soyunun ilk atalarında evrimsel avantajlara yol açtığını ileri süren çalışmalar mevcuttur. Su içmek, yazı yazmak, dart oku atmak, çekiç kullanmak gibi günlük hayatın içinde kullandığımız birçok hareket bu paternde gerçekleşmektedir. Elin kinematığı ve fonksiyonel performansı açısından büyük öneme sahip olan DAH'ın klinik olarak değerlendirmesine ilişkin literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır (22).

Palmer ve ark. 1985 yılında el bileği hareketlerini içeren GYA performanslarını elektrogonyometre kullanarak değerlendirmiştir. Birçok GYA görevinin 40° ekstansiyon ve 20° radial deviasyondan 0° fleksiyon ve 20° ulnar deviasyona doğru gerçekleştiğini bulmuş ve bu paterni DAH olarak isimlendirmişlerdir (18).

Oblik bir düzlemde gerçekleşen DAH üzerine yapılan farklı biyomekanik çalışmalarda, düz paternlerde yapılan el bileği hareketlerine oranla midkarpal ve radiokarpal eklemde daha az hareket olduğu, interosseal-skafolunat ligamentinin (ISLL) geriliminin minimal olduğu belirtilmektedir (29, 56).

Werner ve ark. DAH paterninin hangi açısında skafoid ve lunatum hareketlerinin en az olduğunu belirlemek için dokuz farklı DAH açısını incelemiştir ve minimal skafoid ve lunatum hareketi için gerekli olan ortalama DAH paternini bulmuşlardır (20).

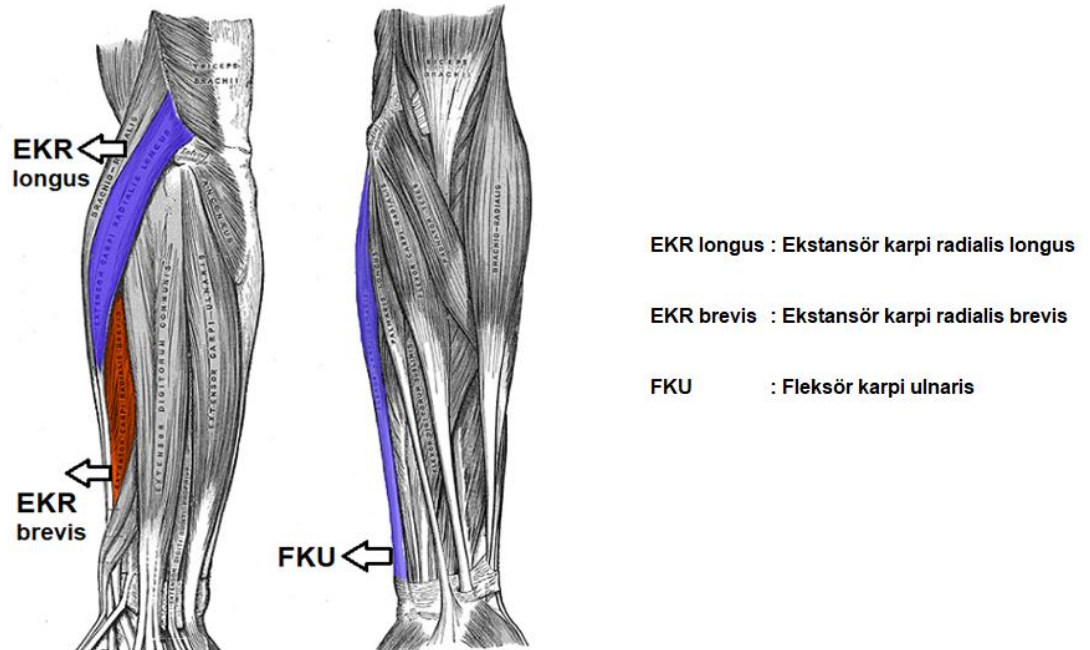
Crisco ve ark. tek düzlemde gerçekleşen fleksiyon-ekstansiyon açısını ortalama 129°, oblik karakterli (radial ekstansiyondan ulnar fleksiyona doğru) DAH açısını ise 142° olarak DAH açısının, el bileğinin geniş açılı hareketlerini gerektiren fonksiyonlarını değerlendirmede daha iyi fikir vereceğini vurgulamışlardır (57).

El bileğinin doğal fonksiyonel paterni olan DAH'da görev alan kaslar Tablo 2.1. de listelenmiştir (53, 55).

Tablo 2.1. El Bileği DAH'da Görev Alan Kaslar

DAH'ın Bölümleri	Çalışan Temel Kaslar
Ulnar Fleksiyon	Fleksör karpi ulnaris
Radial Ekstansiyon	Ekstansör karpi radialis longus Ekstansör karpi radialis brevis

- **Fleksör karpi ulnaris kası (FKU)**, humerusun medial epikondiline yapışan ana fleksör tendondan başlar ve el bileğindeki pisiform ve hamatum karpal kemikleri ile eldeki 5. metakarpal kemiğin üzerinde sonlanır (58) (Şekil 2.2).
- **Ekstansör karpi radialis brevis kası (EKR brevis)**, humerusun lateral epikondilinde yer alan ana ekstansör tendondan başlar ve 3. metakarpal kemiğin dorsal yüzeyinde sonlanır (58) (Şekil 2.2).
- **Ekstansör karpi radialis longus kası (EKR longus)**, brevisten farklı olarak ana ekstansör tendondan başlamaz; humerusun lateral suprakondiler bölgesinden başlar ve 2. metakarpal kemiğe uzanır (58) (Şekil 2.2).

**Şekil 2.2.** El bileği DAH'da görev alan kaslar

(<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flexor-carpi-ulnaris-horizontal.png> ve <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ECR-longus.png> adresinden alınmıştır.)

2.3. El Bileği Kinematığının Değerlendirmesi

İnsan hareketi analizi, bir motor görevin yürütülmesi sırasında kas-iskelet sisteminin mekaniği hakkında sayısal bilgi toplamayı amaçlamaktadır. Özellikle vücut kütle merkezinin hareketleri; komşu kemikler veya eklem kinematığı arasındaki bağıntılı hareketler; kas, tendon, ligament ve kemik gibi vücut yapılarında ortaya çıkan yükler hakkında bilgi edinilmesi amaçlanır (59).

İnsan hareketinin kinematığı, harekete neden olan iç ve dış kuvvetlerden bağımsızdır ve hareketin kendisiyle ilişkilidir. En küçük bir hareketin bile tam ve doğru bir şekilde sayısal olarak tanımlanması, çok fazla veri hacmi ve hesaplamayı gerektirir; bu da çok sayıda grafik çizimiyle sonuçlanır (25).

İnsan hareketinin kinematığını anlamak, hem temel hem de uygulamalı tıp ve biyolojide önemli bir yere sahiptir. Hareket ölçümü, normal ve anormal koşullar altında ekstremitelerin fonksiyonel performansını değerlendirmek için kullanılabilir. Kinematik bilgi, eklem problemlerinin doğru teşhis ve tedavisi ile prostetik cihazların tasarlanması ve fonksiyonunun saptanması için de gereklidir (26).

İnsan hareketinin kinematik analizi genel olarak iki alana ayrılabilir:

Bunlardan ilki; üç boyutlu eklem rotasyonu ile ilişkili olan, eklemlerle birbirine bağlanan ekstremiteler kısımlarının kaba hareketinin Euler açısı sistemiyle ölçülmesidir. Bu yöntem, eklem hareketinin klinik tanımıyla tam olarak eşleştiği için özellikle kullanışlıdır. Bir diğeri ise; üç boyutlu, serbest rotasyon ve translasyon hareketlerini baz alan, hareketli eklem yüzey hareketinin ayrıntılı analizidir.

Günümüzde mevcut olan, insan hareketi ölçüm teknikleri üç kategoriye ayrılabilir: 1) elektriksel bağlantı yöntemleri, 2) stereometrik yöntemler ve biplanar radyografik yöntemler, 3) ivme ölçüm yöntemleri. Her sistemin; kullanım prensipleri, gerekli araçlar, veri dönüştürme ve üretilen bilgi türü açısından kendine özgü avantajları ve limitasyonları vardır (26).

2.3.1. El Bileği Kinematiklerinde Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirilmesi

Eklem Hareket Açıklığı (EHA); bir ya da bir dizi eklemde aktif kas kontraksiyonuyla ya da pasif olarak meydana gelen, başlangıçtan bitiş pozisyonuna kadar olan hareketin toplam açısal değeridir (48, 60).

Pasif eklem hareket açıklığı (Pasif EHA); kişinin yardımı olmaksızın, değerlendirici tarafından hareketin gerçekleştirilmesi sonucunda ulaşılan eklem hareketinin bütünüdür (48).

Aktif eklem hareket açıklığı (Aktif EHA) ise; kişinin kendisinin yarımsız olarak gerçekleştirdiği eklem hareketinin bütünüdür. Aktif EHA performansı; kişinin hareketi gerçekleştirme isteği, koordinasyonu, kas kuvveti ve eklem aralığı hakkında bilgi verir ve bu yüzden çeşitli hareketlerin performansını değerlendirmek için önemli bir klinik değere sahiptir (48, 61, 62).

Eklem hareket açıklığı ölçümleri, fonksiyonel kapasiteyi belirlemede, tedavi programını çizme ve etkinliğini değerlendirmede kullanılır (63). EHA'nın objektif ölçümleri ve ölçüm sonuçlarının doğru yorumlanması, kanıta dayalı bilimsel temelli terapötik müdahalelerin geliştirilmesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Klinikte EHA ölçümleri; fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarında çok sık kullanılan vazgeçilmez bir değerlendirme yöntemidir (64).

El bileği eklemının kinematik olarak EHA değerlendirmesinde klinikte daha çok; universal gonyometreler, dijital gonyometreler, inklinometreler kullanılır (63). Bu yöntemler basittir ve aynı araştırmacı tarafından yapıldığında iyi bir güvenilirlik ve geçerlilik sunarlar. Fakat aynı anda birden fazla eklemi değerlendirmede ya da birden fazla hareket eksenini boyunca eklem açılarını ölçmede yetersiz kalmaktadırlar (61). El Bileği gibi kompleks bir eklem için tek bir düzlemde hareketini ölçmek (sadece fleksiyon, ekstansiyon veya ulnar, radial deviasyon gibi) eklem için fonksiyonel kapasitesini göstermede yetersiz kalabileceğinden; EHA'nın 3 boyutlu olarak değerlendirilmesi daha doğru sonuçlar verecektir (63). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte EHA'lar; hareket sensörlü sistemler, jiroskoplar, akselerometreler yardımıyla 3 boyutlu olarak değerlendirilmeye başlanmıştır (27).

2.3.1.1 Optik Sensör Aracılığıyla Yapılan 3 Boyutlu EHA Ölçümleri

Son yıllarda, nesnelerin 3 boyutlu verilerini toplayan farklı optik sensörler ve bu sensör bilgilerini işleyen çeşitli uygulamalar (aplikasyonlar) geliştirilmiştir. Bu uygulamalar; endüstri, insan ve nesne takip etme, hareket analizi, karakter animasyonu ve hareket temelli işlemler gibi birçok alanda kullanılmaktadır (27).

İnsan vücudunun hareketlerinin sensör ve kameralarla algılanıp, dijital ortama aktarılmasına olanak sağlayan hareket temelli işlemler; günümüzde özellikle oyun, sağlık ve eğitim sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (65). Bu uygulamalar çözünürlük, hız, mesafe ve hedef özellikleri açısından farklı gereksinimlere sahiptir. Özellikle hareket temelli işlemler açısından, sensörün hassasiyeti önem kazanmaktadır (27).

Hareket yakalama teknolojisinde kullanılan sensörler, sensörün insan vücuduna olan konumuna göre; görsel sensörler ve görsel olmayan sensörler olarak sınıflandırılır (66-69).

Görsel sensörler; kontrast veya derinlik tabanlı görüntüleme kullanarak hareketleri takip eder. Renk algılama sistemi, hastanın vücudundaki belirli bir renkteki işaretçiyi veya hastanın ten rengini takip edebilir. Derinlik algılama sistemleri ise, Microsoft Kinect veya Leap Motion sensörü gibi cihazların sağladığı iskelet takibini kullanabilir (67, 70).

Kamera vb. gibi optik sensörler aracılığıyla insan hareketlerini yakalayan işaretçi tabanlı görsel sensörlerde; insan vücudu üzerine tanımlayıcı işaretçiler yerleştirilir. Bu işaretçiler sayesinde hareket daha iyi anlaşılır fakat bu sistem eklem rotasyonlarının algılanmasında yetersiz kalmaktadır. En popüler işaretçi tabanlı görsel sensörler; Qualisys, VICON, CODA, ReActor₂, ELITE Biomech, APAS ve Polaris'tir (66-69).

Yüksek doğruluk ve düşük maliyet sağlayan işaretçisiz görsel sensörlerde hareketi yorumlamak için; renk, kenar, şekil ve/veya derinlik gibi görüntü özellikleri kullanılır (66-69).

İnsan vücuduna yerleştirilen sensörler aracılığıyla hareket bilgisinin toplandığı görsel olmayan sensörlerin; vücuda sabitlenmiş, manyetik, giyilebilir, mekanik vb. gibi çeşitleri vardır (66-69).

Vücuda sabitlenmiş sensör teknolojisi; ivme, açı, titreşim, hareket ve birden fazla eklem hareketini algılar ve ölçer. Diğer hareket yakalama sistemleriyle birlikte ya da rehabilitasyon amaçlı kullanılabilir. Sıklıkla akselerometrik, jiroskopik, manyetometrik ve statik basınç sensörler (Inertial Measurement Units (IMU), MTI serileri, G-Link vb.) kullanılmaktadır (66-69).

Manyetik sensörler daha çok otomotiv ve endüstri sektöründe; hız, dönüş hızı, doğrusal konum ve doğrusal açı ölçmek için kullanılır (66-69).

• Leap Motion

Leap Motion cihazı, dinamik el- el bileği ve parmak hareketlerini değerlendirmede kullanılan; hızlı tanıma ve yüksek doğruluk oranına sahip, düşük maliyetli ve küçük bir derinlik algılama kamerasıdır. İki IR kamera, üç ayrı IR LED yayıcı bulunduran cihaz, bir USB kablosu aracılığıyla bilgisayara bağlanarak kullanılır. Cihaz; stereo görüş prensibine dayanan bir optik takip sistemi olarak da sınıflandırılabilir. Yazılım ile birlikte, görüş alanında gözlenen nesnelere analiz eder. El bileği, el, parmaklar ve aletleri tanıyarak; farklı pozisyonları, jestleri ve hareketleri bildirir (28, 71).

2.4. El Bileği Fonksiyonel Performansının Değerlendirilmesi

El bileği fonksiyonel performansını değerlendirmede kullanılan birçok test bulunmaktadır. Purduepegboard testi (72), 9 delikli peg testi (73), Minnesota el beceri testi (74), Jebson-Taylor el fonksiyon testi (75), Sollerman el fonksiyon testi (76) bunlardan bazılarıdır. Minnesota El Beceri Testi; elin fonksiyonel becerisi ve performansını değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılan güvenilirliği ispatlanmış bir yöntemdir (29, 30).

• **Minnesota El Beceri Testi:** Kaba motor beceri; hedef görevlerin büyük kas grupları tarafından koordineli bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Minnesota el beceri testi, genel

olarak el-kol kaba motor becerisini ve el-göz koordinasyonunu basit ve hızlı bir şekilde değerlendirir. Bu test kişilerin küçük objeleri çeşitli mesafelerde hareket ettirme becerisini zaman temelli ölçer (77, 78).

2.5. El Bileği Patolojileri

Mükemmel anatomik ve biyomekanik özelliklere sahip olan el bileğinin, mekanik bütünlüğünün bozulması durumunda el ve tüm üst ekstremitede önemli disfonksiyonlar ortaya çıkar (50). El-el bileğindeki bir yaralanma, hastanın genel durumunu ve sağlığını doğrudan etkiler. Yapılan bir çalışmada; tüm yaralanmalar içerisinde %28,6'lık oranla el-el bileği yaralanmalarının önemli bir yer tuttuğu (yılda 3.7/100.000 kişi) bildirilmiştir (4).

El bileğinde sık görülen patolojiler; tendinopatiler, karpal kırık ve instabiliteler, karpal ligament yaralanmaları, triangular fibrokartilaj yaralanmaları, karpektomiler vb.dir (6).

2.6. El Bileği Patolojilerinde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

El bileği patolojilerinde uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon programında amaç; ağrısız eklem hareket açıklığını, beceri- koordinasyon ve esnekliği arttırmak, kas kuvvetlendirmek, ağrı-inflamasyon ve ödemi azaltmak ve günlük hayata en kısa sürede dönüşü sağlamaktır (5).

Literatür incelendiğinde, çeşitli el bileği patolojilerinin tedavisinde sıklıkla; yüzeysel sıcak-soğuk uygulamalar (hotpack, parafin, coldpack...), ultrason, elektroterapi, hidroterapi, masaj, egzersiz (el bileği eklemine yönelik pasif, aktif egzersizler, kas kuvvetlendirme amaçlı resistif egzersizler, koordinasyon ve endurans egzersizleri), mobilizasyon, bantlama vb. gibi fizyoterapi yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür (6-8).

2.6.1. Bantlama

Terapatik bantlama sıklıkla, rehabilitasyona ek tamamlayıcı bir tedavi olarak kullanılmaktadır. Uygulama 2 farklı amaçla yapılır. Fizyolojik amaçta bant; ağrı algısı,

ödem kontrolü veya basit bir şekilde hastanın vücut pozisyonunu düzeltmesi için hastaya geri bildirim vererek değişimi etkilemek amacıyla uygulanır. Mekanik amaçta ise bant; hatalı hareket paternlerini değiştirmek için uygulanır. Bu hatalı hareket paternleri, yaralanmaya neden olabilir veya yaralanan dokunun düzgün bir şekilde iyileşmesine izin vermeyebilir. Yaralanmaları önlemek ya da daha önceden zarar görmüş olan bir dokunun iyileşmesini desteklemek amacıyla kullanılan terapatik bantların çeşitli türleri bulunmaktadır.

Rijit ve elastik olmak üzere 2'ye ayrılan terapatik bantlar, el bileği yaralanmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (79).

- **Rijit bant:** Hareketi sınırlandırarak ve proprioseptif girdi sağlayarak ligamentleri ve el bileği eklem kapsülünü desteklemek için kullanılan rijit bantlamanın uygulaması iki kısımdan oluşur: Doğrudan cilde yapıştırılan taban katmanı ve bunun üzerine yapıştırılan rijit bant. Rijit bant, doğrudan hastanın cildine temas etmez. Bu bant aynı zamanda, yumuşak doku sorunlarını gidermede kullanılabilir. Leukotape ve atletik bant sıklıkla tercih edilen rijit bantlardır (79).
- **Elastik bant:** Rijit banda göre daha uyumludur, bu nedenle normal doku genişlemesine izin verir. Yumuşak doku yapılarını sıkıştırmak ve desteklemek için kullanılır. Elastik bantlama uygulamasının, el bileğinde tekrarlayan stres bozukluklarının tedavisinde faydalı olduğu bulunmuştur. Son yıllarda özellikle kinezyo bant ve dinamik bant uygulamaları yaygın bir hale gelmiştir (79).

2.6.1.1. Kinezyo bantlama

1973 yılında Japon kiropraksi ve akupunktur uzmanı Dr. Kenzo Kase tarafından geliştirilen kinezyo bantlama tekniği (The Kinesiotaping technique) ve kinezyo bant (Kinesio Textape), standart bant ve teyp uygulamalarından farklı olarak eklem hareketlerini sınırlamaksızın insan derisinin yapısal özellikleri ve esnekliğine benzer bir bantlama tekniğidir. Yapışkan bir materyal olan kinezyo bant birçok el bileği yaralanmasında tedavi edici olarak kullanılmaktadır. Kinezyo bant insan cildi kalınlığındadır ve uzunlamasına orijinal uzunluğunun %20-40'ı kadar esneyebilir. Bant özelleştirilmiş dokusu ve elastikiyetiyle cilde uygulandığında cilde çekme

kuvveti sağlar ve uygulandığı alanların altındaki fasya ve yumuşak dokuları kaldırarak daha fazla alan yaratır.

Kinezyo bant uygulama tekniklerinin genel amaçları; 1- cilt yoluyla sürekli kutanöz afferent stimölasyon sağlanarak propriyosepsiyonu arttırmak, 2- kas tonusunu normale döndürerek fasyal doku fonksiyonunu yeniden düzenlemek, 3- kan ve lenf dolaşımını arttırarak cilt altında daha fazla boşluk oluşturup, ödem veya kanamayı azaltmak 4- zayıf kasları kuvvetlendirerek kas fonksiyonunu düzeltmek, 5- ağrıyı azaltmak olarak sıralanabilir (10). Bu amaçlara yönelik hem sağlıklı hem de hasta olgular üzerinde gerçekteşirilmiş farklı çalışmalar mevcuttur (11-15).

Bandın doku ve elastikiyet özelliklerine bağlı olarak amaçlanan sonuca göre değişen çeşitli bantlama teknikleri önerilmiştir (9, 10). Deri (epidermis, dermis), sinir, fasya, kas, eklem ve dolaşım sistemini hedef alan çeşitli kinezyo bant uygulama teknikleri bulunmaktadır.

Kas Teknikleri: Kasların üzerinde fasilasyon veya inhibisyon amaçlayan tekniklerdir. Literatürde farklı şekillerde uygulamaları bulunan kas fasilasyon tekniğinde amaç, kas kasılmasını uyarmaktır. Bu tekniğin etkilerinin; hem merkezi hem de periferik sinir sisteminde, kutanöz afferent stimölasyon ve motor ünite ateşlemesi arasındaki etkileşime bağlı olabileceği öne sürölmüştür. Periferik sinir uyarımındaki artışın, motor korteksin uyarılabilirliğini arttırdığı gösterilmiştir. Kutanöz stimölasyon sayesinde motor nöron eşiğinin azaltılması, motor ünitelerin daha kolay aktive olmasına ve bunun sonucunda da daha iyi bir fonksiyonel performansa neden olur (80). Kimi uygulayıcılar banda gerim vermeden, uygulama yapılacak kası pozisyonlayarak bantlama yaparken, kimi uygulayıcılar banda %25-50 arasında değişen oranlarda gerim vermiştir. Uygulama origodan insersiyoya doğrudur ve uygulanan bant kas kasılmasıyla aynı yönde geri çekilir (9, 81-83).

Kas inhibisyonu tekniğinde ise; kasın distal ucundaki golgi tendon organının gerilmesiyle birlikte kaslarda inhibisyon sağlanabileceği düşünölmektedir. Bu teknikte kinezyo bant, insersiyodan origoya doğru ve %15-25 gerimle uygulanır (9, 80, 82).

Fasya Koreksiyon Tekniği: Fasyayı uyararak kontraktif lif sayısını arttırmak, fasyada hareket açığa çıkarmak, fasyayı gevşetmek ve yönlendirmek amacıyla uygulanan fasya koreksiyon tekniğinde; etkilenmesi amaçlanan fasya derinliğine göre bant gerimi değişiklik gösterir. Yüzeysel fasya için %10-15 gerim tercih edilirken, derin fasya için gerim %25-50'ye kadar çıkarılır (16).

Alan (Space) Koreksiyon Tekniği: Ağrı, inflamasyon ve ödem gibi semptomların açığa çıktığı bölgedeki basıncı azaltmayı hedefleyen bu teknikte, bant kesim şekline göre değişiklik gösteren gerimler uygulanır (84).

Mekanik Koreksiyon Tekniği: %50-75'lik bir gerimle yapılan bantlama tekniğinde, eklem reseptörlerini ya da mekanoreseptörleri uyararak, hareketi desteklemek ya da sınırlandırmak için kompresif bir duyuşsal uyarı sağlanır. Fonksiyonel koreksiyonda aynı gerimle ve germe hareketi aracılığıyla uygulama yapılır (9, 82).

Dolaşımsal / Lenfatik Koreksiyon Tekniği: Bu bantlamada amaç; kan ve lenf dolaşımını kolaylaştırmak ve subkutanöz lenfatik drenajı arttırmaktır (85).

Kinezyo bantlamanın endikasyonları:

- Kas-iskelet sistemi problemleri (Yumuşak doku ağrıları, miyofasyal ağrı sendromu, kas spazmları, yumuşak doku travmaları, spor yaralanmaları, eklem instabiliteleri ve yaralanmaları, postur bozuklukları, skolyoz, artroplastik, dejeneratif artrit, tendinit, bursit, kas zayıflığı, ayak deformiteleri, fiziksel aktive ve sportif faaliyet öncesi kas ve eklem çevresi dokularına destek amaçlı),
- Santral -periferik sinir sistemi sorunları (Tuzak nöropatileri, torasik çıkış sendromu, nöraljiler, periferik sinir yaralanmaları, doğumsal brakial pleksus lezyonları, serebrovasküler olay, multipl skleroz, kafa travması, omurilik yaralanmaları, serebral palsi (SP), spina bifida),
- Baş ağrısı,
- Konstipasyon,
- Tortikollis,
- Astım,

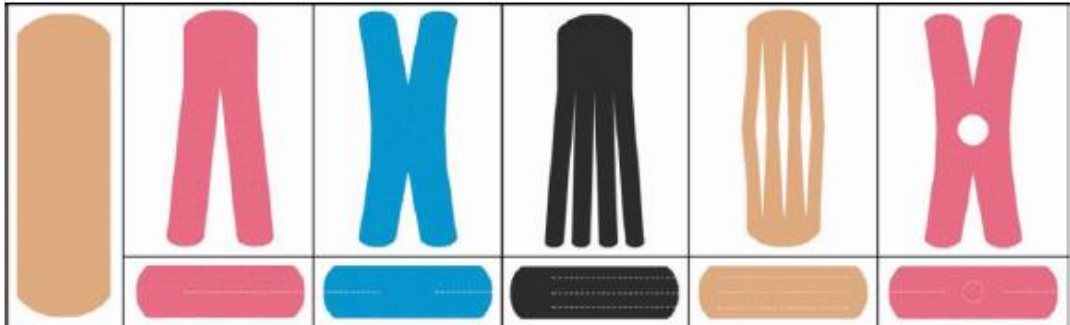
- Temporomandibuler eklem disfonksiyonları gibi çeşitli patolojilerde kullanılmaktadır (9).

Kinezyo bantlamanın kontraendikasyonları:

- Aktif enfeksiyonlar
- Derin ven trombozu
- Malignite olan bölgelerin üzeri ve çevresi
- Açık yara üzerine uygulama yapılmamalıdır.
- Diyabet, böbrek hastalığı, konjestif kalp yetmezliği, koroner arter hastalığı, hassas cildi olan kişilere yapılan uygulamalarda daha dikkatli olunmalıdır. Bantlama uygulamasının ardından uygulama bölgesinde herhangi bir alerjik reaksiyon ya da lokal irritasyon meydana gelmesi durumunda bant hemen çıkarılmalıdır (86).

Kinezyo bantlama şekilleri:

I, Y, X, fan (yelpaze), donut (halka) ve web kesim kinezyo bantlamada kullanılan bant şekilleridir. Uygulamada kullanılacak bandın şekli, uygulamanın amacına ve yapılacak bölgeye göre değişiklik gösterir. Uygulama amacına göre; I, Y ve X bantları kas tekniklerinde sıklıkla tercih edilirken, fan (yelpaze) şeklindeki bir bant lenfatik drenajı arttırmak ve ekimoz ile ilişkili şişlikler için kullanılabilir. Web bant ise daha çok lokal bölge ödemi ve ağrıyı azaltmada etkilidir. Uygulamanın yapılacağı bölgeye göre ele aldığımızda; lumbal bölge paravertebral kaslarını inhibe etmeye yönelik yapılacak bir bantlamada I bandı tercih edilebilir ya da rhomboid majör kasının kas fasilasyonu için X bandı kullanılabilir (86) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Farklı Kinezyo Bant Kesim Şekilleri (86)

Literatüre baktığımızda el-el bileğine yönelik kinezyo bantlama uygulamalarının daha çok; SP (31, 32) ya da inme hastalarında (33-35) el-el bileği fonksiyonunu ve eklem hareketini arttırmak amaçlı kullanıldığını görüyoruz. Bunun yanı sıra karpal tünel sendromunun tedavisinde etkili bir yöntem olduğunu öne süren çalışmalar mevcuttur (36-38). Bu çalışmalardan elde edilen veriler, hastalığın doğası gereği (ağrı, eklem limitasyonları, ödem vb.) kısıtlı kalabilmektedir. Bu tarz kısıtlılıkların olmadığı sağlıklı olgular üzerinde yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlar hasta olgular üzerinde yapılacak çalışmalara referans olarak kullanılabilir. Sağlıklı el-el bileğinde yapılan kinezyo bantlama çalışmalarına pek rastlanmamaktadır. Bu çalışmalar daha çok kinezyo bantlamanın kavrama kuvveti üzerindeki etkisine yöneliktir (39-42).

Literatürde; DAH paternine yönelik kinezyo bantlama uygulamasını içeren herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma kinezyo bantlamanın sağlıklı el bileğinin kinematiki ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Radiokarpal ve/veya ulnakarpal kemik kırıkları ve bu eklemlerin patolojileri, travma sonrası el bileği osteoartritleri ya da rekonstrüktif cerrahileri (radiokarpal-midkarpal artrodezler, artroplastiler, proksimal sıra karpektomileri) ve/veya yumuşak doku yaralanmaları önemli ölçüde karpal ve midkarpal instabilite problemlerine yol açmaktadır. Bu instabilite durumunda, proksimal ve distal sıra karpal kemiklerinin birlikte gerçekleştirdikleri senkronize hareketler güçleşerek, el bileğinin dorso-radial yönden, palmo-ulnar yöne doğru oblik düzlemde yaptığı DAH'ı kısıtlanır. Özellikle midkarpal eklemin görevli olduğu DAH'da meydana gelen kısıtlılıklarda hastanın fonksiyonel performansı olumsuz yönde etkilenmektedir (87). Bu konuda çalışan terapistlerin rehabilitasyon programlarında kas fasilasyon ve fasya koreksiyon tekniğiyle yapılan bantlama uygulamalarının DAH'a, el fonksiyonuna ve süreli performansına olan etkilerini bilmesi, tedavi programlarını oluşturmalarında onlara avantaj sağlayacaktır.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Bu çalışma prospektif, çift kör, randomize, plasebo kontrollü ve çapraz tasarımlı (crossover) olarak, kinezyo bantlamanın dominant sağlıklı el bileğinin kinematiği ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı.

Bu çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören 72 öğrenci üzerinde gerçekleştirildi. Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında G-Power (Mac versiyon:3.1.9.3) istatistik programı kullanıldı. Hesaplama $\alpha:0.05$, $\beta:0.15$ ($1-\beta$: %85'lik güç değerinde), F:0.22'lik planlanan Tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi senaryosuna göre (Plasebo uygulamalar dâhil, 4 farklı uygulama, crossover (çapraz tasarımlı) 5 ölçüm üzerinden yapıldı ve 72 olgunun yeterli olduğu bulundu.

Çalışmada bilgilendirilmiş onam formu okutulan 132 olguya ulaşıldı; 41 olgu çeşitli nedenlerle çalışmaya dâhil edilmezken, 19 olgunun ise takibi sağlanamadı. 72 gönüllü olgu üzerinde çalışma tamamlandı. Çalışmanın akış diyagramı Şekil 3.1'de gösterildi.

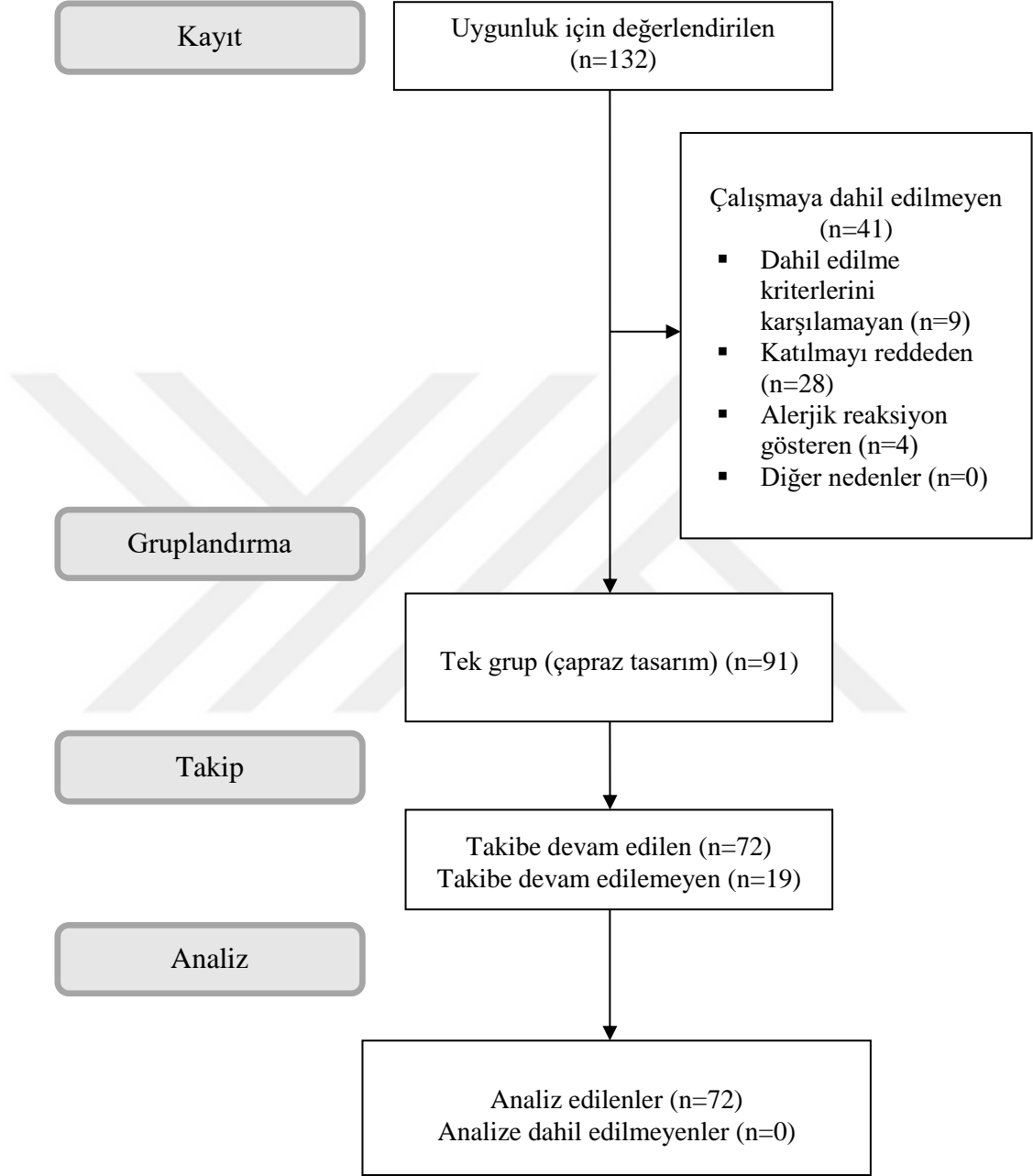
Çalışmaya dâhil edilen olgulara araştırmanın amacı anlatıldı ve bilgilendirilmiş onam formu imzalatılarak gönüllü katılım izinleri alındı. İlgili kurumdan yönetsel izin (Tarih: 07.02.2018 Sayı: 49323390-604.01.00.00-122) ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan (Tarih: 26.01.2018 Protokol no: 180003 / Karar no: 7) etik onayı alınarak çalışma gerçekleştirildi.

Dâhil edilme kriterleri:

- Bilgilendirilmiş onam formunu imzalamış ve çalışmanın bütün aşamalarına katılmış olmak
- 18-25 yaş aralığında olmak
- Sağ eli dominant olmak

Çıkarılma kriterleri:

- Çalışmaya katılımı etkileyebilecek fiziksel, mental engeli (görme, işitme vb.) olmak
- El ve el bileğinde eklem hareket açıklığını ve/veya fonksiyonlarını bozabilecek konjenital veya edinilmiş ortopedik, nörolojik veya romatolojik bir hastalık hikayesinin varlığı
- Son 6 ay içerisinde uygulama bölgesine (el – el bileği çevresi) yönelik medikal, konservatif ve cerrahi tedavi gerektiren travma hikayesinin varlığı
- Uygulama yapılacak bölgede cilt lezyonlarının varlığı (yanık, selülit, vezikül, bül, psoriasis, açık/kapalı yara, skar, aktif enfeksiyon, malignite vb.)
- Uygulamalara karşı aşırı cilt reaksiyonu hikayesi olmak
- Uygulama bölgesinde kinezyo bantlamaya engel olacak ölçüde hirsutizm problemi olmak
- Daha önceden hobi amaçlı, amatör ya da profesyonel olarak dart sporu yapmış olmak
- Değerlendirmeden 24 saat öncesine kadar alkol, farmösitik madde tüketmiş olmak
- Anabolik madde kullanıyor olmak
- Kinezyo bantlama ile ilgili teorik ve pratik deneyime sahip olmak
- Obez olmak ($VKİ \geq 30$)



Şekil 3.1. Çalışmanın Akış Diyagramı

3.2. Yöntem

3.2.1. Kinezyo bant uygulama protokolü ve randomizasyonu

Olguların DAH'da rol oynayan dominant sağ taraf fleksör karpi ulnaris (FKU) ve ekstansör karpi radialis (EKR) kaslarına kinezyo bantlama ve plasebo bantlama olmak üzere toplam 4 uygulama, 4 ardışık günde randomize sırayla yapıldı. Uygulamalar 4 farklı kapalı zarfa A, B, C, D (A:FKU, B:EKR, C:Plasebo FKU, D: Plasebo EKR) şeklinde kodlanarak yazıldı. Kodların karşılıkları sadece uygulayıcı tarafından bilinirken değerlendiriciden bu bilgi saklandı. Her bir değerlendirme gününde olguların çektiği zarfta yer alan koda ait uygulama yapıldı.

Olguların bantlama uygulamaları, randomizasyonda ve değerlendirmede yer almayan bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Kinezyo bantlamada 5cm x 5m'lik bej renkli KinesioTex Gold (Kinesio Holding Corporation, 2017, Albuquerque, NM – GKT15024) kullanıldı. Bantlama uygulamalarından önce olguların alerjik reaksiyonları küçük bir alana yapılan bantlama ile test edildi. FKU ve EKR kaslarının kinezyo bantlama yöntemi olarak, literatürde EHA açıklığına yönelik yapılmış çalışmalarda sıklıkla kullanılan kas fasilasyon ve fasya koreksiyon teknikleri uygulandı (11,12,14,88).

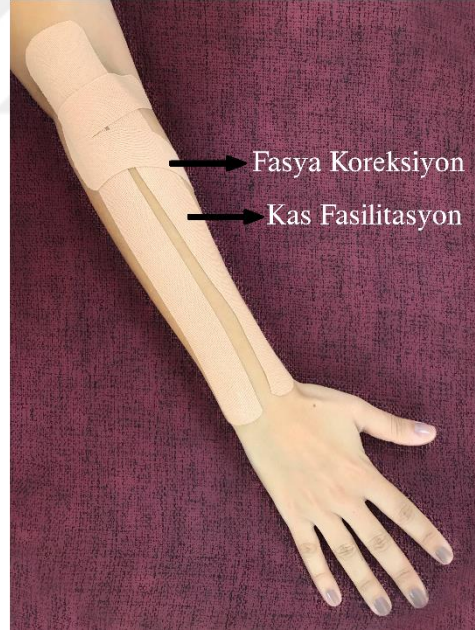
FKU kasına, kas fasilasyon tekniğiyle yapılan uygulamada; medial epikondilden el bileği eklemine kadar olan uzunluk ölçüldü ve bu uzunlukta kesilen bir Y bandı hazırlandı. Bandın başlangıcı medial epikondile gerimsiz olarak yapıştırıldı. Ardından el bileğine kasın en gergin olduğu radial ekstansiyon pozisyonu verilerek, bandın bir ucu ulna stiloid çıkıntısı hizasında el bileğine gerimsiz olarak yapıştırıldı. Bandın diğer ucu ise; el bileği aynı pozisyonunu korurken önkola supinasyon hareketi yaptırılarak, radius stiloid çıkıntısı hizasında el bileğine yapıştırıldı (Şekil 3.2).

EKR kasına, kas fasilasyon tekniğiyle yapılan uygulamada; lateral epikondilden el bileği eklemine kadar olan uzunluk ölçüldü ve bu uzunlukta kesilen bir Y bandı hazırlandı. Bandın başlangıcı lateral epikondile gerimsiz olarak yapıştırıldı. Ardından el bileğine kasın en gergin olduğu UF pozisyonu verilerek, bandın bir ucu ulna stiloid çıkıntısı hizasında el bileğine gerimsiz olarak yapıştırıldı.

Bandın diğ er ucu ise; el bileğ i aynı pozisyonunu korurken önkola pronasyon hareketi yaptırılarak, radius stiloid ç ıkıntısı hizasında el bileğ ine yapıştırıldı (Ş ekil 3.3).



Ş ekil 3.2. Fleksör karpi ulnaris kasına kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniğ iyle yapılan kinezyo bantlama



Ş ekil 3.3. Ekstansör karpi radialis kasına kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniğ iyle yapılan kinezyo bantlama

Fasya koreksiyon tekniğ inde ise uygulama yapılacak kasın en şişkin yerinde (fossa cubitinin yaklaşık 2-3 parmak distali), medial epikondil hizasından lateral epikondil hizasına olan uzunluk ölçüldü. Bu uzunluğ a uygun boyutlandırılan kinezyo bant Y ş eklinde kesilerek hazırlandı ve bandın başlangıcı gerimsiz olarak kasın en

şişkin yerine yapıştırıldı. Ardından bandın diğer uçları ossilasyonlar ile (FKU bantlaması için medialden laterale; EKR bantlaması için lateralden mediale doğru) yapıştırıldı (Şekil 3.2–3).

Olgular için plasebo uygulamalar (hem ekstansör karpi radialis ve hem de fleksör karpi ulnaris kaslarına ayrı ayrı olacak şekilde), aynı renk ve özellikteki kinezyo bant ile el bileği nötral pozisyondayken banda herhangi bir gerilim verilmeden yapıldı.

Plasebo dâhil tüm bantlama uygulamaları; olgu ayakta iken, bantlamaya engel olabilecek takı vb. aksesuarlar çıkartılarak temiz cilt üzerine yapıldı.

3.2.2. Değerlendirme Protokolü

Aydınlatılmış onam formunu imzalayan katılımcıların, fiziksel (yaş, cinsiyet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi değerleri) ve sosyodemografik özellikleri (eğitim düzeyi, medeni durum, alışkanlıklar, hobiler) veri toplama formuna kaydedildi.

Olgulara; bantlama öncesinde ve randomize ardışık sırayla yapılan her bir bantlamanın sonrasında, el bileği kinematik analizi olarak üç boyutlu DAH ölçümleri ve performans değerlendirmesi olarak da Minnesota el beceri testi (uygulama ve randomizasyonda yer almayan bir araştırmacı tarafından) yapıldı. Her olgu için; ilk gün bantlamasız ve takip eden ardışık 4 gün bantlamalar sonrası olmak üzere toplam 5 ayrı değerlendirme yapıldı. Olguların bantlanması ve değerlendirmesi arasında 30 dakika beklendi.

Örnek değerlendirme programı (Randomizasyona göre bantlama uygulama günleri değişiklik gösterdi):

1. Gün: Fiziksel ve sosyodemografik özelliklere ait bilgilerin alınması. Bantlamasız olarak el bileği DAH ve Minnesota el beceri testi ölçümlerinin yapılması.
2. Gün: Plasebo FKU bantlamasını takiben el bileği DAH ve Minnesota el beceri testi ölçümlerinin yapılması.

3. Gün: EKR bantlamasını takiben el bileği DAH ve Minnesota el beceri testi ölçümlerinin yapılması.
4. Gün: Plasebo EKR bantlamasını takiben el bileği DAH ve Minnesota el beceri testi ölçümlerinin yapılması.
5. Gün: FKU bantlamasını takiben el bileği DAH ve Minnesota el beceri testi ölçümlerinin yapılması.

Bantlama uygulamalarını takiben yapılan değerlendirmelerin hemen sonrasında bantlar, uygulamayı gerçekleştiren fizyoterapist tarafından söküldü.

3.2.2.1. El bileği kinematığının değerlendirilmesi

Olguların el bileği kinematik analizleri için DAH açıklığı; kızılötesi (IR) optik sensör, kamera ile hareket tanımlama ve 150 derecelik görüş alanı ile hareket izleme imkânı sağlayan Leapmotion controller (Model No: LM-010, 2015, San Francisco, CA-USA) 3 boyutlu hareket algılama cihazı (windows versiyon: 3.2.1+45911) ve bu cihazdan elde edilen verileri işleyen Fizyosoft® Pong yazılımı (v.2.0 Windows versiyonu, 2017, İNOSENS Bilişim Teknolojileri, GOSB Teknopark, Gebze Kocaeli TÜRKİYE) ile ölçüldü.

Leap Motion Controller Cihazı:

Leap Motion, özellikle el- el bileği ve parmak hareketlerini algılamak için geliştirilen bir optik oyun sensörüdür. Leap Motion cihazının, dinamik el hareketlerini değerlendirmede hızlı tanıma ve yüksek doğruluk oranına sahip olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (28). Önceden tanımlanmış nesnelerin gerçek zamanlı olarak sınırlı bir alandaki konumunu belirlemek için kızılötesi (IR) görüntüleme kullanan cihaz; düşük maliyetli, küçük (80mm x 30mm x 11.25mm, 45.4 gr) bir derinlik algılama kamerasıdır (71)

İki IR kamera ile birlikte üç ayrı IR LED yayıcı bulunduran ve bir USB kablosu aracılığıyla bilgisayara bağlanan Leap motion cihazı, stereo görüş prensibine dayanan bir optik takip sistemi olarak sınıflandırılabilir. Yazılım ile birlikte, cihazın görüş alanında gözlenen nesnelere analiz eder. El bileği, el, parmaklar ve aletleri tanır; farklı pozisyonları, jestleri ve hareketleri bildirir. Görüş alanı, cihaz üzerinde ortalanmış bir

ters piramit şeklindedir. Cihazın etkin menzili, yaklaşık 25 - 600 milimetre arasındadır. 200 fps görüntü alan cihaz; ayrı bir güç kaynağına ihtiyaç duymaz, CPU (anakart)dan güç alır (71, 89, 90) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Leap Motion Cihazı

Leap Motion optik sensörü ile birlikte kullanılan ve el bileği hareketlerini değerlendirme ve geliştirmede kullanılan; LeapBall, LeapPong, LeapMaze, Catch a Pet gibi birçok yazılım vardır (91).

Fizyosoft® LeapPong yazılımı:

Fizyosoft® LeapPong-versiyon 1; el bileğinde fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerinin tek düzlemlili açılarını algılamak için Fizyosoft firması tarafından geliştirilmiş bir yazılımdır. Bu hareketlerin açıklığını arttırmaya yönelik rehabilitasyon programlarında tedavi amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Basit bir masa duvar tenisi simülasyonu ile kişilerden el bileği hareketleri ile tenis topunu karşılaşmasının istendiği sanal gerçeklik uygulamasıdır. DAH gibi oblik karakterli eklem hareketlerini değerlendirmede bu versiyon yetersizdir. Bu nedenle LeapPong-versiyon 1 yazılımını üreten firma ile birlikte bu çalışmaya özel olarak, DAH paternini değerlendirebilecek özellikte Fizyosoft® LeapPong - versiyon 2 yazılımı geliştirilmiştir (91).

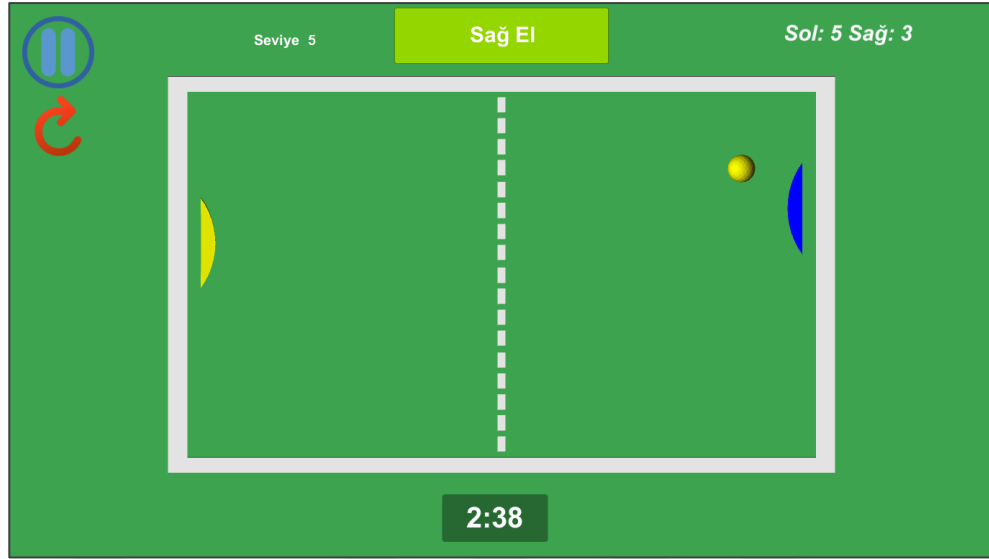
Çalışmamızda kullanılan Fizyosoft® LeapPong-Versiyon 2 yazılımının ana sayfa ekranında; oyun süresi, seviyesi, hızı gibi parametrelerin seçilebileceği bölümler mevcuttur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Fizyosoft® Pong yazılımı ana menüsü

Fizyosoft® LeapPong oyunu özellikleri:

Fizyosoft® LeapPong oyunu, sanal gerçeklik uygulaması olup, duvar masa tenisi basit simülasyonudur. Bu yazılımın oyun senaryosunda; dikdörtgen bir alan içerisinde yer alan ve ortadan bir çizgiyle iki ayrı sahaya ayrılmış yeşil bir zemin mevcuttur. Dikdörtgen alanın sol tarafındaki kısım bilgisayarın sahası olup dikdörtgenin sol kısa kenarı bilgisayarın kalesidir. Sağ taraftaki alan ve kenar da olguya ait saha ve kaleyi temsil eder. Oyunda, saha sınırları içerisinde her yöne hareket edebilen bir top görüntüsü ve sadece oyuncuların kendi kale çizgilerinde aşağı-yukarı yönde hareket edebilen raketi temsil eden birer blok mevcuttur. Oyunun amacı 3 dakikalık süre içerisinde serbest hareket eden topu karşılayıp yönünü karşı saha ve kale çizgisindeki savunmasız boş bir alana yönlendirmektir. Karşı kale çizgisine her top değdiğinde sistem oyuncuya bir puan ekler. Oyun 3 dakika boyunca duraksamaksızın devam eder. En çok puanı alan oyuncu kazanır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Fizyosoft® Pong yazılımı oyun ekranı

Olguların DAH ölçümleri; yaklaşık 28-32 inç (71-81 cm) yüksekliğinde bir masa önünde, arkası destekli bir sandalyede, diz ve kalçalar 90 derece fleksiyonda, ayak yere tam temas eder şekilde oturur pozisyonda yapıldı. Fizyosoft® Pong oyununun yansıtılacağı 14 inç'lik bir ekran, olguların göz hizasında olacak şekilde masanın üzerine yerleştirildi. El bileği DAH ölçümü sırasında; olgunun yorulmadan pozisyonu koruyabilmesini sağlamak ve Leap motion görüş açısından sapmaları (Leap motion cihazı ve/veya ön kolun stabilizesinin bozulması) engellemek için ön kol bir platform ile desteklendi. Üzerinde sabit bir şekilde Leap motion cihazının yerleştirileceği bir bölmenin de yer aldığı İNOSENS firması tarafından geliştirilen 25 cm yüksekliğindeki bu platform; ön kolu, el-el bileği hareketine engel olmayacak şekilde, olekranonun ~5 cm distalinden el bileğinin ~7-8 cm proksimaline kadar destekleme özelliğine sahipti. Bu platform, ekran ile olgu arasında olacak şekilde masa üzerine yerleştirildi (Şekil 3.7). Olguların tüm ölçümleri dominant sağ el bileğinden gerçekleştirildi.



Şekil 3.7. Önkol ve el bileğini destekleyen platform

Platform üzerindeki bölmeye yerleştirilen Leap motion cihazı; bir kablo aracılığıyla bilgisayarın USB portuna bağlanıp çalıştırıldıktan sonra, Fizyosoft® Pong yazılımı çalıştırılıp, yazılım tarafından ekrana yansıtılan komutlar izlenerek sensörün kalibrasyon işlemi gerçekleştirildi (Şekil 3.8). Kalibrasyonu takiben olgulara DAH'ı nasıl yapacakları ve Fizyosoft® Pong oyununun nasıl oynanacağı eğitimi verildi.



Şekil 3.8. Kalibrasyon ekranı

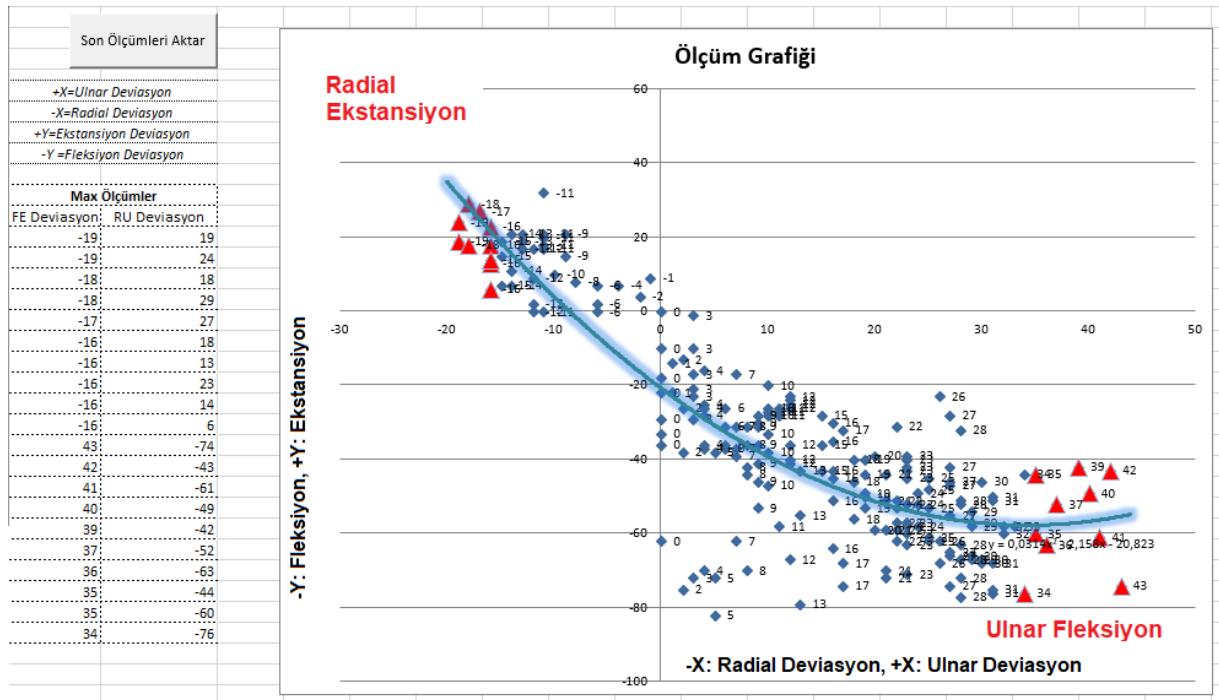
Fizyosoft® Pong oyun senaryosu yazılımı gereği; olguların senaryodaki raketi aşağı yukarı hareket ettirebilmeleri için el bileğinde DAH yapmaları gerekti. Raketin yukarıya doğru hareketi, el bileğinde ekstansiyon-radial deviasyon (Radial ekstansiyon (RE)), aşağıya doğru hareketi ise fleksiyon ve ulnar deviasyon (Ulnar fleksiyon (UF)) el bileği hareketi ile yapılabilir şekilde programlandı. Olgular 3 dakika süresince bu oyunu oynarken dorso-radial yönden, palmo-ulnar yöne doğru oblik düzlemde yapılan el bileği DAH açısal değerleri Leap motion cihazı tarafından yakalanıp yazılım tarafından arka planda sürekli kaydedildi (Şekil 3.9.1-2). Oyun bitiminde ortalama, minimum, maksimum DAH açısal değerleri sayısal ve grafiksel olarak verildi. Grafiğin sol üst kadranı RE açısını, sağ alt kadranı ise UF açısını belirtti ve istatistiksel analiz için en uç değerler alındı ve bu iki değer toplanarak toplam DAH açısı hesaplandı (Şekil 3.10). Tüm kayıtlar her olgu için yazılımın bağlı olduğu internet tabanlı bir bulut sisteminde, excel ve pdf formatında depolandı.



Şekil 3.9.1. Fizyosoft® Pong oyununun oynanışı (arkadan)



Şekil. 3.9.2. Fizyosoft® Pong oyununun oynanışı (yandan)



Şekil 3.10. Ortalama, minimum, maksimum DAH (UF+RE) açısıl değerleri

3.2.2.2. El bileği fonksiyonel performansının değerlendirilmesi

El bileğinin zamana bağlı fonksiyonel performansı, Minnesota El Beceri Testi (Minnesota Dexterity, Model no:32023, LafayetteInstrument, 1998, Lafayette, IN-USA) ile değerlendirildi (Şekil 10). Unilateral ve/veya bilateral el becerisini ölçen Minnesota el beceri test ekipmanı;

- test tahtası (zemini),

- kırmızı ve siyah renkli 60 plastik disk,
- kullanım kılavuzu ve
- skor kağıtlarından oluşmaktadır.

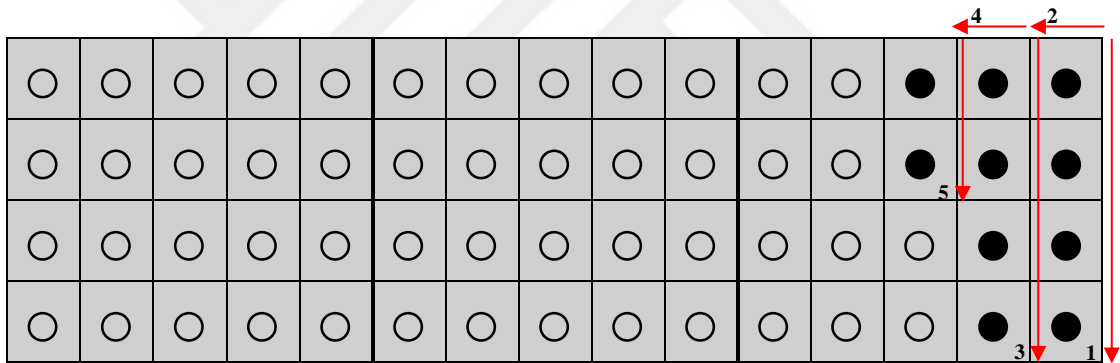
60 delikli bir test tahtasının ve bir tarafı siyah bir tarafı kırmızı renkli olan 60 plastik diskin kullanıldığı Minnesota el beceri testinde amaç; en hızlı sürede ve düzgün bir şekilde disklerin deliklere yerleştirilmesi ve/veya çevrilerek alındığı yere geri konması becerisini ölçmektir. El bileğinin fleksiyon, ekstansiyon, ulnar ve radial deviasyon gibi birçok eklem hareketini gerektiren test, performans ölçümünde sıklıkla kullanılan önemli bir bataryadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Minnesota El Beceri Testi

Test Leap motion analizinde kullanılan masa ile aynı özelliklere sahip bir masa üzerinde (her iki testin yerden aynı yükseklikte yapılması için) gerçekleştirildi. Test tahtası, masanın üzerine kenardan 25,4 cm uzaklıkta olacak şekilde koyuldu. Olgulara, Minnesota el beceri testinin sadece tek taraflı yerleştirme ve çevirme bölümlerinden oluşacağı ve nasıl yapılacağı anlatılarak, yapabildikleri en kısa zamanda bu iki testi tamamlamaya çalışmalarını gerektiği söylendi.

Yerleştirme Testi: Test tahtası, masanın üzerine kenardan 25,4 cm uzaklıkta olacak şekilde koyuldu. Olgular masa kenarında, test tahtasına rahatlıkla uzanabilecekleri mesafede, arkası destekli bir sandalyede oturtuldu. Teste başlamadan önce tüm diskler değerlendirici tarafından, tahta üzerindeki 60 boşluğa, yukarıya bakan yüzeyleri aynı renk olacak şekilde yerleştirildi ve test tahtası yavaşça yukarıya kaldırılarak disklerin masa üzerinde 4x15'lik (satırxsütun) bir düzende kalmaları sağlandı. Test tahtası masa üzerinde, diskler ile olgular arasındaki boşlukta olacak şekilde konumlandırılıp, yerleştirme testinin başlangıç pozisyonu bu şekilde alındıktan sonra, olgulardan sağ eli ile en sağdaki sütunda yer alan disklerden başlayarak, sağdan sola doğru ilerleyecek şekilde dörtlü sütunları yukarıdan aşağıya tahta üzerindeki simetriğinde yer alan boşluklara en kısa sürede dizmesi istendi (Şekil 3.12-13). Bu esnada bir kronometre (Apple - iPhone 7 MN902TU/A - 12.0.1 telefon kronometresi ile) ile 60 diskin yerleştirilme süresi değerlendirici tarafından kaydedildi.

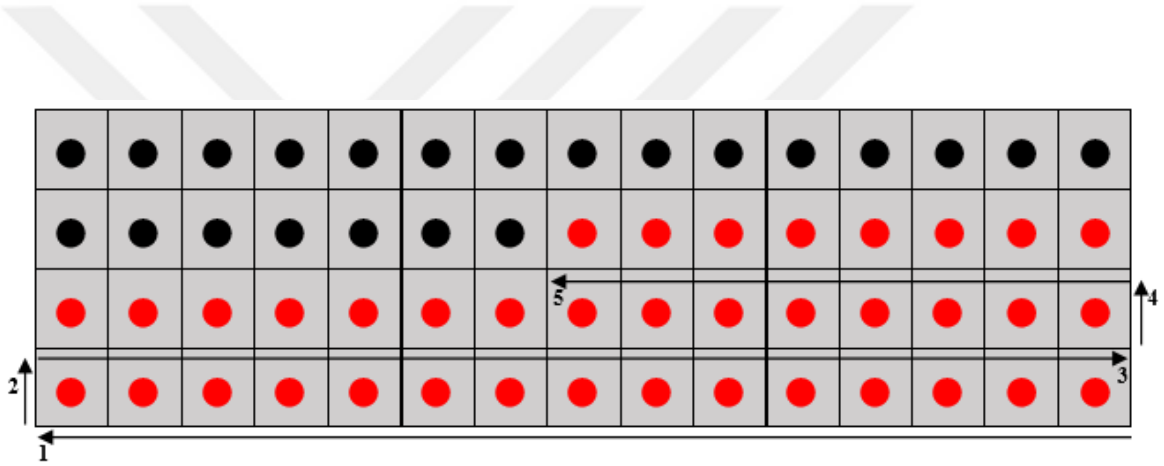


Şekil 3.12. Minnesota Yerleştirme Testi



Şekil 3.13. Minnesota Yerleştirme Testi Uygulanışı

Çevirme Testi: Yerleştirme testi bittikten hemen sonra, test tahtası ve disklerin aldığı son pozisyon (her diskin tahtadaki boşluğa yerleşmiş hali) bozulmadan döndürme testine geçildi. Bu testte olgular yerleştirme testindeki oturuş pozisyonunu korudu. Olguların; bir önceki testte, test tahtasındaki boşluklara yerleştirmiş oldukları diskleri sağ elleriyle alıp, sol ellerine aktararak döndürerek aldıkları boşluğa satır şeklinde ilerleyerek geri koymaları istendi. Test sağ alt köşedeki disk ile başlayıp, sağdan sola satır olarak ilerleyip satır bitiminde üst satıra geçip soldan sağa zikzaklar şeklinde ilerlenerek sağ üst köşedeki disk ile tamamlandı. 60 diskin döndürülerek alındığı yere yerleştirilme toplam süresi, değerlendirici tarafından aynı kronometre ile kaydedildi (Şekil 3.14-15).



Şekil 3.14. Minnesota Çevirme Testi



Şekil 3.15. Minnesota Çevirme Testi Uygulanışı

İstatistiksel Analiz

Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında G-Power (Mac versiyon:3.1.9.3) istatistik programı kullanıldı. Hesaplama $\alpha:0.05$, $\beta:0.15$ ($1 - \beta$: %85'lik güç değerinde), $F:0.22$ 'lik planlanan Tekrarlı ölçümlerde ANOVA testi senaryosuna göre (Plasebo uygulamalar dâhil, 4 farklı uygulama, crossover (çapraz tasarımı) 5 ölçüm üzerinden yapıldı ve 72 olgunun yeterli olduğu bulundu.

Çalışmadan elde edilecek ölçüm verilerinin istatistiksel analizinde SPSS for MAC 22.0 programı kullanıldı. Nitel veriler sayı ve %, nicel veriler ortalama ve standart sapma olarak gösterildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenerek parametrik varsayımların sağlanma durumuna göre hipotez testleri belirlendi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi yapılan testlere göre %95'lik güven aralığı veya $p<0.05$ olarak kullanıldı. Yöntemlerin uygulama öncesi ve sonrası etkinliklerini karşılaştırmak için eşleştirilmiş t testinin nonparametrik karşılığı olan Wilcoxon testi, bantlama yöntemlerinin birbirleriyle olan farklarını veya etkinliklerini test etmek amacıyla ise tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi kullanıldı. Araştırmada bağımlı değişkenler DAH ve el bileği fonksiyonel performansı ölçümleri iken uygulanan bantlama teknikleri (Plasebo ve kinezyo) bağımsız değişkenlerdir.

4. BULGULAR

Kinezyo bantlamanın el bileği kinematığı ve fonksiyonel performansına olan etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmamıza, yaş ortalaması 21.11 ± 1.6 olan toplam 72 sağlıklı gönüllü olgu katıldı.

4.1. Olguların Fiziksel Özellikleri

Olguların fiziksel özellikleri; yaş (yıl), boy (m), vücut ağırlığı (kg) ve vücut kitle indeksleri (kg/m^2) Tablo 4.1’de gösterildi.

Tablo 4.1. Olguların fiziksel özellikleri

n=72	X \pm Ss
Yaş (yıl)	21.11 \pm 1.6
Boy (cm)	168.08 \pm 7.46
Vücut Ağırlığı (kg)	64.26 \pm 12.96
Vücut Kitle İndeksi (kg/m^2)	22.66 \pm 3.8

4.2. Olguların Sosyodemografik Özellikleri

Olguların sosyodemografik özellikleri incelendiğinde; boş zaman aktivitesi olarak sporla ilgilenen kadın olguların çoğunlukta olduğu görüldü (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Olguların Sosyodemografik Özellikleri

n=72	n (%)
Cinsiyet	
Kadın	48 (% 66.7)
Erkek	24 (% 33.3)
Boş Zaman Aktivitesi	
Sportif aktiviteler	36 (% 50)
Kültürel aktiviteler	23 (% 32)
Diğer	23 (% 32)

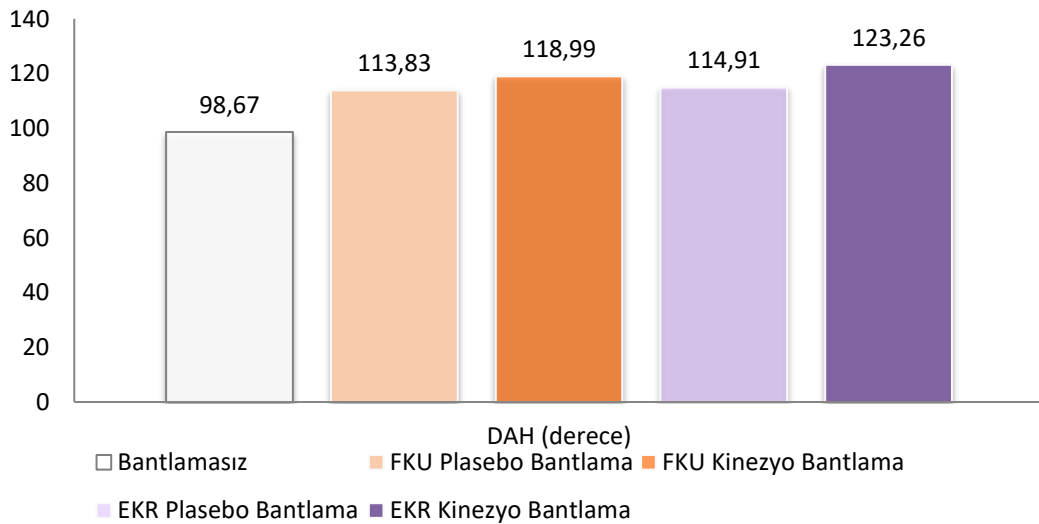
4.3. El bileği kinematik ölçümlerinin (DAH açıklığının) bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı sonuçlarının karşılaştırması

Hem FKU hem de EKR kasları için el bileğinin kinematik değişimleri DAH açıklığı (derece) ölçülerek analiz edildi. Her iki kas için de, KB'li ölçülen DAH açıklığı değerlerinin (derece), plasebo bantlamalı ve bantlamasız olarak ölçülen değerlere göre daha yüksek olduğu bulundu ($p<0.05$) (Tablo 4.3) (Şekil 4.1).

Tablo 4.3. El bileği kinematik ölçümlerinin (DAH açıklığının) bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı sonuçlarının karşılaştırması

n:72	DAH açıklığı (derece) X ± Ss	F	p
Bantlamasız	98.67 ± 26.04		
FKU Plasebo KB	113.83 ± 21.77	20.33	0.00*
FKU KB	118.99 ± 19.35		
Bantlamasız	98.67 ± 26.04		
EKR Plasebo KB	114.91 ± 20.67	28.72	0.00*
EKR KB	123.26 ± 23.41		

FKU: Fleksör Karpı Ulnaris, EKR: Ekstansör Karpı Radialis, DAH: Dart Atma Hareketi * $p<0.05$



Şekil 4.1. DAH açıklığının bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

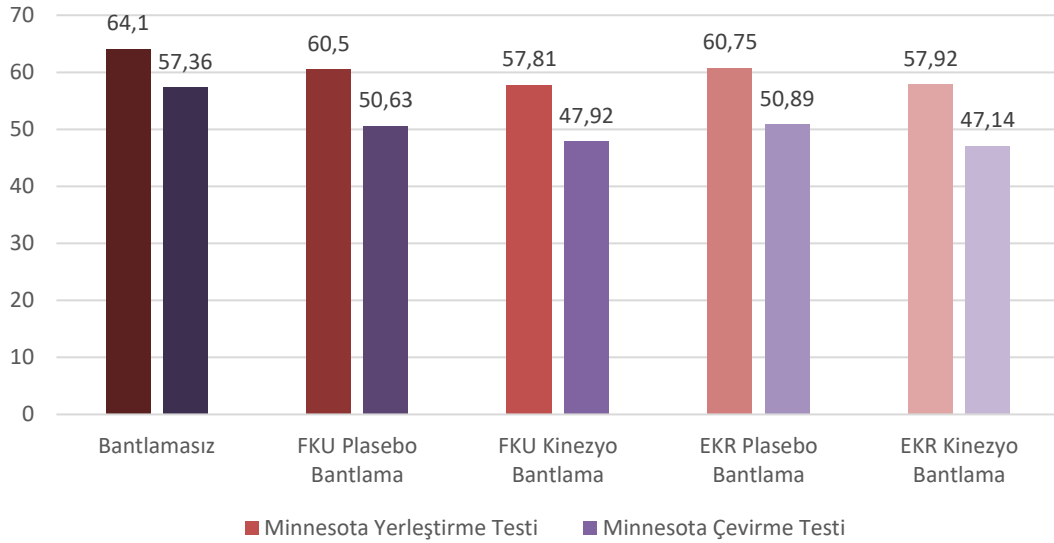
4.4. El bileği fonksiyonel performans (Minnesota El Beceri Testi) sürelerinin bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

El bileğinin fonksiyonel performans değişimleri Minnesota El Beceri Testi'nin alt basamakları olan "Yerleştirme testi" ve "Çevirme testi" süreleri (sn) ölçülerek değerlendirildi. Her iki kas grubu için, KB'li ölçülen Minnesota El Beceri Testi tamamlama sürelerinin (sn), diğerlerine göre daha kısa süreli olduğu bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 4.4) (Şekil 4.2).

Tablo 4.4. El bileği fonksiyonel performans (Minnesota El Beceri Testi) sürelerinin bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

n:72	Yerleştirme Testi Süresi (sn)	F	p	Çevirme Testi Süresi (sn)	F	p
	X ± Ss			X ± Ss		
Bantlamasız	64.10 ± 6.34			57.36 ± 7.61		
FKU Plasebo KB	60.50 ± 5.68	50.20	0.00*	50.63 ± 5.33	84.13	0.00*
FKU KB	57.81 ± 5.87			47.92 ± 5.06		
Bantlamasız	64.10 ± 6.34			57.36 ± 7.61		
EKR Plasebo KB	60.75 ± 6.35	45.76	0.00*	50.89 ± 6.09	85.10	0.00*
EKR KB	57.92 ± 5.54			47.14 ± 5.51		

FKU: Fleksör Karpi Ulnaris, EKR: Ekstansör Karpi Radialis, KB: Kinezyo bantlama



Şekil 4.2. Minnesota El Beceri Testi Sürelerinin bantlamasız, plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçüm sonuçlarının karşılaştırması

4.5. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin karşılaştırılması

Plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı DAH açıklığı (derece) ölçüm sonuçlarının bantlamasız ölçüm sonuçlarına göre değişim miktarlarının karşılaştırılmasında, hem FKU hem de EKR kaslarına uygulanan KB ile daha fazla el bileği açılmal değişimi olduğu saptandı ($p < 0.05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin karşılaştırılması

n:72		DP	DKB	z	p
		X ± Ss	X ± Ss		
DAH (derece)	FKU	15.15 ± 29.66	20.32 ± 30.25	-2.026	0.043*
	EKR	16.24 ± 28.6	24.59 ± 29.5	-2.256	0.024*

DAH: Dart Atma Hareketi, DP: Plasebo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, DKB: Kinezyo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, FKU: Fleksör Karpi Ulnaris, EKR: Ekstansör Karpi Radialis

4.6. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin karşılaştırılması

Hem FKU hem de EKR kaslarına uygulanan plasebo bantlamalı ve kinezyo bantlamalı ölçülen Minnesota yerleştirme ve çevirme testi (sn) sürelerinin bantlamasız ölçülen değerlere göre değişim miktarları karşılaştırıldığında, olguların KB ile testleri daha kısa sürede tamamladıkları görüldü ($p<0.05$) (Tablo 4.6)

Tablo 4.6. FKU ve EKR için, plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin karşılaştırılması

n:72		DP	DKB	z	p
		X ± Ss	X ± Ss		
Minnesota Yerleştirme Testi (sn)	FKU	-3.6 ± 5.32	-6.32 ± 6.05	-4.372	0.00*
	EKR	-3.30 ± 5.51	-6.17 ± 5.67	-4.209	0.00*
Minnesota Çevirme Testi (sn)	FKU	-6.82 ± 6.57	-9.46 ± 7.1	-4.032	0.00*
	EKR	-6.46 ± 5.63	-10.2 ± 8.17	-4.849	0.00*

DP: Plasebo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, DKB: Kinezyo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, FKU: Fleksör Karpi Ulnaris, EKR: Ekstansör Karpi Radialis

4.7. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması

Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılmasında, hem Plasebo bantlı hem de KB'li FKU kas uygulamalarının daha fazla el bileği açısız değişimi yarattığı saptandı ($p<0.05$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen DAH açıklığı değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması

n:72		FKU	EKR	z	p
		X ± Ss	X ± Ss		
DAH	DP	15.15 ± 29.66	16.24 ± 28.6	-0.690	0.490
(derece)	DKB	20.32 ± 30.25	24.59 ± 29.5	-1.251	0.211

DAH: Dart Atma Hareketi, DP: Plasebo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, DKB: Kinezyo Bantlamalı ile Banantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, FKU: Fleksör Karpi Ulnaris, EKR: Ekstansör Karpi Radialis

4.8. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması

Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılmasında, olgular hem Plasebo bantlı hem de KB'li FKU kas uygulamalarında testleri daha kısa sürede tamamladı ($p < 0.05$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Plasebo bantlama ve kinezyo bantlama ile meydana gelen Minnesota testleri tamamlama süresi değişimlerinin kaslara göre karşılaştırılması

n:72		FKU	EKR	z	p
		X ± Ss	X ± Ss		
Minnesota	DP	-3.6 ± 5.32	-3.30 ± 5.51	-0.584	0.559
Yerleştirme					
Testi (sn)	DKB	-6.32 ± 6.05	-6.17 ± 5.67	-0.533	0.594
Minnesota	DP	-6.82 ± 6.57	-6.46 ± 5.63	-0.637	0.524
Çevirme					
Testi (sn)	DKB	-9.46 ± 7.1	-10.2 ± 8.17	-1.178	0.239

DP: Plasebo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, DKB: Kinezyo Bantlamalı ile Bantlamasız ölçüm sonuçlarının farkı, FKU: Fleksör Karpi Ulnaris, EKR: Ekstansör Karpi Radialis

5. TARTIŞMA

72 sağlıklı olgu üzerinde yaptığımız bu çalışmada, sağlıklı olguların EKR ve FKU kaslarına ayrı ayrı kinezyo bantlama (kas fasilasyon ve fasya koreksiyon tekniğiyle) ve plasebo bantlama uyguladık ve bu bantlamaların el bileği DAH açıklığı ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçladık.

El bileğine yapılan KB çalışmaları incelendiğinde; araştırmaların SP (31, 32) ya da inme hastalarında (33-35) el bileği fonksiyonunu ve eklem hareketini arttırmaya yönelik olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra karpal tünel sendromunun tedavisinde etkili bir yöntem olduğunu öne süren çalışmalar da mevcuttur (36-38). Bu çalışmalardan elde edilen veriler, hastalığın doğası gereği (ağrı, eklem limitasyonları, ödem vb. varlığı) değerlendirme parametreleri yönünden kısıtlı kalabilmektedir. Bu tarz kısıtlılıklara sahip olmayan sağlıklı olgular üzerinde yapılmış çalışmalar daha fazla değerlendirme seçeneği sunmaktadır.

Literatüre baktığımızda sağlıklı el bileğine yönelik yapılan kinezyo bantlama çalışmaları, genelde kinezyo bantlamanın kavrama kuvveti üzerindeki etkisine yöneliktir (39-42). KB'nin EHA ve fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini, patolojik durumların yanı sıra sağlıklı durumlarda da anlamının klinikte kullanımında yönlendirici olması açısından önemli olduğunu düşünüyoruz. KB, sağlıklı bir ekstremitede EHA ve fonksiyonel performansta artışa neden oluyorsa, limitasyon ve fonksiyon kaybı gibi patolojik durumlarda da etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilir. Bu nedenle, bu çalışma kinezyo bantlamanın sağlıklı el bileğinin kinematığı (DAH açıklığı) ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştıran ilk çalışma olma niteliğindedir.

İnsan hareketi analizi, bir motor görevin yürütülmesi sırasında kas-iskelet sisteminin mekaniği hakkında sayısal bilgi toplamayı amaçlamaktadır. Özellikle vücut kütle merkezinin hareketleri; komşu kemikler veya eklem kinematığı arasındaki bağıntılı hareketler; kas, tendon, ligament ve kemik gibi vücut yapılarında ortaya çıkan yükler hakkında bilgi edinmek amaçlanır (59).

Kinematik analizler; üç boyutlu eklem rotasyonu ile ilişkili olan, eklemlerle birbirine bağlanan ekstremite kısımlarının kaba hareketinin Euler açı sistemiyle ölçülebileceği gibi; üç boyutlu, serbest rotasyon ve translasyon hareketlerini baz alan, hareketli eklem yüzey hareketinin ayrıntılı analizleriyle de yapılabilmektedir. Ancak bu ölçümler karmaşık matematiksel formülasyonları gerektirdiğinden, klinikte kolay ve pratik kullanılabilir analiz yöntemlerine ihtiyaç vardır.

İnsan hareketinin kinematiğini değerlendirmek, normal ve anormal koşullar altında ekstremite fonksiyonel performansı hakkında bize bilgi verecektir. Kinematik bilgi, eklemi de içine alan çeşitli patoloji durumlarında; doğru teşhis ve tedavide önemli bir yere sahiptir (26). El bileği kinematiğini değerlendirmede kullandığımız oblik karakterli DAH, günlük hayatta en sık kullandığımız el bileği hareket paterni olması nedeniyle önemlidir.

Literatürde DAH açıklığının analizinde farklı yöntemler kullanılmıştır. DAH açıklığı değerlendirmede; %37,5 oranında Bilgisayarlı Tomografi (BT), MRI, X-Ray gibi görüntüleme tekniklerinin, %25 oranında hareket yakalama sistemlerinin kullanımının ağırlıkta olduğu ve bunları %9,4 oranı ile gonyometrik ölçümlerin takip ettiği bulunmuştur (92). Literatüre bakıldığında; DAH'ın kinematik değerlendirmesine yönelik yapılan çalışmaların sayıca az olduğu görülmüştür. Çalışmalarda sıklıkla tercih edilen BT, MRI, X-Ray gibi sabit pozisyonda yapılan ölçüm tekniklerine nazaran DAH'ın fonksiyonel hareket sırasında değerlendirileceği çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülerek bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Literatür incelendiğinde; DAH açıklığı ölçümünde kullanılabilecek yöntemlerin önerildiği, günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki norm DAH açıklıklarının belirtildiği çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Kasabuchi ve ark. 70 sağlıklı olgu üzerinde, kendi geliştirdikleri bir gonyometrik alet ile DAH açıklığını değerlendirmiş ve bunun güvenilir bir yöntem olduğunu bulmuşlardır (93). Bugden, DAH'ın yüksek fonksiyona sahip bir hareket paterni olduğunu belirtmiş ve bu hareketin açısal değerini ölçmede gonyometrik bir ölçüm yöntemi önermiştir (22). Garg ve ark. 10 sağlıklı erkek olgu üzerinde yaptıkları çalışmada, fonksiyonel görevler esnasındaki DAH açıklıklarını 12-kamera hareket yakalama sistemini kullanarak değerlendirmişlerdir (87). Brigstocke ve ark. çeşitli günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki DAH açıklıklarını,

cilt üzerine yerleştirilen işaretçilerin bulunduğu ve sekiz ProReflex MCU dijital kameralarının kullanıldığı bir hareket analiz sistemiyle değerlendirmişlerdir (94).

Sağlıklı ve hasta el bileği DAH açıklığını karşılaştıran çalışmalar da mevcuttur. Lee ve ark. BT yöntemi ile 6 distal radius malünyon hastasında DAH'ı değerlendirmişler ve sağlıklı kontralateral el bileği ile karşılaştırmışlardır (95). Garcia-Elias ve ark. ise 6 sağlıklı 6 skafolunat instabilite hastası olmak üzere toplam 12 olgu üzerinde yaptıkları çalışmada DAH'ı dinamik 4 boyutlu BT ile değerlendirmişlerdir (96).

Bunların yanı sıra, el bileğinde meydana gelen DAH hareketi sırasındaki karpal hareketleri, ligament uzunluklarını ve eklemleri kinematik olarak değerlendiren çalışmalar da mevcuttur. Moritomo ve ark. 24 sağlıklı gönüllü üzerinde yaptıkları çalışmada DAH da dahil olmak üzere el bileği hareketleri esnasındaki karpal hareketleri MRI kullanarak görüntülemişlerdir (97). Moritomo ve ark. yaptıkları başka bir çalışmada ise 10 sağlıklı olgu üzerinde, benzer şekilde MRI yöntemini kullanmışlar ve DAH sırasındaki midkarpal eklem kinematığını değerlendirmişlerdir (17). Moritomo ve ark. 15 sağlıklı olgu üzerinde yaptıkları bir çalışmada ise DAH sırasında ulnokarpal ligament uzunluğunda meydana gelen değişimleri MRI yöntemi ile değerlendirmişlerdir (98). Goto ve ark. yaptıkları bir çalışmada, MRI ve hacim bazlı kayıt yöntemini kullanarak el bileği hareketleri (fleksiyon-ekstansiyon, radial-ulnar deviasyon, DAH) sırasındaki karpal kemik hareketliğini değerlendirmişlerdir (99).

Palmer ve ark. 1985 yılında el bileği hareketlerini içeren GYA performanslarını elektrogonyometre kullanarak değerlendirmiştir. Birçok GYA görevinin 40° ekstansiyon ve 20° radial deviasyondan 0° fleksiyon ve 20° ulnar deviasyona doğru gerçekleştiğini bulmuş ve bu paterni DAH olarak isimlendirmişlerdir (18).

Crisco ve ark. tek düzlemde gerçekleşen fleksiyon-ekstansiyon açısını ortalama 129°, oblik karakterli (radial ekstansiyondan ulnar fleksiyona doğru) DAH açısını ise 142° bularak DAH açısının, el bileğinin geniş açılı hareketlerini gerektiren fonksiyonlarını değerlendirmede daha iyi fikir vereceğini vurgulamışlardır (57). Çalışmamız sonucunda bulduğumuz DAH açıklığı değerleri 98.67-123.26 arasında

değişmektedir. Her iki çalışmanın ortalamaları arasında farklılıklar, ölçüm teknik yöntemlerinin birbirinden farklı olmasından dolayı kaynaklanabilir.

Literatür incelendiğinde, el bileğinin doğal fonksiyonel paterni olan DAH açıklığını değerlendirmek için Leap motion sensörünün kullanımına rastlanmamıştır. Temassız ölçüm yapabilme özelliğiyle, el-el bileğinin ve nesnelerin hareketlerini 3 boyutlu olarak analiz etmede kullanılan Leap motion optik sensörü; bu çalışma ile birlikte ilk defa DAH açıklığı değerlendirmesinde kullanıldı. Leap Motion cihazının, dinamik el hareketlerini değerlendirmede hızlı tanıma ve yüksek doğruluk oranına sahip olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (28). Bu cihaz ile birlikte kullanılan Leap Pong yazılımının; olguları motive edici bir oyun senaryosuna sahip olması, oyun esnasındaki açisal değer verilerini otomatik olarak kaydedip grafize ediyor oluşu, fonksiyonel hareket sırasında 3 boyutlu ölçüm yapabilmesi ve bu kategorideki diğer yöntemlere göre oldukça düşük fiyatlı, rahat ulaşılabilir olması kullanım avantajlarından bazılarıydı.

Hareketlerdeki açisal değişime oldukça hassas olan Leap motion sensörüyle yapılan çalışmalar son zamanlarda artış göstermiş olmakla birlikte, daha çok el hareketlerini ve işaret dilini tanımlama üzerine yapılan çalışmalar yoğunluktadır (100-107). El yaralanmalarında ve nörolojik rehabilitasyon programlarında da bu sensörün kullanıldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (108-113).

Leap motion sensörü ile el bileği eklem hareket açıklıklarının değerlendirildiği bir çalışmada; hareket yakalama teknolojisinde altın standart kabul edilen işaretçi-tabanlı hareket yakalama sistemleriyle karşılaştırılan sensörün; el bileği fleksiyon, ekstansiyon, radial ve ulnar deviasyon hareketlerini ölçmede etkin bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (114). Bir başka çalışmada ise Leap motion sensörünün, yüksek konum doğruluğu gerektirmeyen parmak pozisyonlarını değerlendirmede güvenilir bir araç olduğu bulunmuştur (115).

Sağlıklı bireylere yapılmış KB uygulamasının, EHA ve fonksiyonel performans üzerindeki etkilerini araştırdığımız bu çalışmadan elde edilen sonuçların; el bileğine yönelik değerlendirme ve tedavi protokollerinde fikir verici olabileceğini düşünüyoruz.

72 sağlıklı olgu üzerinde yaptığımız bu çalışmada, sağlıklı olguların EKR ve FKU kaslarına ayrı ayrı kinezyo bantlama (kas fasilasyon ve fasya koreksiyon tekniğiyle) ve plasebo bantlama uyguladık ve bu bantlamaların el bileği DAH açıklığı üzerindeki etkilerini araştırdık. Çalışmamızın sonucunda; her iki kas grubuna yapılan bantlamaların her ikisinin de (kinezyo bant ve plasebo bant) DAH açıklığını arttırdığını ve bu değişimlerde kinezyo bantlamanın, plasebo bantlamaya kıyasla daha etkili olduğunu bulduk.

Kinezyo bantlamanın, bantlama yapılan bölgedeki kan dolaşımını arttırdığını ileri süren çalışmalar mevcuttur (9, 10, 116, 117). Bu fizyolojik değişim KB uygulamasından sonra kas ve miyofasya fonksiyonlarını etkilemiş ve bu sayede KB uygulaması DAH açıklığında artış meydana getirmiş olabilir. DAH açıklığını arttırması muhtemel başka bir fikir ise bantlama yapılan bölgedeki kutanöz mekanoreseptörlerin uyarılmasıyla birlikte propriyosepsiyonu arttırması (9, 116, 118, 119) ve bunun da EHA'da artış meydana getirmiş olabileceğidir.

Literatürde KB'nin EHA üzerindeki etkileriyle ilgili, farklı görüşlerde çalışmalar bulunmaktadır.

Yoshida ve Kahanov, 30 sağlıklı olguya lumbal bölge KB uygulaması (sakrospinalis kasına fasilasyon tekniğiyle) yapmış ve gövde fleksiyon, ekstansiyon ve her iki yöne lateral fleksiyon hareketlerindeki değişimleri incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda fleksiyon yönündeki EHA'da artış meydana geldiğini, diğer hareketlerde ise herhangi bir değişiklik olmadığını bulmuşlardır (120).

Başka bir çalışmada ise, 15 SPLi çocukta el bileği ekstansör kaslarına yapılan KB sonucunda aktif el bileği ekstansiyon EHA'sının klinik olarak arttığı fakat bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur (32). Çalışmamızın aksine Akut wiplash yaralanması olan 21 hastada yapılan bir çalışmada ise, posterior servikal ekstansör kaslara kas inhibisyon tekniğiyle kinezyo bantlama yapılmış ve KB'nin baş-boyun EHA'sında herhangi bir değişiklik meydana getirmediği bildirilmiştir (121).

Çalışmamızla benzer olarak; Demirel ve Tunay Bayrakçı yaşları 6 ila 18 arasında değişen 15 SP'li çocuk üzerinde yaptıkları bir çalışmada, el bileği ekstansör

kaslarına fonksiyonel koreksiyon tekniğiyle uygulanan KB'nin EHA'ya olan etkisini araştırmışlar ve el bileği ekstansiyon, ulnar ve radial deviasyon hareket açıklıklarının KB ile birlikte artış gösterdiğini bulmuşlardır. KB'nin, spastik kasın antagonist kasında etki gösterdiğini ve fasyayı kaldırarak EHA'yı arttırmış olabileceğini bildirmişlerdir (31).

32 SP'li çocuk üzerinde yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, ekstansör digitorum kasına kinezyo bantlama yapılmış ve benzer şekilde KB'nin el bileği ekstansiyonu, başparmak ekstansiyonu – abduksiyonu EHA'sını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun, KB'nin taktıl-propriyoseptif stimülasyon sağlayarak kas performansını kolaylaştırmasından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir (117). Literatürdeki başka bir çalışmada ise, 7 SP'li çocuğa el bileği ekstansiyon pozisyonundayken koreksiyon KB uygulaması yapılmış ve KB'nin el bileği ekstansiyon EHA'sını arttırdığı bulunmuştur (122).

71 sağlıklı olgu üzerinde KB ve germe egzersizlerinin omuz EHA'sına olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; tek başına uygulanan KB'nin omuz EHA'sını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (123). Lumbroso ve ark. 36 sağlıklı olgu üzerinde, 18 olgunun gastroknemius kasına inhibisyon, 18 olgunun ise hamstring kasına fasilasyon tekniğiyle KB uygulaması yapmış ve KB'nin diz ve ayak bileği EHA'sını arttırdığını bildirmişlerdir. Bunun KB'nin cilt ve derin fasya üzerinde yüzeysel ve sürekli bir gerginlik sağlamasından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (124).

Flood ve ark. 13 sağlıklı kadın atlet üzerinde yaptıkları bir çalışmada; hamstring ve quadriceps kaslarını ayrı ayrı kas fasilasyon tekniğiyle bantlamışlar, KB'nin diz ve kalça EHA'sını ve sporcuların atletik performansını arttırdığını bulmuşlardır. Sonuçlarının; bandın cildi uyarmasıyla birlikte, kas aktivitesinde artışa neden olduğu ve kutanöz afferent stimülasyon sağlayarak propriyosepsiyonu arttırdığı hipotezleriyle uyumlu olduğunu belirtmişlerdir (125).

30 sağlıklı birey üzerinde yapılmış randomize kontrollü bir çalışmada; ayak bileğine KB uygulaması yapılmış ve bu uygulamanın hem dorsi fleksiyon hem de plantar fleksiyon EHA'sında artış sağladığı bulunmuştur (126). Kang ve ark. talusa uygulanan KB ile yürümenin, limitasyonu olan ayak bileğinde dorsifleksiyon pasif

hareket açıklığını arttırmak için etkili olduğunu bildirmiştir (127). Merinos-Marban ve ark. gastroknemius kasına yapılan KB'nin ayak bileği dorsifleksiyon EHA'sını akut olarak artırdığını bildirmiştir (128).

Bunun yanı sıra çalışmamızda, kinezyo bantlamanın el bileği fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini Minnesota El Beceri testi ölçümlerini baz alarak değerlendirdik. Çalışmamızın sonucunda; Her iki kas grubuna yapılan bantlamaların (kinezyo bant ve plasebo bant) Minnesota testi sürelerini anlamlı olarak azalttığını ve bu değişimlerde kinezyo bantlamanın, plasebo bantlamaya kıyasla daha etkili olduğunu bulduk.

Kinezyo bant uygulamasının, hareketi kısıtlamadan kas desteği sağlayarak fonksiyonu iyileştirdiği belirtilmektedir (129). Sağlıklı bireyler üzerinde yapılan çalışmalar, KB'nin fonksiyonel performansı arttırabileceğini düşündürmektedir (10). Literatürde KB'nin el-el bileği fonksiyonları üzerindeki etkileriyle ilgili farklı görüşler bildiren çalışmalar mevcuttur.

Çalışmamızdan farklı olarak; KB'nin hemiparetik hastaların el fonksiyonuna olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 10 hemiparetik hastanın el fonksiyonları Modifiye Ashworth Skalası ve Tahta kutu ve blok testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, KB'nin spastisite rehabilitasyonunda etkili bir yöntem olduğu ancak kaba motor beceride herhangi bir farklılık yaratmadığı görülmüştür (130).

KB dahil olmak üzere çok sayıda bant türünün kullanıldığı farklı bir çalışmada, omuz sıkışma problemleri olan amatör beyzbol oyuncularında KB uygulaması sonrasında skapular hareket ve kas performansında pozitif değişiklikler olduğu bulunmuştur (131).

Randomize kontrollü bir çalışmaya göre, muskuloskeletal bir yaralanma sonrasında KB'nin kullanımıyla birlikte fonksiyonda hemen bir artış yaşanabilir ancak bunun uzun süreli etkisi bilinmemektedir (121).

20 hemipleji hastası üzerinde, CIMT ile birlikte yapılan KB uygulamasının üst ekstremitte fonksiyonu üzerindeki etkisine manuel fonksiyon testi, Jebsen-Taylor el

fonksiyon testi, Motor aktivite günlüğü ve Fonksiyonel bağımsızlık ölçeği ile bakılmış ve CIMT ile birlikte yapılan KB uygulamasının üst ekstremitte fonksiyonunu arttırdığı bulunmuştur. Jebsen Taylor el fonksiyon testi dışındaki değerlendirmelerde anlamlı farklılıklar gözlenmiştir (132).

Çalışmamızla benzer olarak; Koca ve ark. tarafından son 1 yılda inme öyküsü bulunan 20 hastanın üzerinde yapılan çalışmada, önkol ekstansör kas bölgesine KB uygulaması yapılmış ve el fonksiyonları Minnesota el beceri testi ile değerlendirilmiştir. KB uygulamasının inme rehabilitasyonunun akut döneminde el fonksiyonlarına olumlu etkisinin bulunduğu bildirilmiştir (133).

Çalışmamızı destekleyici nitelikteki bir diğer çalışmada ise; 8 kronik inme hastası üzerinde KB'nin el fonksiyonlarına olan etkisi Modifiye Ashworth Skalası, Tahta kutu ve blok testi ve 9 delikli peg testi kullanılarak araştırılmış ve ekstansör kaslara uygulanan KB'nin el fonksiyonunu arttırdığı bildirilmiştir (33). Kinezyo bantlama yapılan bölgenin ve fonksiyon değerlendirme yöntemlerinin benzer olmasından ötürü, çalışmamızla uyumlu sonuçlara ulaşılmış olabileceğini düşünüyoruz.

45 SP'li çocuk üzerinde yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, KB'nin üst ekstremitte fonksiyonları üzerindeki etkisine 9 delikli peg ve 9 parçalı yapboz testi kullanılarak bakılmış ve benzer şekilde fonksiyonu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (134). SP'li çocuklar üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise, KB'nin vücut fonksiyonlarına olan etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, KB'nin kaba motor fonksiyonu, fiziksel uygunluğu ve çocukların GYA arttırdığı bildirilmiştir (135).

Çalışmamızda; FKU ve EKR kaslarına yapılan kinezyo bant uygulamalarının, el bileği kinematiği ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkinlikleri karşılaştırılmış; her iki kas grubuna yapılan uygulamalar sonucunda DAH açıklıklarında ve Minnesota El Beceri testini tamamlama sürelerinde kaslar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Literatürdeki diğer çalışmalarda ise sıklıkla, ekstansör kas grubuna yapılan bantlama uygulamasının etkinliği gösterilmiştir. Fleksör ve ekstansör kas gruplarının aynı araştırma içerisinde karşılaştırıldığı çalışma yoktur. Çalışmamız; iki farklı kas grubuna yapılan bantlama uygulamalarının, DAH açıklığı ve el bileği fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini karşılaştıran ilk çalışma olması açısından literatüre katkı sağlayacaktır. DAH'ın, günlük hayatta en sık kullandığımız fonksiyonel paternin birebir karşılığı olması ve her iki kas grubunun da bu harekette benzer düzeyde performans göstermesi, çalışmamızın sonucunda kas grupları arasında herhangi bir fark yaratmamasının sebebi olarak düşünülebilir.

5.1. Çalışmanın Limitasyonları

Çalışmamızda KB'nin el bileği kinematiği ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkisini araştırdık. Bu çalışmayı yaparken KB'nin olgular üzerindeki akut etkilerini değerlendirdik. Literatüre baktığımızda akut etkilerimizi karşılaştırabileceğimiz, çalışmamıza benzer özellikte ve uzun süreli etkiyi araştıran bir çalışma olmadığını gördük.

Ölçümlerin zamana bağlı tutarlılığını değerlendirmemiş olmamız en büyük limitasyonlarımızdan biriydi.

Vakaların el bileklerini oyun süresince cihazın 15-20 cm yukarısında desteksiz tutmaları zor olacağından, önkolları bir platform ile desteklenerek pozisyonlandı. Bunun sonucunda, DAH paterni günlük yaşamda kullanılan şeklinden bir miktar uzaklaştı.

Fizyosoft® Pong'da, görsel açıdan oblik karakterli bir hareket bulunmadığı için, vakalara oblik paterndeki DAH'ı ve oyunu anlatmak vakit aldı. Aynı zamanda oyun sırasında kullanılan ekranın daha büyük olması ya da sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı, vakaya görsel girdi olması açısından daha etkili olabilirdi.

Bir süre kullanımdan sonra Leap Motion cihazının ısınması ve bunun sonucunda oyun sırasında hata ekranı vermesi, bazı vakaların beklemesine ve motivasyonlarının düşmesine neden oldu.

Çalışmamızın multidisipliner bir çalışma olması, farklı alanların ortak bir çalışma dili oluşturması adına zaman alan bir süreçti. Birlikte çalıştığımız firmanın farklı bir şehirde olması, yazılımın geliştirilmesi ve demo aşamalarındaki çalışmaların internet üzerinden gerçekleştirilmesine neden oldu. Yazılımın son halini alması bu vb. nedenlerle uzun bir vakit aldı. Aynı zamanda, bu yazılımın geliştirilmesi hizmet alımıyla gerçekleştirildi ve yüksek maliyetli bir çalışmaydı.

5.2. Çalışmanın Güçlü Yanları

Çalışmamızın güçlü yanları; günlük hayatta en sık kullanılan el bileği hareketi olan DAH'ın, fonksiyonel hareket sırasında ve 3 boyutlu olarak değerlendirilmiş olması, metodolojik olarak randomize kontrollü çift kör tasarlanmış bir çalışma olması ve el bileği fonksiyonelliğini arttırmak adına önemli bilgiler sunmasıdır.

Çalışmamızın bir diğer güçlü yanı ise; değerlendirme ve tedavi amaçlı kullanılacak yeni bir yazılımın, multidisipliner bir çalışma sonucunda sektöre kazandırılmış olmasıdır.

Demografik olarak homojen bir olgu grubu üzerinde çalışmış olmamız olumlu bir özelliktir.

Literatürde çok örneğine rastlanmayan, az kullanılmış ölçümlerin yapılmış olması gelecekte yapılabilecek çalışmalara yol gösterici olacaktır.

6. SONUÇLAR

Kinezyo bantlamanın sağlıklı el bileğinin DAH ve fonksiyonel performansı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yaptığımız bu çalışmada aşağıdaki hipotezlerden yola çıktık:

Hipotez 1: FKU kasına, kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniği ile yapılan kinezyo bantlama, el bileği DAH'ını plasebo bantlamadan daha fazla artırır.

Hipotez 2: EKR kasına, kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniği ile yapılan kinezyo bantlama, el bileği DAH'ını plasebo bantlamadan daha fazla artırır.

Hipotez 3: FKU kasına, kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniği ile yapılan kinezyo bantlama, el bileği fonksiyonel performansını plasebo bantlamadan daha fazla artırır.

Hipotez 4: EKR kasına, kas fasilitasyon ve fasya koreksiyon tekniği ile yapılan kinezyo bantlama, el bileği fonksiyonel performansını plasebo bantlamadan daha fazla artırır.

Hipotez 5: EKR kasına yapılan KB ile FKU kasına yapılan KB'nin DAH açıklığı üzerindeki etkinlikleri arasında fark yoktur.

Hipotez 6: EKR kasına yapılan KB ile FKU kasına yapılan KB'nin el bileği fonksiyonel performansı üzerindeki etkinlikleri arasında fark yoktur.

Çalışmadan elde ettiğimiz bulgular sonucunda;

- ◆ Fleksör karpi ulnaris kasına yapılan kinezyo bantlama ve plasebo bantlama uygulamalarının, el bileği kinematığını değerlendirmede kullandığımız DAH açıklığını arttırdığı görülmektedir. Her iki bantlamanın etkinlikleri karşılaştırıldığında; kinezyo bantlamanın DAH üzerinde plasebo bantlamadan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$).
- ◆ Ekstansör karpi radialis kasına yapılan kinezyo bantlama ve plasebo bantlama uygulamalarının, el bileği kinematığını değerlendirmede kullandığımız DAH açıklığını arttırdığı görülmektedir. Her iki bantlamanın etkinlikleri

karşılaştırıldığında; kinezyo bantlamanın DAH üzerinde plasebo bantlamadan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$).

- ◆ Fleksör karpi ulnaris kasına yapılan kinezyo bantlama ve plasebo bantlama uygulamalarının, el bileği fonksiyonel performansını arttırdığı görülmektedir. Her iki bantlamanın etkinlikleri karşılaştırıldığında; kinezyo bantlamanın fonksiyonel performans üzerinde plasebo bantlamadan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$).
- ◆ Ekstansör karpi radialis kasına yapılan kinezyo bantlama ve plasebo bantlama uygulamalarının, el bileği fonksiyonel performansını arttırdığı görülmektedir. Her iki bantlamanın etkinlikleri karşılaştırıldığında; kinezyo bantlamanın fonksiyonel performans üzerinde plasebo bantlamadan daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$).
- ◆ Ekstansör karpi radialis kasına yapılan KB ve Fleksör karpi ulnaris kasına yapılan KB'nin el bileği kinematığı üzerindeki etkinlikleri karşılaştırıldığında; iki kas grubuna yapılan uygulamalar sonucunda DAH açıklıklarında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).
- ◆ Ekstansör karpi radialis kasına yapılan KB ve Fleksör karpi ulnaris kasına yapılan KB'nin el bileği fonksiyonel performansı üzerindeki etkinlikleri karşılaştırıldığında; iki kas grubuna yapılan uygulamalar sonucunda Minnesota El Beceri testini tamamlama sürelerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

7. KAYNAKLAR

1. Waldman S. Technique for Intra-articular Injection of the Wrist Joint. *Pain Review*. 2009; 464-5.
2. de Lange A, Kauer J, Huiskes R. Kinematic behavior of the human wrist joint: a roentgen-stereophotogrammetric analysis. *Journal of Orthopaedic Research*. 1985;3(1):56-64.
3. Rettig A. Athletic injuries of the wrist and hand. Part I: traumatic injuries of the wrist. *The American Journal of Sports Medicine*. 2003;31(6):1038-48.
4. Angermann P, Lohmann M. Injuries to the hand and wrist. A study of 50,272 injuries. *Journal of hand surgery British and European volume*. 1993;18(5):642-4.
5. Parmelee-Peters K, Eathorne S. The Wrist: Common Injuries and Management. *Primary Care: Clinics in Office Practice*. 2005;32:35-70.
6. Burke S, Higgins J, Saunders R, McClinton M, Valdata L. *Hand and Upper Extremity Rehabilitation: A Practical Guide*. 3rd ed: Elsevier Health Sciences; 2006. 439-535 p.
7. Cameron M. *Physical agents in rehabilitation: from research to practice*: Elsevier Health Sciences; 2012.
8. Weiss S, Falkenstein N. *Hand Rehabilitation: A Quick Reference Guide and Review*. 2nd Edition. 2004.
9. Çeliker R, Güven Z, Aydoğ T, Bağış S, Atalay A, Çağlar Yağci H, et al. Kinezyolojik Bantlama Tekniği ve Uygulama Alanları. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences/Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*. 2011;14.
10. Chang HY, Chou KY, Lin JJ, Lin CF, Wang CH. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Physical Therapy in Sport*. 2010;11(4):122-7.

11. Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries. *Sports medicine*. 2012;42(2):153-64.
12. Yoshida A, Kahanov L. The effect of kinesio taping on lower trunk range of motions. *Research in sports medicine*. 2007;15(2):103-12.
13. Merino-Marban R, Mayorga-Vega D, Fernandez-Rodriguez E. Effect of kinesio tape application on calf pain and ankle range of motion in duathletes. *Journal of Human Kinetics*. 2013;37:129-35.
14. Cho H, Kim E, Kim J, Yoon Y. Kinesio taping improves pain, range of motion, and proprioception in older patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2015;94(3):192-200.
15. Thelen M, Dauber J, Stoneman P. The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2008;38(7):389-95.
16. Donatelli RA, Wooden MJ. *Orthopaedic Physical Therapy-E-Book*. 4th ed: Elsevier health sciences; 2009.
17. Moritomo H, Murase T, Goto A, Oka K, Sugamoto K, Yoshikawa H. Capitate-based kinematics of the midcarpal joint during wrist radioulnar deviation: an in vivo three-dimensional motion analysis. *The Journal of Hand Surgery*. 2004;29(4):668-75.
18. Palmer A, Werner F, Murphy D, Glisson R. Functional wrist motion: a biomechanical study. *The Journal of Hand Surgery*. 1985;10(1):39-46.
19. Ishikawa J, Cooney W, Niebur G, An K, Minami A, Kaneda K. The effects of wrist distraction on carpal kinematics. *The Journal of Hand Surgery*. 1999;24(1):113-20.
20. Werner FW, Green JK, Short WH, Masaoka S. Scaphoid and lunate motion during a wrist dart throw motion. *The Journal of Hand Surgery*. 2004;29(3):418-22.

21. Crisco J, Coburn J, Moore D, Akelman E, Weiss A, Wolfe S. In vivo radiocarpal kinematics and the dart thrower's motion. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2005;87(12):2729-40.
22. Bugden B. A proposed method of goniometric measurement of the dart-throwers motion. *The Journal of Hand Therapy*. 2013;26(1):77-9; quiz 80.
23. Hagert E, Hagert C-G. Understanding stability of the distal radioulnar joint through an understanding of its anatomy. *Hand clinics*. 2010;26(4):459-66.
24. Nafati G, Rossi-Durand C, Schmied A. Proprioceptive control of human wrist extensor motor units during an attention-demanding task. *Brain Research*. 2004;1018(2):208-20.
25. Winter DA. *Biomechanics and motor control of human movement*: John Wiley & Sons; 2009.
26. An K. Kinematic analysis of human movement. *Annals of biomedical engineering*. 1984;12(6):585-97.
27. Weichert F, Bachmann D, Rudak B, Fisseler D. Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller. *Sensors (Basel)*. 2013;13(5):6380-93.
28. Chen Y, Ding Z, Chen Y-L, Wu X, editors. Rapid recognition of dynamic hand gestures using leap motion. Information and Automation, 2015 IEEE International Conference on; 2015: IEEE.
29. Petty N. *Neuromusculoskeletal Examination and Assessment, A Handbook for Therapists with PAGEBURST Access*, 4: Neuromusculoskeletal Examination and Assessment: Elsevier Health Sciences; 2011.
30. Desrosiers J, Rochette A, Hebert R, Bravo G. The Minnesota Manual Dexterity Test: reliability, validity and reference values studies with healthy elderly people. *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 1997;64(5):270-6.

31. Demirel A, Bayrakçı V. The Effect of Kinesio Tape on Active Wrist Range of Motion in Children With Cerebral Palsy: A Pilot Study. *Journal of Orthopedics*. 2014;6(2).
32. Chitaria S, Narayan A, Ganesan S, Biswas N. Short-Term Effects of Kinesiotaping on Fine Motor Function in Children with Cerebral Palsy– A Quasi-Experimental Study. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine*. 2015;27(1).
33. Qafarizadeh F, Kalantari M, Ansari NN, Baghban AA, Jamebozorgi A. The effect of kinesiotaping on hand function in stroke patients: A pilot study. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2018;22(3):829-31.
34. Cho J, Lee B, Chon S. The most effective number of elastic taping applications on the muscle activity and maximum peak of the wrist extensor muscle in patients with stroke. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*. 2014;33(33):533-41.
35. Bell A, Muller M. Effects of kinesio tape to reduce hand edema in acute stroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 2013;20(3):283-8.
36. Kaplan BM, Akyuz G, Kokar S, Yagci I. Comparison of the effectiveness of orthotic intervention, kinesiotaping, and paraffin treatments in patients with carpal tunnel syndrome: A single-blind and randomized controlled study. *Journal of Hand Therapy*. 2018.
37. El Kosery S, Elshamy F, Allah H. Effect of Kinesio tape in the treatment of antenatal carpal tunnel syndrome. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. 2012;6(3):122.
38. Mohamed AMA. Kinesio tape versus ultrasonic in the treatment of carpal tunnel syndrome during pregnancy. CU Theses. 2012.
39. Kim J, Kim S. Effects of kinesio tape compared with non-elastic tape on hand grip strength. *The Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(5):1565-8.

40. Merino-Marban R, Mayorga-Vega D, Fernandez-Rodríguez E. Acute and 48 h effect of kinesiotaping on the handgrip strength among university students. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2012;7(4).
41. Chang H-Y, Chou K-Y, Lin J-J, Lin C-F, Wang C-H. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Physical Therapy in Sport*. 2010;11(4):122-7.
42. Kotrappa N. The Efficacy of Long-Term Kinesio Tape on Grip Strength in a Healthy Population. 2014.
43. Kijima Y, Viegas S. Wrist anatomy and biomechanics. *The Journal of Hand Surgery*. 2009;34(8):1555-63.
44. Wolf JM, Shin AY. Radius/carpus/distal radioulnar joint: Bones and ligaments. *Principles and Practice of Wrist Surgery*: Saunders; 2009.
45. Tubiana R, Thomine J-M, Mackin E, Brunelli F. *Examination of the hand and wrist*. 2nd ed. London St. Louis: M. Dunitz ; Distributed in the U.S.A. and Canada by Mosby-Year Book; 1996. x, 397 p. p.
46. Zancolli E, Cozzi EP. *Atlas of surgical anatomy of the hand*. New York: Churchill Livingstone; 1992. xi, 745 p.
47. Berger R. The anatomy and basic biomechanics of the wrist joint. *Journal of Hand Therapy*. 1996;9(2):84-93.
48. Norkin C, White D. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. 5th ed: FA Davis; 2016.
49. Şen T, Kömürcü M. El bileği ekleminin ve karpal tünelin anatomisi. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*. 2011;10(1):18-24.
50. Berger R. *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity. Volume 1*. 6th ed. Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk J, Amadio PC, editors: Elsevier Health Sciences; 2011. 18-27 p.

51. Kauer J. The functional anatomy of the carpal joint: the whole and its components. *The Journal of Japanese Society for Surgery of the Hand*. 1996;16(1),166-171.
52. Mackin E. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5th ed. St. Louis: Mosby; 2002.
53. Moritomo H, Apergis E, Garcia-Elias M, Werner F, Wolfe S. International Federation of Societies for Surgery of the Hand 2013 Committee's report on wrist dart-throwing motion. *The Journal of Hand Surgery*. 2014;39(7):1433-9.
54. Moritomo H. The kinematics and clinical implications of the dart-throwing motion. *Principles and Practice of Wrist Surgery*: Elsevier; 2010. p. 27-40.
55. Moritomo H, Apergis E, Herzberg G, Werner F, Wolfe S, Garcia-Elias M. 2007 IFSSH committee report of wrist biomechanics committee: biomechanics of the so-called dart-throwing motion of the wrist. *The Journal of Hand Surgery*. 2007;32(9):1447-53.
56. Edirisinghe Y, Troupis J, Patel M, Smith J, Crossett M. Dynamic motion analysis of dart throwers motion visualized through computerized tomography and calculation of the axis of rotation. *The Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2014;39(4):364-72.
57. Crisco J, Heard W, Rich R, Paller D, Wolfe S. The mechanical axes of the wrist are oriented obliquely to the anatomical axes. *The Journal of Bone and Joint Surgery American volume*. 2011;93(2):169.
58. Behnke Robert S. *Kinetic Anatomy*. Human Kinetics, Champaign; 2001.
59. Cappozzo A, Della Croce U, Leardini A, Chiari L. Human movement analysis using stereophotogrammetry: Part 1: theoretical background. *Gait & posture*. 2005;21(2):186-96.

60. Medical Dictionary for the Health Professions and Nursing. 2012 [updated 06.07.2018]. Available from: <https://medical-dictionary.thefreedictionary.com/range+of+motion>
61. Aizawa J, Masuda T, Hyodo K, Jinno T, Yagishita K, Nakamaru K, et al. Ranges of active joint motion for the shoulder, elbow, and wrist in healthy adults. *Disability and rehabilitation*. 2013;35(16):1342-9.
62. Magee D. *Orthopedic Physical Assessment*. 5th ed. St. Louis: Saunders; 2008. 28-34 p.
63. Otman AS. *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*: Pelikan yayıncılık; 2014.
64. Gajdosik R, Bohannon R. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Physical Therapy*. 1987;67(12):1867-72.
65. Yüksel H. İnsan Hareketinin Algılanmasından Yeni Bir Teknoloji Platformu: KİNECT. Akgül, M vd(Ed). 2013;15:883-6.
66. Ali A, Sundaraj K, Ahmad B, Ahamed N, Islam A. Gait disorder rehabilitation using vision and non-vision based sensors: a systematic review. *Bosnian journal of basic medical sciences*. 2012;12(3):193.
67. Mousavi Hondori H, Khademi M. A review on technical and clinical impact of microsoft kinect on physical therapy and rehabilitation. *Brain Research Journal of medical engineering*. 2014;2014.
68. Zhou H, Hu H. A survey-human movement tracking and stroke rehabilitation. University of Essex, Colchester United Kingdom. 2004.
69. Zhou H, Hu H. Human motion tracking for rehabilitation—A survey. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2008;3(1):1-18.

70. Sucar L, Azcárate G, Leder R, Reinkensmeyer D, Hernández J, Sanchez I, et al., editors. *Gesture therapy: A vision-based system for arm rehabilitation after stroke*. International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies; 2008: Springer.
71. Charles D, Pedlow K, McDonough S, Shek K, Charles T. Close range depth sensing cameras for virtual reality based hand rehabilitation. *Journal of Assistive Technologies*. 2014;8(3):138-49.
72. Iannello C, Raber J, Valdes K. Patient Preference of Hand Dexterity Tests: Purdue Pegboard vs. Minnesota Hand Function Test. *Journal of Hand Therapy*. 2018;31(1):158-9.
73. Cordani C, Piazza C, Roselli M, Esposito F, Radaelli M, Colombo B, et al. Structural and Functional MRI Correlates of Hand Motor Performance in Patients with Multiple Sclerosis. AAN Enterprises; 2018.
74. Wang Y-C, Wickstrom R, Yen S-C, Kapellusch J, Grogan KA. Assessing manual dexterity: Comparing the WorkAbility Rate of Manipulation Test with the Minnesota Manual Dexterity Test. *Journal of Hand Therapy*. 2017.
75. Paradis J, Andris J, Luyckx C, Carlyne A, Bleyenheuft Y. Testing first the dominant hand in the Jebsen–Taylor Test of Hand Function (JTTHF): proposition of a modified protocol and normative values. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2017;59:3.
76. Simpson CS. *Hand Assessment: A clinical guide for therapists*. 2nd edition ed: APS; 2005.
77. Test MMD. Test administrator's manual, n. ° 32023. Revised Edition. 1998.
78. Esposito G, Vivanti G. Gross Motor Skills. In: Volkmar FR, editor. *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*. New York, NY: Springer New York; 2013. p. 1459-62.

79. Porretto-Loehrke A. Taping techniques for the wrist. *The Journal of Hand Therapy*. 2016;29(2):213-6.
80. Cai C, Au I, An W, Cheung R. Facilitatory and inhibitory effects of Kinesio tape: Fact or fad? *Journal of science and medicine in sport*. 2016;19(2):109-12.
81. Kuo Y-L, Huang Y-C. Effects of the application direction of Kinesio taping on isometric muscle strength of the wrist and fingers of healthy adults—a pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013;25(3):287-91.
82. Kase K. *Clinical therapeutic applications of the Kinesio taping method*. Albuquerque. 2003.
83. Wong OM, Cheung RT, Li RC. Isokinetic knee function in healthy subjects with and without Kinesio taping. *Physical Therapy in Sport*. 2012;13(4):255-8.
84. Kalichman L, Vered E, Volchek L. Relieving symptoms of meralgia paresthetica using Kinesio taping: a pilot study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91(7):1137-9.
85. Kase K, Stockheimer KR. *Kinesio taping for lymphoedema and chronic swelling*: Kinesio USA, LLC; 2006.
86. German R. Inhibitory Kinesio® Tape Application to the Hamstring Muscle Group: An Investigation of Active Range of Motion and Perceived Tightness Over Time: Kent State University; 2013.
87. Garg R, Kraszewski AP, Stoecklein HH, Syrkin G, Hillstrom HJ, Backus S, et al. Wrist kinematic coupling and performance during functional tasks: effects of constrained motion. *The Journal of Hand Surgery*. 2014;39(4):634-42. e1.
88. Donec V, Varžaitytė L, Kriščiūnas A. The effect of Kinesio Taping on maximal grip force and key pinch force. *Polish Annals of Medicine*. 2012;19(2):98-105.

89. Guna J, Jakus G, Pogačnik M, Tomažič S, Sodnik J. An Analysis of the Precision and Reliability of the Leap Motion Sensor and Its Suitability for Static and Dynamic Tracking. *Sensors*. 2014;14(2):3702.
90. Duran F, Kaya A. Duruş ve Hareket Algılama Teknolojileri: Stereo, Uçuş Süresi ve Yapısal Işık Algılayıcılar. *International Journal of InformaticsTechnologies*. 2018;11(1).
91. Fizyosoft handrom 2018 [updated 25.06.2018. Available from: <http://www.fizyosoft.com/>.
92. Özen D, Karakaya MG, Çıtak Karakaya İ. Dart Atma Hareketinin Değerlendirmesinde Kullanılan Yöntemlerin Literatür İncelemesi. 1st International Health Sciences and Life Congress; Burdur/Turkey. 2018.
93. Kasubuchi K, Dohi Y, Fujita H, Fukumoto T. Reliability and responsiveness of a goniometric device for measuring the range of motion in the dart-throwing motion plane. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2018:1-7.
94. Brigstocke G, Hearnden A, Holt C, Whatling G. In-vivo confirmation of the use of the dart thrower's motion during activities of daily living. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2014;39(4):373-8.
95. Lee S, Kim Y, Park C, Kim K, Lee Y, Gong H, et al. CT-based three-dimensional kinematic comparison of dart-throwing motion between wrists with malunited distal radius and contralateral normal wrists. *Clinical radiology*. 2014;69(5):462-7.
96. Garcia-Elias M, Alomar Serrallach X, Monill Serra J. Dart-throwing motion in patients with scapholunate instability: a dynamic four-dimensional computed tomography study. *The Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2014;39(4):346-52.
97. Moritomo H, Murase T, Goto A, Oka K, Sugamoto K, Yoshikawa H. In vivo three-dimensional kinematics of the midcarpal joint of the wrist. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2006;88(3):611-21.

98. Moritomo H, Murase T, Arimitsu S, Oka K, Yoshikawa H, Sugamoto K. Change in the length of the ulnocarpal ligaments during radiocarpal motion: possible impact on triangular fibrocartilage complex foveal tears. *The Journal of Hand Surgery*. 2008;33(8):1278-86.
99. Goto A, Moritomo H, Murase T, Oka K, Sugamoto K, Arimura T, et al. In vivo three-dimensional wrist motion analysis using magnetic resonance imaging and volume-based registration. *Journal of Orthopaedic Research*. 2005;23(4):750-6.
100. Lu W, Tong Z, Chu J. Dynamic hand gesture recognition with leap motion controller. *IEEE Signal Processing Letters*. 2016;23(9):1188-92.
101. Chuan C-H, Regina E, Guardino C, editors. American sign language recognition using leap motion sensor. *Machine Learning and Applications (ICMLA), 2014 13th International Conference on*; 2014: IEEE.
102. Mohandes M, Aliyu S, Deriche M, editors. Arabic sign language recognition using the leap motion controller. *2014 IEEE 23rd International Symposium on Industrial Electronics (ISIE)*; 2014: IEEE.
103. Potter LE, Araullo J, Carter L, editors. The leap motion controller: a view on sign language. *Proceedings of the 25th Australian computer-human interaction conference: augmentation, application, innovation, collaboration*; 2013: ACM.
104. Demircioğlu B, Bülbül G, Köse H, editors. Turkish sign language recognition with leap motion. *Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), 2016 24th*; 2016: IEEE.
105. Marin G, Dominio F, Zanuttigh P, editors. Hand gesture recognition with leap motion and kinect devices. *Image Processing (ICIP), 2014 IEEE International Conference on*; 2014: IEEE.
106. McCartney R, Yuan J, Bischof H-P. Gesture recognition with the leap motion controller. 2015.

107. Chen S, Ma H, Yang C, Fu M, editors. Hand gesture based robot control system using leap motion. International Conference on Intelligent Robotics and Applications; 2015: Springer.
108. Taylor J, Curran K. Using leap motion and gamification to facilitate and encourage rehabilitation for hand injuries: leap motion for rehabilitation. *Handbook of Research on Holistic Perspectives in Gamification for Clinical Practice*: IGI Global; 2016. p. 183-92.
109. Karashanov A, Manolova A, Neshov N. Application for hand rehabilitation using leap motion sensor based on a gamification approach. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. 2016;5(2):61-9.
110. Iosa M, Morone G, Fusco A, Castagnoli M, Fusco FR, Pratesi L, et al. Leap motion controlled videogame-based therapy for rehabilitation of elderly patients with subacute stroke: a feasibility pilot study. *Topics in stroke rehabilitation*. 2015;22(4):306-16.
111. Zhu G, Cai S, Ma Y, Liu E, editors. A series of leap motion-based matching games for enhancing the fine motor skills of children with autism. Advanced Learning Technologies (ICALT), 2015 IEEE 15th International Conference on; 2015: IEEE.
112. Liu Z, Zhang Y, Rau P-LP, Choe P, Gulrez T, editors. Leap-motion based online interactive system for hand rehabilitation. International Conference on Cross-Cultural Design; 2015: Springer.
113. Vanbellingen T, Filius SJ, Nyffeler T, van Wegen EE. Usability of Videogame-Based Dexterity Training in the early rehabilitation Phase of stroke Patients: a Pilot study. *Frontiers in neurology*. 2017;8:654.
114. Smeragliuolo A, Hill N, Disla L, Putrino D. Validation of the Leap Motion Controller using marked motion capture technology. *Journal of biomechanics*. 2016;49(9):1742-50.

115. Tung JY, Lulic T, Gonzalez DA, Tran J, Dickerson CR, Roy EA. Evaluation of a portable markerless finger position capture device: accuracy of the Leap Motion controller in healthy adults. *Physiological measurement*. 2015;36(5):1025.
116. Kase K. *Clinical therapeutic applications of the Kinesio taping method*. Albuquerque. 2003.
117. Rasti ZA, Shamsoddini A, Dalvand H, Labaf S. The effect of kinesio taping on handgrip and active range of motion of hand in children with cerebral palsy. *Iranian journal of child neurology*. 2017;11(4):43.
118. Mori S, editor How Kinesio taping method can induce effectiveness for treatment of scapular arch. 16th Annual Kinesio Taping International Symposium Review; 2001.
119. Drouin J, McAlpine C, Primak K, Kissel JT. The effects of kinesiotape on athletic-based performance outcomes in healthy, active individuals: a literature synthesis. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2013;57(4):356.
120. Yoshida A, Kahanov L. The effect of kinesio taping on lower trunk range of motions. *Research in sports medicine*. 2007;15(2):103-12.
121. González-Iglesias J, Fernández-de-Las-Peñas C, Cleland J, Huijbregts P, Gutiérrez-Vega MDR. Short-term effects of cervical kinesio taping on pain and cervical range of motion in patients with acute whiplash injury: a randomized clinical trial. *Journal of Orthopaedic & sports physical therapy*. 2009;39(7):515-21.
122. Ağce ZB, Karayazgan S, Müzezzinoğlu Ö, Yaran M, Abaoğlu H, Akel S. Effect of wrist correction kinesio taping application on hand span in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2015;57:30.
123. Ujino A, Eberman LE, Kahanov L, Renner C, Demchak T. The effects of kinesio tape and stretching on shoulder ROM. *International Journal of Athletic Therapy and Training*. 2013;18(2):24-8.

124. Lumbroso D, Ziv E, Vered E, Kalichman L. The effect of kinesio tape application on hamstring and gastrocnemius muscles in healthy young adults. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2014;18(1):130-8.
125. Flood L, Hassler R, Sykora J. The Effects of Kinesio Tape on Range of Motion, Power Output, and Strength in Female Collegiate Club Athletes. *The International Journal of Applied Exercise Physiology*. 2016. 11(2):51-67.
126. Eom S, Lee W, Lee J, Lee E, Lee H, Chung E. The effect of ankle Kinesio taping on range of motion and agility during exercise in university students. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2014;3(1):63-8.
127. Kang M, Kim J, Kim M, Park T, Park J, Oh J. Influence of walking with talus taping on the ankle dorsiflexion passive range of motion. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(8):1011-3.
128. Merino-Marban R, Mayorga-Vega D, Fernandez-Rodriguez E. Effect of kinesio tape application on calf pain and ankle range of motion in duathletes. *Journal of human kinetics*. 2013;37(1):129-35.
129. Mostafavifar M, Wertz J, Borchers J. A systematic review of the effectiveness of kinesio taping for musculoskeletal injury. *Brain Research The Physician and sports medicine*. 2012;40(4):33-40.
130. Cavalcante JGT, Silva MdDC, da Fonseca Silva JT, dos Anjos CC, Soutinho RSR. Effect of Kinesio Taping on Hand Function in Hemiparetic Patients. *World Journal of Neuroscience*. 2018;8(02):293.
131. Hsu Y-H, Chen W-Y, Lin H-C, Wang WT, Shih Y-F. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2009;19(6):1092-9.
132. Kim M, Ji S, Jun H, Lee C, Lee M. The Effect of Modified CIMT Combined with Kinesio-Taping on Upper Limb Function in Hemiplegic Patients. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2009;4(3):183-92.

133. Koca TT, Koçyiğit BF, Güçmen B, Keleş N. İnme Hastalarında Kinezyobantlamanın El Fonksiyonlarına Etkisi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. (5):421-34.

134. Keklicek H, Uygur F, Yakut Y. Effects of taping the hand in children with cerebral palsy. *Journal of Hand Therapy*. 2015;28(1):27-33.

135. Kaya Kara O, Atasavun Uysal S, Turker D, Karayazgan S, Gunel MK, Baltacı G. The effects of Kinesio Taping on body functions and activity in unilateral spastic cerebral palsy: a single-blind randomized controlled trial. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2015;57(1):81-8.



8. EKLER

EK 1: Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Dilara ÖZEN ORUK

Doğum Yeri : Konak

Doğum Yılı : 15/12/1989

Medeni Hali : Evli

EĞİTİM VE AKADEMİK BİLGİLER

Lise 2004-2008 : Kalaba Anadolu Lisesi

Lisans 2009-2013 : Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Fakültesi
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Yabancı Dil : İngilizce

MESLEKİ BİLGİLER

2013-2014 : Lokman Hekim Sincan Hastanesi / Fizyoterapist

2014-2015 : Özel Meta Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezi / Fizyoterapist

2015-2016 : Su Perisi Özel Eğitim Merkezi / Fizyoterapist

2016-2017 : TC Gençlik ve Spor Bakanlığı, Sakarya Türkiye Olimpiyat Hazırlık
Merkezi (TOHM) / Fizyoterapist

2017- halen : Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi – Sağlık Bilimleri Fakültesi –
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü / Araştırma Görevlisi

EK 2: Veri Toplama Formu

KATILIMCILARIN KİŞİSEL BİLGİLERİ

Ad – Soyad :

Doğum Tarihi :

Cinsiyet :

Boy uzunluğu :

Vücut ağırlığı :

Vücut Kitle İndeksi :

Dominant Taraf :

Sosyodemografik özellikler

Eğitim Durumu :

Medeni Durum :

Alışkanlıklar :

Hobiler :

Leap Motion Ölçümleri

1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	5. Ölçüm

Minnesota Ölçümleri

1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	4. Ölçüm	5. Ölçüm

EK 3: Etik Kurul Onayı

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURUL KARARI

Protokol No : 180003

Karar No : 7

Araştırma Yürütücüsü	Araştırma Görevlisi DİLARA ÖZEN
Kurumu / Birimi	MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ / FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ
Araştırmanın Başlığı	KİNEZYOLOJİK BANTLAMA UYGULAMASININ EL BİLEĞİ KİNEMATİĞİ VE FONKSİYONEL PERFORMANSINA OLAN ETKİSİ
Başvuru Formunun Etik Kurula Geldiği Tarih	04.01.2018
Başvuru Formunun Etik Kurulda İncelendiği Tarih	İlk İnceleme Tarihi : 05.01.2018 1. Düzeltme Tarihi : 15.01.2018
Karar Tarihi	26.01.2018

KARAR : UYGUNDUR

AÇIKLAMA : Araştırmanın uygulanabilirliği konusunda bilimsel araştırmalar etiği açısından bir sakınca yoktur.

İnsan Araştırmaları Etik Kurul Yönetmeliğinin
Madde 6/2-g bendine göre toplantıya
katılmamıştır.

Prof. Dr. Banu BAYAR
Başkan



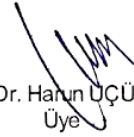
Prof. Dr. Ali AKAR
Üye



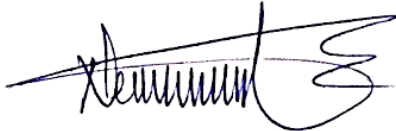
Prof. Dr. Özcan SAYGIN
Üye



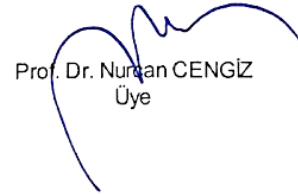
Prof. Dr. Umut AVCI
Üye



Prof. Dr. Harun UÇUNCÜ
Üye



Prof. Dr. Nevide DELLAL
Üye



Prof. Dr. Nurgan CENGİZ
Üye