



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

**ARCUS LONGİTUDİNALİS PEDİS PARS
MEDİALİS YÜKSEKLİĞİNİN
PROPRİOSEPSİYON İLE İLİŞKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Neslihan İPEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz ÜÇÜNCÜ

TRABZON-2024

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak yapıldığını ve yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

16/12/2024

Neslihan İPEK

İthaf

Bu yüksek lisans tezimi dünyanın dört bir yanında zulüm gören, her türlü yoksulluk ve yoksunluk içerisinde olup da kalbinde geleceğe dair umut taşıyan ve kendini dünyayı güzelleştirmeye adanmış kadın ve çocuklara ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Akademik bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, tezimin planlanması ve yürütülmesi aşamalarında bilimsel katkılarının yanında sabır ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz ÜÇÜNCÜ'ye,

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Gülay YEGİNOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Ali Faruk ÖZYAŞAR ve Öğr. Gör. Dr. Ali Yavuz UZUN'a,

Akademik çalışma hayatına başladığım andan itibaren gerek bilgi ve tecrübesiyle gerek misyon ve vizyonu ile yolumu aydınlatan Sayın Prof. Dr. Hasan OZAN hocama,

Tez çalışmamda yardımını esirgemeyen, çokça emeği, sabrı ve desteği için minnettar olduğum Uzm. Fzt. Abdurrahim Eyüp CANBALOĞLU'na,

Bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, her zaman yanımda olan ve varlığına her daim şükrettiğim canım aileme,

Sonsuz ilgi, sabır ve anlayışı ile manevi desteğini esirgemeyen yol arkadaşım sevgili eşime, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Neslihan İPEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK SAYFASI

ONAY

BEYAN

İthaf

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

vi

TABLolar DİZİNİ

ix

ŞEKİLLER DİZİNİ

x

RESİMLER DİZİNİ

xi

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

xii

ÖZET

xiii

ABSTRACT

xiv

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. Ayak Kemikleri

3

2.2. Ayak Arkları

4

2.2.1. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis

5

2.2.2. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Lateralis

6

2.2.3. Arcus Transversus Pedis

7

2.3. Arklarla İlgili Eklemler

8

2.4. Arklarla İlgili Kaslar

9

2.5. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis Gelişimi

11

2.6. Aponeurosis Plantaris

12

2.7. Ayakta Ağırlık Dağılımı (Ayak Statik Yük Dağılımı)

14

2.8. Yürüme ve Yürüyüşte Ayak ve Ayak bileği Hareketleri

15

2.9. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis ile İlgili Durumlar

15

2.9.1. Nötral Ayak

15

2.9.2. Pes Planus

15

2.9.3. Pes Cavus

16

2.10. Ayak Ark Değerlendirmesi

16

2.11. Proprioepsiyon

17

2.11.1. Proprioepsiyonun Nörofizyolojisi	19
2.11.2. Kas ve tendon reseptörleri	20
2.11.3. Kutanöz reseptörler	22
2.11.4. Eklem Reseptörleri	22
2.11.5. Merkezi Sinir Sistemindeki Proprioseptif Yollar ve Bölgeler	23
2.11.6. Proprioepsiyon Değerlendirmesi	27
2.12. İnsan Beyni ve Beyinsel Yanılaşma (Serebral Lateralizasyon)	29
2.12.1. Yan Tercih Etme	30
2.12.2. El Tercihi	30
2.12.3. Ayak Tercihi	30
2.12.4. Çaprazlanmış ve Çaprazlanmamış Yan Tercihi	31
2.12.5. El ve Ayak Tercihinin Ölçülmesi	31
3. GEREÇ ve YÖNTEM	32
3.1. Gereçler	32
3.2. Yöntem	33
3.2.1. Veri Kayıt formu	34
3.2.2. El Tercihi ve Ayak Tercihinin Ölçülmesi	34
3.2.3. Ayak Uzunluğu Ölçümü	35
3.2.4. Ark Yüksekliği Değerlendirmesi	35
3.2.5. Proprioepsiyon Değerlendirmesi	37
3.2.6. İstatistiksel Yöntemler	40
4. BULGULAR	41
4.1. Sosyodemografik Özellikler ve Ölçümsel Veri İstatistikleri	41
4.2. Ark Yüksekliği ve Değişkenlerin İlişkisi	41
4.2.1. Ark Yüksekliği ile Cinsiyet Arasındaki İlişki	41
4.2.2. Ark yüksekliği ile Ayak Uzunluğu Arasındaki İlişki	42
4.2.3. Ark yüksekliği ve Spor Alışkanlığı Arasındaki İlişki	43
4.2.4. Ark Yüksekliği ve Ayak Tercihi Arasındaki İlişki	44
4.3. Proprioepsiyon ve Değişkenlerin İlişkisi	45
4.3.1. Proprioepsiyon ve Cinsiyet Arasındaki İlişki	45
4.3.2. Proprioepsiyon ve Spor Alışkanlığı Arasındaki İlişki	47
4.3.3. Proprioepsiyon ve Ayak Tercihi Arasındaki İlişki	48
4.4. Ark Yüksekliği ve Proprioepsiyon Arasındaki İlişki	49

5. TARTIŞMA ve SONUÇ	56
6. KAYNAKLAR	68
EKLER	88
EK 1. Etik Kurul Onayı	89
EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	90
EK 3. Veri Kayıt formu	91
EK 4. Yenilenmiş Waterloo El Tercihi Anketi	92
EK 5. Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercihi Anketi	93
EK 6. Ölçüm Kayıt Formu	94
ÖZGEÇMİŞ	95



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 1. Sosyodemografik özellikler ve ölçümsel veri istatistikleri	41
Tablo 2. Navicular yükseklik ve NKNY parametrelerinin cinsiyet ile ilişkisi	42
Tablo 3. Dominant ve resesif taraf NKNY oranı ile ayak uzunluğu ilişkisi	43
Tablo 4. Dominant ve resesif taraf navicular yükseklik ile ayak uzunluğu ilişkisi	43
Tablo 5. Ark yüksekliği ve spor alışkanlığı ilişkisi	44
Tablo 6. Ark yüksekliği ve ayak tercihi ilişkisi	44
Tablo 7. Proprioepsiyon ve cinsiyet ilişkisi	45
Tablo 8. Proprioepsiyon keskinliği ve cinsiyetler arası ilişki	46
Tablo 9. Proprioepsiyon ve spor alışkanlığı ilişkisi	47
Tablo 10. Proprioepsiyon keskinliği ve ayak tercihi ilişkisi	48
Tablo 11. Proprioepsiyon ve ayak tercihi ilişkisi	49
Tablo 12. Proprioepsiyon açısı ortalamaları ile ark grupları arasındaki ilişki	50
Tablo 13. Proprioepsiyon keskinliği ile ark grupları arasındaki ilişki	51
Tablo 14. Navicular yükseklik ve proprioepsiyon arasındaki ilişki	52
Tablo 15. NKNY oranı ve proprioepsiyon arasındaki ilişki.	53

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 1. Windlass ve Tie-Rot mekanizmaları	14
Şekil 2. Afferent proprioseptif reseptörler	20
Şekil 3. Proprioepsiyonun somatosensorik entegrasyonu	23
Şekil 4. Bilinçli proprioepsiyon yolu	25
Şekil 5. İş akış şeması	34
Şekil 6. Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik ölçümü için pivot noktalar	36
Şekil 7. Dominant taraf ağırlık aktarılan pozisyonda 20° plantarfleksiyon keskinliği ile NKNY oranı arasındaki ilişki	54
Şekil 8. Dominant taraf ağırlık aktarılmayan pozisyonda 10° dorsifleksiyon keskinliği ile NKNY oranı arasındaki ilişki	55

RESİMLER DİZİNİ

Resim No	Sayfa
Resim 1. Ayak kemikleri	4
Resim 2. Longitudinal ayak arkları	7
Resim 3. Transvers ayak arkları	8
Resim 4. Aponeurosis plantaris	13
Resim 5. Ayak uzunluğu ölçümü	35
Resim 6. Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik ölçümü	37
Resim 7. Tahta bloklarla açının öğretilmesi	38
Resim 8. Ağırlık aktarılan pozisyon için propriosepsiyon değerlendirme	39
Resim 9. Ağırlık aktarılmayan pozisyon için propriosepsiyon değerlendirme	39

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

ALPPM	Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis
ALPPL	Arcus Longitudinalis Pedis Pars Lateralis
ATPP	Arcus Transversus Proximalis Pedis
ATDP	Arcus Transversus Distalis Pedis
PP	Pes Planus
PC	Pes Cavus
APP	Aponeurosis Plantaris
Lig.	Ligamentum
Art.	Articulatio
GTO	Golgi Tendon Organı
Kİ	Kas İğciği
EPD	Eklem Pozisyon Duyusu
NKNY	Normalleştirilmiş Kesik Navicular Yükseklik
NY	Navicular Yükseklik
cm	Santimetre
m.	Musculus
mm.	Musculi
n.	Nervus

Simgeler

%	Yüzde İşareti
<	Küçük İşareti
>	Büyük İşareti
±	Standart Sapma
≤	Küçük ve Eşit İşareti
≥	Büyük ve Eşit İşareti
°	Derece
p	İstatistiksel Anlamlılık Değeri
r_s	Spearman Korelasyon Katsayısı
α	Alfa
β	Beta
γ	Gama

ÖZET

Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis Yüksekliğinin Proprioepsiyon ile İlişkisinin Değerlendirilmesi

Ayağın dinamik yapısını ayak kasları, bağları ve arkları sağlamaktadır. Üç bölümde incelenen ayak arkları arasında en geniş ve yüksek olanı arcus longitudinalis pedis pars medialis (ALPPM)'tir. Proprioepsiyon kas içiği ve golgi tendon organı aracılığıyla afferent bilgiyi bilinçli ve bilinç altı yollarla işleyerek hareket kontrolünü, uzamsal vücut farkındalığını ve vücut parçalarının birbirlerine göre konumlarının algılamasını sağlar. Bu çalışma ALPPM yüksekliğinin proprioepsiyon ile ilişkisini değerlendirmek amacıyla yapıldı.

Çalışmaya 61 katılımcı dahil edildi ve 95'i normal ark, 27'si düşük ark olmak üzere 122 ayak üzerinde ölçümler gerçekleştirildi. Katılımcılardan sosyodemografik bilgileri alındı, el ve ayak tercihleri için katılımcılara anket uygulandı. Ark yüksekliği iki farklı parametre ile proprioepsiyon yeteneği ağırlık aktarılan ve aktarılmayan pozisyonlarda dört farklı açı ile değerlendirildi.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda normal ve düşük ark grupları arasında proprioepsiyon keskinliği karşılaştırıldığında ağırlık aktarılan pozisyonda dominant tarafta normal ve düşük ark grupları arasında 20° plantar fleksiyon (PF) açısında anlamlı fark tespit edildi. Ark yüksekliği ile proprioepsiyon keskinliği arasındaki ilişki incelendiğinde dominant tarafta ağırlık aktarılan pozisyonda 20° PF açısında ve ağırlık aktarılmayan pozisyonda 10° PF açısında negatif yönlü düşük düzey ilişki tespit edildi. Resesif tarafta ark yüksekliği ile proprioepsiyon keskinliği arasında anlamlı korelasyon bulunamamıştır.

Çalışmamızda özellikle ağırlık aktarılan pozisyonda dominant tarafta ark yüksekliği ile proprioepsiyon arasında anlamlı ilişki tespit edilirken resesif tarafta anlamlı ilişki bulunamamıştır. Literatür taraması yapıldığında primer olarak ark yüksekliği ile proprioepsiyon arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bunun yanında az sayıda çalışma ALPPM yüksekliğinin proprioepsiyon ile korelasyonunu incelemiştir. Bu sebeple çalışmamızın alanında umut veren çalışma olduğunu, yapılan ölçümlerin ve elde edilen sonuçların literatüre önemli katkılar sağladığını düşünüyoruz.

Anahtar Sözcükler: Ayak, medial longitudinal ark, pes planus, proprioepsiyon, serebral lateralizasyon

ABSTRACT

Evaluation of Longitudinal Arch of Foot Medial Part Height in Relation to Proprioception

The foot muscles, ligaments and arches provide the dynamic structure of the foot. The longitudinal arch of foot medial part (LAFMP) is the highest among the arches of the foot, analyzed in 3 sections. Proprioception provides movement control, spatial body awareness and the position perception of body parts relative to each other by processing the information received by the muscle spindle and golgi tendon organ through conscious and subconscious pathways. This study was conducted to evaluate the relationship between LAFMP height and proprioception.

The study included 61 participants and measurements were performed on 122 feet, 95 with normal arch and 27 with low arch. A questionnaire was administered for sociodemographic information and foot preference. Arch height was evaluated with 2 different parameters and proprioception ability was evaluated with 4 different angles in weight transfer and non-weight transfer positions.

When proprioception acuity was compared, a significant difference was found between normal and low arch groups at 20° plantar flexion (PF) angle on the dominant side in the weight-bearing position. When the relationship between arch height and proprioception acuity was examined, a negative low-level relationship was found at a 20° PF angle in the weight-bearing position and 10° PF angle in the non-weight-bearing position on the dominant side. No significant correlation was found between arch height and proprioception acuity on the recessive side.

In our study, a significant correlation was found between arch height and proprioception on the dominant side, especially in the weight-bearing position. There is no significant correlation on the recessive side. In the literature review, no primary study has been found primarily examined the relationship between arch height and proprioception. In addition, few studies have examined the correlation of LAFMP height with proprioception. In our opinion the results obtained provide important contributions to the literature and our study have a promising impact on this field.

Keywords: Cerebral lateralization, foot, medial longitudinal arch, pes planus, proprioception

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Ayak arkları ayakta durmak için ağırlığın taşınması sırasında mobilite ve stabilite fonksiyonlarını yürütür. Arklar ağırlık taşıma kuvvetlerinin etkisini azaltmak, farklı zeminlere uyum sağlamak, ek rotasyonel hareketleri azaltmak, destek yüzeyindeki değişikliklere uyum sağlamak ve plantar nörovasküler yapıları kompresyondan korumak için esnek; ağırlığı ayak içerisine dağıtmak ve esnek ayağı rijit bir kaldırıca dönüştürmek için stabil olmak durumundadır (1-4). Arklar arasında en geniş ve yüksek olanı ALPPM'dir. Arkın statik stabizasyonu ayaktaki ligamentler ve aponeurosis plantaris ile dinamik stabilizasyonu ayak ve bacak kasları ile sağlanmaktadır (3-7).

Plantar deri altında yağ yastığı ve yumuşak doku bulunması sebebiyle ALPPM gelişiminin ne zaman oluştuğunun belli olmadığı (8), bebeğin yürümeye başlaması ve ark üzerine yük binmesiyle geliştiği söylenmektedir (9, 10). Nötral ayak kişide düşük ark veya yüksek ark deformitelerinin olmadığı ayak olarak tanımlanır (11). Yetişkinlerde düşük arkın %20-25 (12-14), yüksek arkın %10 oranında (15) olduğunu bildirilmiştir. ALPPM'de meydana gelen düşmenin plantar basınç artışına, duruş bozukluklarına sebep olduğu ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Bu sebeple ark düşüklüğünün tespit edilmesi önemlidir (16). Arkın düşmesiyle meydana gelen ayak-ayak bileği kas iskelet yapılarındaki değişiklikler, eklem kapsülünün travmatik hasarları vb. proprioepsiyon defisitlerine sebep olmaktadır (17, 18).

Proprioepsiyon, eklem pozisyon duyusu (EPD) ve eklem hareket duyusundan (kinestezi) oluşmaktadır. EPD bir eklem uzaydaki pozisyonunun farkında olunması şeklinde tanımlanırken kinestezi ise eklem hareketinin farkındalığı olarak tanımlanır (19). Proprioepsiyonun vücudun fiziksel durumuyla ilgili olan hareket, tendon ve kastan gelen proprioseptif afferent duyular ile birlikte vestibüler ve vizüel afferent girdilerin merkezi sinir sisteminde somatosensorik entegrasyonu sonucu oluştuğu bildirilmiştir (20).

Literatür incelendiğinde ALPPM yüksekliği ile ayak bileği ve diz yaralanmaları (21, 22), kas kuvveti (23-25), denge (26, 27), cinsiyet (28-30), spor (21, 31, 32), vücut ağırlığı (33-36), yaş (27, 29, 30, 37, 38), çeşitli egzersizler (33, 39, 40) vb. ile ilişkisi sıkça değerlendirilmiş proprioepsiyon ile ilişkisine dair çok az veri tespit edilmiştir. Arkı destekleyen yapılar olan kas, ligament ve tendonların proprioseptörler bakımından zengin olduğu ayrıca proprioepsiyon duyusunun ileri ve geri besleme mekanizmaları düşünüldüğünde ark ile birbirlerini desteklemeleri muhtemeldir.

Çalışmamızın amacı ALPPM yüksekliğinin propriosepsiyon ile ilişkisini; ağırlık aktarılan pozisyonda (dört farklı açıda) ve ağırlık aktarılmayan pozisyonda (dört farklı açıda), el ve ayak tercihine göre derinlemesine incelemektir.

Çalışmamızın hipotezleri aşağıdaki şekliyle belirlenmiştir;

H_0 hipotezi: ALPPM yüksekliği ile propriosepsiyon arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H_1 hipotezi: ALPPM yüksekliği ile propriosepsiyon arasında anlamlı bir ilişki vardır.



2. GENEL BİLGİLER

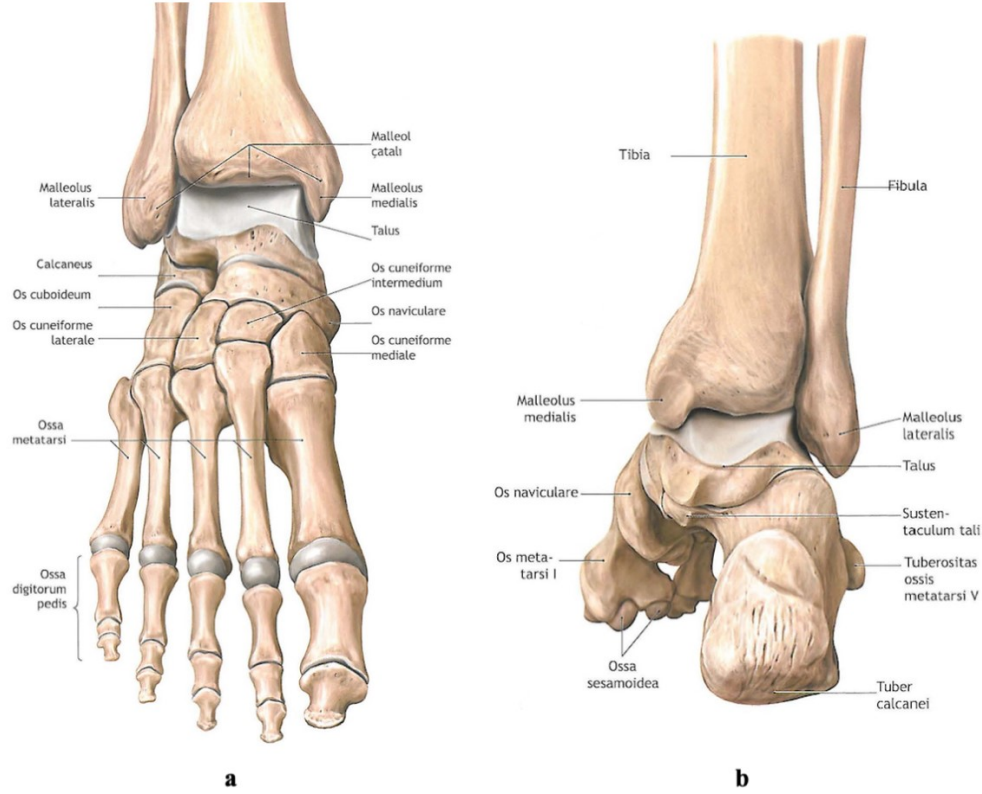
Ayak görevleri gereği hem dinamik hem statik yapıya sahiptir. Gövde ağırlığının taşınması ve yükün dağılımı için stabilite önemlidir ki bu da ayak kemiklerinin şekli ve bacak kemiklerine göre dikey duruşu ile sağlanmaktadır. Yürüyüşün ahenkli yapılması için ayağın dinamik olması, basılan yüzeyde oluşacak değişiklikler ile uyumu, yükün ayak üzerine eşit dağılması, yer reaksiyonu ile ayak eklem ve bağlarındaki oluşacak değişiklikler önemlidir. Bu dinamik yapıyı ayak kasları, bağları ve ayak arkları sağlamaktadır (41, 42).

2.1. Ayak Kemikleri

Ayak iskeleti 26 kemik ve buna ek olarak iki sesamoid kemikten oluşur. Ayak kemikleri arkadan öne doğru ossa tarsi (tarsalia), ossa metatarsi (metatarsalia), ossa digitorum pedis (phalanges) şeklinde sıralanır. Ossa tarsi (ayak bileği kemikleri) proksimal sırada calcaneus ve talus, distal sırada os cuneiforme mediale-os cuneiforme intermedium-os cuneiforme laterale-os cuboideum tarafından oluşturulur. Os naviculare ise ossa cuneiformia ve caput tali arasında yer alır. Ossa metatarsi (ayak tarak kemikleri) ayağın medial tarafından itibaren numaralandırılmış 5 kemikten oluşur. Ossa digitorum (ayak parmak kemikleri) her bir parmakta phalanx proximalis-phalanx media-phalanx distalis olmak üzere (başparmakta phalanx media yoktur) 14 kemikten oluşur (2, 5).

Ayak ve ayak bileği kompleksini anlayabilmek için ayak kemikleri üç fonksiyonel segmente ayrılarak incelenir. Arka ayak, ayağın en geniş ve güçlü kemiği olan calcaneus ve talus tarafından oluşturulur ve bunlar ayağın stabilizasyonunda görevlidir. Orta ayak, os naviculare, os cuboideum ve ossa cuneiformia kemiklerinden oluşur ve bu kemiklerin oluşturduğu arklar sayesinde yük dağılımı sağlanır. Bu ayak bölümünde Lisfranc ve Chopart eklemleri yer alır. Orta ayağın medialinde os naviculare bulunur. Os naviculare, tendo musculi tibialis posterior ile bağlantı oluşturur. Os naviculare tendo musculi tibialis posterior sayesinde anatomik olarak pozisyon alır ve bu pozisyon ALPPM'nin şekillenmesini sağlar. Ön ayak, ossa metatarsi ve ossa phalanges tarafından oluşturulur. Os metatarsi (metatarsale) I'in diğer dört kemiğe göre kısa olması, ayak arklarının etkinliğiyle ve ayağa binen yüklenme sırasında daha fazla yükün taşınmasıyla ilişkilidir. Ön ayakta metatarsal kemiklerin distalinde, plantar yüzeyde bulunan ossa sesamoidea grubu kemikler de ayakta durma ve yürüme esnasında kuvvetlerin dağılımını sağlayarak fleksör tendonlara mekanik anlamda avantaj kazandırır. Ön, orta ve arka ayak terimleri ayak-ayak bileğinin

deformite ve disfonksiyonlarını tanımlamak, normal ayak ve ayak bileği fonksiyonlarını açıklamak için genellikle kullanılırlar. Pek çok ayak ve ayak bileği problemi ayakta vücut ağırlığının kullanıldığı pozisyonda kolaylıkla anlaşılabilir (43-48).



Resim 1. Ayak kemikleri. (a) Ayak kemiklerinin önden görünüşü, (b) Ayak kemiklerinin arkadan görünüşü (Prometheus'tan, 49)

2.2. Ayak Arkları

Ossa tarsi ve ossa metatarsi ayağın yük taşıma ve esneyebilme kapasitesini arttıracak biçimde düzenlenmiştir. Bu kemik yapı vücut ağırlığını taşıyarak şokları absorbe eder ve vücudu hareket sırasında öne iter. Hareket sırasında vücut ağırlığı tibia'dan talus'a iletilir. Ağırlık daha sonra arka-alt tarafta calcaneus'a, ön-alt tarafta ikinci ve beşinci metatarsal kemiklere ve başparmağın sesamoid kemiklerine iletilir. Ağırlığın taşındığı bu noktalar arasında açıklığı yere bakan ayak arkları bulunur. Elastik olan bu arklar ağırlık ayağa iletildiğinde bir miktar düzleşir, ağırlık ortadan kalktığında ise (örneğin otururken) tekrar eski kavisine ulaşır. Longitudinal ve transvers yerleşimli bu arklar aracılığıyla ağırlık öne, arkaya ve yanlara doğru dağıtılır. Ayak arkları birbirinden ayrı yapılardır ancak

ayağın dinamik işlevini yerine getirebilmek için birlikte hareket ederler. Ayak arkları ayakta durmak için ağırlığın taşınması sırasında mobilite ve stabilite fonksiyonlarını yürütürler. Ayak, duruş fazında hem ağırlığı taşıma hem de farklı zeminlere uyum sağlamak zorundadır. Bu nedenle arklar ağırlık taşıma kuvvetlerinin etkisini azaltmak, ek rotasyonel hareketleri azaltmak, destek yüzeyindeki değişikliklere uyum sağlamak ve plantar nörovasküler yapıları kompresyondan korumak için esnek olmalıdır. Ayak arkusları aynı zamanda ağırlığı ayak içerisine dağıtmak ve esnek ayağı rijit bir kaldırıca dönüştürmek için stabil olmak durumundadır. (1-4).

Ayak kavislerinin devamlılığı ise aşağıdaki unsurlarla sağlanır:

- Kemiklerin üst yüzeylerinin geniş, alt yüzeylerinin dar olması ile şekillerinin birbirine kenetlenmeye uygun olması
- Plantar ligamentlerin, özellikle lig. calcaneonaviculare plantare'nin (spring ligament) ve lig. plantare longum ve brevis'in güçlü olması
- Aponeurosis plantaris (APP) (fascia plantaris'in merkezi kısmı)
- Bacak bölgesinden gelip ayağa medial ve lateralden tutunan kasların tendonları

Bu faktörlerden, plantar ligamentler ve APP yükün çoğunu taşır. Ayrıca bu yapılar kavislerin korunmasında en önemli faktörlerdir (1-4). Hareket etmeden ayakta durma esnasında arkın normal yüksekliğini sağlamak için ligamentlerden sağlanan destek kas kuvvetinden sağlanan desteğe kıyasla daha büyüktür fakat koşma, yürüme ve zıplama gibi hareketli olunan durumlarda kas kuvvetinin sağladığı destek anlamlı bir şekilde daha yüksektir (50). Ayağın arkları ALPPM, arcus longitudinalis pedis pars lateralis (ALPPL), arcus transversus pedis olmak üzere üç bölümde incelenir (3, 4).

2.2.1. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis

Arklar arasında en geniş ve yüksek olanıdır. Calcaneus'un posteromedial kısmından başlayıp önde talus, os naviculare, ossa cuneiformia ve os metatarsale I (sesamoid kemikler aracılığıyla), os metatarsale II, os metatarsale III kemiklerinden oluşur (Resim 2). Caput tali ALPPM'nin kilit taşıdır ve tepe noktasını ise os naviculare oluşturur. Arkın en zayıf noktası talus ve os naviculare arasındaki eklemdir ki bu eklem alttan lig. calcaneonaviculare plantare ile desteklenir. Biyomekaniksel analizlere göre normal yüksekliği 15-18 mm. arasında değişmektedir. Subtalar pronasyon ve supinasyon sırasında

ALPPM yüksekliği değişkenlik göstererek ayağın topuk vuruşu ile taban teması esnasında esnek olmasını, orta duruş ile itme fazında ise rijit bir kaldıracı dönüşmesini sağlar.

Arkı destekleyen yapılar;

- Lig. calcaneonaviculare plantare
- Aponeurosis plantaris
- M. tibialis posterior
- M. tibialis anterior
- Mm. Pedis
- M. flexor hallucis longus
- M. flexor digitorum longus

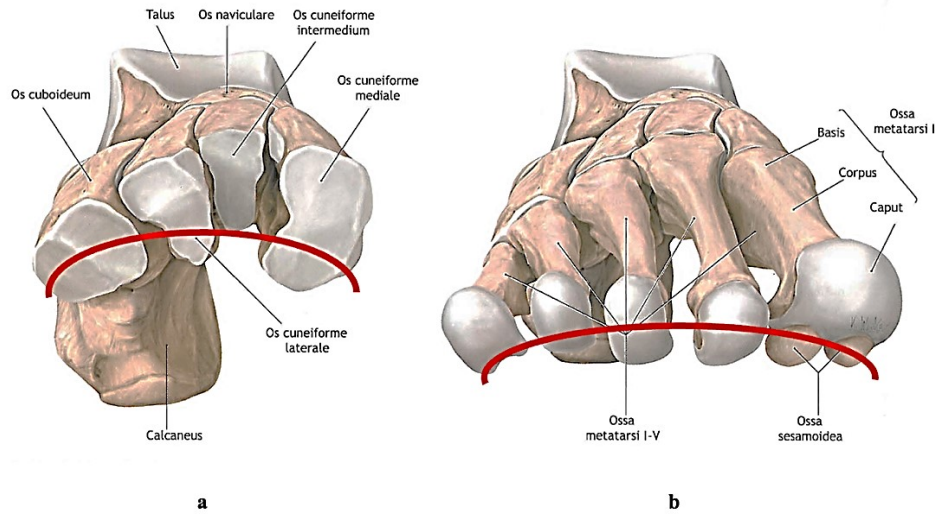
şeklinde sıralanır (3-7).

2.2.2. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Lateralis

Calcaneus'un posterolateral kısmından başlayıp nde os cuboideum ve os metatarsale IV-V tarafından oluşturulur (Resim 2). Bu ark canlıda yumuşak doku tarafından doldurulur ve dışarıdan görülemez. Bu ark ayakta duruş pozisyonunda neredeyse tamamen düzleşir. Topuk vuruşundan taban temasına geçerken calcaneal temasın ardından ayağın yerle temas eden arkıdır. Biyomekaniksel analizlere göre ALPPL'nin normal yüksekliği 3-5 mm. arasında değişmektedir. Os cuboideum bu arkın kilit taşıdır. Arkı destekleyen yapılar;

- M fibularis longus
- Lig. plantare longum
- Lig. plantare brevis
- M. abductor digiti minimi
- M. fleksor digiti minimi brevis

şeklinde sıralanır (3-7).



Resim 3. Transvers ayak arkları. **(a)** Arcus pedis transversus proximalis, **(b)** Arcus pedis transversus distalis (Prometheus'dan, 49)

2.3. Arklarla İlgili Eklemler

Ayakta toplam 33 eklem ve 107 ligament bulunur. Ayak arklarının korunmasında kemiklerin şekilleri, eklemler ve eklemlerin ligamentleri pasif destek sağlar.

Art. Talocruralis: Os tibia'nın facies articularis inferior ve facies articularis malleoli medialis'i, os fibula'nın facies articularis malleoli lateralis'i ve trochlea tali arasında oluşan art. trochlearis grubu bir eklemdir. Dikdörtgen şekilli yapısı ile ayak bileği stabilizasyonuna katkı sağlar. Lig. collaterale mediale (deltoideum) ve lig. collaterale laterale olmak üzere iki adet ligamenti bulunur. Bunlardan lig. deltoideum'un primer fonksiyonu ayağın medial kısmının stabilizasyonu ve eversiyonu sınırlandırmak olsa da yüzeysel grup liflerinin bir bölümü lig. calcaneonavicular plantare ile bütünleşmiştir. Böylece ALPPM'nin stabilizasyonunu desteklenir. Eklemden primer ekstensiyon ve fleksiyon hareketi gerçekleşirken pronasyon ve supinasyon ihmal edilebilir düzeyde gerçekleşir.

Art. Subtalaris: Os talus'taki facies articularis calcanea anterior ve media ile os calcaneus'taki facies articularis talaris anterior ve media yüzleri arasında oluşan art. plana grubu bir eklemdir. Lig. talocalcaneum laterale, lig. talocalcaneum mediale, lig. talocalcaneum posterius ve lig. talocalcaneum interosseum olmak üzere dört ligamenti bulunur. Bu eklemde asıl görevi pronasyon ve supinasyon hareketidir. Ayak eklemleri içinde en çok supinasyon ve pronasyon bu eklemden gerçekleşir. Supinasyon hareketini

inversiyon ve adduksiyon, pronasyon hareketini ise eversiyon ve abduksiyon hareketleri oluşturur.

Art. Tarsi transversa: Eklemi art. talocalcaneonavicularis'in ön bölümü ile art. calcaneocuboidea birlikte oluşturur. Transvers yönlü aynı hizada bulunmaları ve ayağın en hareketli eklemleri olmaları sebebiyle Chopart özel ismiyle adlandırılmıştır.

Art. Talocalcaneonavicularis: Os talus'taki facies articularis calcanea anterior ve media, os calcaneus'taki facies articularis talaris anterior ve media'nın oluşturduğu eklem ile os naviculare ve caput tali arasında oluşan eklem art. talocalcaneonavicularis'i birlikte oluşturular. Art. spheroidea/plana grubu olan eklem iki adet ligamenti vardır: Lig. talonaviculare ve lig. calcaneonaviculare plantare (spring). Ön ayak ve orta ayağın arka ayağa göre inversiyon, eversiyon, fleksiyon ve ekstensiyonu bu eklemden gerçekleşir.

Eklem en önemli ligamenti olan spring ligamenti sustentaculum tali ile os naviculare'nin medial plantar yüzü arasında uzanır ve fibrokartilaginöz yapıdadır. Ligamentin lifleri lig. deltoideum'un lifleri ile kaynaşmıştır ve bu ligament ile desteklenmektedir. Caput tali'yi destekleyerek ALPPM'nin devamlılığı için önemli rolü olan bu ligament içerdiği elastik liflerle ağırlık aktarıldığı zaman esnemeye imkân vermektedir böylece ALPPM'ye esneklik sağlar. Medial plantar yüzden m. tibialis posterior, lateral plantar yüzden ise m. flexor hallucis longus ve m. flexor digitorum ile desteklenir.

Art. Calcaneocuboidea: Calcaneus'taki facies articularis cuboidea ile os cuboideum'daki facies articularis calcanea'nın birlikte oluşturdukları, art. plana grubu eklemdir. Lig. bifurcatum, lig. plantare longum, lig. calcaneocuboideum plantare (lig. plantare brevis) ve lig. calcaneocuboideum dorsale olmak üzere eklem dört ligamenti bulunur. Lig. plantare longum ayağın en uzun ligamentidir ve ALPPL'yi destekleyen en önemli yapıdır ayrıca lig. plantare brevis yapıyı korumak için ligamenti desteklemektedir. İnversiyon ve eversiyon hareketlerini aktif olarak tek başına yapamasa da diğer eklemlere sağladığı katkı ile hareket oluşumunu destekler (4, 5, 50, 51).

2.4. Arklarla İlgili Kaslar

Fonksiyon ve stabilizasyon görevleri bulunan ayak ve ayak bileği çevresindeki kaslar hareketi gerçekleştiren önemli yapılardır. Ayak fonksiyonlarını sağlayan intrinsik 19 adet ve ekstrinsik 12 adet kas bulunur. İntrinsik kaslar ayak postüründen, yürüme sırasında

vücut dengesinden ve ALPPM'nin desteklenmesinden sorumludur. Ekstrinsik kaslar ise hem ALPPM'ye dinamik destek sağlar hem de ayak-ayak bileği hareketlerini gerçekleştirir (5, 51, 52).

M. tibialis anterior: Os tibia'nın condylus lateralis'i ve üst lateral yüzü ile membrana interossea cruris'in üst yüzünden başlar. Kasın tendonu retinaculum extensorum superius ve inferius'tan geçerek os cuneiforme mediale'nin medial ve inferior yüzüyle art. tarsometatarsalis I'in medial plantar yüzüne tutunur. Anatomik duruşu sebebiyle art. subtalaris ekseninin medialinden geçtiği için inversiyon hareketi yaptırmaktadır. Art. talonavicularis'e adduksiyon ve inversiyon yaptırır. Eksantrik kontraksiyonlarla ALPPM'nin çökmesini engelleyerek arka ayak pronasyonunu kontrol eder. Topuk vuruşu ve taban temasında ayak stabilizasyonu için önemlidir.

M. fibularis longus: Caput fibulae'nin 2/3 lateral yüzünden başlar. Malleolus lateralis'in posterioru, calcaneus'ta trochlea fibularis'in inferioru, os cuboideum'da sulcus tendinis musculi fibularis longi'den geçer. Lig. plantare longum ile lig. plantare brevis'in arasından geçen kasın tendonu art. tarsometatarsalis I'in lateral plantar yüzüne tutunur. Ayağın asıl evertör kasıdır ve ayak bileği lateralinin aktif stabilizasyonunda görevlidir. Talocrural eksenin posteriorundan geçmesi sebebiyle ayağa PF yaptırır. M. tibialis posterior kasının aktivitesini nötrleyerek ALPPM'yi destekler. Arcus transversus distalis pedis'i alttan kat ederek arkın en önemli aktif desteğini oluşturur. İtme fazı esnasında, basma fazına başlayan diğer ayak üzerine vücut ağırlığının transferinde görevlidir. Vücut ağırlığının ayak lateralinden medialine aktarılması, m. fibularis longus kasının kontraksiyonu ile sağlanır.

M. tibialis posterior: En derin posterior kompartman kasıdır. Os tibia ve os fibula'nın facies posterior'u ile membrana interossea cruris'ten başlar. Malleolus medialis'in posteriorunda tarsal tünelden ve caput tali'yi alttan destekleyen lig. calcaneonavicular plantare'nin altından geçer. Tendonu tuberositas ossis navicularis'in plantar yüzüne tutunur. Orta ayağa etkili inversiyon yaptırır ve PF'de görevlidir. Tendonunun bir kısım lifleri sustentaculum tali'nin ucu, ossa cuneiformia, os cuboideum ve ayrıca II, III, IV ossa metatarsi'de sonlanır. Kasın ağ şeklindeki insertio noktaları ile oluşturduğu kuvvetli kinetik askı lig. calcaneonavicular plantare'yi ve ALPPM'yi destekler.

M. flexor hallucis longus: Baş parmağın en kuvvetli fleksör kasıdır. Os fibula ve membrana interossea cruris'in 2/3 arka alt yüzünden başlar. Malleolus medialis'in posteriorundan ve os talus'taki sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi'den geçerek phalanx distalis'in basis ossis phalangis'inde sonlanır. Basma sonu, itme fazında baş parmağı yere kuvvetlice bastırır ve gövdenin parmaklar üzerinde öne ilerletilmesine yardımcı olur. Sustentaculum tali'nin altından geçtiği için ALPPM'nin yüksekliğinin korunmasına yardım eder.

M. flexor digitorum longus: Os tibia'da linea musculi solei'nin alt kısmından başlar. 2. 3. 4. ve 5. parmaklarda phalanx distalis'in basis ossis phalangis'lerinde sonlanır. Art. interphalangealis distalis, art. interphalangealis proximalis ve art. metatarsophalangealis'e fleksiyon yaptırır. Yürüme, koşma ve atlama aktivitelerinde basma sonu fazında maksimum kavrama ve itme kuvveti elde etmek için parmaklara fleksiyon yaptırır. Ayakta durma sırasında kas, yeri kavrayarak dengeye yardımcı olur (2, 5, 50, 51).

2.5. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis Gelişimi

Ayak gelişiminin 12 yaşa kadar doğrusal bir eğri gösterdiği belirtilmektedir (53). Plantar deri altında yağ yastığı ve yumuşak doku bulunması sebebiyle ALPPM gelişiminin ne zaman oluştuğunun belli olmadığı söylenmektedir (8). Bebeklerde tabandaki yağ yastığı varlığı yüzünden bebek ayağı dümdüz görünür bu yüzden ALPPM bebeğin yürümeye başlaması ve ark üzerine yük binmesiyle gelişir denilmektedir (9, 10).

Canbaloğlu ve arkadaşları tarafından prematüre bebekler üzerinde intrauterin ayak ark gelişiminin ayak indeksleriyle değerlendirildiği güncel çalışmada ayak izi üzerinden indeksler aracılığıyla ALPPM gelişimi araştırılmıştır. Çalışmada ikinci, üçüncü trimesterler ve full term fetal bebekler üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara Clarke indeksine göre trimesterler arasında, ikiden üçe geçişte pes cavus (PC), üçten full terme geçişte pes planus (PP) artışı olduğu; Chippaux Smirak ve Staheli Chippaux Smirak ve Staheli indekslerine göre trimesterler arasında ikiden üçe geçişte arkin normal kaldığı, üçten full terme geçişte PP artışı olduğu tespit edilerek bildirilmiştir (54). Gould ve ark. tarafından yapılan çalışmaya göre ilk bir yaş civarında PP meydana gelmektedir. Giyilen ayakkabı fark etmeksizin iki ve üç yaşlarda ark gelişiminde iyileşme devam eder. ALPPM, üç ile beş yaş arasında gelişmeye devam eder ancak beş ve altı yaş arasında genu valgum deformitesi dikkat çekmektedir. Beş yaşında os naviculare'nin kemikleşmesi tamamlanırken

sustentaculum tali'nin kemikleşmesinin ise beş yaşından sonra bir-iki yıl daha devam ettiği belirtilmiştir (55). Morley'e göre genu valgum deformitesi üç-üç buçuk yaş ve altındaki çocuklarda cinsiyet fark etmeksizin görülmekte ancak bunun PP ile ilişkisi bulunmamaktadır (56).

ALPPM'nin altı yaş civarına kadar hızlıca gelişim gösterdiğini (38, 57, 58) ve altı yaş sonrasında gelişimsel değişikliklerde daha az belirginlikler olduğunu söyleyen çalışmalar bulunmaktadır (59, 60). Arkın gelişimi konusunda çalışmalarda tartışmalı sonuçlar ortaya çıkmıştır çünkü ark gelişimi çevresel şartlardan, ayakkabı kullanımı gibi durumlardan etkilenerek farklılık gösterebilmektedir. ALPPM gelişimi için yedi-dokuz yaşlar arasında ark sabit kalmaktadır diyen (60-63) veya ark yüksekliğinin fazla olduğunu gösteren çalışmalar da yapılmıştır (53).

2.6. Aponeurosis Plantaris

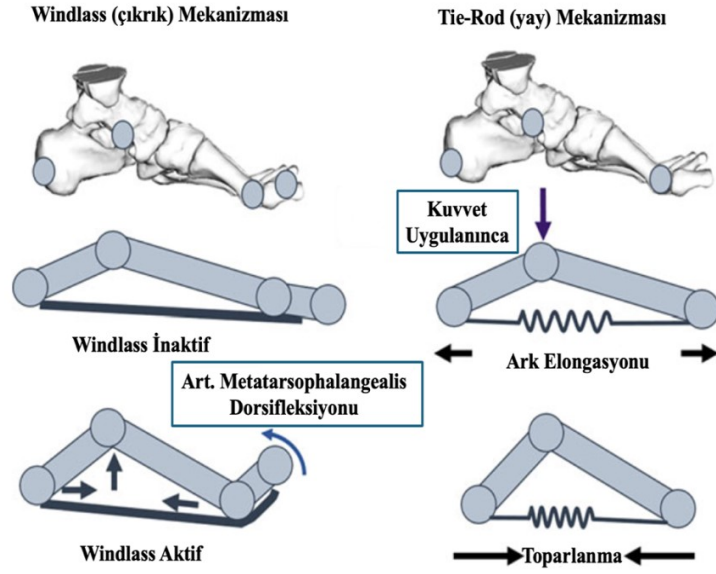
APP ayak tabanının orta kısımlarında kalınlaşan fascia profunda tarafından oluşturulan, yaklaşık ayağın toplam uzunluğu boyunca uzanan yoğun bir fasyadır. Tuber calcaneinin medial ve lateral taraflarından başlayan. APP, calcaneus'ta tuber calcanei'nin medial ve lateral taraflarından başlar ve önde beş parça halinde phalanx proximalislerin alt yüzlerinde m. flexor digitorum brevis'lere tutunur (Resim 4). APP'nin fonksiyonu; ayak tabanındaki derinin aponeuroza kuvvetli bir şekilde tutunmasını sağlamak, deri altında bulunan damar, sinir, tendon ve bu tendonlara ait synovial kılıfları oluşabilecek darbelere karşı korumak ve arklardaki şekil bozukluklarını önlemektir. Radyografik floroskopi kullanılarak yapılan invivo deneyler, APP'nin yürüyüşün duruş aşamasında %9 ila %12 oranında deforme olduğunu veya gerildiğini göstermiştir (64).



Resim 4. Aponeurosis plantaris. (15) Aponeurosis plantaris'in m. abductor hallucis'in üzerini örten bölümü, (16) Aponeurosis plantaris'in m. flexor digitorum brevis'in üzerini örten bölümü, (17) Aponeurosis plantaris'in digital uzantıları, (18) Aponeurosis plantaris'in m. abductor digiti minimi'nin üzerini örten bölümü (Abrahams'dan 65)

APP, ayakta üçgen şeklinde bir kafes yapıyı oluşturarak arkları desteklediği tanımlanır. Üçgenin kenarları olarak; talus ve calcaneus arkada, tarsal ve metatarsal kemikler önde ve bu iki kenarı bağlayan yarı elastik gergi çubuğu (tie rod) ya da yay şeklinde hareket eden APP aşağıdadır (Şekil 1). Tie-rod mekanizmasında vücut ağırlığı ayağa aktarıldığında, kemikler kompresyon kuvvetlerine maruz kalırken APP gerilme kuvvetine maruz kalarak bu üçgen kafesi bir arada tutar. Böylece yürüyüşün itme fazında ağırlığın sagittal düzlemde öne doğru aktarılmasına yardımcı olur (1, 66, 67).

“Windlass mekanizması” olarak adlandırılan çıkırık mekanizması ayakta itme fazını kolaylaştırmaktadır. Duruş fazının sonunda itme fazına geçişte, phalanx uzantısı sayesinde art. metatarsophalangealis'in extansiyonu ile APP'nin boyu kısalır ve ALPPM yükselir (Şekil 1). Kadavra örnekleri üzerinde yapılan bir deneyde, APP'nin ALPPM yüksekliğini koruyan ana yapı olduğu gösterilmiş ve APP'nin kesilmesinin ark sertliğini %25 oranında azalttığı belirtilmiştir (1, 68, 69).



Şekil 1. Windlass ve Tie-Rod mekanizmaları (Welte'den 70)

2.7. Ayakta Ağırlık Dağılımı (Ayak Statik Yük Dağılımı)

Ayak sabit bir kemerden ziyade esnek bir kemer olduğundan, vücut ağırlığının ayak boyunca dağılımı, kemerin şekli ve herhangi bir anda yerçekimi çizgisinin konumu da dahil olmak üzere birçok faktöre bağlıdır. Üst üste binen vücut ağırlığı caput tali'den itibaren dağılmaya başlar ve her bir talus, iki ayak üzerinde dururken ağırlığın %50'sini, tek ayak üzerinde dururken ağırlığın %100'ünü alır. Talus tarafından alınan ağırlığın en az %50'si art. subtalaris'in posteriorundan calcaneusa geçer. Ağırlığın %50 veya daha azı ise art. talonavicularis ve art. calcaneocuboidea'dan geçerek öne iletilir. Caput tali'nin daha medialde olması nedeniyle, art. calcaneocuboidea'ya göre art. talonavicularis'den yaklaşık iki kat daha fazla ağırlık geçer (71).

Genellikle statik duruşta arka ayak ve ön ayak kuvvetin çoğunluğunu taşır fakat iki bölge karşılaştırıldığında arka ayağın ön ayağa göre neredeyse iki kat daha fazla yük taşıdığı belirtilmiştir (72). Ek olarak, ayaktaki ağırlık dağılımı ayak tipine (pes planus, pes cavus, normal ayak) bağlı olarak değişebilir. Yürüyüş sırasında ayak altındaki plantar basınç, yaş, vücut ağırlığı ve boy gibi fiziksel özellikler; kemer yüksekliği, hallux uzunluğu ve eklem hareketi gibi faktörler tarafından etkilenir (1).

2.8. Yürüme ve Yürüyüşte Ayak ve Ayak bileği Hareketleri

Yürüme periyodu iki adım boyunca, bir ayağın yerle ilk teması olan topuk vuruşundan aynı ayağın bir sonraki topuk vuruşuna kadar geçen süredir. Bu periyotta alt ekstremitenin üç temel fonksiyonu vardır; tek ayak üzerinde stabilizasyon, ağırlığın taşınması ve salınımdaki bacağın öne atılması (73). Yürüyüş periyodu iki fazdan oluşur: kısmi duruş fazı ve kısmi sallanma fazı. Duruş fazı ayağın destek yüzeyi ile temasta olduğu süreyi tanımlar. Sallanma fazı ise alt ekstremitenin öne doğru sallandığı, ayağın destek yüzeyi ile temasının olmadığı fazdır. Sallanma fazı bacağın öne momentini sağlarken aynı zamanda ayağı topuk vuruşuna hazırlar. Duruş fazı normal yürüyüşte yürüme periyodunun %62'sini, sallanma fazı ise %38'ini oluşturmaktadır. Duruş fazında topuk vuruşu, taban teması, orta duruş, topuk kalkışı ve parmak kalkışı olayları gerçekleşirken; sallanma fazında akselerasyon, orta sallanma ve deselerasyon olayları gerçekleşmektedir (1, 6, 15, 74-76). Ayak bileği yuvarlanma hareketleri vücudun öne ilerletilmesinde ve enerji akışının sağlanmasında önemli role sahiptir ayrıca yürümenin basma fazının ve özellikle ayak bileği fonksiyonlarının aydınlanmasına katkı sağlamaktadır (77, 78).

2.9. Arcus Longitudinalis Pedis Pars Medialis ile İlgili Durumlar

2.9.1. Nötral Ayak

Nötral ayak PP veya PC deformitelerinin olmadığı ayak olarak tanımlanır. Nötral ayağın sağlanabilmesi için birtakım faktörler olması gerektiği çalışmalarda vurgulanmıştır. Inman tarafından nötral ayak için sustentaculum tali 5-15 derece pozitif açılanma göstermesi gerektiği söylemektedir (11). Diğer faktörlerin ise şunlar olduğu belirtilmektedir:

- Güçlü ve sağlam m. tibialis posterior ve tendonu
- Sağlam ancak sert olmayan bir APP
- Dayanıklılık bakımından yeterli bir lig. deltoideum
- Kuvvet bakımından yeterli ve inferior yerleşimi anatomik olarak uygun olan bir lig. calcaneonaviculare
- Nötral yerleşimli, kasılı olmayan tendo calcanei (achilles) (55)

2.9.2. Pes Planus

Yük verme esnasında ayakta ALPPM'nin düzleşmesi olarak tanımlanır. PP yüklenme esnasında arka ayağın valgusa gidişi, ALPPM yüksekliğindeki azalma, ayağın

temas yüzeyindeki artış ile karakterizedir. PP'deki temel problem, duruş ve yürüme fazlarında ayakta görülen aşırı pronasyondur (15). Yücesan ve ark. 6-15 yaşları arasındaki 19.750 çocuk üzerinde yaptıkları taramada PP sıklığını 2.28/1000 olarak bildirmişlerdir (79). PP, erişkin kişilerde %20-25 oranında görülür. Ligamentel laksiteye sahip bireylerde, beden kütle indeksi (BKİ) yüksek olanlarda ve kadın cinsiyette görülme sıklığının daha fazla olduğu bildirilmiştir (12-14).

PP için literatürde birçok sınıflandırma kullanılmıştır. Bu sınıflandırmalardan biri de yapısal sınıflandırmadır. PP yapısal sınıflandırmaya göre rijit ve esnek PP olarak iki gruba ayrılır. Rijit PP; ağırlık aktarımı olsun olmasın ayak arkında gözlenen düşüklük durumudur ve nadir olarak görülmektedir. Ayakta ciddi deformite, hareket kısıtlılığı ve ağrıya sebep olmaktadır. Tarsal koalisyon veya konjenital arka ayak problemleri gibi durumlarda görülmektedir. Oldukça yaygın görülen esnek PP ise, arka sadece yük verme durumunda kaybolması şeklinde görülmektedir (14, 80).

2.9.3. Pes Cavus

PC; ALPPM'nin normalden yüksek olması ile karakterize bir deformitedir. Popülasyonun yaklaşık %10'unda görülen PC, genellikle çeşitli hastalıklara eşlik eden bir problem olarak görülür. En yaygın etyolojileri travmatik, idiyopatik ve nörolojiktir (15).

2.10. Ayak Ark Değerlendirmesi

ALPPM yüksekliğinin ölçümü için belirlenmiş altın standart bir ölçüm yöntemi bulunmamaktadır. Fakat yükseklik değişiklikleri için klinik muayene, somatometrik, radyolojik ve ultrasonografik ölçüm gibi direkt yöntemler ile dijital-mürekkepli ayak izi ölçümü, basınç ölçümü ile fotografik teknikler gibi indirekt yöntemler kullanılmaktadır (81).

Klinikte malleolus medialis ile art. metatarsophalangealis I arasına çizilen Feiss çizgisi, yaygın kullanılan bir yöntemdir. Tuberositas navicularis'in bu çizginin tam üzerinde bulunması gerekir. Çizginin üstünde kalması PC, altında kalması PP olarak değerlendirilir. PP'nin derecesi ise tüberkülün çizginin altında kalma miktarına göre hesaplanmaktadır (82).

Ayak pronasyon derecesinin ölçümü de ark esnekliği için kullanılmaktadır. Bunun için Naviküler Drop Test (NDT) ve bunun alternatifi olan otur kalk testi uygulanmaktadır (83). NDT'te ayakta duruş ve oturma pozisyonlarında art. subtalaris elle tespit edildikten

sonra tuberositas navicularis'in yerden yüksekliği ölçülür ve iki pozisyon arasındaki fark not edilir. Broody tarafından 10 mm farkın normal, 15 mm üzeri farkın anormal olduğu bildirilmiştir (84).

Ayak izi alınarak ark değişikliğinin belirlenmesinde kullanılan birtakım indeksler oluşturulmuştur. Bunlardan Clarke açısı, Staheli İndeksi, Chippaux-Smirak indeksleri kullanılmaktadır (54).

Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik (NKNY) ölçümü ve Ark yükseklik indeksi (AHI) radyolojik ölçümlerle olan güçlü korelasyonu sebebiyle ark değişikliğini değerlendirmek için kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemlerde tuberositas navicularis'in yerden yüksekliği ile ayak dorsum yüksekliğinin, kesik ayak uzunluğuna olan oranı hesaplanır. Kesik ayak uzunluğu, ilk metatarsofalangeal eklemden topuğun en arka yönüne kadar olan dik mesafenin ölçümüdür (85).

Valgus indeksi ayak bileğinin, topuğun destek yüzeyi üzerindeki deviasyonunun laterale veya mediale olup olmadığını test eden bir formülasyondur. Formüle göre pozitif değerler ayak bileğindeki kaymanın mediale, negatif değerler ise kaymanın laterale olduğunu göstermektedir (86).

Radyografik ölçümler ayakta duruş pozisyonunda ayak üzerine tam ağırlık verilen pozisyonda anteroposterior ve lateral grafipler üzerinden gerçekleştirilir. Elde edilen grafipler üzerinden kalkaneal eğim açısı, talohorizontal açı, talokalkaneal açı, ark yüksekliği gibi ölçümler yapılabilmektedir. Radyografik ölçümler kolay ulaşılan veya her an kolayca uygulanabilen yöntemler değildir fakat direkt kemik yapıyı gösterdiği için daha güvenilir yöntemlerdir (87).

2.11. Propriosepsiyon

Propriosepsiyon bir duyu çeşididir. Duyuların tanımlanması ve tarihçesi Aristoteles'e kadar uzanmaktadır. 1557 yılına gelindiğinde Julius Caesar Scaliger eklemlerdeki hareket duyusunu '*lokomasyon hissi*' adıyla tanımlamıştır. 1826'da ekstremite hareketleri ve pozisyon hissi, Sir Charles Bell tarafından '*kassal his*' terimiyle ifade edilmiştir. Bell'e göre bilgi beyne kaslar ile taşınmakta, beyinden gelen emirler kaslara iletilmektedir. 1880'de Henry Charlton Bastian ise bilginin hem kaslar hem de tendon, ligament, menisküs ve deri yapılarının da katkısıyla gerçekleştiğini söylemiş, '*kassal his*' yerine '*kinestezi*' teriminin kullanılmasını önermiştir (88). Propriosepsiyon,

terimi ilk kez 1900'lerin başlarında Sherrington tarafından tanımlanmıştır. Sherrington'a göre propriosepsiyon, proprioseptif alandan çıkan afferent bilgidir ve bu afferent bilgi, kaynağı olan mekanoreseptörler veya proprioseptörler tarafından meydana getirilir. Bunun yanı sıra Sherrington duyuların tanımları üzerinde de çalışmış, kas, tendon ve eklemden gelen duyuları propriosepsiyon, iç organlardan gelen duyuları interosepsiyon ve cilt, göz ve ağız vb. duyu organlarından gelen duyuları eksterosepsiyon olarak tanımlamıştır (88, 89). Propriosepsiyon, "eklem hareketi (kinestezi) ve pozisyon hissi özelliklerini kapsayan dokunma duyusunun özelleşmiş bir şekli" olarak da tanımlanmaktadır (90). Propriosepsiyon latince Proprius kelimesinden gelip 'yalnız başına olma' anlamını taşımaktadır. Bununla birlikte vücudun pozisyon duyusunu iletme, bilgiyi yorumlama ile hareket ve postürü yapacak uyarıya bilinçli veya bilinçsiz yanıt verme yeteneğidir. Propriosepsiyon, eklemlerimize bakmadan onların hangi konumda ve pozisyonda olduklarını bilmemizi, bununla beraber ayakta dururken dengemizi korumamızı sağlar. Düzgün bir şekilde yazmamıza, koşmamıza, zıplamamıza, bir şeyleri fırlatmamıza vb. fırsat verir (91). Propriosepsiyon için yapılan farklı tanımlamalar kavram kargaşası da oluşturmuştur. Örneğin, literatürde eklem pozisyon duyusu (EPD), kinestezi ve propriosepsiyon kavramları sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılmaktadır fakat birçok yazar bu terimlerin birbirinin yerine kullanılmasına karşı çıkmıştır (19, 92, 93). Genel tanım şu şekildedir; Propriosepsiyon, eklem pozisyon duyusu ve eklem hareket duyusundan (kinestezi) oluşmaktadır. EPD; bir eklemin uzaydaki pozisyonunun farkında olunması şeklinde tanımlanır ve statik bir fenomendir. Kinestezi ise; eklem hareketinin farkındalığı olarak tanımlanır ve dinamiktir (19).

Propriosepsiyonun doğuştan mı var olduğu ya da edinsel bir faktör mü olduğu konusunda soru işaretleri bulunmaktadır. Jerosch ve ark. tarafından propriosepsiyonun edinsel ve geliştirilebilir olduğu bildirilmiştir (20). Proprioseptif duyunun somatik duyularla entegre olmasıyla, efor hissi olarak adlandırılan bir kavram daha ortaya çıkmıştır. Bu kavram ile beyinden kaslara gönderilen motor bilginin büyüklüğü kastedilmektedir. Farklı terimlerle tanımlanabilen bu kavram algılanan efor olarak ölçülmektedir. Efor algısı fiziksel bir görevin ne kadar yorucu, zor olduğunun bilinçli hissidir (94). Efor hissi 1960'larda Gunnar Borg tarafından söylenmiştir ve Borg efor algısını ölçmek için algılanan efor derecesi ölçeği ve kategori oranı ölçeği olarak bilinen ölçekleri geliştirmiştir (95). Efor hissi kişinin yaptığı egzersizin veya aktivitenin iş yüküne bağlı olarak değişir. İş yükü artarsa efor hissi de artmaktadır. Beslenme şekli, çevresel

faktörler, duygular, ruh hali, ağrı, öz yeterlilik gibi faktörler efor hissini etkilemektedir (96, 97).

Cerebrumun motor alanlarından duyuusal alanlarına ‘korollary deşarj’ olarak adlandırılan sinyaller iletilmesiyle efor hissini entegrasyonu sağlanır. Bilişsel faktörlerin de efor hissi üzerinde önemli olduğunu söyleyen çalışmalar bulunmaktadır. Efor hissini algılanmasında gyrus cinguli, lobus insularis, thalamus ve tamamlayıcı motor alanlarda aktivasyon görüldüğü belirtilmiştir (98).

2.11.1. Proprioepsiyonun Nörofizyolojisi

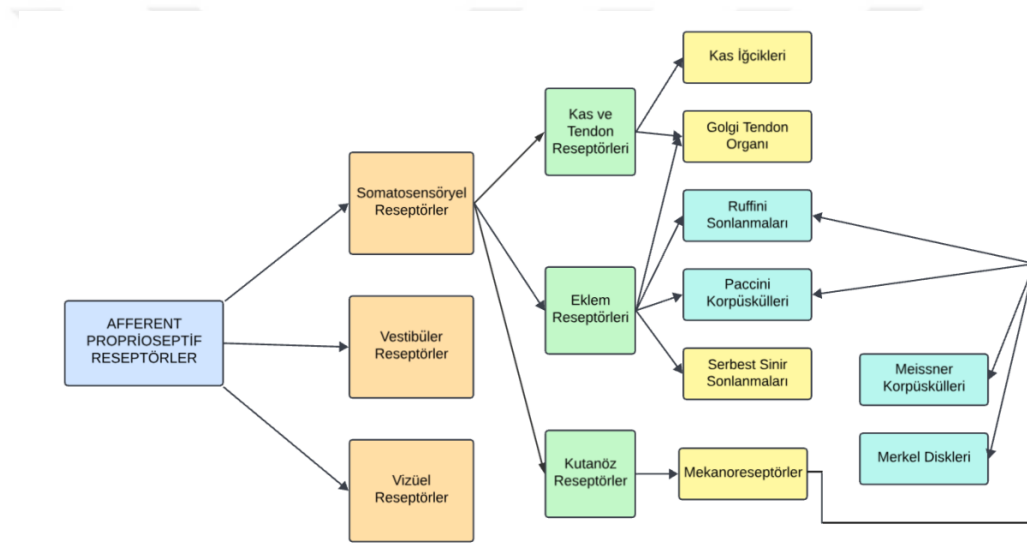
Bilinçli veya bilinçaltı olarak gerçekleştirilen kas aktivitesi ve eklem hareketi, cerebrum ve medulla spinalis tarafından alınan ve işlenen çok yönlü duyuusal girdinin ürünleridir. Muskuloskeletal kontrolde, hareketin algılanması ve uygulanmasına merkezi sinir sistemi (MSS) aracılık eder. MSS, üç ana alt sistemden girdi alır; somatosensöriyel sistem, vestibüler sistem ve vizüel sistem (99).

Mekanoresepsiyon; dokunma, eklem hareketi, kas gerilmesi gibi mekanik girdiler ile doku mekanoreseptörlerinin uyarılması sonucu oluşan süreç olarak tanımlanmaktadır. A- α ve A- β lifleri mekanoreseptif bilgiyi MSS'ye taşımaktadır. Proprioepsiyon ise kinestezik farkındalık olup serebellum ve serebral kortekse gelen vizüel, vestibüler ve dokulardaki mekanoreseptör girdilerin entegrasyonu sonucunda meydana gelmektedir (91, 100).

Somatosensöriyel reseptörler kaslar, tendonlar, eklemler ve diğer dokularda bulunurlar. Genel olarak ağrı, ısı ve mekanoreseptivite olmak üzere üç tip somatik duyu tanımlanmıştır. Proprioepsiyon; mekanoreseptif duyarlılığın dokunma ve özellikle pozisyon kısmıyla ilişkilidir. Proprioepsiyon, pozisyon duyusunun statik ve dinamik yönlerini kapsar. Statik duyu bir vücut bölümünün diğerlerine göre bilinçli oryantasyonunu verir. Dinamik duyu bir hareketin yönü ve hızıyla ilgili nöromusküler sisteme geri bildirim sağlar (101). Proprioepsiyonun aksine, *somatosensöriyel* (somatosensasyon) terimi daha genel bir ifadedir. Somatosensöriyel bilgilerin bilinçli olarak algılanması; ağrı, sıcaklık, taktil (dokunma, basınç vb.) ve şuurlu proprioepsiyon duyularının katkılarıyla olmaktadır. Şuurlu proprioepsiyon, somatosensoryal duyuların bir alt bileşenidir ve bu nedenle terimler birbirinin yerine kullanılmamalıdır (93).

Vücut, somatik duyuşal reseptörler aracılığıyla dış çevre ile ilgili bilgiyi sağlar. Ancak bunun yanında vücut; kendine bağılı her uzvun uzaydaki konumunu, hareket edip etmediğini, hareket ediyorsa bu hareketin hangi yönde ve ne kadar hızda olduğunu bilmek için ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duyar. Proprioepsiyon ise bu benlik duygusunu oluşturur ve iki temel işlevi vardır. Birincisi, uzuvların hareket sırasındaki konumları ile ilgili bilgi edinmektir. İkincisi ise proprioseptif bilgidir ve proprioseptif bilgi özellikle öğrenme sırasında birçok hareketi doğru bir şekilde yönlendirmek için gereklidir (102).

Motor kontrolün ince ayarlanması için gerekli afferent bilgi; somatosensöryel, proprioseptif, görsel ve vestibüler reseptörler ile sağlanmaktadır (Şekil 2) (103).



Şekil 2. Afferent proprioseptif reseptörler (Ergen'den 103)

2.11.2. Kas ve Tendon Reseptörleri

İstemli hareket eden iskelet kaslarında iki tane mekanosensitif proprioseptör vardır; kas iğciğı (Kİ) ve golgi tendon organı (GTO). Kİ, kasların gerilme uzunluğunu ve hızını ölçerken; GTO, tendonlardaki gerginliği ölçerek bir kas tarafından oluşturulan kuvveti ölçer. İkisi birlikte, kas hareketinin algılanmasını sağlar. Her iki reseptör farklı duyarlılığa sahiptir ve bu duyarlılık hem reseptörün kendi hücresel yapısına hem de dokulardaki lokalizasyonuna bağılıdır. Kİ, kas içerisinde intrafusall kas lifi olarak isimlendirilen özelleşmiş liflerde bulunur. GTO, kas-tendon bileşkesinde yer alır. İntrafusall kas lifleri kuvvet üreten liflere (ekstrafusall lifler) paralel olarak yer alır (102).

GTO nörotendinöz iğcik olarak da adlandırılmıştır (5). GTO ektrafusalliflere seri bağlanmış halde bulunur. İskelet kas lifleri ile tendon arasında bulunan GTO'nun yapısında grup Ib aksonlarının serbest sinir uçları bulunur. Pasif gerilme veya aktif kasılma sonucu kasta gerginlik oluştuğunda, kollajen lifler sıkışma gösterir ve mekanosensitif sinir uçlarını uyarır. Böylece aksiyon potansiyeli oluşumu tetiklenir.

Kİ'nin işlev ve yapısı karmaşıktır. Çoğu iskelet kasında bulunurlar ama özellikle ince motor kontrol gereken kaslarda yoğun şekilde yer alırlar (104). Kİ, kasta kuvvet üretimini sağlamaz, tamamen duysal işlev ile ilgilidir. Grup Ia aksonları dinamik kas uzunluğunun değişikliğine karşı çok hassastır. Grup II aksonları ise kasın statik uzunluğunu tespit eder; başka bir deyişle, yavaş yavaş adapte olan reseptörlerdir. Kİ'nin orta gerilime duyarlı liflerinin uç kısımları, kontrakte olabilen lifler içermektedir. α motor nöronlar kuvvet üreten ektrafusallifleri uyardığında, ektrafüzalliflere paralel olarak bağlanan intrafüzallifler γ motor nöron (fusimotor sinirler) uyarımı ile kontrakte olurlar. Bu sinirler uyarıldığında Kİ'nin uçları kasılır ve iğcik merkezinin aksi yönünde çekilir. Tüm kas kontraksiyonu ile Kİ gerildiğinde, afferent nöronlar deşarj olurlar (102).

Afferent bilgi intrafüzalliflerden alındıktan sonra merkezi sistemde yorumlanır. Afferent geri bildirim sonrası MSS'den giden efferent bilginin kopyası, duyu merkezine taşınır. Kastaki kontraksiyon sonucu alınan afferent geri bildirimden, bu efferent kopya çıkarılarak hata denetimi yapılır ve kastaki hareketin doğruluğu tespit edilir. Böylece proprioseptif feedback sağlanarak yapılan hatalar azaltılır, hareketin hızı, şiddeti ve şekli düzenlenir. Kas reseptörleri propriosepsiyonda önemli rol oynarlar. Ancak kas reseptörleri tek başına proprioseptif doğruluk için oldukça zayıf almaktadır. Bu nedenle normal ve kaliteli propriosepsiyon için eklem çevresi, eklem içi ve deri reseptörlerinin kas reseptörlerine eşlik etmesi gerekmektedir (105). Kas reseptörlerine ek olarak, eklemlerin bağ dokularında; özellikle kapsül ve ligament içinde çeşitli mekanoreseptörler bulunur. Bunlar Ruffini sonlanmaları, Paccinian korpüskülleri ve serbest sinir uçlarıdır. Bu reseptörler eklemdaki hareketin açısı, yönü ve hızındaki değişikliklere yanıt verir. Reseptörlerin çoğu hızla adapte olur. Bu da hareketli bir eklem hakkındaki duysal bilgilerin zengin olduğu anlamına geldiği şekilde yorumlanmaktadır. Bir eklemin dinlenme pozisyonunun afferent bilgisini taşıyan sinirler azdır. Yine de gözlerimiz kapalıyken bile bir eklemin pozisyonunu yargılamakta oldukça isabetliyizdir. Eklem açısını tahmin etmek için eklem reseptörlerinden gelen bilgilerin; Kİ, GTO ve kutanöz

reseptörlerden gelen bilgilerle birleştirildiği görülür. Örneğin total kalça artroplastisi sonrası hastanın tüm kalça eklemi mekanoreseptörleri gitmiş olsa da, hastalar hala uylukları ve pelvisleri arasındaki açığı söyleyebilirler (102).

2.11.3. Kutanöz Reseptörler

Yanıt oluşturdıkları uyarının tipine göre alt sınıflara ayrılan kutanöz reseptörler; mekanoreseptörler, termoreseptörler ve nosiseptörler olarak üç grupta incelenirler. Kutanöz reseptörler, proprioseptörler olarak düşünülemez ancak sağladıkları bilgiler pozisyon duyusunu ve hareketi tamamlar. Mekanoreseptörler bir cismin deriye teması ya da basıncı gibi mekanik uyarılara yanıt verirler. Hızlı adapte olan Meissner ve Paccinian korpüskülleri uyarının başında ya da sonunda yanıt oluştururken, yavaş adapte olan Merkel diskleri ve Ruffini sonlanmaları uyarı devam ettiği sürece yanıt oluşturmaya devam eder. Termoreseptörler deri sıcaklığına duyarlıdır. Soğuk ve sıcak reseptörler olmak üzere iki tip termoreseptör vardır. Nosiseptörler ise organizmayı tehdit ve tahrip eden uyarılara yanıt verir (104).

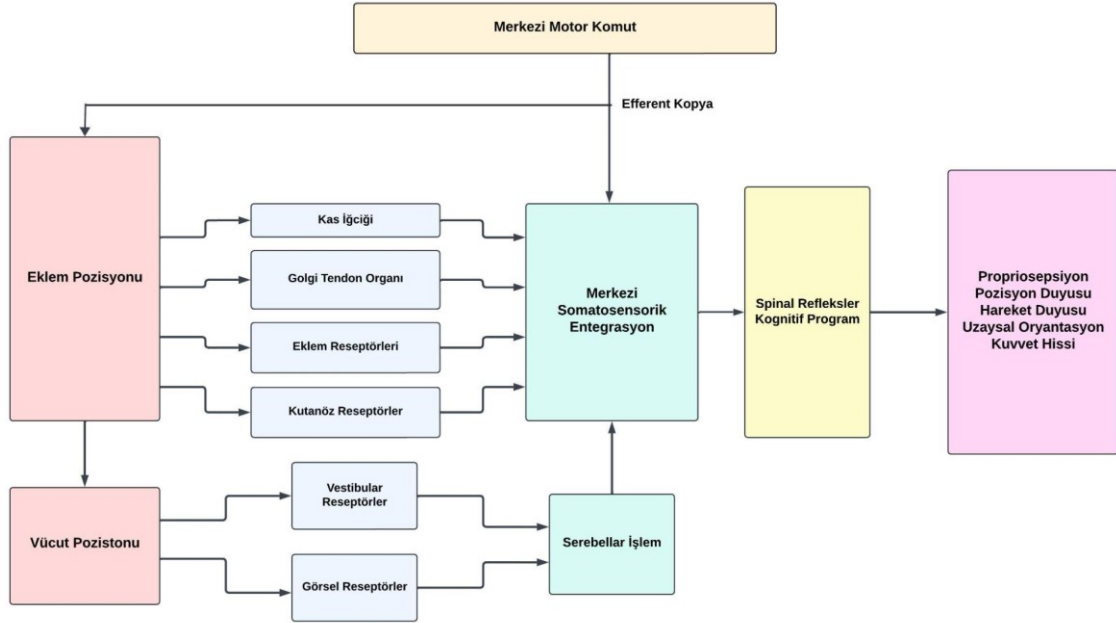
2.11.4. Eklem Reseptörleri

Eklem reseptörleri kemiklerde, eklemi çaprazlayan ligamentlerde, eklem kapsüllerinde ve kaslarda bulunmaktadır. Reseptörlerin büyük çoğunluğunu serbest sinir sonlanmaları oluşturur (5). Artiküler Ruffini ve Paccinian korpüskülleri kapsülde, periartiküler dokularda ve ligamentlerde yer alır. Yavaş uyum sağlayan Ruffini reseptörleri eklem çevresi ve bağ dokudaki yer değişikliklerine yanıt verir. Bu reseptörler ekstansiyon veya rotasyon gibi eklem kapsülünde stres oluşturan eklem hareketleri sırasında uyarılır. Paccinian korpüskülleri eklemde oluşan yüksek hız değişimlerine hızlıca adapte olur bu nedenle kompresyona duyarlı oldukları düşünülür (91, 93, 99).

Eklemde bulunan mekanoreseptörler, eklem hareket sınır dedektörleri, eklem kompresyon sensörleri olarak işlev görür ve zararlı yoğun uyarıların varlığını tespit ederek aşırı eklem hareketini önler, eklemi korur. Kinestezinin hızlı adapte olan mekanoreseptörler tarafından algılandığı, eklem pozisyon hissi ve eklem pozisyonundaki değişikliklerin algılanmasında yavaş adapte olan reseptörlerin daha fazla rol oynadığı düşünülmektedir (99).

Jerosch ve Prymka propriosepsiyonun somatosensorik entegrasyonunu ve motor düzenlenmesini, mevcut anlayışını temsil edecek şekilde derlemiştir (Şekil 3).

Proprioepsiyonun; vücudun fiziksel durumuyla ilgili olan hareket, tendon ve kastan gelen proprioseptif afferent duyuların, ayak tabanından gelen basınç duyusunun ve denge duyusunun entegrasyonu ile oluşacağını belirtmişlerdir. Ancak merkezi sinir sisteminin proprioepsiyon üzerindeki etkisinin açıkça bilinmediğini fakat bu bilinmeyenlere rağmen, proprioepsiyonun önemi konusunda görüş birliği olduğunu bildirmişlerdir (20).



Şekil 3. Proprioepsiyonun somatosensorik entegrasyonu (Jerosch'dan 20)

2.11.5. Merkezi Sinir Sistemindeki Proprioseptif Yollar ve Bölgeler

Proprioseptif impulsların bir bölümü cortex cerebriye gider. Bu tür duyulara bilinçli (şuurlu) proprioepsiyon denir. Bir kısmı da cortex cerebriye uğramadan cerebelluma gider. Bunlara da bilinçaltı (şuuraltı) proprioepsiyon denir. Vücut pozisyonunun algılanması ve uygun zamanda yeterli motor uyarı ile dengenin sağlanması bilinçli proprioepsiyon sayesinde gerçekleşmektedir. Bilinçaltı proprioepsiyon ise bu fonksiyonları isteğimiz dışında gerçekleştirmektedir. Eklem çevresindeki kas ve ligamentlerin aktivitelerinin kontrolü monosinaptik ve polisinyaptik spinal refleksler sayesinde gerçekleştirilir. Ganglion spinaledaki nöronların santral uzantıları medulla spinalise (MS) sulcus posterolateralisten altı-yedi afferent lif demeti şeklinde girer. Bu lifler radix posterior'dan (sensoria) girdikten sonra substantia alba içinde üst seviyelere

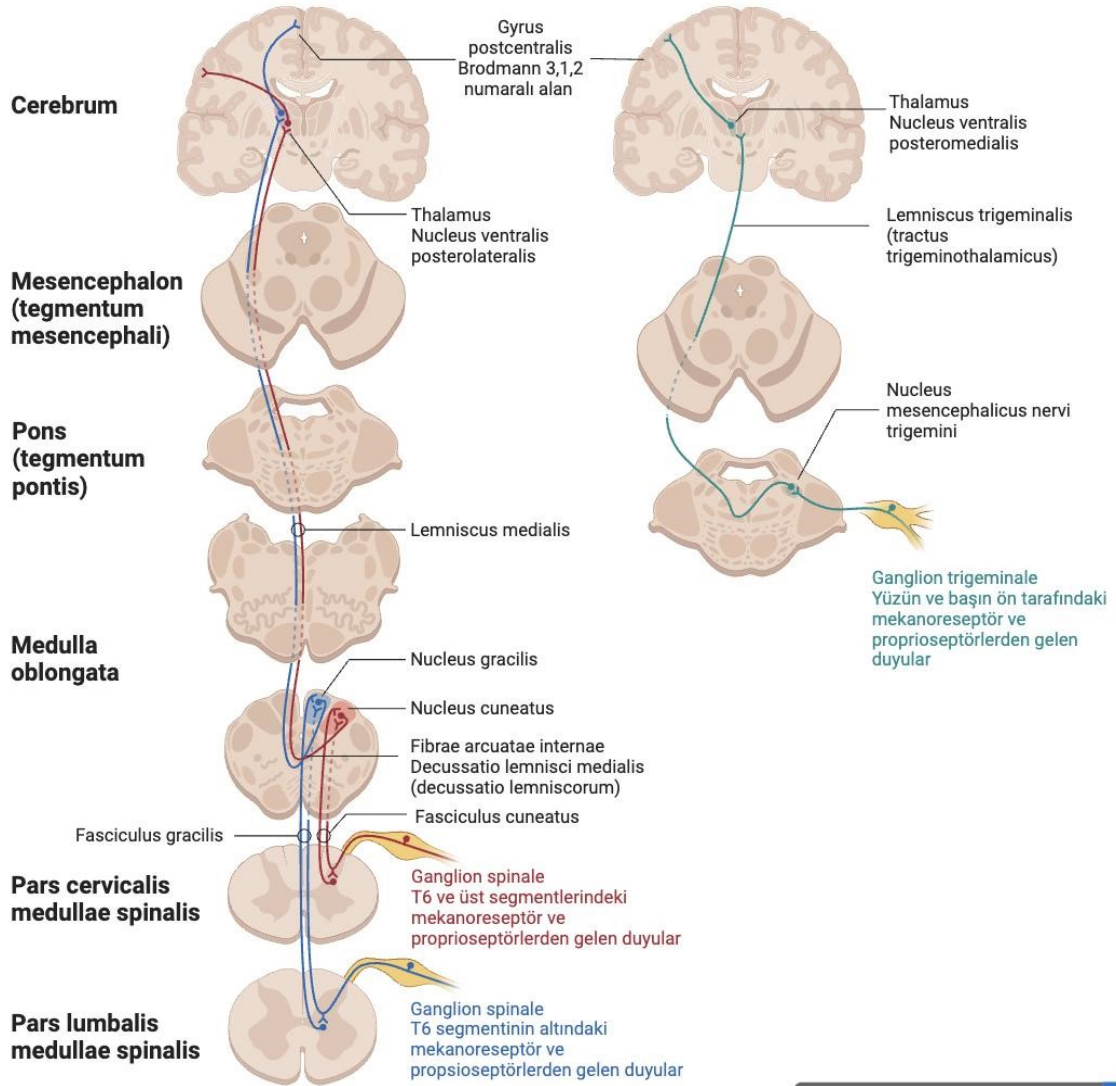
taşınır. Çıkan afferent aksonların kollateral dalları; impulsların internöronlara iletilmesini sağlayarak intrasegmental ve intersegmental reflekslerde görev alır (106).

Kortikal seviyedeki refleksler ileri beslemeli 'feedforward' inhibisyon, periferel uyarıdan oluşan refleksler ise geri beslemeli 'feedback' inhibisyon ile düzenlenir. Bu inhibisyon sistemleri hareketin hızı, başlangıcı ve sınırlarını belirlemede önemli rol oynamaktadır. Spinal seviye refleksleri de bu sistemlerden etkilenen kas için agonist-antagonist aktivitenin kontrolünde etkilidir (107).

Fasciculus Gracilis: Funiculus posterior'un medial kısmındaki geniş bir yoldur. T6 segmentinin altından; gövdenin alt yarısından, alt ekstremiteden ve perineum'dan proprioepsiyonu alır. Kutanoz mekanoreseptörlerden algılanan iki nokta ayırımı, Pacinian korpüskülleri ile algılanan vibrasyon, Kİ ve GTO tarafından alınan pozisyon duygusu ile eklem reseptörlerinden alınan kinestezi duygusu funiculus posterior'da ipsilateral olarak taşınır. Medulla spinalis torakal 6. segmentinin (T6) üst tarafında medialde fasciculus gracilis'te yükselir. Duyuların 1. nöronları ganglion spinale'de yer alır. Nöronların santral uzantıları fasciculus gracilis'te yükselerek medulla oblongata seviyesinde nuc. gracilis (Goll çekirdeği)'teki 2. nöronlarla sinaps yapar. 2. nöron uzantıları decussatio lemnisci medialis denilen çaprazdan sonra kontralateral tarafta lemniscus medialis adıyla yükselir thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis'te (VPL) 3. nöronuyla sinaps yapar. Bu nöronun uzantıları capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek gyrus postcentralis'teki primer somatik duyu korteksi olan 3,1,2 numaralı Brodmann alanının üst kısmına projekte olur (Şekil 4) (5).

Fasciculus Cuneatus: Fasciculus gracilis ile aynı duyuları T6 segmentinin üst kısmından taşıyarak funiculus posterior'un lateralinde ipsilateral olarak yükselir. Duyuların 1. nöronları ganglion spinalede yer alır. Bulbustaki nuc. cuneatus'taki (Burdach çekirdeği) 2. nöronlarla sinaps yapar ve fasciculus gracilis ile birlikte yükselir. 2. nöron uzantıları decussatio lemnisci medialis denilen çaprazı yapar. Thalamus'taki VPL'de 3. nöronla sinaps yapar, 3. nöronun aksonları capsula interna'nın crus posterius'undan geçtikten sonra gyrus postcentralis'teki primer somatik duyu korteksi olan 3,1,2 numaralı Brodmann alanının alt kısmına projekte olur (Şekil 4) (5).

Bilinçli Proprioepsiyon Yolu



Şekil 4. Bilinçli proprioepsiyon yolu

Tractus Spinocerebellaris Anterior (Gowers Traktusu): Alt ekstremiteden ve gövdenin alt bölümünden cerebrum'a gitmeyen proprioepsiyonu taşır. Özellikle GTO'dan tüm alt ekstremitenin postür ve uyumlu hareket bilgilerini taşır. Ganglion spinale'deki 1. nöronların periferik uzantıları proprioseptif bilgiyi alır. Santral uzantıları, medulla spinalis'in torakal ve lumbosakral segmentlerinde, lamina V-VII'de bulunan 2. nöronlarla sinaps yapar. İkinci nöronların uzantılarının büyük bölümü commissura alba anterior'da çapraz yapar ve funiculus lateralis'in ön bölümünde tractus spinocerebellaris anterior olarak yükselir. Pedunculus cerebellaris superior (brachium conjunctivum)'dan

cerebellum'a girer. Cerebellum'un beyaz cevherinde bir çapraz daha yapar ve cerebellum'un ön lobunda sonlanır. Ek olarak serebellar çekirdeklere (nucleus globosus ve nucleus emboliformis) kollateraller verir. Bu yol, birisi medulla spinalis'te, diğeri cerebellum'da olmak üzere iki defa çapraz yapar (5).

Tractus Spinocerebellaris Rostralis: Tractus spinocerebellaris anterior'un, üst ekstremiteler ile ilgili karşılığıdır. GTO'dan aldığı propriosepsiyonu taşır. İkinci nöronları C5(C4)-C8 segmentlerinde lamina V-VII'de yer alır. İkinci nöronlarının uzantıları ipsilateral olarak tractus spinocerebellaris rostralis adı ile funiculus lateralis'te yükselir. Pedunculus cerebellaris inferior'dan geçip, cerebellum'un ön lobunda sonlanır (5).

Tractus Spinocerebellaris Posterior (Flechsig Traktusu): Alt ekstremitelerin tek bir kasının ya da aynı eklemden hareket yaptıran sinerjistik kasların postür ve hareket koordinasyonundaki proprioseptif bilgilerini Kİ'den cerebellum'a taşır. Ganglion spinale'deki 1. nöronların nöronların periferik uzantıları propriosepsiyonu alırken santral uzantıları C8-L3 (veya T1-L2) segmentlerinde, funiculus lateralis'te lamina VII'de bulunan nucleus thoracicus posterior'daki (Clarke çekirdeği, nucleus dorsalis) 2'nci nöronlarla sinaps yapar. Bu çekirdeklerin C8-L3 segmentlerinde oluşturduğu sütuna Clarke sütunu adı verilir (L3 segmenti altındaki segmentlerle ilgili birinci nöron aksonları fasciculus gracilis içinde yükselerek L3 segmentine ulaşır). İkinci nöronların uzantıları, tractus spinocerebellaris posterior adı ile ipsilateral yükselir. Pedunculus cerebellaris inferior'dan (corpus restiforme) geçip, alt ekstremitelerde reflekslerin ve kas tonusunun düzenlenmesi için cerebellum'un ön lobunda sonlanır (5).

Tractus Cuneocerebellaris: Üst ekstremitelerden bilince gitmeyen propriosepsiyonu taşır. Tractus spinocerebellaris posterior'un T1 (veya C8) yukarısında kalan segmentlerle ilgili karşılığıdır. Ganglion spinale'deki 1'inci nöronların periferik uzantıları Kİ'den propriosepsiyonu alırken santral uzantıları fasciculus cuneatus içinde ipsilateral yükselerek, nucleus thoracicus posterior (Clarke çekirdeği)'un karşılığı olarak bulbus'ta bulunan nucleus cuneatus accessorius'taki 2'nci nöronlarla sinaps yapar. Çekirdekteki ikinci nöronların uzantıları bir kavis yapar (fibrae arcuatae externae posteriores) ve tractus cuneocerebellaris adı ile ipsilateral pedunculus cerebellaris inferior'dan geçip cerebellum'un ön lobunda sonlanır (5).

Tractus Spinoolivaris (Helweg Traktusu): Kas tendon ve deriden gelen proprioseptif impulsları, hareketin koordinasyonu ve dengeyi sağlamak için cerebellum'a

taşıır. Lamina IV-VIII'deki ikinci nöronların bir bölümü çaprazlaşarak funiculus anterolateraliste üst segmentlere yükselir ve medulla oblongata'da yer alan nuc. olivaris inferior'da 3. nöronu ile sinaps yapar. Buradaki üçüncü nöronun uzantıları tr. olivocerebellaris adıyla pedunculus cerebellaris inferior'dan cerebelluma girer (5).

Fasciculus Proprius: Tüm medulla spinalis boyunca bilateral olarak bulunur ve substantia grisea'nın etrafındadır. Propriospinal nöronların (spinal kommissural internöronlar), medulla spinalis'in çeşitli seviyelerini birbirine bağlayan, çıkan-inen ve çapraz yapan-çapraz yapmayan uzantılarının oluşturduğu yollardır. Substantia alba ile substantia grisea'nın karşılaşma yerinde bulunurlar. Motor fonksiyonla ilgilidirler. Başarılı hareket, çok sayıda eklem ve uzuvdaki birden çok kasın hassas koordinasyonunun yanı sıra birden çok gövde ve dengeleyici kasın aynı anda devreye girmesine bağlıdır. Propriospinal yollar, üst ekstremiteler, gövde ve alt ekstremitelerin kaslarını kontrol eden motor devreleri birbirine bağlayarak vücudun farklı bölgelerini koordine ederler. Propriospinal nöron uzantıları medulla spinalis'teki nöronların büyük bölümünü oluşturmaktadır. Spinal fonksiyonlarda intersegmental ve intrasegmental reflekslerde koordinasyonu sağlar (5).

2.11.6. Proprioepsiyon Değerlendirmesi

Proprioepsiyonu değerlendirmek için üç temel test tekniği vardır. Threshold to detection of passive motion (TTDPM) testi olan pasif hareketi algılama eşiği testi (PHAE), joint position reproduction (JPR) testi olan eklem pozisyonu eşleme olarak da bilinen eklem pozisyonu reproduksiyon testi (EPR) ve active movement extent discrimination assessment (AMEDA) testi olan aktif hareket açıklığı ayırımı değerlendirmesidir. Bu testler farklı kavramlardan geliştirilmiştir ve farklı test koşulları altında gerçekleştirilebilir (108).

TTDPM Testi: Bu yöntemde katılımcının test edilen ekstremitesi bir düzeneğin içerisine yerleştirilir. Bu düzenek bilgisayar ile entegredir ve test edilen eklem çok yavaş hareket vermeye başlar. Bu hareketin hızı genellikle 0.2 ya da 0.5 derece/sn'dir. Test sırasında katılımcının gözleri kapalı tutulur ve elinde düzeneği durdurabilen bir buton bulunmaktadır. Katılımcıdan hareketi ilk algıladığı anda butona basarak sistemi durdurması istenir. Ne kadar kısa sürede hareketi algılıyor ise proprioepsiyonunun o kadar iyi olduğu varsayılır. Bu yöntemde kaslar aktif hareket etmediğinden kas reseptörleri ile ilgili proprioseptif yollar test edilmez, daha çok bağların gerginliği üzerinden bağ patolojilerinin saptanması amaçlanır (109, 110).

AMEDA Testi: Test aktif hareket kullanılarak gerçekleştirilir. Her katılımcıyla, veri toplama işlemine başlamadan önce AMEDA cihazıyla alıştırma seansı yapılır; burada örneğin beş hareket uzaklığı en küçükten (pozisyon 1) en büyüğe (pozisyon 5) 3 kez deneyimlenir: toplamda 15 hareket denemesi yapılır. Bundan sonra katılımcılara beş pozisyon 10'ar kez rastgele sunularak toplam 50 hareket yaptırılır. AMEDA test protokolündeki her denemede, sabit bir hızda hareket gerçekleştirilir ve ardından başlangıç pozisyonuna geri dönülür. Gerçekleştirilen her hareketten sonra başlangıç pozisyonuna geri dönüldüğünde katılımcılardan test hareketinin pozisyon numarası (pozisyon 1,2,3,4 veya 5) hakkında karar vermeleri istenir ancak bu esnada katılımcıya doğruluğu konusunda geri bildirim yapılmaz (108).

JPR Testi: Kişiyi daha önce öğretilen aktif veya pasif eklem pozisyonunun yeniden oluşturabilme yetisi reproduksiyon testleri ile değerlendirilir. Aktif ya da pasif olarak açılı öğretildikten sonra başlangıç açısına geri dönülür ve kişiden öğretilen pozisyonu tekrar aktif ya da pasif oluşturması talimatı verilerek yeniden oluşturması beklenir (111). Pozisyon-eşleştirme testinin fotoğraflık-video kaydı ve pozisyon eşleştirmedeki doğruluğun incelenmesi için gonyometrik ölçüm kullanılmaktadır (112). EPD, belirlenen açığı aktif veya pasif olarak 5°den az hata payı ile tekrar oluşturabilme yeteneğidir. Belirlenen hedef açığı tekrarlararken yapılan hata azaldıkça EPD'nin kalitesi artmaktadır. Test sırasında değerlendiren kişinin el teması mümkün olduğunca sabit olmalı ve fazla dokunsal uyaran vermekten kaçınılmalıdır. EPD'nin değerlendirmesinde gonyometre, elektrogonometre, inklinometre, izokinetik dinamometre, kameralı sistemler ve üç boyutlu hareket analiz düzenekleri kullanılabilmektedir (103, 113, 114).

JPR dört şekilde değerlendirilebilir (115):

- Pasif-aktif yöntem: Burada kişinin ekstremitesinin açısı pasif olarak belirlenir ve aktif olarak bu açığı tekrarlaması istenir.
- Aktif-aktif yöntem: Kişi dışardan yönlendirilerek ekstremitesini belli bir açığa ve tekrar başlangıç pozisyonuna getirmesi, daha sonra aktif olarak bu açığı tekrar oluşturması istenir.
- Pasif-pasif yöntem: Kişinin ekstremitesinin açısı pasif olarak belirlenir. Daha sonra ekstremitesi başlangıç pozisyonundan pasif olarak hareket ettirilir ve test açısını fark ettiğinde haber vermesi istenir.

- Aktif-pasif yöntem: Kişi ekstremitesi aktif olarak belli bir açıya getirilir. Daha sonra pasif olarak başlangıç pozisyonundan hareket ettirilir ve test açısına gelindiğinde haber vermesi istenir.

JPR kişi ayakta (vücut ağırlığı ile), oturur pozisyonda ya da yatarak yapılabilir. Bazı çalışmalarda deriden gelecek uyarıları ortadan kaldırmak için hava yastığı kullanılmıştır (116, 117).

2.12. İnsan Beyni ve Beyinsel Yanlılaşma (Serebral Lateralizasyon)

Serebral lateralizasyon beynin sağ ve sol hemisferleri arasındaki anatomik ve fonksiyonel farklılaşmasıdır ve özel yeteneklerde hemisferlerden birinin diğerine daha baskın olması şeklinde kendini gösterir. Beyin yarım küreleri arasında bir asimetri bulunur. Sol hemisferin konuşma, sağ hemisferin vizüel fonksiyonlarda özel bir dominantlığının olması buna bir örnektir. Asimetride bir hemisfer, karşı hemisfer üzerinde dikkate dayanan bir etki gösterir. Örneğin birçok sözel fonksiyonun gerçekleşmesinde sağ görme alanı dominant iken; diğer çoğu vizüel fonksiyonlarda sol görme alanının dominant olması buna örnektir. Spesifik bir işlem için bir hemisferin diğerine dominant olmasının yanında bu işleme diğer hemisferde katkı sağlar. Dolayısıyla her iki hemisfer de işlem için etki gösterir. Beynin her iki hemisferi yapısal olarak birbiri ile simetrik ve tamamen aynıdır. Fakat işlevsel olarak farklı nitelikler taşır. Bazı özellikler açısından bir hemisfer diğer hemisfere üstünlük gösterir. İnsanda konuşma, yazma ve bazı motor kontrol alanların fonksiyonları genellikle bir hemisferde daha fazla gelişmiştir. Bu sebeple bu hemisfere dominant hemisfer, diğer hemisfere de non dominant hemisfer denir. Beyin hemisferlerindeki dominantlık serebral dominans olarak tanımlanır. Tüm insanların yaklaşık %95'inde sol hemisfer baskındır. Sol hemisferin dominant olduğu bireylerde el becerilerini yöneten motor alanlar sol hemisferde daha baskın olduğundan sağ el dominansı görülmektedir. Serebral lateralizasyon ise, serebral hemisferlerin bazı özel nörolojik fonksiyonların kazanılması, gerçekleştirilmesi ve kontrolünde gösterilen ayırıcı kabiliyettir. Dominant olan sol hemisferde, verbal zekâ gelişmiştir. Uyarıları ardışık input şeklinde analizleyerek detayları verbal işaretle soyutlar ve mantıksal ve analitik yaklaşımla işler. Yüksek motor kontrol gerektiren, karmaşık, hesaplama (rakamsal işlemler), okuma-yazma, dil ve iletişim sol hemisfere lateralize olmuştur. Non dominant sağ hemisferde ise uzaysal zekâ daha gelişmiştir. Bütünsel-uzaysal işlevlerin kontrolü, dans müzik gibi sanat

yetenekleri, ton ve melodi gibi dilin ölçüsel yapıları, emosyonel durumlar sağ hemisfere lateralize olmuştur (118).

2.12.1. Yan Tercih Etme

Tercih bir şeyi başka bir şeye üstün tutma, önemli sayma anlamına gelir. Yan ifadesi latince lateral teriminin kelime anlamından gelmektedir. Yan tercihi el ve ayak gibi uzuvlarda tek tercih yanına sahiptir. Bu tek yan tercihinin 'lateralite' adı verilir (119).

2.12.2. El Tercihi

El dominansı tek elle yapılan işlerde bu elin daha çok kullanımı kişinin tercihiyle belirlenir, bu el yapılan işlerde diğerine göre fazlaca yetenek kazanır (120). Tercih edilen el işleri daha hızlı ve daha doğru yapar (121). İnsanlar beceri isteyen işlerde bir elini, uzanma gerektiren işler için diğer elini kullanır fakat her zaman böyle değildir. Çünkü kimileri farklı işlerde de aynı elini kullanır (122). El tercihi, tutarlı el tercihi ve tutarsız el tercihi olarak ikiye ayrılır (123). Beceri isteyen aktivitelerin bazılarını bir elle, bazılarını diğer elle yapmaya tutarsız el tercihi; Beceri isteyen aktiviteleri sadece tek el ile yapmaya tutarlı el tercihi denir (124). Coren tarafından (125) 4 alt kategori tanımlanmıştır: kararlı sol, karma sol, karma sağ ve kararlı sağ. Steenhuis ve Bryden (126), sağ dominant olup sol elini de kullananlara karma sağ el, sol dominant olup sağ elini de kullananlara karma sol el demiştir. Elias ve ark. (127) tarafından el tercihi daima sol, genellikle sol, eşit, genellikle sağ ve daima sağ el olarak tanımlanmıştır.

Geschwind ve Behan'a göre, testosteron sol beyni baskılar ve bu da solaklığa yol açmaktadır. Ancak ailede solaklık yani kalıtsal faktörler bu ilişkiyi etkiler. Çünkü ailede solaklığın yaygın olması sağ el yeteneğinin ve tercihinin daha düşük olmasına yol açmaktadır. Hormonal etkenlerin daha çok kalıtsal temeldeki yapılanma üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (128).

2.12.3. Ayak Tercihi

Ayak için tercih bilateral veya unilateral olarak tanımlanır. Bilateral tercih için bir ayak dengelenme, diğer ayak hareket için kullanılmaktadır (129). Unilateral tercih için hem dengelenme hem de yapılan iş tek ayak ile yapılır. Destek için kullanılan ayak tercih edilmeyen, hareket ettirilen ayak tercih edilen ayak olarak tanımlanır (130). Bryden (131) tarafından ayak tercihi tutarlı ayak tercihi ve tutarsız ayak tercihi olarak sınıflandırılmıştır.

Tekme atarken tercih edilen ayak ile atılması tutarlı sayılırken, sandalye üzerine çıkarken daha çok tercih edilmeyen ayak ile çıkılması tutarsız sayılmaktadır.

2.12.4. Çaprazlanmış ve Çaprazlanmamış Yan Tercihi

Tercih edilen el ile aynı taraflı ayağın tercih edilmesine çaprazlanmamış yan tercihi, zıt ayağın tercih edilmesine çaprazlanmış yan tercihi denir. Augustyn ve Peters (132), sağ eli dominant olan kişilerin %72'si sağ ayağını, % 1,5'i sol ayağını, % 26,5'i her iki ayağını kullanmayı tercih ettiğini; sol eli dominant olan kişilerin %54,8'i sol ayağını, %18,7'si sağ ayağını, %26,5'i her iki ayağını tercih ettiğini söylemektedir. Çaprazlanmış yan tercihi sol eli dominant olanlarda yüksektir ve % 20–50 oranında sağ ayaklarını tercih ederler (133).

2.12.5. El ve Ayak Tercihinin Ölçülmesi

El tercihinin değerlendirmek için iki genel yöntem vardır: ya anket kullanarak kişinin beyanı alınır veya günlük işlerdeki performansına bakılır el tercihi kaydedilir ya da spesifik el işi için el performansını ölçülür (134). Literatürde tercih anketleri, beyan, tercihin gözlenmesi ve eller arasındaki performans farkları kullanılmıştır (126, 135, 136).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Gereçler

ALPPM yüksekliğinin ayak bileği propriosepsiyon duyusu ile arasındaki korelasyonu incelemek ve bunların birbirleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla planlanan çalışmamız Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi 1. 2. ve 3. sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirildi. Çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nda değerlendirilmiş ve 29.12.2023 tarihli 24237859-773 sayılı etik kurul kararı ile tıbbi etik açısından uygun bulunmuştur (Ek 1). Çalışmada toplam 65 katılımcıya ulaşıldı. Ulaşılan bireylerde; bir birey alt ekstremitte kanser cerrahisi ile nörolojik etkilenim öyküsünden, iki birey beden kütle indeksinde 30 kg/m² ve üstü olduğundan, bir birey ileri düzey proprioseptif defisiti olduğundan toplam dört kişi çalışma dışı bırakıldı. 61 katılımcı çalışmaya alındı.

Çalışmaya katılan bireyler çalışma hakkında bilgilendirilerek her bireyden bilgilendirilmiş onam formu alındı (Ek 2).

Dahil edilme kriterleri;

- 20-25 yaş aralığındaki bireyler

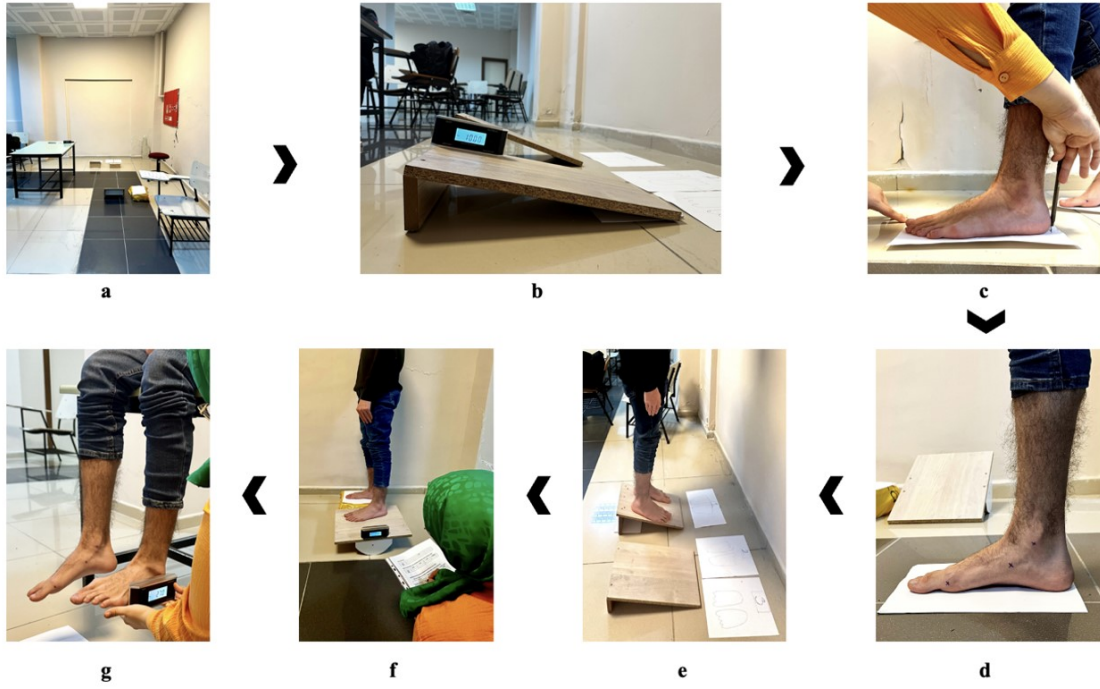
Dışlama kriterleri;

- Konjenital anomalisi olanlar,
- Çalışmadan önceki altı ay içinde herhangi bir alt ekstremitte kas-iskelet yaralanma öyküsü veya düşme öyküsü olanlar,
- Çalışma sırasında soğuk algınlığı veya grip olanlar,
- Çalışma sırasında dengeyi etkileyen herhangi bir ilaç kullananlar,
- Reçeteli ayak ortezleri giyenler,
- Herhangi bir nörolojik veya spesifik ortopedik problemi olanlar,
- Alt ekstremitte eklemlerinde sınırlı hareket açıklığı olanlar,
- Vücut kütle indeksi 30 kg/m² ve üstü olanlar,
- Alt ekstremitte duyu duyarısını etkileyecek herhangi bir nörolojik hastalığı olanlar,
- Pelvis kırığı öyküsü olanlar,
- Çapraz el-ayak tercihi olan bireyler.

3.2. Yöntem

Çalışmamızda hedefimiz ALPPM yüksekliği ile ayak bileği propriosepsiyon duyusu arasındaki ilişkiyi incelemektir. Ölçümler, yanlılık olmaması için sadece çalışma sorumlusu tarafından gerçekleştirildi. Gerekli malzemeler çalışma sorumlusu tarafından karşılandı. Propriosepsiyon testi için gerekli düzenek marangozlara tarif edilerek yaptırıldı. Çalışmanın tarafsızlığını korumak adına çalışma sorumlusu bireylerin baskın olan ve olmayan tarafları hakkında hiçbir bilgiye sahip değildi. Anket değerlendirmesi ile ölçümler birbirinden bağımsız olarak değerlendirildi. Çalışmaya 61 gönüllü birey katıldı.

Değerlendirilen ayaklar NKNY oranlarına göre normal ark grubu ve düşük ark grubu olarak ikiye ayrıldı. Normal ark grubunda 95 ayak (46'sı dominant, 49'u resesif) yer aldı. Düşük ark grubunda 27 ayak (15'i dominant, 12'si resesif) yer aldı. Ölçümler için iş akış şeması oluşturuldu (Şekil 5). Öncelikle katılımcıların ölçümlerinin yapılabilmesi için çalışmaya uygun ortam hazırlandı. Ölçüm cihazları zemin eğimine göre kalibre edildi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından belirlenen standartlara uygun "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" bireylere sunuldu, onayları sonrası değerlendirmeler başladı. Katılımcılara veri kayıt formu ve el-ayak dominansı anketleri uygulandı. Ardından deneklerin ayak uzunluğu ölçüldü ve ALPPM yüksekliğinin ölçümü için pivot noktalar belirlenip işaretlenerek fotoğraflandı. Katılımcılara propriosepsiyon ölçümü için ölçüm düzeni anlatıldı ve katılımcılardan gözler kapalı iken açıları belli tahta bloklar üzerinde düzeneğin ayarlı olduğu açıları öğrenmesi, ardından hem ağırlık aktarılan ve hem de ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda test etmesi istendi. Test sonrası ölçümler bilateral gerçekleştirildi ve ölçüm cihazında gözlemlenen değerler not edildi. Ölçüm sonrası düzenekler dezenfekte edildi.



Şekil 5. İş akış şeması. **(a)** Çalışma ortamının hazırlanması, **(b)** Ölçüm cihazlarının kalibre edilmesi, **(c)** Ayak uzunluğu ölçümü, **(d)** Ark yüksekliği ölçümü, **(e)** Propriocepsiyon açılarının katılımcıya öğretilmesi, **(f)** Ağırlık aktarılan pozisyonda ölçümlerin alınması, **(g)** Ağırlık aktarılmayan pozisyonda ölçümlerin alınması

3.2.1. Veri Kayıt formu

Çalışmaya katılan katılımcılara kişisel bilgiler, yaş, cinsiyet, kilo, boy, BKİ, doğum şekli, ayakkabı numarası, eğitim seviyesi, sigara ve alkol alışkanlığı, spor alışkanlığı ve alt ekstremitte travma öyküsünün kaydedildiği bir anket uygulandı (Ek 3).

3.2.2. El Tercihi ve Ayak Tercihinin Ölçülmesi

Türkçe Geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılmış “Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercihi Anketi” ve “Yenilenmiş Waterloo El Tercihi Anketi” kullanılarak gönüllülerin el ve ayak tercihleri belirlendi (137-139). Her iki ayak tercihi, her iki el tercihi ve çapraz el-ayak tercihi olan bireyler çalışma dışı bırakıldı. Sağ el tercihi ve sağ ayak tercihi olanlar sağ dominant, sol el tercihi ve sol ayak tercihi olanlar sol dominant olarak kaydedildi. Ölçümler “Dominant taraf” ve “Resesif taraf” olmak üzere iki grup şeklinde sınıflandırıldı.

El dominantlığının belirlenmesi: Katılımcıların el dominantlığı “Yenilenmiş Waterloo El Tercihi Anketi” ile değerlendirildi (Ek 4). Anket 36 sorudan oluşmaktadır.

Toplam 72 puan üzerinden artı puan alan sağ dominant el, sıfırdan düşük puan alan sol dominant el olarak kaydedildi (137).

Ayak dominantlığının belirlenmesi: Çalışmaya katılan bireylerin ayak dominantlığı “Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercihi Anketi” ile değerlendirildi (Ek 5). Anket 10 sorudan oluşmaktadır. Toplam 20 puan üzerinden artı puan alan sağ dominant ayak, sıfırdan düşük puan alan sol dominant ayak olarak kaydedildi (137).

3.2.3. Ayak Uzunluğu Ölçümü

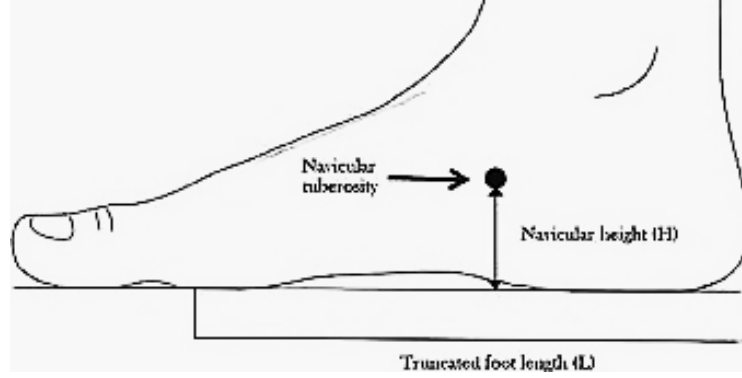
Katılımcılardan beyaz kâğıt üzerine çıplak ayakla basması istendi. Uzun parmak uç noktası ve topuk arkası kâğıt üzerinde işaretlendi (Resim 5). İşaretlenen noktalar arası mesafe fotoğraflanarak ImageJ programı ile ölçüldü.



Resim 5. Ayak uzunluğu ölçümü

3.2.4. Ark Yüksekliği Değerlendirmesi

NKNY, klinisyene ayak yapısına ilişkin ölçülebilir bilgi sağlayan en basit yöntemlerden biridir ve klinik ölçümde kullanımı kolaydır. Klinik ölçüm yöntemlerinden biri olan NKNY ölçümünün, hem anteroposterior hem de lateral görüntülerden ölçülen tüm radyografik açılarla en güçlü ilişkiyi sağlayan yöntem olduğu bildirilmiştir (140, 141).



Şekil 6. Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik ölçümü için pivot noktalar (Murley'den 140)

NKNY ölçümünde tuberositas navicularis'in yerden yüksekliği (NY)'nin kesik ayak uzunluğuna (KAU) olan oranı hesaplanır. Kesik ayak uzunluğu, birinci metatarsofalangeal eklemden topuğun en arka yönüne kadar olan dik mesafenin ölçümüdür (Şekil 6) (142). Tüm ölçümler bilateral gerçekleştirildi. Katılımcılardan yükseltilmiş bir platform üzerinde rahat bir pozisyonda dururken, her iki ayağa eşit ağırlık vermeleri istendi. Ölçüm sırasında ayaklar üzerinde eşit olmayan ağırlık dağılımını önlemek için ölçüm sırasında ileriye bakmaları istendi. Resim 6'da görüldüğü üzere Tuberositas navicularis'in en medial çıkıntısı ile art. metatarsophalangealis I'in medial izdüşümü asetat kalemiiyle işaretlendi (143). Ayağın medial yüzü fotoğraflandı. Fotoğraflama işlemi sırasında ayak medial yüzüne cetvel koyuldu ve fotoğraf çekimi için Iphone 14 Pro Max cihazı kullanıldı. Ölçümler ImageJ programı kullanılarak fotoğraflar üzerinde gerçekleştirildi (140).

NKNY ölçümünün sonuçları değerlendirilirken yaş grubu benzerliği sebebiyle Scott ve ark. çalışması referans alınmıştır. Ayak tipini sınıflandırmak için NKNY oranı 0,21 ve altı olan ayaklar düşük arklı olarak sınıflandırılırken, oran aralığı 0,22 ila 0,31 arasında olan ayaklar normal arklı olarak sınıflandırıldı (140).



Resim 6. Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik ölçümü

3.2.5. Proprioepsiyon Değerlendirmesi

Proprioepsiyonu değerlendirmek için pasif-aktif reproduksiyon testi uygulandı. Reproduksiyon testleri kişi ayakta, oturur pozisyonda ya da yatarak yapılabilir. Literatürdeki bazı çalışmalarda proprioepsiyon değerlendirilirken ayak altından duyu girdisi ile ipucu alınmasını önlemek için ayaklar yere temas etmeden ölçülmektedir. Beyin, spor aktiviteleri ve günlük yaşam aktivitelerinde işlenen tüm duyuşal bilgileri entegre eder. Ayak bileği hareketlerini ve pozisyonlarını belirlemek için eklem etrafındaki vizüel girdiler, mekanoreseptörler, kutanöz reseptörler, vestibüler aparattan gelen bilgiler proprioepsiyon için önemlidir ancak kas içiği ve golgi tendon organının proprioseptif reseptör olarak önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (144-146). Ayakta duruş esnasında yapılan ayak bileği proprioepsiyon testinin ayak ve ayağın anatomik yapıları üzerine yük binmesi, kasların aktivasyonu, eklem kapsülünün uyarılması, deri üzerine duyu girdisinin olması sebebiyle yatma veya oturma pozisyonlarında uygulanmasına kıyasla daha fazla geçerliliğe sahip olduğu kabul edilmektedir (147, 148).

Açısal hareketleri yerçekimine göre kaydeden dijital inklinometre kullanılarak hem ağırlık aktarılan hem de aktarılmayan pozisyonlarda ölçüm yapıldı (149-152). Testler için uzunlukları aynı, açıları farklı tahta blok düzenekler oluşturuldu; 10° dorsifleksiyon (10°DF), nötral pozisyon (0°), 10° plantarfleksiyon (10° PF) ve 20° plantarfleksiyon (20°PF). Tüm testler boyunca bireylerden gözlerini kapalı tutması istendi. Ölçümler aynı kişi tarafından yapıldı. Katılımcı, gözleri kapalı sırasıyla farklı açılardaki blokların üzerine

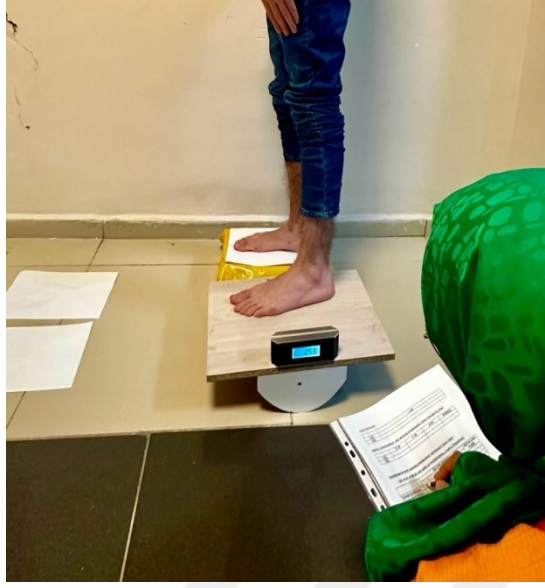
ıkarıldı ve her pozisyonda 5 saniye tutuldu. Her testten önce bireyin teste uyumunu arttırmak amacı ile birer deneme yapıldı (Resim 7).

Yang ve ark. alışmasında ayak bileği proprioepsiyonu değerlendirilirken önce ipsilateral ya da kontralateral tarafta alıştırma denemesinin yapılmasının sağ ve sol taraf için anlamlı fark oluşturmadağı bildirilmiştir (153). Bu sebeple sağ tarafta deneme yapılmış ve sağ ekstremita ile değerlendirmeye başlanmıştır.



Resim 7. Tahta bloklarla açının öğretilmesi

Ağırlık aktarılan test pozisyonu için Active Movement Extent Discrimination Apparatus (AMEDA) benzeri, ortada bir silindiri bulunan düz bir tahta düzenek oluşturuldu. Düzeneğe sabitlenen metal parçalar ve üzerinde bulunan mıknatısı sayesinde dijital inklinometre, düzenek üzerine sabitlendi (Resim 8). Denge bozukluğunu önlemek adına yk vermeden katılımcıdan elleriyle bardan minimal destek alması istendi. Test edilmeyen bacak için de aynı yükseklikte bir basamak oluşturulurken, burada vücut ağırlığının %90'ı aktararak katılımcıdan pasif öğretilen açılardaki eklem hareketini aktif olarak yapması istendi. Katılımcıdan test edilen yukarıda açıklanan açılardaki eklem hareketlerini yaptığı son noktayı söylemesi istendi ve düzenek üzerindeki inklinometrenin ölçtüğü aı kaydedildi. Her hareket 3 tekrarlı yapıldı (108, 148, 154).



Resim 8. Ağırlık aktarılan pozisyon için propriosepsiyon değerlendirme

Ağırlık aktarılmayan ölçüm için Joint Position Reproduction (JPR) Testi uygulandı. Gözleri kapalı olan katılımcılar sırasıyla farklı açılardaki blokların üzerine çalışma sorumlusu tarafından çıkarıldı ve her pozisyonda 5 saniye tutuldu. Pasif olarak açılar öğretildikten sonra ayaklar serbest pozisyonda olacak şekilde yüksek bir sandalyeye (tabandan duyu girişinin önlemek için) oturtularak ayak nötral pozisyona getirildi (Resim 9). Katılımcıdan öğrendiği açıları yeniden oluşturması istendi ve dijital inklinometre kullanılarak her açı ölçülüp kaydedildi (Ek 6). Her hareket 3 tekrar yapıldı (154).



Resim 9. Ağırlık aktarılmayan pozisyon için propriosepsiyon değerlendirme

3.2.6. İstatistiksel Yöntemler

Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelenmiştir. Normallik testi sonucuna göre normal dağılıma uygunluk gösteren değişkenler ortalama ve standart sapma ile normal dağılıma uygunluk göstermeyen değişkenler ise medyan, minimum ve maksimum değerleri ile verilmiştir. Normallik testi sonucuna göre gruplar arası karşılaştırmalarda Mann Whitney U testi ve Bağımsız çift örneklem t testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler n ve yüzde ile verilmiştir. Kategorik değişkenler arasında yapılan karşılaştırmalarda Pearson Ki-Kare testi ve Fisher's Exact testi kullanılmıştır. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile incelenmiş olup, Spearman korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler için SPSS (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanılmış olup $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

ALPPM yüksekliği ile propriosepsiyon arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçladığımız çalışmamızda, araştırma kriterlerine uyan 18-25 yaş arasında 61 sağlıklı katılımcı yer almıştır. Araştırmaya katılan bireylere ait analiz sonuçları aşağıda yer almaktadır.

4.1. Sosyodemografik Özellikler ve Ölçümsel Veri İstatistikleri

Çalışmaya katılan bireylerin %63.93'ü kadın (N=39), %36.07'si erkek (N=22) bireylerden oluşmuştur. Bireylerin yaş ortalaması 21'dir (18-25). Analizi yapılan bireylerin fiziksel ve demografik özelliklerine ait veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Sosyodemografik özellikler ve ölçümsel veri istatistikleri

Değişkenler	Kategoriler	n=61
Cinsiyet	Kadın	39 (%63.93)
	Erkek	22 (%36.07)
Yaş		21 (18-25)
BKİ		22.13±3.45
Dominant taraf	Sağ	58 (%95.1)
	Sol	3 (%4.9)
Ayakkabı numarası		38 (35-45)
Ayak uzunluğu	Dominant	24.94±2.47
	Resesif	24.98±2.60
Spor alışkanlığı	Var	11 (%18.03)
	Yok	50 (%81.97)
NKNY oranı	Dominant ayak	0.28 (0.15-0.31)
	Resesif ayak	0.27 (0.14-0.31)
Navicular yükseklik	Dominant ayak	4.36±0.91
	Resesif ayak	4.26±0.85
Dominant ayak	Normal ark	46 (%75.41)
NKNY derecesi	Düşük ark	15 (%24.59)
Resesif ayak	Normal ark	49 (%80.33)
NKNY derecesi	Düşük ark	12 (%19.67)

NKNY: Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik, BKİ: Beden kitle indeksi

4.2 Ark Yüksekliği ve Değişkenlerin İlişkisi

4.2.1. Ark Yüksekliği ile Cinsiyet Arasındaki İlişki

Katılımcıların cinsiyetleri ile ALPPM yükseklik parametreleri (NY ve NKNY oranı) arasındaki ilişkiyi incelemek için Mann-Whitney U testi, Pearson Ki-Kare testi ve

Fisher's Exact testi uygulanmış olup elde edilen veriler Tablo 2'de sunulmuştur. Sürekli değişkenler medyan (minimum-maksimum) olarak, kategorik değişkenler n (%) şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 2. Navicular yükseklik ve NKNY parametrelerinin cinsiyet ile ilişkisi

		Cinsiyet		p-değeri
		Kadın (n=39)	Erkek (n=22)	
Navicular yükseklik	Dominant taraf	4.10 (2.62-5.63)	4.91 (2.20-6.86)	0.004 ^a
	Resesif taraf	3.88 (2.79-5.97)	4.49 (2.57-6.45)	0.017 ^a
Dominant NKNY	Normal ark	27 (%69.23)	19 (%86.36)	0.216 ^c
	Düşük ark	12 (%30.77)	3 (%13.64)	
Resesif NKNY	Normal ark	29 (%74.36)	20 (%90.91)	0.182 ^d
	Düşük ark	10 (%25.64)	2 (%9.09)	

NKNY: Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik, a: Mann-Whitney U testi, c: Pearson Ki-Kare testi, d: Fisher's Exact test

Dominant taraf NY ölçüm değerleri bakımından cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur ($p=0.004$). Erkek katılımcıların dominant taraf NY ölçüm değerleri, kadın katılımcılara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Resesif taraf NY ölçüm değerleri bakımından da cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır ($p=0.017$). Erkek katılımcıların resesif taraf NY ölçüm değerleri, kadın katılımcılara göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak dominant ve resesif taraf NKNY oranları gruplar arasında cinsiyet açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir (sırasıyla $p=0.216$ ve $p=0.182$).

4.2.2. Ark yüksekliği ile Ayak Uzunluğu Arasındaki İlişki

Katılımcıların dominant ve resesif ayakları için ark yüksekliği NKNY oranı ve NY ölçümü ile ayak uzunluğu arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar Tablo 3, 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. Dominant ve resesif taraf NKNY oranı ile ayak uzunluğu ilişkisi

	Dominant ayak uzunluğu	
	r_s	p-değeri
Dominant ayak NKNY oranı	-0.06	0.664
	Resesif ayak uzunluğu	
	r_s	p-değeri
Resesif ayak NKNY oranı	-0.25	0.053

NKNY: Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik, r_s : Spearman korelasyon katsayısı

Dominant ayak için NKNY oranı (ark yüksekliği) ile ayak uzunluğu arasındaki korelasyon katsayısı, çok zayıf bir negatif ilişki olduğunu fakat bunun anlamlı olmadığını göstermektedir ($r_s=-0.06$; $p=0.664$). Resesif ayak için NKNY oranı (ark yüksekliği) ile ayak uzunluğu arasındaki korelasyon katsayısı, zayıf bir negatif ilişki olduğunu fakat bunun anlamlı olmadığını göstermektedir ($r_s=-0.25$; $p=0.053$).

Tablo 4. Dominant ve resesif taraf navicular yükseklik ile ayak uzunluğu ilişkisi

	Dominant ayak uzunluğu	
	r_s	p-değeri
Dominant ayak navicular yükseklik	0.22	0.082
	Resesif ayak uzunluğu	
	r_s	p-değeri
Resesif ayak navicular yükseklik	0.04	0.781

r_s : Spearman korelasyon katsayısı

Dominant ve resesif tarafta ayak uzunluğu ile NY değeri arasında ilişki bulunmadığı görülmektedir. Ayak uzunluğu ve NY değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$)

4.2.3. Ark yüksekliği ve Spor Alışkanlığı Arasındaki İlişki

Ark yüksekliği parametrelerinin (NKNY oranı ve NY) spor alışkanlığıyla ilişkisi Mann-Whitney U testi ile incelenmiş olup sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur. Veriler medyan(minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir.

Tablo 5. Ark yüksekliği ve spor alışkanlığı ilişkisi

	Spor alışkanlığı		p-değeri
	Yok (n=50)	Var (n=11)	
Dominant ayak NKNY oranı	0.26 (0.15-0.31)	0.30 (0.26-0.31)	0.003 ^a
Resesif ayak NKNY oranı	0.26 (0.14-0.31)	0.29 (0.22-0.31)	0.039 ^a
Dominant taraf navicular yükseklik	4.19 (2.20-5.63)	4.69 (3.70-6.86)	0.113 ^a
Resesif taraf navicular yükseklik	4.32 (2.57-5.97)	4.27 (3.30-6.45)	0.436 ^a

NKNY: Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik, a: Mann-Whitney U testi

Spor alışkanlığı olan grupta dominant ayak medyan NKNY oranı 0.30 (0.26-0.31), spor alışkanlığı olmayan grupta ise 0.26 (0.15-0.31) olarak bulunmuştur. Mann-Whitney U testi sonucunda p-değeri 0.003 olarak bulunmuş ve bu da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$). Spor alışkanlığı olan grupta resesif ayak medyan NKNY oranı 0.29 (0.22-0.31), spor alışkanlığı olmayan grupta ise 0.26 (0.14-0.31) olarak bulunmuştur. Mann-Whitney U testi sonucunda p-değeri 0.039 olarak bulunmuş ve bu da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

Dominant taraf navicular yükseklik ölçüm değerleri ve resesif taraf navicular yükseklik ölçüm değerleri ile spor alışkanlıkları arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

4.2.4. Ark Yüksekliği ve Ayak Tercihi Arasındaki İlişki

Tablo 6, ark yüksekliği ve ayak tercihi arasındaki ilişkinin Mann-Whitney U testi kullanılarak incelendiğini göstermektedir. Tabloda NKNY oranı ve NY değerleri dominant ve resesif taraflar arasında karşılaştırılmıştır. Veriler medyan (minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir.

Tablo 6. Ark yüksekliği ve ayak tercihi ilişkisi

	Dominant (n=61)	Resesif (n=61)	p-değeri
NKNY oranı	0.28 (0.15-0.31)	0.27 (0.14-0.31)	0.506 ^a
Navicular yükseklik	4.41 (2.20-6.68)	4.31 (2.57-6.45)	0.417 ^a

NKNY: Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik, a: Mann-Whitney U testi

Dominant ve resesif taraflar arasında NKNY oranı ve NY değerleri anlamlı bir farklılık göstermemektedir (sırasıyla $p=0.506$ ve $p=0.417$).

4.3. Propriosepsiyon ve Değişkenlerin İlişkisi

4.3.1. Propriosepsiyon ve Cinsiyet Arasındaki İlişki

Tablo 7, propriosepsiyon açısı ortalamaları ile cinsiyet arasındaki ilişkinin Mann-Whitney U testi kullanılarak incelendiğini göstermektedir. Veriler medyan (minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir.

Tablo 7. Propriosepsiyon ve cinsiyet ilişkisi

		Cinsiyet			
		Kadın (n=39)	Erkek (n=22)	p-değeri	
Ağırlık aktarılan pozisyonda	Dominant taraf	10° DF	9.03 (4.20-12.98)	9.04 (5.40-12.25)	0.573 ^a
		Nötral	1.23 (0.23-2.82)	1.15 (0.08-4.12)	0.563 ^a
		10° PF	10.45 (5.30-12.82)	10.89 (6.33-12.58)	0.636 ^a
		20° PF	18.33 (13.88-22.23)	19.63 (10.60-22.80)	0.024^a
	Resesif taraf	10° DF	9.77 (4.58-12.93)	9.41 (4.85-12.27)	0.336 ^a
		Nötral	1.02 (0.17-3.05)	1.14 (0.20-3.08)	0.392 ^a
		10° PF	10.85 (6.17-13.70)	10.49 (5.90-13.73)	0.822 ^a
		20° PF	18.72 (11.55-22.45)	19.43 (9.47-22.63)	0.396 ^a
Ağırlık aktarılmayan pozisyonda	Dominant taraf	10° DF	12.38 (7.63-14.93)	12.30 (8.22-14.97)	0.881 ^a
		Nötral	2.03 (0.53-4.78)	1.85 (0.18-4.78)	0.457 ^a
		10° PF	11.90 (7.42-14.68)	11.17 (5.28-14.88)	0.384 ^a
		20° PF	20.70 (15.35-23.85)	21.24 (11.85-23.47)	0.344 ^a
	Resesif taraf	10° DF	11.77 (7.30-13.88)	10.85 (6.55-13.60)	0.207 ^a
		Nötral	1.87 (0.50-4.78)	1.51 (0.53-6.97)	0.260 ^a
		10° PF	12.43 (9.30-13.90)	12.26 (8.48-13.95)	0.970 ^a
		20° PF	20.93 (16.30-23.97)	20.81 (17.17-23.73)	0.752 ^a

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, a: Mann-Whitney U testi

Dominant taraf ağırlık aktarılan pozisyonda cinsiyetler arasında 20° PF ölçümüne göre anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p=0.024$). Dominant taraf ağırlık aktarılan pozisyonda erkek katılımcıların 20° PF ölçüm değerinin kadın katılımcılara göre yüksek olduğu, cinsiyetler arasında 10° DF, Nötral ve 10° PF ölçümlerine göre farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Dominant taraf ağırlık aktarılmayan pozisyonda cinsiyetler arasında 10° DF, Nötral, 10° PF ve 20° PF ölçümlerine göre farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Resesif taraf ağırlık aktarılan ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda cinsiyetler arasında 10° DF, Nötral, 10° PF ve 20° PF ölçümlerine göre farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Tablo 8. Proprioepsiyon keskinliği ve cinsiyetler arası ilişki

		Cinsiyet			
		Kadın (n=39)	Erkek (n=22)	p-değeri	
Ağırlık aktarılan pozisyonda	Dominant taraf	10° DF fark	1.90 (0.02-7.98)	1.19 (0.15-4.60)	0.090 ^a
		Nötral fark	1.23 (0.23-2.82)	1.15 (0.08-4.12)	0.563 ^a
		10° PF fark	1.87 (0-6.82)	1.63 (0.02-3.67)	0.904 ^a
		20° PF fark	2.05 (0.07-6.12)	1.89 (0-9.40)	0.251 ^a
	Resesif taraf	10° DF fark	1.77 (0.13-5.42)	1.11 (0.12-5.15)	0.396 ^a
		Nötral fark	1.02 (0.17-3.05)	1.14 (0.20-3.08)	0.392 ^a
		10° PF fark	1.43 (0.03-3.83)	2.07 (0.27-4.10)	0.156 ^a
		20° PF fark	2.15 (0.10-8.45)	1.39 (0.08-10.53)	0.439 ^a
Ağırlık aktarılmayan pozisyonda	Dominant taraf	10° DF fark	2.40 (0.08-4.93)	2.31 (0.25-4.97)	0.718 ^a
		Nötral fark	2.03 (0.53-5.22)	1.85 (0.18-4.78)	0.448 ^a
		10° PF fark	2.12 (0.02-4.68)	1.46 (0.02-4.88)	0.669 ^a
		20° PF fark	1.55 (0.05-4.65)	1.54 (0.18-8.15)	0.857 ^a
	Resesif taraf	10° DF fark	1.85 (0.10-3.88)	1.71 (0.20-3.60)	0.641 ^a
		Nötral fark	1.87 (0.50-4.78)	1.51 (0.53-6.97)	0.260 ^a
		10° PF fark	2.43 (0.02-3.90)	2.26 (0.28-3.95)	0.851 ^a
		20° PF fark	1.32 (0.02-3.97)	1.32 (0.10-3.73)	0.922 ^a

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, a: Mann-Whitney U testi

Propriosepsiyon keskinliği ile cinsiyet arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile incelenmiş olup sonuçlar Tablo 8’de aktarılmıştır. Veriler medyan(minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir. Dominant ve resesif taraflarda ağırlık aktarılan ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda cinsiyetler arasında 10° DF fark, Nötral fark, 10° PF fark ve 20° PF fark ölçümlerine göre farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

4.3.2. Propriosepsiyon ve Spor Alışkanlığı Arasındaki İlişki

Propriosepsiyon keskinliği ile spor alışkanlığı arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile incelenerek sonuçlar Tablo 9’da aktarılmıştır. Veriler medyan(minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir.

Tablo 9. Propriosepsiyon ve spor alışkanlığı ilişkisi

		Spor Alışkanlığı			
		Yok (n=50)	Var (n=11)	p-değeri	
Ağırlık aktarılan pozisyonda	Dominant taraf	10° DF fark	1.60 (0.02-5.80)	1.77 (0.90-4.92)	0.302 ^a
		Nötral fark	1.20 (0.25-3.50)	1.35 (0.08-4.12)	0.743 ^a
		10° PF fark	1.89 (0.02-4.70)	0.98 (0-3.67)	0.093 ^a
		20° PF fark	2.04 (0-9.40)	1.37 (0.22-5.70)	0.488 ^a
	Resesif taraf	10° DF fark	1.54 (0.12-5.15)	1.03 (0.18-5.42)	0.482 ^a
		Nötral fark	1.08 (0.27-3.08)	0.75 (0.17-1.95)	0.431 ^a
		10° PF fark	1.98 (0.03-4.12)	0.80 (0.05-3.55)	0.047^a
		20° PF fark	1.54 (0.12-5.15)	1.03 (0.18-5.42)	0.482 ^a
Ağırlık aktarılmayan pozisyonda	Dominant taraf	10° DF fark	2.52 (0.08-4.97)	1.78 (0.25-4.53)	0.272 ^a
		Nötral fark	2.23 (0.18-5.22)	1.40 (0.48-5.78)	0.298 ^a
		10° PF fark	1.79 (0.02-4.88)	1.47 (0.02-3.25)	0.561 ^a
		20° PF fark	1.64 (0.05-8.15)	0.93 (0.38-3.83)	0.378 ^a
	Resesif taraf	10° DF fark	1.86 (0.10-3.88)	1.40 (0.20-3.73)	0.212 ^a
		Nötral fark	1.84 (0.50-6.97)	1.17 (0.58-2.82)	0.029^a
		10° PF fark	2.45 (0.02-3.95)	1.80 (0.28-3.35)	0.320 ^a
		20° PF fark	1.32 (0.02-3.97)	1.17 (0.35-3.60)	0.815 ^a

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, a: Mann-Whitney U testi

Dominant taraf ağırlık aktarılan ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda spor alışkanlığı ile 10° DF fark, Nötral fark, 10° PF fark ve 20° PF fark ölçümleri arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Resesif taraf ağırlık aktarılan pozisyonda spor alışkanlıkları arasında 10° PF fark ölçümüne göre anlamlı farklılık olduğu, 10° DF fark, Nötral fark ve 20° PF fark değerlerinde ise anlamlı fark bulunmadığı belirlenmiştir ($p=0.047$).

Resesif taraf ağırlık aktarılmayan pozisyonda spor alışkanlıkları arasında nötral fark değerine göre anlamlı farklılık olduğu, 10° DF fark, 10° PF fark ve 20° PF fark değerlerinde anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir.

4.3.3. Proprioepsiyon ve Ayak Tercihi Arasındaki İlişki

Proprioepsiyon keskinliği ile ayak tercihi arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile incelenmiş olup sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 10). Veriler medyan(minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir.

Tablo 10. Proprioepsiyon keskinliği ve ayak tercihi ilişkisi

	Dominant (n=61)	Resesif (n=61)	p-değeri
Ağırlık aktarılan pozisyon	10° DF fark (0.02-5.80)	1.40 (0.12-5.42)	0.488 ^a
	Nötral fark (0.08-4.12)	1.07 (0.17-3.08)	0.083 ^a
	10° PF fark (0-4.70)	1.65 (0.03-4.10)	0.947 ^a
	20° PF fark (0-9.40)	1.83 (0.08-10.53)	0.790 ^a
Ağırlık aktarılmayan pozisyon	10° DF fark (0.08-4.97)	1.83 (0.10-3.88)	0.054 ^a
	Nötral fark (0.18-5.52)	1.72 (0.50-6.97)	0.236 ^a
	10° PF fark (0.02-4.88)	2.40 (0.02-3.95)	0.261 ^a
	20° PF fark (0.05-8.15)	1.32 (0.02-3.97)	0.848 ^a

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, a: Mann-Whitney U testi

Dominant ve resesif taraflarda ağırlık aktarılan ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda 10° DF fark, nötral fark, 10° PF fark ve 20° PF fark ölçüm değerleri açısından anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir.

Propriosepsiyon aç ı ortalamaları ile ayak tercihi arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile incelenmiş olup sonuçları aşağıdaki tabloda aktarılmıştır (Tablo 11). Veriler medyan(minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir

Tablo 11. Propriosepsiyon ve ayak tercihi ilişkisi

		Dominant (n=61)	Resesif (n=61)	p-değeri
Ağırlık aktarılan pozisyonda	10° DF	9.03 (4.20-12.98)	9.45 (4.58-12.93)	0.834 ^a
	Nötral	1.22 (0.08-4.12)	1.07 (0.17-3.08)	0.083 ^a
	10° PF	10.78 (5.30-12.82)	10.85 (5.90-13.73)	0.326 ^a
	20° PF	18.93 (10.60-22.80)	19.08 (9.47-22.63)	0.961 ^a
Ağırlık aktarılmayan pozisyon	10° DF	12.38 (1.92-14.97)	11.23 (6.55-13.88)	0.005^a
	Nötral	2 (0.18-4.78)	1.72 (0.50-6.97)	0.238 ^a
	10° PF	11.45 (5.28-14.88)	12.40 (8.48-13.95)	0.057 ^a
	20° PF	20.78 (11.85-23.85)	20.90 (16.30-23.97)	0.753 ^a

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, a: Mann-Whitney U testi

Ağırlık aktarılan pozisyonda dominant ve resesif taraf arasında propriosepsiyon aç ı ortalamalarına göre anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Ağırlık aktarılmayan pozisyonda ise dominant ve resesif taraflar arasında 10° DF değerine göre anlamlı farklılık olduğu, nötral, 10° PF ve 20° PF değerlerine göre anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Katılımcıların dominant taraf 10° DF değeri resesif tarafa göre daha yüksektir.

4.4. Ark Yüksekliği ve Propriosepsiyon Arasındaki İlişki

Ark yüksekliği NKNY oranlarına göre iki gruba ayrılmış olup (normal ark ve düşük ark) grupların propriosepsiyon aç ı ortalamaları arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ve Bağımsız Örneklem T testi ile incelenmiş olup sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo12). Veriler medyan (minimum-maksimum) ve ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir.

Tablo 12. Propriocepsiyon açı ortalamaları ile ark grupları arasındaki ilişki

		10° DF	Nötral	10° PF	20° PF		
Ağırlık aktarılan pozisyonda	Dominant taraf	Normal ark (n=46)	9.25 (4.20-12.97)	1.17 (0.08-4.12)	10.96 (6.33-12.82)	19.37 (14.30-22.80)	
		Düşük ark (n=15)	8.8 (5.37-12.98)	1.45 (0.43-2.82)	9.45 (5.30-12.18)	17 (10.60-20.28)	
		P-değeri	0.167 ^a	0.221 ^a	0.033^a	<0.001^a	
	Resesif taraf	Normal ark (n=49)	9.46±2.03	0.92 (0.17-3.05)	10.74±1.94	18.96±2.32	
		Düşük ark (n=12)	9.08±2.23	1.24 (0.37-3.08)	10.49±2.05	16.75±3.94	
		P-değeri	0.574 ^b	0.179 ^a	0.701 ^b	0.014^b	
	Ağırlık aktarılmayan pozisyon	Dominant taraf	Normal ark (n=46)	12.12 (1.92-14.97)	1.94 (0.18-4.78)	11.33 (7.42-14.87)	21 (11.85-23.85)
			Düşük ark (n=15)	12.87 (10.08-14.53)	2.78 (0.62-4.22)	11.9 (5.28-14.88)	20.1 (15.42-23.55)
			P-değeri	0.138 ^a	0.477 ^a	0.688 ^a	0.255 ^a
Resesif taraf		Normal ark (n=49)	11.32 (7.30-13.88)	1.55 (0.50-6.97)	12.43 (9.30-13.90)	20.93 (17.40-23.75)	
		Düşük ark (n=12)	10.5 (6.55-13.85)	1.93 (0.87-4.78)	11.88 (8.48-13.95)	20.57 (16.30-23.97)	
		P-değeri	0.913 ^a	0.235 ^a	0.849 ^a	0.508 ^a	

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon a: Mann-Whitney U testi, b: Bağımsız örneklem t testi

Ağırlık aktarılan pozisyonda normal ark ve düşük ark grupları arasında Dominant tarafta 10° DF ve Nötral ölçümlere göre farklılık olmadığı (sırasıyla p=0.167 ve p=0.221), 10° PF, 20° PF değerlerine göre anlamlı farklılık olduğu (p=0.033); resesif tarafta 10° DF, Nötral ve 10° PF ölçümlerine göre farklılık olmadığı (sırasıyla p=0.574, p=0.179 ve p=0.701), 20° PF ölçümüne göre farklılık olduğu belirlenmiştir (p=0.014).

Ağırlık aktarılmayan pozisyonda normal ark ve düşük ark grupları arasında dominant ve resesif tarafta 10° DF, Nötral, 10° PF ve 20° PF ölçümlerine göre farklılık olmadığı belirlenmiştir (p>0.05).

Tablo 13. Propriosepsiyon keskinliği ile ark grupları arasındaki ilişki

		10° DF Fark	Nötral Fark	10° PF Fark	20° PF Fark	
Ağırlık aktarılan pozisyonda	Dominant taraf	Normal Ark (n=46)	1.75 (0.02-5.80)	1.17 (0.08-4.12)	1.70 (0-3.67)	1.66 (0-5.70)
		Düşük Ark (n=15)	1.30 (0.10-4.63)	1.45 (0.43-2.82)	1.90 (0.13-4.70)	3 (0.28-9.40)
		p-değeri	0.669 ^a	0.221 ^a	0.431 ^a	0.006^a
	Resesif taraf	Normal Ark (n=49)	1.20 (0.12-5.42)	0.92 (0.17-3.05)	1.50 (0.05-4.10)	1.52 (0.08-7.12)
		Düşük Ark (n=12)	1.95 (0.23-4.38)	1.24 (0.37-3.08)	1.99 (0.03-3.17)	2.21 (0.10-10.53)
		p-değeri	0.224 ^a	0.179 ^a	0.751 ^a	0.090 ^a
Ağırlık aktarılmayan pozisyon	Dominant taraf	Normal Ark (n=46)	2.42 (0.15-14.40)	1.94 (0.18-5.78)	1.46 (0.02-12.58)	1.48 (0.08-9.08)
		Düşük Ark (n=15)	3.33 (0.08-6.73)	2.78 (0.62-6.05)	2.42 (0.03-5.88)	1.65 (0.05-4.58)
		p-değeri	0.398 ^a	0.426 ^a	0.099 ^a	0.933 ^a
	Resesif taraf	Normal Ark (n=49)	1.83 (0.10-3.88)	1.55 (0.50-6.97)	2.43 (0.02-3.90)	1.32 (0.10-3.75)
		Düşük Ark (n=12)	1.75 (0.28-3.85)	1.93 (0.87-4.78)	1.88 (0.10-3.95)	1.40 (0.02-3.97)
		p-değeri	0.785 ^a	0.235 ^a	0.611 ^a	0.765 ^a

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, a: Mann-Whitney U testi

NKNY oranına göre belirlenen normal ark ve düşük ark grupların propriosepsiyon keskinliği arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile incelenmiş ve sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 13). Veriler medyan (minimum-maksimum) olarak ifade edilmiştir.

Ağırlık aktarılan pozisyonda normal ark ve düşük ark grupları arasında dominant tarafta 10° DF fark, Nötral fark ve 10° PF fark ölçümlerine göre farklılık olmadığı (sırasıyla p=0.669, p=0.221 ve p=0.431), 20° PF fark ölçümüne göre farklılık olduğu (p=0.006); resesif tarafta 10° DF fark, Nötral fark, 10° PF fark ve 20° PF fark ölçümlerine göre farklılık olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Ağırlık aktarılmayan normal ark ve düşük ark grupları arasında hem dominant hem de resesif taraflarda 10° DF fark, Nötral fark, 10° PF fark ve 20° PF fark ölçümlerine göre farklılık olmadığı (p>0.05).

NY ile propriosepsiyon açı ortalamaları ve propriosepsiyon keskinlik arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Analizi ile incelenmiş olup Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Navicular yükseklik ve propriosepsiyon arasındaki ilişki

		Navicular yükseklik			
		Dominant		Resesif	
		r_s	p-değeri	r_s	p-değeri
Ağırlık aktarılan pozisyonda	10° DF	-0.06	0.645	0.19	0.141
	Nötral	-0.06	0.656	-0.14	0.267
	10° PF	0.01	0.947	0.21	0.102
	20° PF	0.49	<0.001	0.24	0.065
	10° DF fark	0.01	0.931	-0.21	0.108
	Nötral fark	-0.06	0.656	-0.14	0.267
	10° PF fark	-0.26	0.045	0.01	0.93
	20° PF fark	-0.32	0.012	-0.04	0.766
Ağırlık aktarılmayan pozisyonda	10° DF	-0.26	0.04	0.06	0.648
	Nötral	-0.12	0.347	-0.12	0.367
	10° PF	0.003	0.984	-0.1	0.449
	20° PF	0.1	0.448	-0.05	0.713
	10° DF fark	-0.25	0.055	-0.14	0.267
	Nötral fark	-0.13	0.325	0.01	0.93
	10° PF fark	-0.12	0.341	-0.04	0.766
	20° PF fark	-0.08	0.548	0.01	0.918

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, r_s : Spearman korelasyon katsayısı

Ağırlık aktarılan pozisyonda dominant tarafta NY ile propriosepsiyon açısı ortalamaları karşılaştırmalarından 10° DF, Nötral ve 10° PF değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, 20° PF değeri arasında anlamlı bir fark bulunduğu; propriosepsiyon keskinliği ile NY karşılaştırmalarında ise 10° DF fark ve Nötral fark değerlerinde anlamlı bir fark bulunmadığı, 10° PF fark ve 20° PF fark değerlerinde anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir. NY parametresinin 20° PF propriosepsiyon açısı ortalaması değeri ile pozitif korelasyon, 10° PF fark ve 20° PF fark propriosepsiyon keskinlik parametreleriyle negatif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Ağırlık aktarılmayan pozisyonda dominant tarafta NY ile propriosepsiyon açısı ortalamaları karşılaştırmalarından Nötral ve 10° PF, 20° PF değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, 10° DF değeri arasında anlamlı bir fark bulunduğu; propriosepsiyon keskinliği ile NY karşılaştırmalarında ise tüm açısı değerlerinde anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir. NY parametresinin 10° DF propriosepsiyon açısı ortalaması değeri ile negatif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Ağırlık aktarılan ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda resesif tarafta NY ile hem propriosepsiyon açısı ortalamaları

hem de propriosepsiyon keskinliği parametrelerinde herhangi bir anlamlı fark veya ilişki bulunmamıştır.

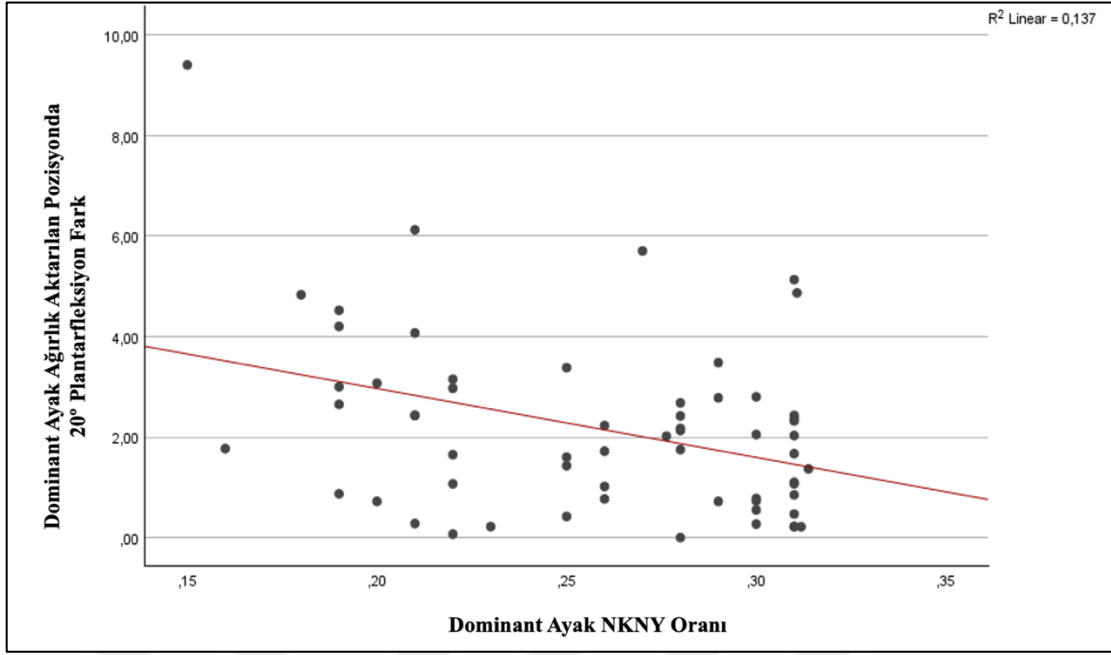
Tablo 15. NKNY oranı ve propriosepsiyon arasındaki ilişki

		NKNY oranı			
		Dominant		Resesif	
		r_s	p-değeri	r_s	p-değeri
Ağırlık aktarılan pozisyonda	10° DF	0.11	0.390	0.13	0.321
	Nötral	-0.16	0.229	-0.20	0.127
	10° PF	0.02	0.890	0.23	0.076
	20° PF	0.35	0.005	0.211	0.103
	10° DF fark	0.09	0.492	-0.23	0.075
	Nötral fark	-0.16	0.229	-0.20	0.127
	10° PF fark	-0.23	0.073	-0.11	0.399
	20° PF fark	-0.30	0.018	-0.075	0.564
Ağırlık aktarılmayan pozisyonda	10° DF	-0.36	0.005	-0.10	0.443
	Nötral	-0.18	0.164	-0.14	0.287
	10° PF	-0.08	0.563	-0.19	0.142
	20° PF	0.02	0.878	-0.16	0.214
	10° DF fark	-0.36	0.005	-0.10	0.549
	Nötral fark	-0.19	0.144	-0.20	0.127
	10° PF fark	-0.19	0.146	-0.11	0.399
	20° PF fark	-0.18	0.155	-0.08	0.564

NKNY: Normalleştirilmiş kesik navicular yükseklik, DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, r_s : Spearman korelasyon katsayısı

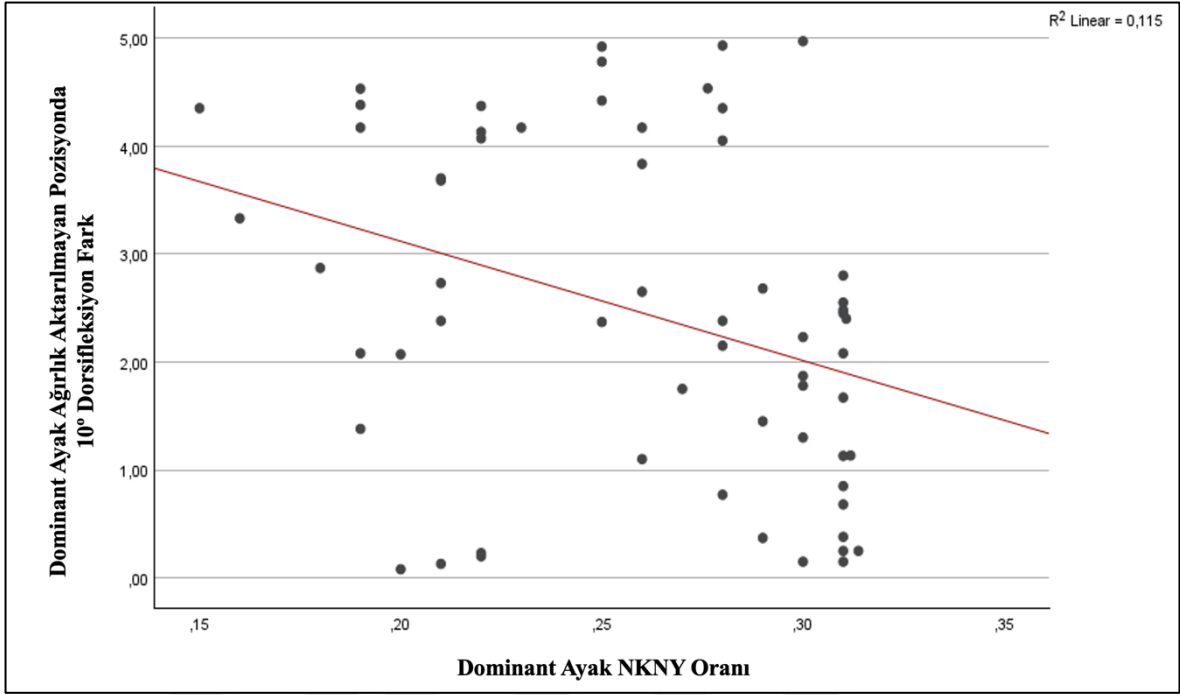
NKNY oranı ile propriosepsiyon açısı ortalamaları ve keskinlik arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Analizi ile incelenmiş olup aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 15).

Ağırlık aktarılan pozisyonda dominant tarafta NKNY ile propriosepsiyon açısı ortalamaları karşılaştırmalarından 10° DF, Nötral ve 10° PF değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, 20° PF değeri arasında anlamlı bir fark bulunduğu; propriosepsiyon keskinliği ile NKNY karşılaştırmalarında ise 10° DF fark, Nötral fark, 10° PF fark değerlerinde anlamlı bir fark bulunmadığı, 20° PF fark değerlerinde anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir. NKNY parametresinin 20° PF propriosepsiyon açısı ortalaması değeri ile pozitif korelasyonu, Şekil 7’de gösterildiği üzere 20° PF fark propriosepsiyon keskinlik değeriyle negatif korelasyonu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Dominant taraf ağırlık aktarılan pozisyonda 20° plantarfleksiyon keskinliği ile NKNY oranı arasındaki ilişki

Ağırlık aktarılmayan pozisyonda dominant tarafta NKNY ile proprioepsiyon açısı ortalamaları karşılaştırmalarından Nötral ve 10° PF, 20° PF değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, 10° DF değeri arasında anlamlı bir fark bulunduğu; proprioepsiyon keskinliği karşılaştırmalarında ise Nötral fark ve 10° PF fark, 20° PF fark değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, 10° DF fark değeri arasında anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir. NKNY parametresinin 10° DF proprioepsiyon açısı ortalaması değeri ve Şekil 8’de gösterildiği üzere 10° DF fark proprioepsiyon keskinlik değeriyle negatif korelasyonu tespit edilmiştir.



Şekil 8. Dominant taraf ağırlık aktarılmayan pozisyonda 10° dorsifleksiyon keskinliği ile NKNY oranı arasındaki ilişki

Ağırlık aktarılan ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlarda resesif tarafta NKNY oranları ile hem proprioepsiyon açısı ortalamaları hem de proprioepsiyon keskinliği parametrelerinde herhangi bir anlamlı fark veya ilişki bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmamızın amacı, ALPPM yüksekliğinin tespiti ve bunun propiosepsiyon ile ilişkisinin değerlendirilmesidir. Literatür incelendiğinde ALPPM patolojisi olan bireylerde verilen egzersizlerin etkinliği ve pes planus (PP)'un yaş, cinsiyet, kilo, ayak parametreleri vb. ile ilişkisi incelenmiştir. Bunun yanında az sayıda çalışma ALPPM yüksekliğinin propiosepsiyon ile korelasyonunu incelemiştir. Bu sebeple çalışmamızın alanında öncü bir çalışma olacağını, yapılan ölçümlerin ve elde edilen sonuçların yapılacak yeni çalışmalara ışık tutacağını düşünmekteyiz. Ayak arklarıyla ilgili yapılmış çalışmalar iki tip ayak deformitesinden söz etmektedir (5). Yüksek ark pes cavus (PC) olarak adlandırılır ve düşük ark (pes planus)'a göre çok daha az görülür (155). PC olan ayaklar yaralanmaya karşı daha hassastır ve propiosepsiyon duyusunun etkilenmiş olması daha muhtemeldir. Fakat katılımcı sayısının daha fazla olduğu çalışmalarda değerlendirilmesi gerekmektedir (156). Bu sebeple çalışmamıza PC'li ayağa sahip katılımcılar dahil edilmedi.

Türkiye'de PP sıklığı 1993 yılında 19.750 çocuk üzerinde yapılan değerlendirmede PP prevalansının 2.28/1000 oranında (79), 2018 yılında 18-22 yaş arası 5000 erkek katılımcı üzerinde yapılan çalışmada %5.26 oranında (157), 2023 yılında 22-30 yaş arası 450 erkek katılımcıda %4.6 oranında (158) olduğu bildirilmiştir. PP sıklığı diğer birçok toplumda da yüksek oranlarda görülmekte, ayak bileği sorunlarına neden olabilmekte, yürüyüşü etkileyebilmekte, bel ağrısı gibi sorunlara da yol açabilmektedir (159-161).

ALPPM'de meydana gelen düşme plantar basınç artışına, duruş bozukluklarına sebep olmakta, yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu gibi sebeplerden dolayı ark düşüklüğünün tespit edilmesi önemlidir (16). Arkin düşmesiyle meydana gelen ayak-ayak bileği kas iskelet yapılarındaki değişiklikler, eklem kapsülünün travmatik hasarları vb. propiosepsiyon defisitlerine sebep olmaktadır (17, 18).

Çalışmamızda ALPPM yüksekliğinin propiosepsiyon ile ilişkisi; ağırlık aktarılan pozisyonda (dört farklı açıda) ve ağırlık aktarılmayan pozisyonda (dört farklı açıda), el ve ayak tercihine göre derinlemesine incelenerek değerlendirilmiştir. Sadece NY'nin ALPPM değişikliklerini tanımlamada yetersiz kaldığını bildiren çalışmalar göz önüne alınarak çalışmamıza NKNY ölçümleri de dahil edilmiştir (162).

Çalışmamızda katılımcıların ayakları NKNY oranlarına göre normal ark grubu ve düşük ark grubu olarak kategorize edildi. Ark yüksekliği propiosepsiyon değerleri ile karşılaştırıldı. Yapılan karşılaştırmalarda ağırlık aktarılmayan pozisyonda normal ark

grubuna göre düşük ark grubunda EPD yeteneğinde anlamlı fark bulunamadı. Ağırlık aktarılan pozisyonda normal ve düşük ark grupları arasında dominant tarafta 10° PF ve 20° PF açısı ortalamalarında, resesif tarafta 20° PF açısı ortalamasında anlamlı bir fark tespit edildi. Normal ark grubunda propriosepsiyon yeteneği anlamlı olarak daha iyiydi. Katılımcıların oluşturdukları açılardan, hedef açısı çıkarılarak propriosepsiyon keskinliği verisi elde edildi. Yine ağırlık aktarılan ve aktarılmayan pozisyonlarda normal ve düşük ark grupları propriosepsiyon keskinliği bakımından karşılaştırıldı. Sadece ağırlık aktarılan pozisyonda dominant tarafta normal ve düşük ark grupları arasında 20° PF değerinde anlamlı fark tespit edildi. Normal ark grubunda propriosepsiyon keskinliği anlamlı olarak daha iyiydi.

Çalışmamızın sonuçlarına göre ağırlık aktarılmayan pozisyonda ve aktivitelerde ark yüksekliğinin propriosepsiyon keskinliği için primer etkili faktör olmayabileceğini, ağırlık aktarılan pozisyonda ve aktivitelerde ise ark yüksekliğinin propriosepsiyon keskinliğini olumlu etkileyebileceğini, ağırlık aktarılmasına ek olarak dominant ayağın kişinin yaptığı günlük veya sportif aktivitelerde sıkça kullanılmasının propriosepsiyon yeteneğini artırabileceğini düşünüyoruz. Yapılan bazı çalışmalar ağırlık aktarılan ve aktarılmayan pozisyonlarda kutanöz, kas ve eklem reseptörlerinin eklem hareketinin algılanmasına farklı katkılar sağladığı (163), bu farklılıkların ayakta durma ve oturma sırasında alt ekstremité üzerine farklı yüklenme dereceleri sebebiyle propriosepsiyonun nöronal aktivitesinde değişiklik yapabileceği (163, 164) ve ağırlık aktarılan pozisyonda (ayakta durma) eklem içindeki basınç artışının reseptörlerde daha fazla deşarj oluşturduğu ve ağırlık aktarılmayan pozisyonlara göre (oturma) eklem hareketine daha duyarlı hale geldiği gibi (165) birçok faktör sonucunda arkın normal yüksekliğini koruduğunu söyleyebiliriz. Bu konunun netliği için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır. Propriosepsiyon yeteneğinin (EPD) desteklenmesinin dominant tarafta arkı normalleştirebileceği çalışmamızda öngörülmektedir. Bulgularımız ayak propriosepsiyonunun ayakta durma, koşma ya da erektel pozisyonda yapılan aktivitelerde daha önemli olduğunu düşündürmektedir. Bir başka edinilen fikir ise ayağın ağırlık aktarılan pozisyonlarda kullanımının fazla olması sebebiyle, propriosepsiyonun ağırlık aktarılan pozisyonlarda daha çok geliştiğidir. Bu fikir değerlendirme yöntemlerinde ağırlık aktarılan pozisyonların tercih edilmesinin ark ve ayak bileği durumlarını daha iyi yansıtabileceğini belirten çalışmalarla uyumludur (147, 148).

Ark yüksekliği ile reproduksiyon açısı ortalamaları ve propriosepsiyon keskinliği arasında hem NY hem NKNY ölçümü için korelasyon testi yapıldı. Resesif taraf ark yüksekliği ile keskinlik arasında hiçbir korelasyon tespit edilemedi. Dominant tarafta 10° ve 20° PF açılarındaki propriosepsiyon keskinliğinde ve reproduksiyon açısı ortalamalarında normal ark grubunda anlamlı farklar tespit edildi (Şekil7, Şekil 8). Yapılan ölçümler sonucunda resesif taraf ölçümlerinde fark tespit edilemezken dominant tarafta spesifik açılarda kullanım sıklığına bağlı olduğunu düşündüğümüz bazı farklar tespit edildi. Bu sonuçlar bize resesif tarafın genelde denge ve stabilizasyon görevi üstlendiği bu sebeple ark yüksekliğine bağlı olmaksızın propriosepsiyonda postür için geliştiğini düşündürdü (166-170).

Witchalls ve ark. (171) yaptıkları meta-analiz çalışmasında eklem pozisyon duygusu için yapılan pasif testler ayak bileği yaralanması olan ve olmayan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gösterirken aktif testlerde ise önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, aktif reproduksiyon testi ile yaptığımız çalışmamızın sonuçları ile uyumludur. Bir diğer çalışmada PP'li bireylerle normal arkı olanların kas kuvvetini ve ayak propriosepsiyonu karşılaştırılmıştır. Çalışmamızın yönteminden farklı olarak inversiyon ve eversiyon hareketlerindeki propriosepsiyonu ağırlık aktarılmadan, izokinetik dinamometre ile pasif olarak ölçmüşlerdir. Sonuç olarak propriosepsiyon bakımından sadece dominant tarafta eversiyon açısında gruplar arasında anlamlı fark tespit etmişlerdir. Çalışmanın bulguları yöntem farklılığına rağmen çalışmamızla uyumludur. Sadece dominant tarafta belli spesifik açılarda anlamlı fark tespit edilmiştir (172). Bir diğer çalışmada ise ayak postürünün ayak bileği ve diz propriosepsiyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ark yüksekliği çalışmamızdan farklı olarak Navicular Drop Test ile değerlendirilmiş ve katılımcılar esnek PP ve normal ark olmak üzere iki gruba ayrılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın metodu ve sonuçları çalışmamıza benzerdir. Çalışmamıza benzer şekilde normal ark grubuna göre düşük ark grubunda ayak bileği ve diz propriosepsiyonunun anlamlı derecede düşük olduğunu bildirmiştir (173).

Bulgularımıza göre erkek katılımcıların hem dominant taraf hem de resesif tarafta NY değerleri kadın katılımcılara göre daha yüksekti. Literatürde yapılan çalışmalar da aynı sonuca varmaktadır. Bunun sebebi ayak şeklindeki antropometrik farklılıklar olarak belirtilmektedir (30, 162, 174-176).

NKNY oranları bulgularımızda cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermedi. Bu da ayak yapısının ve biyomekaniğinin cinsiyetler arasında farklılık gösterebileceğini, ancak bu farkın her zaman belirli testlerle tespit edilemeyebileceğini göstermektedir. Meena ve Vats (177), Saghazadeh ve ark. (178), Park ve ark. (29)'nın yaptıkları çalışmaların sonuçları hem NKNY hem NY açısından çalışmamızla benzerdir. 142 katılımcı ile Türkiye'de yapılan çalışmada Navicular Drop Test (NDT) ile lateralizasyon arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada kadın ve erkeklerin ark çökme miktarının tercih edilen ve edilmeyen taraflar arasında anlamlı fark olmadığını tespit etmişlerdir. Çalışma yöntemi bakımından çalışmamızdan farklı olsa da benzer sonuçlar elde edilmiştir (179).

Erkekler ve kadınlar arasındaki ark yüksekliğini karşılaştırırken literatürde konu ile ilgili fikir birliği bulunmamakta, sonuçlar çalışmalar arasında farklılık göstermektedir. Wunderlich ve Cavanagh (180) 2001 yılında yaptıkları bir çalışmada ayak ark yüksekliğinin erkeklerde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Daha sonra yükseklik değeri ayak uzunluğuna göre oranlanmasıyla normalleştirilmiş ve çalışmamızdaki ölçümünden farklı olarak kadınlarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayak parametreleri ayak uzunluğuna göre normalleştirilerek karşılaştırıldığında kadınların ayak ölçülerinin erkek ayağının küçültülmüş hali olmadığı ve bazı yapısal farklılıklarının olduğu tespit edilmiştir. Erkeklerin ayak parametrelerinin kadınlara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Hill ve ark. (181) yaptığı bir çalışmada ise ark yüksekliği 3D Ayak Tarayıcısı kullanılarak indekslerle değerlendirilmiş, erkeklerin kadınlara göre ayak ark yüksekliğinin daha fazla ve ayak yapısının daha büyük olduğu bildirmişlerdir. Hashimoto ve ark. (182) tarafından genç yetişkinlerde ark yüksekliğini radyografi ölçümü kullanarak değerlendirilen çalışmada erkeklerin ark yüksekliğinin kadınlara göre yüksek olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen çalışmaların ölçüm yöntemleri ve katılımcıların yaş aralığı değiştikçe, ölçüm sonuçlarının da farklılaştığı görülmektedir.

Literatürle benzer şekilde erkeklerde NY daha yüksek bulunmuştur. NKNY oranının ise NY'deki bu farkı ayak uzunluğu ile normalize ederek çalışmalarla desteklendiği üzere ark yüksekliğinin daha objektif değerlendirilebilmesine olanak verdiğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda ayak uzunluğunun, dominant taraf NY değeri ile pozitif yönlü ve resesif taraf NKNY oranı ile negatif yönlü zayıf bir korelasyonu olduğu tespit edilmiştir ve çalışmamız literatür incelendiğinde benzer çalışmalarla desteklenmektedir. Hill ve ark.

(181) tarafından 62 yetişkin sağlıklı birey üzerinde yapılan çalışmada, ark yüksekliğinin NY parametresi ile ayak uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı bildirilmiştir. Fakat normalleştirilmiş ark yükseklik için NKNY ve AHI oranlarıyla yapılan karşılaştırmada orta düzey negatif korelasyon bulunmuş ve bu da ayak uzunluğu arttıkça ark yüksekliğinin azalacağı olarak yorumlanmıştır. Bu çalışmanın sonucu çalışmamızdaki NKNY ölçümü ve ayak uzunluğu arasında yapılan karşılaştırmanın sonucu ile uyumludur. Yaş grubunun farklı olduğu 2022 yılında yayınlanan bir çalışmada 1451 çocuk ve ergen değerlendirilmiş, ayak uzunluğu ve NY değerleri arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın NY ile karşılaştırıldığı sonuçları çalışmamız ile uyumludur ancak ayak uzunluğu ile NKNY arasında çalışmamızdan farklı olarak pozitif yönlü zayıf bir korelasyon olduğunu bildirilmiştir (29). Farklılığın büyük olasılıkla yaş farkından olabileceği düşünülmüştür. Yine çalışmamızın sonuçları ile paralel bir çalışma olan Xiong ve ark. çalışmasında 3 boyutlu lazer tarama tekniği kullanarak, her iki cinsiyeti kapsayan sağlıklı bir örnekleme yaptıkları orta ayak yüksekliği ile genel ayak uzunluğu boyutları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada Çinli katılımcılar üzerinde değerlendirme yapılmış ve parametreler arasında çalışmamızla benzer şekilde çok zayıf ilişki olduğu tespit edilmiştir (183).

Literatür incelendiğinde konu ile ilgili farklı fikirler de belirtilmiştir. 2010 yılında, 48 yetişkin katılımcıda 8 farklı yöntemle ark yüksekliğinin belirlendiği çalışmada ark yüksekliği ve ayak uzunluğu arasında çalışmamıza benzer şekilde anlamlı bir ilişki bulunmadığı bildirilmiştir (184). 2022 yılında yapılan başka bir çalışmada her iki cinsiyette ayak uzunluğunun NY ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığı fakat erkeklerde navicular drop test ile anlamlı ilişkisi olduğu bildirilmiştir (185).

Dominant ve resesif taraf NY ölçümlerinde spor alışkanlıkları açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu, spor yapmanın NY üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Hem dominant hem de resesif ayak için NKNY oranında spor alışkanlığı olan bireylerde anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu durum spor yapmanın ayak ark yüksekliğini artırabileceğini ve bu nedenle NKNY oranının spor alışkanlıkları ile pozitif yönde ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Spor yapmanın ayak yapısı üzerinde olumlu etkileri olabileceği ve bu etkinin ark yüksekliği üzerinde belirgin olduğu söylenebilir. 2009 yılında yayınlanan çalışmada yüksek antrenmanlı sporcuların sporcu olmayanlara kıyasla gelişmiş proprioepsiyon keskinliğine sahip olduğu bildirilmiştir (186). Bizim

bulgularımıza benzer sonuçlar literatürde bildirilmiştir. Fiziksel performans ile ayak ark yüksekliği ve sertliği arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada ark yüksekliği AHI indeksi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak dikey zıplama ve ileri geri adımlama performanslarının ark yüksekliği ile anlamlı korelasyonu olduğunu bildirmişlerdir (187). 6-10 yaş arası okul çocuklarında yapılan çalışmada fiziksel aktivite ile ALPPM gelişimi arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu yani PP yaygınlığının fiziksel olarak hareketsiz olan çocuklarda daha yüksek olduğu bildirilmiştir (188). Fiziksel aktivitenin ark yüksekliğine olumlu etkisinin bildirildiği çalışmalara karşılık belirgin bir etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Khalid ve ark. 11-16 yaş arası 400 katılımcıda PP ile ilişkili faktörleri değerlendirmişlerdir. PP'li ve normal arklı gruplar arasında çok az bir fark olduğunu fakat bu farkın anlamlı olmadığını, fiziksel aktivitenin diğer etkileyen faktörlerle bir araya gelerek belirgin bir etkiye sahip olabileceğini belirtmişlerdir (189).

Çalışmamızın sonuçları ayak tercihinin NKNY oranı ve NY üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını düşündürmektedir ve bu sonuçlar literatür tarafından desteklenmektedir. Marek ve ark. tarafından 310 yaşlı kadın üzerinde yapılan çalışmada, sağ ve sol ayak arasında ark yüksekliği değerlendirilmiş ve aralarında anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir. Çalışmamızın yönteminde bu çalışmadan farklı şekilde (ayak tercihinine göre) gruplandırma yapılarak ark yüksekliği karşılaştırılmış ve bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir. 2024 yılında yayınlanan her iki ayağa 52 adet retroreflektif işaretleyici yerleştirerek ALPPM'nin üç boyutlu değerlendirildiği çalışmada çalışmamızla benzer şekilde dominant ve resesif taraflar arasında ALPPM durumu açısından fark olmadığı bildirilmiştir (190). Diğer bir çalışmada ise sağlıklı katılımcıların dominant bacağı ve kontralateral bacağı arasında kinematik ve kinetik değişkenlerin farkı değerlendirilmiş ve çoğunda anlamlı bir fark bulunamadığı bildirilmiştir (191).

Dominant ve resesif taraflar arasında fark olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur. Zifchock ve ark. (30) tarafından yapılan çalışmada 145 katılımcıda ark yükseklik indeksini (AHI) dominant ve resesif ayaklar arasında karşılaştırmış ve çalışmamızdan farklı olarak dominant ayakta daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bunu sebebini ise 2 farklı fikirle öne sürmüştür. Birincisi, dominant ayağın mobilite, resesif ayağın ise stabilite ve denge için kullanıldığını, bu sebeple resesif ayağın daha fazla yüke maruz kalmasıyla bağların zamanla uzamasından kaynaklı olduğu şeklinde yorumlamıştır.

İkincisi, toplumun çoğunun sağ dominant olduğu, sol bacağın ise genelde daha uzun olduğu ve pelvis seviyesini korumak için sol ayağın pronasyona gelerek sol taraf arkın daha düşük olduğunu belirtmiştir. Ilnicka ve ark. (192) ayak yapısı ve ayak tercihi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ark yüksekliğini çalışmamızdan farklı olarak podoskop cihazıyla ölçerek Clarke açısını değerlendirmiş ve her bir cinsiyeti kendi içinde karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak kadınların resesif taraflarının ark yüksekliği açısından anlamlı derecede daha düşük olduğunu, erkeklerde ise fark olmadığını tespit etmişlerdir. 142 katılımcı ile Türkiye’de yapılan bir çalışmada Navicular Drop Test (NDT) ile ayak tercihi arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada dominant tarafta ark çökme miktarının resesif tarafa göre anlamlı derecede daha fazla olduğunu belirtmişlerdir (179).

Çalışmamız proprioepsiyon açısı ortalamaları ile cinsiyet arasında genel olarak anlamlı farklar olmadığını göstermektedir. Ancak belirli bir açı pozisyonunda (20° PF, dominant ayak ağırlık aktarılan pozisyonda) erkeklerin gösterilen açıyı daha iyi bulduklarını göstermektedir. 2019 yılında çalışmamızın metoduyla benzer şekilde ayak tercihinin Waterloo Ayak Tercihi Anketi ile ayak proprioepsiyonunu ise AMEDA test cihazı ile ölçen çalışmada, benzer şekilde cinsiyetler arasında proprioepsiyon keskinliği yönünden anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir (193). Pasif hareketi algılama eşiği testi (TTDPM) ve eklem reproduksiyon testi (JPR) ile ayak bileği proprioepsiyonunda cinsiyet farkını değerlendiren bir çalışmada da aynı şekilde cinsiyet ile ayak bileği proprioepsiyonu arasında anlamlı ilişki olmadığı bildirilmiştir (194). Üst ekstremité parmak ucu proprioepsiyonu ile yapılan diğer bir çalışmada ise benzer şekilde cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir (195).

Literatürde çelişkili çalışmalar da tespit edilmiştir. Lee ve ark. ağırlık taşıma sırasında ayak bileği proprioseptif keskinliği ve pivot hareketi (bir ayak yerde sabit kalırken diğer ayağın kurallara uygun hareket etmesi) sırasında bacak nöromüsküler kontrolü açısından cinsiyet farklılıklarını araştırmak için 43 sağlıklı yetişkin üzerinde yapılan bir çalışmada tork sensörlü eliptik cihazıyla ayak bileği pivot hareketlerinde proprioseptif keskinliği test etmişlerdir. Ağırlık taşıma sırasında kadınların, erkeklere göre anlamlı derecede daha düşük proprioseptif keskinliği olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma ayak proprioepsiyonunu tek bir uzuv yerine kompleks bir hareket içinde değerlendirmiştir. Bu sebeple farklı sonuçlar elde edildiğini düşünmekteyiz (196). Hu ve ark. regl döngüsünün farklı evrelerindeki sağlıklı kadınlar ve erkekler arasında alt

ekstremitte propriosepsiyon yeteneğinin farklılık gösterdiğini bildirmişler, ovüler ve luteal fazlardaki kadınların alt ekstremitte propriosepsiyonlarının foliküler fazdakilere göre daha iyi olduğunu da ayrıca belirtmişlerdir (197).

Sensorimotor sistemin önemli bir bileşeni olan propriosepsiyon, sporda ve günlük fonksiyonel aktivitelerde hassas, düzgün ve koordineli hareket kontrolünden sorumludur (198-200). Bu kontrol ayak bileği propriosepsiyonu açısından atlama, iniş, denge için gerekli temel hareketler vb. için çok önemli bir rol oynar. Eğer iyi bir ayak bileği propriosepsiyonuna sahip olmak iyi bir spor performansını destekliyorsa sistematik olarak spor aktivitelerine katılan bireylerin normal kontrollere göre daha iyi ayak bileği propriosepsiyonunun olması gerekmektedir (201-203). Çalışmamız spor alışkanlığının propriosepsiyon keskinliği üzerinde potansiyel bir etkisi olduğunu göstermektedir. Özellikle resesif ayakta 10° PF ve nötral pozisyonlardaki farklar spor yapmanın bu pozisyonlarda propriosepsiyon keskinliğini artırabileceğini düşündürmektedir. Bu bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla uyumludur. Han ve ark. sportif başarının propriosepsiyon ile ilişkisini değerlendirmek amacıyla farklı yarışma seviyelerindeki yüz sporcu ve sporda özelleşmemiş yirmi sağlıklı kişi değerlendirmişlerdir. Test puanlarının sporcularda kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olduğunu fakat spor grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. Kombine spor gruplarında, ayak bileği propriosepsiyon skorları ulaşılan spor müsabakası seviyesi ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu fakat spora özgü eğitim yılları ile ilişkili olmadığını tespit etmişlerdir. Sporcuların %80'inin üst düzey veya daha düşük olarak başarılı bir şekilde sınıflandırılabilmesi için ayak bileği propriosepsiyon skorunun ve antrenman yılının iki önemli belirleyici olduğunu ve sporcu başarısında iyi ayak bileği propriosepsiyonunun önemini vurgulamışlardır. Ayak bileği hareket propriosepsiyon testinin özellikle daha yüksek düzeyde alt ekstremitte kullanımı olan sporlarda yetenek tespitinde faydalı olabileceğini belirtmişlerdir (204). Ayak propriosepsiyonunun spor performansının belirleyicisi olduğunu gösteren bir çalışmada Han ve ark. tarafından ayak bileğine ek olarak diz, omurga, omuz ve eldeki propriosepsiyon değerlendirilmiş, omuz ve omurgadaki propriosepsiyonun da bu elit sporcularda rekabet seviyesiyle önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında ayak bileği, omuz ve omurga propriosepsiyonu arasından ayak bileği propriosepsiyonunun spor rekabet seviyesiyle en güçlü şekilde ilişkili olduğu ve spor performansının en önemli öngörücüsü olduğu belirtilmiştir (205). Aydın ve ark. jimnastikçi olan ve olmayanların ayak bileği propriosepsiyonunun karşılaştırıldığı

çalışmada, genç kadın katılımcıların proprioseptif performansını ağırlık aktarılmayan pozisyonda, aktif reproduksiyon testini izokinetik dinamometre ile pasif reproduksiyon testini ise propriosepsiyon test cihazı ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak antrenmanlı jimnastikçi grup ile antrenmansız kontrol grubu arasında çalışmamızla paralel olarak pasif ve aktif testlerde önemli ölçüde fark olduğu belirtilmiştir. Ölçümler sadece dominant tarafta yapılmış olup aktif ve pasif ölçümler arasında fark olmadığını bildirmişlerdir (206). Proprioceptif antrenmanın spor dansçıları üzerindeki denge becerilerinin gelişimine katkısı üzerine yapılan bir çalışmada deney grubunda proprioseptif egzersizlerle kontrol grubunda ise spor dansları ile 12 hafta boyunca çalışılmıştır. Sonrası ölçümlerde ise gruplar arasında denge becerilerinde anlamlı düzeyde fark bulunmuştur (207).

Ayak propriosepsiyonun sakatlıkları öngörebileceği de literatürde belirtilmiştir. Payne ve ark. üniversite basketbol oyuncularında ayak bileği kas kuvveti, esnekliği ve propriosepsiyonun ayak bileği sakatlığını öngörüp öngöremeyeceğini belirlemek için yaptıkları çalışmada ayak bileği propriosepsiyonunun üniversite basketbol oyuncularında ayak bileği yaralanmalarını tahmin edebileceğini bildirmişlerdir (208). Witchalls ve ark. (171) yaptıkları sistematik incelemede ayak bileği propriosepsiyonunu, ayak bileği yaralanmalarının internal faktörlerden biri olarak tanımlamışlardır. Han ve ark. tarafından yapılan çalışmada sporda dengenin artırılabilmesi için daha fazla proprioceptif çalışma programlarına ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir (209).

Çalışmamızda dominant ve resesif taraflar arasında propriosepsiyon keskinliği açısından fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçların alt ekstremitte aktivitelerinin yürümek ve koşmak gibi durumlarda genellikle bilateral entegrasyonu ve koopere kullanımı ile iki tarafın da aktiviteye katılım oranlarının birbirine yakın oluşu sonucunda propriosepsiyon değerlerinin eşdeğer olduğunu düşünüyoruz. Sporcularda spesifik iş grubunda çalışan ve tek ekstremitte üzerinde daha fazla deneyime sahip kişilerde keskinlik değerlerinin farklı çıkması muhtemeldir. Bunun için daha fazla örnek ile daha spesifik ekipman çalışmasının ileride konu ile ilgili sonuçlar açısından daha efektif olabileceğini düşünmekteyiz. Kapreli ve ark. alt ekstremitte eklemlerinin hareketi sırasında çalışmamızdan farklı bir değerlendirme yöntemiyle beyin aktivitesinin lateralizasyonunu araştırmak için beyin sinyalizasyonunu fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) kullanarak, kas aktivasyonunu elektromyografi (sEMG) ile değerlendirmişlerdir. Ayak bileği ve ayak kaslarının hareketleri sırasında incelenen beyin bölgelerinin çoğunda

aynı miktarda manyetik rezonans sinyali değişikliği olduğunu bildirmişlerdir (210). Waddington ve Adams'ın çalışmasında ise ortalama yaşı 18 olan 59 sağlıklı katılımcıda proprioepsiyonu AMEDA ile değerlendirilmiş, saę ve sol taraflar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Alt ekstremitenin motor kontrolü için her iki ekstremitenin bilateral kullanımı ve ipsilateral etkilenimde kontrolateral tarafın performansındaki dūřuklūęu savunan motor program hipotezi ile sonuçlarının uyumlu olduğunu savunmuşlardır (211). Çalışmamızın bulgularına göre biz de aynı kanaatteyiz.

Çalışmamızdan farklı bulgular elde eden çalışmalar da tespit edilmiştir. Proprioseptif fonksiyon asimetrisi ile ilgili olarak, birçok çalışma baskın olmayan taraftaki el proprioepsiyonun baskın tarafa göre daha ūstūn olduęunu belirtmiştir (166, 212). Goble ve ark. ūst ekstremitelerdeki proprioseptif asimetri ūzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu alışmalar, saę elini kullanan bireylerde proprioseptif feedback mekanizmasının kullanımında resesif kolun/resesif hemisferin daha ūstūn olduęunu bunun da bilateral görevler sırasında tercih edilen ve tercih edilmeyen uzuvlar arasındaki işlevsel farklılıklardan kaynaklanabileceęini dūřūnmüşlerdir (166-169). Han ve ark. (145) saę elini kullanan ve saę ayaęını kullanan katılımcılarda alt ve ūst ekstremitede her iki tarafta dört eklem ūzerinde, aktif hareket proprioepsiyonunu test etmişlerdir. Sonuçta resesif ekstremitenin (resesif hemisferin) būtūn eklemlerde (omuzlar, parmaklar, dizler ve ayak bilekleri) mevcut olan proprioseptif bilgilerin kullanımında dominant tarafa göre anlamlı derecede iyi olduęunu belirtmişlerdir ve bunun deneyime baęlı genel bir etki olduęunu dūřūnmüşlerdir. Gabbard ve Hart gūnlūk fonksiyonel aktivitelerde ekstremitelerin görevleri yerine getirmesi için vūcudun tercih edilen ve tercih edilmeyen tarafındaki uzuvları "iki taraflı bir baęlamda" farklı roller oynarlar demiřlerdir (213). Goble ve ark. (166) tarafından yapılan çalışmada el-ayak tercihine göre proprioepsiyonun ekstremiteler arasında farklı oluşunu řu řekilde yorumlamışlardır; gūlū bir tek taraflı tercihi olan kiřiler için, tercih edilmeyen ūst ekstremitte genellikle, örneęin bir kavanoz kapaęının çıkarılması veya bir çivinin çakılması gibi, tercih edilen ūst ekstremitenin bir řekilde manipūle edilmesi için belirli bir pozisyondaki nesneleri statik olarak stabilize etmek için kullanılır. Benzer řekilde, tercih edilmeyen alt ekstremitte genellikle, örneęin topa vurmak veya bisiklete binmek gibi, tercih edilen alt ekstremitenin sallanması için vūcudu stabilize etmede kullanılır. Zaman içinde ekstremitelerdeki eklemlerin tekrarlanarak kořullandırılmasının her ekstremitenin kontralateral yarıkūresinde kullanıma baęlı nöroplastik deęiřikliklere yol açabileceęini varsaymışlardır. Tercih edilmeyen uzuvlardaki

eklemlerin daha fazla pozisyonlama ve postural kontrol pratiğinin fazla oluşu resesif tarafta hareketin daha doğru bir şekilde ayırt edilmesiyle sonuçlanır. Ayak bileği inversiyon hareketi ve pozisyonlamasının değerlendirildiği bir çalışmada ise sol ayakla yapılan inversiyon hareketlerinin sağ ayakla yapılanlara göre tüm derinliklerde önemli ölçüde daha iyi ayırt edildiği tespit edilmiştir (214). Proprioepsiyonun dışardan gelen uyarılarla değiştirilebildiği de literatürde bildirilmiştir. 2021 yılında yayınlanan bir çalışmada dışardan uyaran verildiğinde sağ ve sol ayakların proprioepsiyon fonksiyonunda herhangi bir değişiklik olup olmadığını belirlemek için vibrasyon stimülasyonu uygulanarak ayak bileği proprioepsiyonu bilateral ölçülmüştür. Vibrasyonun düşük proprioseptif performans sergileyen grupta sol baskın olmayan ayak bileği proprioepsiyonunu anlamlı derecede iyileştirdiği, yüksek proprioseptif performans sergileyen grupta ise sağ dominant ayak bileği proprioepsiyonunun anlamlı derecede kötüleştiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak vibrasyonun proprioepsiyonu tersi yönde etkilediğini bildirmişlerdir (215).

ALPPM yüksekliğinin proprioepsiyon ile ilişkisini incelemek amacıyla gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Normal ark grubunda proprioepsiyon açısı ortalamalarının ve proprioepsiyon keskinliğinin daha iyi olduğu bulundu.
- Ağırlık aktarılmayan pozisyonda ve aktivitelerde ark yüksekliğinin proprioepsiyon keskinliğini etkilemediği sonucuna ulaşıldı.
- Ağırlık aktarılan pozisyonda ve aktivitelerde ise ark yüksekliğinin proprioepsiyon keskinliğini olumlu etkilediği tespit edildi.
- Dominant tarafta resesif tarafa göre proprioepsiyonun daha iyi olduğu tespit edildi.
- Erkeklerin hem dominant hem resesif tarafta navicular yüksekliğinin kadınlara göre daha fazla olduğu bulundu.
- NKNY oranına göre cinsiyetler arasında bir fark bulunamadı.
- Ayak uzunluğunun, dominant taraf NY değeri ile ve resesif taraf NKNY oranı ile zayıf bir korelasyonu tespit edildi.
- Dominant ve resesif taraf NY ölçümlerinde spor alışkanlıkları açısından anlamlı bir fark bulunamadı.

- Spor alışkanlığı olan bireylerde dominant ve resesif taraf NKNY oranlarında anlamlı fark olduğu bulundu.
- Ayak tercihinin NKNY oranı ve NY üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını tespit edildi.
- Proprioepsiyon açısı ortalamaları ile cinsiyet arasında genel olarak anlamlı farklar olmadığı ancak belirli bir açı pozisyonunda erkeklerin gösterilen açığı daha iyi buldukları tespit edildi.
- Spor alışkanlığının resesif tarafta proprioepsiyon keskinliğini artırdığı sonucuna ulaşıldı.
- Dominant ve resesif taraflar arasında proprioepsiyon keskinliği açısından fark olmadığı bulundu.

Çalışmamızın ana amacı ALPPM yüksekliğinin proprioepsiyon ile ilişkisini ağırlık aktarılan pozisyonda (dört farklı açıda) ve ağırlık aktarılmayan pozisyonda (dört farklı açıda), el ve ayak tercihine göre derinlemesine incelemektir. Yapılan ölçümler sonucunda resesif taraf ölçümlerinde proprioepsiyon açısından fark tespit edilemezken dominant tarafta spesifik açılarda bazı farklar tespit edildi. Normal ark grubunda proprioepsiyon açısı ortalamalarının ve proprioepsiyon keskinliğinin daha iyi olduğu bulundu. Ağırlık aktarılmayan pozisyonda proprioepsiyon açısından anlamlı fark bulunamazken ağırlık aktarılan pozisyonda normal ark grubunda proprioepsiyon keskinliğinin daha iyi olduğu tespit edildi. Bu zamana kadar ark yüksekliği ve proprioepsiyon arasındaki ilişkiyi ayrıntılı inceleyen çalışmaya rastlanmadığı için yapılan ölçümlerin ve elde edilen sonuçların literatüre önemli katkılar sağlayacağını düşünüyoruz.

6. KAYNAKLAR

1. Levangie P, Norkin C, Lewek M (2019). Joint structure and function: A comprehensive analyses. Altıncı baskı. F. A. Davis Company, Philadelphia; Sayfa: 406-440.
2. Moore KL, Dalley AF, Agur AM (2013). Clinically oriented anatomy. Yedinci baskı. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; Sayfa: 647-658.
3. Ergun KM, Hayran M, Demiryürek D, Bayramoğlu A (2014). Anatomi MN Medikal & Nobel Tıp, Ankara; Sayfa: 159-162.
4. Arifoğlu Y (2021). Her yönüyle anatomi. Üçüncü baskı. İstanbul Tıp Kitabevleri, İstanbul; Sayfa: 120-235.
5. Ozan H (2014). Ozan anatomi. Üçüncü baskı. Klinisyen Tıp Kitabevleri, Ankara; Sayfa: 28-646.
6. Jenkins DB (2002). Hollinshead's functional anatomy of the limbs and back. Sekizinci baskı. W. B. Saunders Company, Philadelphia; Sayfa: 353-377.
7. Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL (2001). Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. Journal of Pediatric Orthopaedics 21(3): 378-382.
8. Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Hennig EM, McDonald M (2004). The arch index: A measure of flat or fat feet? Foot & Ankle International 25(8): 575-581.
9. Kulkarni M, Gandotra A (2017). Quantitative morphology of medial longitudinal arch among young indian adults. Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology 4(2):212-217.
10. Gore AI, Spencer JP (2004). The newborn foot. American Family Physician 69(4): 865-872.
11. Inman V (1976). Inman's Joints Of The Ankle. Williams & Wilkins, Baltimore; Sayfa: 7-13.
12. Erkuş S, Kalenderer Ö (2017). Pes planovalgus. Totbid Dergisi 16: 413-425.
13. Atak E, Özbek H, Algun ZC (2016). Sağlıklı sedanter bireylerde vücut ağırlığı artışının ayak postürü ve diz ağrısı üzerine etkisi. Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation 3(2): 66-71.

14. Staheli LT, Chew DE, Corbett M (1987). The longitudinal arch. *J Bone Joint Surg Am* 69(3): 426-428.
15. Bek N (2018). Ayak Bileği Ve Ayak Problemleri. (Ed). Hipokrat Kitabevi, Ankara; Sayfa: 31-129.
16. Taspınar O, Kabayel DD, Özdemir F, Tuna H, Keskin Y, Mercimek OB, Süt N, Yavuz S, Tuna F (2017). Comparing the efficacy of exercise, internal and external shoe modification in pes planus: A clinical and pedobarographic study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 30(2): 255-263.
17. Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y (2010). Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 96(4): 424-432.
18. Liu YW, Jeng SC, Lee AJY (2005). The influence of ankle sprains on proprioception. *Journal of Exercise Science and Fitness* 3(1):33-38.
19. Grob K, Kuster M, Higgins S, Lloyd D, Yata H (2002). Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume* 84(4): 614-618.
20. Jerosch J, Prymka M (1996). Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 4(3): 171-179.
21. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK (2008). The relationship between the height of the medial longitudinal arch (mla) and the ankle and knee injuries in professional runners. *The Foot* 18(2): 84-90.
22. Mei-Dan O, Kahn G, Zeev A, Rubin A, Constantini N, Even A, Nyska M, Mann G (2005). The medial longitudinal arch as a possible risk factor for ankle sprains: A prospective study in 83 female infantry recruits. *Foot & Ankle International* 26(2): 180-183.
23. Okamura K, Kanai S, Oki S, Tanaka S, Hirata N, Sakamura Y, Idemoto N, Wada H, Otsuka A (2017). Does the weakening of intrinsic foot muscles cause the decrease of medial longitudinal arch height? *Journal of Physical Therapy Science* 29(6): 1001-1005.

24. Lizis P, Posadzki P, Smith T (2010). Relationship between explosive muscle strength and medial longitudinal arch of the foot. *Foot & Ankle International* 31(9): 815-822.
25. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski M (2003). Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: An electromyography study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 42(6): 327-333.
26. Ashkezari MHK, Seidi F, Alizadeh MH (2017). Effect of the medial longitudinal arch height of the foot on static and dynamic balance of male collegiate athletes. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine* 6(2): 1-10.
27. Dorneles PP, Pranke GI, Ribeiro JS, Mota CB (2019). Relationship of deformities of the medial longitudinal arch with postural balance in woman of different age groups. *Rev Bras Ciênc Mov*: 18-25.
28. Nagano K, Okuyama R, Taniguchi N, Yoshida T (2018). Gender difference in factors affecting the medial longitudinal arch height of the foot in healthy young adults. *Journal of Physical Therapy Science* 30(5): 675-679.
29. Park K-N, Koh E-K, Jung D-Y (2022). The influence of age and gender on normalized foot arch height of korean children and adolescents: A cross-sectional study. *Footwear Science* 14(2): 104-111.
30. Zifchock RA, Davis I, Hillstrom H, Song J (2006). The effect of gender, age, and lateral dominance on arch height and arch stiffness. *Foot & Ankle International* 27(5): 367-372.
31. Williams III DB, Tierney RN, Butler RJ (2014). Increased medial longitudinal arch mobility, lower extremity kinematics, and ground reaction forces in high-arched runners. *Journal of Athletic Training* 49(3): 290-296.
32. Ramírez CS, Suárez RM (2022). Do athletes know the morphology of their longitudinal plantar arch? *European Journal of Human Movement* 48: 64-74.
33. Villarroja MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno G (2009). Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: Footprints and radiographic study. *European Journal of Pediatrics* 168: 559-567.

34. Woźniacka R, Bac A, Matusik S, Szczygiel E, Ciszek E (2013). Body weight and the medial longitudinal foot arch: High-arched foot, a hidden problem? *European Journal of Pediatrics* 172: 683-691.
35. Chen J, Tang L, Yang X, Tang J, Cheng Q, Zhao C, Zhang H (2024). A cross-sectional study of medial longitudinal arch development in children with different bmi. *Frontiers in Pediatrics* 12: 1343162.
36. Kim KC, Fayed A, Schmidt E, Carvalho KAMd, Lalevee M, Mansur N, de Cesar Netto C (2023). Relationship between obesity and medial longitudinal arch bowing. *Foot & Ankle International* 44(11): 1181-1191.
37. Deshpande N, Simonsick E, Metter EJ, Ko S, Ferrucci L, Studenski S, Deshpande N, Simonsick E, Metter EJ, Ko S, Ferrucci L, Studenski S (2016). Ankle proprioceptive acuity is associated with objective as well as self-report measures of balance, mobility, and physical function. *Age (Dordr)*. 38:3 38(3).
38. Sadeghi-Demneh E, Jafarian F, Melvin JM, Azadinia F, Shamsi F, Jafarpishe M (2015). Flatfoot in school-age children: Prevalence and associated factors. *Foot & Ankle Specialist* 8(3): 186-193.
39. Vicenzino B, Franettovich M, McPoil T, Russell T, Skardoon G (2005). Initial effects of anti-pronation tape on the medial longitudinal arch during walking and running. *British Journal of Sports Medicine* 39(12): 939-943.
40. Engkananuwat P, Kanlayanaphotporn R (2023). Gluteus medius muscle strengthening exercise effects on medial longitudinal arch height in individuals with flexible flatfoot: A randomized controlled trial. *Journal of Exercise Rehabilitation* 19(1): 57.
41. Elftman H (1969). Dynamic structure of the human foot. *Artif Limbs* 13(1): 49-58.
42. Dere F (2018). *Dere Anatomi Atlası ve Ders Kitabı*. Yücel AH (Ed.) Akademisyen Kitabevi, Adana; Sayfa: 385-424.
43. Watkins J (2010). Structure and function of the musculoskeletal system. *Dokuzuncu baskı*. Gordon B, Keith R, Nat P (Ed.) Neale's Disorders of the Foot and Ankle. Elsevier Limired, Poland, Sayfa: 1-10.

44. McBryde AM, Locke MD, Batson JP (2007). Foot and Ankle İnjuries. In: Micheli LJ, Purcell L (Ed.), The Adolescent Athlete: A Practical Approach. Springer, New York, Pages: Sayfa: 348-395.
45. Rammelt S, Sands AK (2020). The accessory navicular and its association with flatfoot. Fuß & Sprunggelenk 18(1): 60-71.
46. Martin RL (2005). The Ankle and Foot Complex. In: Levangie P, Cynthina CN Michael DL (Ed.), Joint Structure & Function: A Comprehensive Analysis. 4th ed. F. A. Davis Company, USA, Pages: Sayfa: 437-477.
47. Yavuzer MG (2007). Ayak-ayak bilek eklem sorunları ve rehabilitasyonu. Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences 3(27): 44-59.
48. Vincent J, Hetherington DPM (1994). Hallux Valgus and Forefoot Surgery. Churchill Livingstone, New York; Sayfa: 7-36.
49. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K (2009). Prometheus Anatomi Atlası. Çeviren: Yıldırım M, Marur T, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 360-509.
50. Neumann DA (2017). Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation. Kas-iskelet sistemi kinezyolojisi. Üçüncü baskı. Çeviren: Yakut Y, Elsevier Limited, 602-646.
51. Arıncı K, Elhan A (2001). Anatomi. Üçüncü baskı. Güneş Kitabevi, Ankara; Sayfa: 26-222.
52. Lee D-b, Choi J-d (2016). The effects of foot intrinsic muscle and tibialis posterior strengthening exercise on plantar pressure and dynamic balance in adults flexible pes planus. Physical Therapy Korea 23(4): 27-37.
53. Onodera AN, Sacco ICN, Morioka EH, Souza PS, de Sá MR, Amadio AC (2008). What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? The Foot 18(3): 142-149.
54. Canbaloglu AE, Ozturk K, Kastamoni Y, Dursun A (2021). The development of the medial longitudinal arch in the intrauterine period. Anatomical Science International 96(3): 443-449.

55. Gould N, Moreland M, Alvarez R, Trevino S, Fenwick J (1989). Development of the child's arch. *Foot & Ankle* 9(5): 241-245.
56. Morley AJM (1957). Knock-knee in children. *British Medical Journal* 2(5051): 976-979.
57. Volpon JB (1994). Footprint analysis during the growth period. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 14(1): 83-85.
58. El O, Akcali O, Kosay C, Kaner B, Arslan Y, Sagol E, Soylev S, Iyidogan D, Cinar N, Peker O (2006). Flexible flatfoot and related factors in primary school children: A report of a screening study. *Rheumatology International* 26: 1050-1053.
59. Forriol F, Pascual J (1990). Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot & Ankle* 11(2): 101-104.
60. Bosch K, Gerß J, Rosenbaum D (2010). Development of healthy children's feet—nine-year results of a longitudinal investigation of plantar loading patterns. *Gait & Posture* 32(4): 564-571.
61. Gilmour JC, Burns Y (2001). The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot & Ankle International* 22(6): 493-498.
62. Dowling A (2006). Fat flat feet: Footwear for the obese child. Doktora Tezi, School of Health Sciences, University of Wollongong, Australia.
63. Müller S, Carlsohn A, Müller J, Baur H, Mayer F (2012). Static and dynamic foot characteristics in children aged 1–13 years: A cross-sectional study. *Gait & Posture* 35(3): 389-394.
64. Gefen A (2003). The in vivo elastic properties of the plantar fascia during the contact phase of walking. *Foot & Ankle International* 24(3): 238-244.
65. Abrahams PH, Spratt JD, Loukas M, van Schoor AN (2018). Abrahams' and McMinn's Clinical Atlas of Human Anatomy. İnsan anatomisi ve klinik atlası. 1th ed. Çeviren: Pelin C, Kürkçüoğlu A, Öktem H, Poyraz M, Hipokrat Kitabevi, Ankara.
66. Donatelli R (1987). Abnormal biomechanics of the foot and ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 9(1): 11-16.

67. Crary JL, Hollis JM, Manoli A (2003). The effect of plantar fascia release on strain in the spring and long plantar ligaments. *Foot & Ankle International* 24(3): 245-250.
68. Huang CK, Kitaoka HB, An KN, Chao EY (1993). Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. *Foot & Ankle* 14(6): 353-357.
69. Hicks J (1954). The mechanics of the foot: II. The plantar aponeurosis and the arch. *Journal of Anatomy* 88(Pt 1): 25.
70. Welte L, Kelly LA, Lichtwark GA, Rainbow MJ (2018). Influence of the windlass mechanism on arch-spring mechanics during dynamic foot arch deformation. *Journal of the Royal Society Interface* 15(145): 20180270.
71. Sarrafian SK (1987). Functional characteristics of the foot and plantar aponeurosis under tibiotalar loading. *Foot & Ankle* 8(1): 4-18.
72. Birtane M, Tuna H (2004). The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clinical Biomechanics* 19(10): 1055-1059.
73. Akalan NE, Temelli Y (2016). Klinik Yürüme. Karaduman A, Yılmaz Ö (Ed.), *Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Genel Fizyoterapi*. Hipokrat Kitabevi ve Pelikan Kitabevi, Ankara, Sayfa: 49.
74. Sammarco GJ, Hockenbury RT (2001). Biomechanics of The Foot And Ankle. In: Nordin M, Frankel V (Ed). *Basic Biomechanics of The Musculoskeletal System* Baltimore. 3th ed. Lippincott Williams & Wilkins, USA, Pages: Sayfa: 222-225.
75. Volpe GR, Wernick J (1996). Lower Extremity Function and Normal Mechanics. In: Valmassy RL (Ed). *Clinical Biomechanics of The Lower Extremities*. 1th. Mosby, St. Louis, 1-57.
76. Uygur SF (1992). Ayak Deformite ve Ortezleri. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon YO Yayınları, Ankara; Sayfa: 11-30.
77. Siegel KL, Kepple TM, Stanhope SJ (2004). Joint moment control of mechanical energy flow during normal gait. *Gait & Posture* 19(1): 69-75.
78. Gage JR, Deluca PA, Renshaw TS (1995). Gait analysis: Principles and applications. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 77(10): 1607-1623.

79. Yücesan S, Dindar H, Olcay I, Okur H, Kilicaslan S, Ergören Y, Tüysüz C, Koca M, Civilo B, En I (1993). Prevalence of congenital abnormalities in turkish school children. *European Journal of Epidemiology* 9: 373-380.
80. Yalçın E, Kurtaran A, Akyüz M (2008). Pes planus: Tanısı, etiyolojisi ve tedavisi. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences* 28(5): 743-753.
81. Gun K, Saridogan M, Uysal O (2012). The correlation between footprint and radiographic measurements in flatfoot. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 58(4):283-287.
82. McPoil T, Cornwall MW (1994). Relationship between neutral subtalar joint position and pattern of rearfoot motion during walking. *Foot & Ankle International* 15(3): 141-145.
83. Bandholm T, Boysen L, Haugaard S, Zebis MK, Bencke J (2008). Foot medial longitudinal-arch deformation during quiet standing and gait in subjects with medial tibial stress syndrome. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 47(2): 89-95.
84. Brody DM (1982). Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *The Orthopedic Clinics of North America* 13(3): 541-558.
85. Cowan DN, Jones BH, Robinson JR (1993). Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Archives of Family Medicine* 2(7): 773-777.
86. Razeghi M, Batt ME (2002). Foot type classification: A critical review of current methods. *Gait & Posture* 15(3): 282-291.
87. Chen CH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Lee CL, Wang GJ (2006). The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Archives Of Physical Medicine and Rehabilitation* 87(2): 235-240.
88. Smith R (2011). "The sixth sense": Towards a history of muscular sensation. *Gesnerus: Swiss Journal of The History of Medicine and Sciences* 68(2): 218-271.
89. Sherrington CS (1907). On the proprio-ceptive system, especially in its reflex aspect. *Brain* 29(4): 467-482.
90. Hewett TE, Paterno MV, Myer GD (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (1976-2007) 402: 76-94.

91. Yılmaz A, Gök H (2006). Propriyosepsiyon ve propriyoseptif egzersizler. Archives of Rheumatology 21(1): 023-026.
92. Bryan L (2002). The sensorimotor system. Part I: The physiologic basis of functional joint stability. Journal of Athletic Training 37(1): 71-79.
93. Riemann BL, Lephart SM (2002). The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. Journal of Athletic Training 37(1): 71-79.
94. Marcora SM (2010). Effort: Perception of. In: Goldstein EB (Ed.), Encyclopedia of Perception. 1th ed. SAGE Publications, Los Angeles, Pages: Sayfa: 380-383.
95. Borg GA (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise 14(5): 377-381.
96. Marcora S (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. Journal of Applied Physiology 106(6): 2060-2062.
97. Morgan WP (1994). Psychological components of effort sense. Medicine and Science in Sports and Exercise 26(9): 1071-1077.
98. Enoka RM, Stuart DG (1992). Neurobiology of muscle fatigue. Journal of Applied Physiology 72(5): 1631-1648.
99. Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL (1998). Proprioception of the ankle and knee. Sports Medicine 25: 149-155.
100. Seaman DR (1994). Nociception, mechanoreception and proprioception. What's the difference and what do they have to do with subluxation. Dynamic Chiropractic 12(24): 150-154.
101. Bunton EE, Pitney WA, Cappaert TA, Kane AW (1993). The role of limb torque, muscle action and proprioception during closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity. Journal of Athletic Training 28(1): 10.
102. Boron WF, Boulpaep EL (2019). Medical Physiology. Medikal fizyoloji. 1th ed. Çeviren: Baştuğ M, Uzun M, Edremitlioğlu, Eroğlu H, Medipres, Malatya, Pages: Sayfa: 353-389.

103. Ergen E, Ülkar B, Eraslan A (2007). Derleme: Propriyosepsiyon ve koordinasyon. Spor Hekimliği Dergisi 42(2): 057-083.
104. Berne R, Levy M (2009). Berne and Levy Physiology. 7th ed. Elsevier, Philadelphia: 108-261.
105. Proske U (2005). What is the role of muscle receptors in proprioception? Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine 31(6): 780-787.
106. Arıncı K, Elhan A (2001). Anatomi. Üçüncü baskı. Güneş Kitabevi, Ankara; Sayfa: 212-352.
107. Alstermark B, Lundberg A, Sasaki S (1984). Integration in descending motor pathways controlling the forelimb in the cat: 12. Interneurones which may mediate descending feed-forward inhibition and feed-back inhibition from the forelimb to c3-c4 propriospinal neurones. Experimental Brain Research 56(2): 308-322.
108. Han J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liu Y (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. Journal of Sport and Health Science 5(1): 80-90.
109. Lephart S (1994). Reestablishing proprioception, kinesthesia, joint position sense, and neuromuscular control in rehabilitation. Prentice WE (Ed) Rehabilitation Techniques in Sports Medicine 2th ed. Mosby, Missouri, Pages: Sayfa: 118-137.
110. Boerboom A, Huizinga M, Kaan W, Stewart RE, Hof AL, Bulstra S, Diercks R (2008). Validation of a method to measure the proprioception of the knee. Gait & Posture 28(4): 610-614.
111. Sharma L (1999). Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. Rheumatic Disease Clinics 25(2): 299-314.
112. Ramsay JR, Riddoch MJ (2001). Position-matching in the upper limb: Professional ballet dancers perform with outstanding accuracy. Clinical Rehabilitation 15(3): 324-330.
113. Öksüz Ç, Akel BS, Kaya D (2016). Somatik Duyular: Propriyosepsiyon In: Karaduman A, Yılmaz Ö (Eds.), Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Genel Fizyoterapi. Fizyoterapi ve rehabilitasyon. (Ed). Hipokrat Kitabevi ve Pelikan Kitabevi, Ankara, Sayfa: 299-319.

114. Hagert E (2010). Proprioception of the wrist joint: A review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. *Journal of Hand Therapy* 23(1): 2-17.
115. Lephart S (1994). Reestablishing proprioception, kinesthesia, joint position sense, and neuromuscular control in rehabilitation. Prentice WE (Ed) *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine* 2th ed. Mosby, Missouri, Pages: Sayfa 118–125.
116. Beard DJ, Kyberd PJ, Fergusson CM, Dodd C (1993). Proprioception after rupture of the anterior cruciate ligament. An objective indication of the need for surgery? *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume* 75(2): 311-315.
117. Jennings AG, Seedhom BB (1994). Proprioception in the knee and reflex hamstring contraction latency. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume* 76(3): 491-494.
118. Pençe S (2000). Serebral lateralizasyon. *Van Tıp Dergisi* 7(3): 120-125.
119. Nissan J, Gross M, Shifman A, Tzadok L, Assif D (2004). Chewing side preference as a type of hemispheric laterality. *Journal of Oral Rehabilitation* 31(5): 412-416.
120. Brown S, Roy E, Rohr L, Bryden P (2006). Using hand performance measures to predict handedness. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain, and Cognition* 11(1): 1-14.
121. Cavill S, Bryden P (2003). Development of handedness: Comparison of questionnaire and performance-based measures of preference. *Brain and Cognition* 53(2): 149-151.
122. Coren S (1993). *The Left-Hander Syndrome: The Causes and Consequences of Left-Handedness*. Random House, New York; Sayfa: 1-317.
123. McManus IC (1999). Eye-dominance, writing hand, and throwing hand. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 4(2): 173-192.
124. McManus C (2005). *Right Hand, Left Hand: The Origins of Asymmetry in Brains, Bodies, Atoms and Cultures*. Sağ el, sol el: Beyinde, bedende, atomlarda ve kültürde asimetrinin kökenleri. 1th ed. Çeviren: Ayşegül T, Güncel Yayıncılık, İstanbul, 1-508.

125. Coren S (1996). Handedness as a predictor of increased risk of knee, elbow, or shoulder injury, fractures and broken bones. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 1(2): 139-152.
126. Steenhuis RE (1999). The relation between hand preference and hand performance: What you get depends on what you measure. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 4(1): 3-26.
127. Elias LJ, Bryden MP (1998). Footedness is a better predictor of language lateralisation than handedness. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 3(1): 41-52.
128. Geschwind N, Behan P (1982). Left-handedness: Association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 79(16): 5097-5100.
129. Hart S, Gabbard C (1998). Examining the mobilizing feature of footedness. *Perceptual and Motor Skills* 86(3): 1339-1342.
130. Gabbard C, Hart S (1996). A question of foot dominance. *The Journal Of General Psychology* 123(4): 289-296.
131. Bryden PJ (2000). Lateral Preference, Skilled Behaviour and Task Complexity: Hand and Foot. In: Mandal MK, Bulman-Fleming MB, Tiwari G (Eds). *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pages: Sayfa: 225-248.
132. Augustyn C, Peters M (1986). On the relation between footedness and handedness. *Perceptual and Motor Skills* 63(3): 1115-1118.
133. Elias LJ, Bryden MP, Bulman-Fleming MB (1998). Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia* 36(1): 37-43.
134. Schachter SC (2000). The quantification and definition of handedness: Implications for handedness research. In: Mandal MK, Bulman-Fleming MB, Tiwari G (Eds). *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pages: Sayfa: 155-174.

135. Judge J, Stirling J (2003). Fine motor skill performance in left-and right-handers: Evidence of an advantage for left-handers. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 8(4): 297-306.
136. Reiss M, Tymnik G, Kogler P, Kogler W, Reiss G (1999). Laterality of hand, foot, eye, and ear in twins. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 4(3): 287-297.
137. Özsu MS (2006). Temel basketbol becerilerinde kullanılan el ayak tercihi ile dominant el ve ayak ilişkisinin incelenmesi. Marmara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul.
138. Akınoğlu B, Dündükcü H, Mohammadi K, Yılmaz AE, Temur CS (2022). Sağlıklı gençlerde el, göz ve ayak dominantlığı ile motor öğrenme becerisi arasındaki ilişkiyi incelenmesi. *Uluslararası Egzersiz Psikolojisi Dergisi* 4(2): 47-56.
139. Ipek F, Doğan M, Yıldız Kabak V, Atasavun Uysal S, Düger T (2021). Cross-cultural adaptation, validity and reliability of turkish version of the waterloo handedness and footedness questionnaire-revised. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 26(6): 624-644.
140. Murley GS, Menz HB, Landorf KB (2009). A protocol for classifying normal-and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *Journal of Foot and Ankle Research* 2: 1-13.
141. Aboelnasr EA, Hegazy FA, Zaghloul AA, El-Talawy HA, Abdelazim FH (2018). Validation of normalized truncated navicular height as a clinical assessment measure of static foot posture to determine flatfoot in children and adolescents: A cross sectional study. *The Foot* 37: 85-90.
142. Gul S, ul Huda HN, Raza M, Osama M (2023). Correlation of medial longitudinal arch height with postural stability, sensory integration, balance and fall risk among healthy young adults. *Journal of Pakistan Medical Association* 73(11): 2242-2242.
143. Reichert B (2019). Palpation Techniques Surface Anatomy for Physical Therapists. *Palpasyon Teknikleri Fizyoterapistler İçin Yüzey Anatomisi*. 2th ed. Çeviren: Demirdel E, Soysal H, Yaşa ME, Ünlüer NÖ, Çelenay ŞT, Çankaya T, Kurul R, Hipokrat Yayınevi, Ankara 169-199.

144. Han J, Adams R, Waddington G, Anson J (2013). Ability to discriminate movements at multiple joints around the body: Global or site-specific. *Perceptual and Motor Skills* 116(1): 59-68.
145. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R (2013). Proprioceptive performance of bilateral upper and lower limb joints: Side-general and site-specific effects. *Experimental Brain Research* 226: 313-323.
146. Proske U, Gandevia SC (2012). The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews* 92(4):1651-97.
147. Waddington G, Adams R, Bartold S (2003). Football boot insoles and sensitivity to extent of ankle inversion movement. *British Journal of Sports Medicine* 37(2): 170.
148. Steinberg N, Adams R, Ayalon M, Dotan N, Bretter S, Waddington G (2019). Recent ankle injury, sport participation level, and tests of proprioception. *Journal of Sport Rehabilitation* 28(8): 824-830.
149. Romero-Franco N, Montaña-Munuera JA, Jiménez-Reyes P (2017). Validity and reliability of a digital inclinometer to assess knee joint-position sense in a closed kinetic chain. *Journal of Sport Rehabilitation* 26(1) 2015-0138.
150. Alahmari KA, Kakaraparthi VN, Reddy RS, Silvian P, Tedla JS, Rengaramanujam K, Ahmad I (2021). Combined effects of strengthening and proprioceptive training on stability, balance, and proprioception among subjects with chronic ankle instability in different age groups: Evaluation of clinical outcome measures. *Indian Journal of Orthopaedics* 55: 199-208.
151. Ha SY, Han JH, Sung YH (2018). Effects of ankle strengthening exercise program on an unstable supporting surface on proprioception and balance in adults with functional ankle instability. *Journal of Exercise Rehabilitation* 14(2): 301.
152. Cay M, Senol D, Cuglan S, Cevirgen F, Ozbag D (2018). Evaluating of the effects of ramadan fasting on ankle proprioception performance. *Ann Med Res* 25(2): 207-210.
153. Yang N, Adams R, Waddington G, Han J (2020). Ipsilateral vs contralateral presentation of familiarization trials in a lower-limb proprioception test. *Journal of Motor Behavior* 53(3): 334-342.

154. Iris M, Monterde S, Salvador M, Salvat I, Fernández-Ballart J, Judith B, Miralles Iris SM, Montull Salvador, Isabel Salvat, J. Fernández-Ballart, Beceiro Judith (2010-12-01). Ankle taping can improve proprioception in healthy volunteers. *Foot & Ankle International* 31(12).
155. Tiberio D (1988). Pathomechanics of structural foot deformities. *Physical Therapy* 68(12): 1840-1849.
156. Cherati AS, Dousti M, Younespour S (2016). Association between foot posture index and ankle sprain in indoor football players. *Glob J Health Sci* 8(10): 51426.
157. Şahin Ö, Arıcan G, Özmeriç A, Alemdaroğlu KB (2018). 18-22 yaş aralığı erkeklerde pes planus prevalansı: Kesitsel çalışma. *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi* 51(3): 206-210.
158. Eren TK, Ceritoğlu KU, Yolaçan H, Aktekin CN (2023). Askerlik çağında ayak deformiteleri ve omurga anomalileri prevalansı: Kesitsel çalışma. *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi* 56(1): 22-24.
159. Askary Kachoosangy R, Aliabadi F, Ghorbani M (2013). Prevalence of flat foot: Comparison between male and female primary school students. *Iranian Rehabilitation Journal* 11(3): 22-24.
160. Dare N, Onyije F, Osoma S (2012). Pes planus (flatfoot) in male and female adults of Bayelsa-Nigeria. *Electron J Biomed* 3: 17-21.
161. Menz HB, Jordan KP, Roddy E, Croft PR (2010). Characteristics of primary care consultations for musculoskeletal foot and ankle problems in the UK. *Rheumatology* 49(7): 1391-1398.
162. Williams DS, McClay IS (2000). Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: Reliability and validity. *Physical Therapy* 80(9): 864-871.
163. Refshauge KM, Fitzpatrick RC (1995). Perception of movement at the human ankle: Effects of leg position. *The Journal of Physiology* 488(1): 243-248.
164. Goble DJ, Coxon JP, Van Impe A, Geurts M, Doumas M, Wenderoth N, Swinnen SP (2011). Brain activity during ankle proprioceptive stimulation predicts balance performance in young and older adults. *Journal of Neuroscience* 31(45): 16344-16352.

165. Ferrell W, Gandevia S, McCloskey D (1987). The role of joint receptors in human kinaesthesia when intramuscular receptors cannot contribute. *The Journal of Physiology* 386(1): 63-71.
166. Goble DJ, Noble BC, Brown SH (2009). Proprioceptive target matching asymmetries in left-handed individuals. *Experimental Brain Research* 197: 403-408.
167. Goble DJ, Lewis CA, Brown SH (2006). Upper limb asymmetries in the utilization of proprioceptive feedback. *Experimental Brain Research* 168: 307-311.
168. Goble DJ, Brown SH (2008). The biological and behavioral basis of upper limb asymmetries in sensorimotor performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 32(3): 598-610.
169. Goble DJ, Brown SH (2010). Upper limb asymmetries in the perception of proprioceptively determined dynamic position sense. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 36(3): 768.
170. Sainburg RL (2002). Evidence for a dynamic-dominance hypothesis of handedness. *Experimental Brain Research* 142: 241-258.
171. Witchalls J, Blanch P, Waddington G, Adams R (2012). Intrinsic functional deficits associated with increased risk of ankle injuries: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* 46(7): 515-523.
172. Yalcin E, Kurtaran A, Selcuk B, Onder B, Yildirim MO, Akyuz M (2012). Isokinetic measurements of ankle strength and proprioception in patients with flatfoot. *Isokinetics and Exercise Science* 20(3): 167-171.
173. Ghorbani M, Yaali R, Sadeghi H, Luczak T (2023). The effect of foot posture on static balance, ankle and knee proprioception in 18-to-25-year-old female student: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 24(1): 547.
174. Vařeka I, Vařeková R (2008). The height of the longitudinal foot arch assessed by chippaux-šmiřák index in the compensated and uncompensated foot types according to root. *Acta Univ Palacki Olomuc* 38(1): 35-41.
175. Butterworth PA, Landorf KB, Gilleard W, Urquhart DM, Menz H (2014). The association between body composition and foot structure and function: A systematic review. *Obesity Reviews* 15(4): 348-357.

176. Puszczalowska-Lizis E, Koziol K, Omorczyk J (2021). Perception of footwear comfort and its relationship with the foot structure among youngest-old women and men. *PeerJ* 9: e12385.
177. Meena PR, Vats M (2020). Gender wise differences of body dimensions to foot type in healthy young adults. *International Journal of Health Sciences and Research* 10(9): 43-49
178. Saghazadeh M, Kitano N, Okura T (2015). Gender differences of foot characteristics in older japanese adults using a 3d foot scanner. *Journal of Foot and Ankle Research* 8: 1-7.
179. Uluutku M, Erden A (2011). The relationship between extremity preferences and medial longitudinal arch collapse and movements of the ankle and hallux. *Turkiye Klinikleri Tip Bilimleri Dergisi* 31(4): 798-804.
180. Wunderlich RE, Cavanagh PR (2001). Gender differences in adult foot shape: Implications for shoe design. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33(4): 605-611.
181. Hill M, Naemi R, Branthwaite H, Chockalingam N (2017). The relationship between arch height and foot length: Implications for size grading. *Applied Ergonomics* 59: 243-250.
182. Hashimoto M, Cheng H, Hirohashi K (2004). Evaluation of the function of the human foot in two different conditions using radiography. *Journal of Physical Therapy Science* 16(1): 57-64.
183. Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Lee Au EY (2008). Modelling foot height and foot shape-related dimensions. *Ergonomics* 51(8): 1272-1289.
184. Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Weerasinghe TW, Au EYL (2010). Foot arch characterization: A review, a new metric, and a comparison. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 100(1): 14-24.
185. Nilsson MK, Friis R, Michaelsen MS, Jakobsen PA, Nielsen RO (2012). Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *Journal of Foot and Ankle Research* 5: 1-9.

186. Muaidi Q, Nicholson L, Refshauge K (2009). Do elite athletes exhibit enhanced proprioceptive acuity, range and strength of knee rotation compared with non-athletes? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 19(1): 103-112.
187. Zhao X, Gu Y, Yu J, Ma Y, Zhou Z (2022). Do arch height and arch stiffness relate to physical performance in adult men? *The Journal of Foot and Ankle Surgery* 61(2): 259-263.
188. Ali M, AsadUllah M, Amjad I (2013). Prevalence of the flat foot in 6-10 years old school going children. *Rawal Medical Journal* 38(4): 385-387.
189. Khalid Z, Rai MA, Mobeen B, Amjad I (2015). Pes planus & genu valgum: Factors associated. *The Professional Medical Journal* 22(10): 1237-1244.
190. Molitor SL, Zelik KE, McDonald KA (2024). Lower-limb dominance does not explain subject-specific foot kinematic asymmetries observed during walking and running. *Journal of Biomechanics* 162: 111877.
191. Harst JJvd, Gokeler A, Hof AL (2007). Leg kinematics and kinetics in landing from a single-leg hop for distance. A comparison between dominant and non-dominant leg. *Clinical Biomechanics* 22(6): 674-680.
192. Ilnicka L, Trzaskoma Z, Wiszomirska I, Wit A, Wychowański M (2013). Lower limb laterality versus foot structure in men and women. *Biomedical Human Kinetics* 5(1): 28-42.
193. Yang N, Waddington G, Adams R, Han J (2019). Age-related changes in proprioception of the ankle complex across the lifespan. *Journal of Sport and Health Science* 8(6): 548-554.
194. Ko SU, Simonsick E, Deshpande N, Ferrucci L (2015). Sex-specific age associations of ankle proprioception test performance in older adults: Results from the baltimore longitudinal study of aging. *Age and Ageing* 44(3): 485-490.
195. Han J, Waddington G, Anson J, Adams R (2011). A novel device for the measurement of functional finger pinch movement discrimination. *Applied Mechanics and Materials* 66: 620-625.

196. Lee SJ, Ren Y, Kang SH, Geiger F, Zhang L-Q (2015). Pivoting neuromuscular control and proprioception in females and males. *European Journal of Applied Physiology* 115: 775-784.
197. Hu X, Li J, Wang L (2020). Sex differences in lower limb proprioception and mechanical function among healthy adults. *Motor Control* 24(4): 571-587.
198. Lephart SM, Riemann B, Fu F (2000). Introduction to the sensorimotor system. In: *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* Champaign, IL: Human Kinetics: 37-51.
199. Williams WJ (1981). A systems-oriented evaluation of the role of joint receptors and other afferents in position and motion sense. *Critical Reviews in Biomedical Engineering* 7(1): 23-77.
200. Ogard WK (2011). Proprioception in sports medicine and athletic conditioning. *Strength & Conditioning Journal* 33(3): 111-118.
201. Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, Atesalp S, Kalyon TA (2002). Proprioception of the ankle: A comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot & Ankle International* 23(2): 123-129.
202. Kuni B, Schmitt H (2004). Peak torque and proprioception at the ankle of dancers in professional training. *Sportverletzung Sportschaden* 18(1): 15-21.
203. Li JX, Xu DQ, Hoshizaki B (2009). Proprioception of foot and ankle complex in young regular practitioners of ice hockey, ballet dancing and running. *Research in Sports Medicine* 17(4): 205-216.
204. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R (2014). Sport attainment and proprioception. *International Journal of Sports Science & Coaching* 9(1): 159-170.
205. Han J, Waddington G, Anson J, Adams R (2015). Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. *Journal of Science and Medicine in Sport* 18(1): 77-81.
206. Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, Kalyon TA (2002). Effects of extensive training on female teenage gymnasts' active and passive ankle-joint position sense. *Journal of Sport Rehabilitation* 11(1): 1-10.

207. Ljubojević A, Bijelić S, Zagorc M, Radisavljević L, Uzunović S, Pantelić K (2012). Effects of proprioceptive training on balance skills among sport dance dancers. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport* 10(3) 257 - 266.
208. Payne KA, Berg K, Latin RW (1997). Ankle injuries and ankle strength, flexibility, and proprioception in college basketball players. *Journal of Athletic Training* 32(3): 221.
209. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y (2015). The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed Research International* 2015;2015:842804.
210. Kapreli E, Athanasopoulos S, Papathanasiou M, Van Hecke P, Strimpakos N, Gouliamos A, Peeters R, Sunaert S (2006). Lateralization of brain activity during lower limb joints movement. An fMRI study. *Neuroimage* 32(4): 1709-1721.
211. Waddington G, Adams R (1999). Ability to discriminate movements at the ankle and knee is joint specific. *Perceptual and Motor Skills* 89(3): 1037-1041.
212. Wang J, Sainburg RL (2006). Interlimb transfer of visuomotor rotations depends on handedness. *Experimental Brain Research* 175: 223-230.
213. Gabbard C, Hart S (1997). Examining the stabilising characteristics of footedness. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition* 2(1): 17-26.
214. Symes M, Waddington G, Adams R (2010). Depth of ankle inversion and discrimination of foot positions. *Perceptual and Motor Skills* 111(2): 475-484.
215. Liu B, Witchalls J, Waddington G, Adams R, Wu S, Han J (2021). Vibration of calf muscles has reverse effects on right and left ankle proprioception in high and low proprioceptive performer groups. *Somatosensory & Motor Research* 38(2): 101-107.



EKLER

Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Bu çalışma Neslihan İPEK tarafından “Arcus Longitudinalis Medialis yüksekliğinin proprioseptif duyu keskinliği ile ilişkisinin değerlendirilmesi” konulu çalışmadır. Bu araştırmanın amacı görme yokluğunda ve dikkat dışı algıda uzuvlarımızın konumunu, pozisyonunu, hareket, kuvvet, çaba, denge duyularını algılamamızı sağlayan proprioseptif duyunun, normal ayak yapısına ya da patolojik durum olan düz tabana etkisinin olup olmadığını ortaya koymaktır. Araştırma yaklaşık olarak 20 dakikanızı alacak sürededir. Araştırmaya yaklaşık olarak 50-100 kadar gönüllü bireyin katılması beklenmektedir. Çalışmaya sadece gönüllü katılım esastır. Sizden tüm sorulara en uygun cevapları, kendi hür iradenizle ve samimiyetle cevaplamanız istenmektedir. Demografik bilgilerinizi yani boy kilo vb. içeren bir form ve sağ-sol el kullanımınız ile ilgili bir anket doldurmanızı, ayağınıza öğrettiğimiz açığı mümkün olduğunca en doğru şekilde bulmanız istenmektedir. Bu formu okuyup imzaladığınız takdirde araştırmaya katılmış olacaksınız. Ama yine de çalışmaya katılmaktan vazgeçme veya katıldıktan sonra çalışmayı sonlandırma hakkınız bulunmaktadır. Çalışma sonucundaki bilgileriniz gizli tutulacak ve sadece araştırma için kullanılacaktır. Araştırmacıya araştırma ile ilgili soru sormak isterseniz şimdi sorabilir veya fztmeslihanipek@gmail.com eposta adresi ve 05398627261 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz. Araştırma sonuçlarının sizinle paylaşılmasını istiyorsanız araştırmacıya iletebilirsiniz.

Yukarıda katılımcının bilgilendirilmesi gereken konuları okudum ve çalışmanın içeriğini, amacını ve gönüllü olarak sorumlulukları anladım. Çalışma ile ilgili sözlü ve yazılı açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı. Çalışmanın olası riskleri ve faydaları sözel olarak bana anlatıldı. Kişisel bilgilerimin güvenliği konusunda bilgi verildi. Bu şartlar altında araştırmaya kendi rızam ve hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Adı Soyadı:

İmza:

Tarih:

İletişim Bilgileri:

E posta:

Telefon:

Araştırmacının Adı Soyadı: Neslihan İPEK

Tarih

İmzası:

Ek 3. Veri Kayıt formu

VERİ KAYIT FORMU	
1. ADI SOYADI:	
2. CİNSİYET:	☐ KADIN ☐ ERKEK
3. YAŞ (G/A/Y):	
4. BOY:	
5. KİLO:	
6. BKİ:	
7. AYAKKABI NUMARASI:	
8. DOĞUM ŞEKLİ:	☐ 1 SEZARYEN ☐ 2 NORMAL
9. MESLEK:	
10. EĞİTİM:	
11. ALIŞKANLIKLAR:	
SİGARA:	☐ 1 VAR ☐ 2 YOK ALKOL: ☐ 1 VAR ☐ 2 YOK
12. DÜZENLİ SPOR ALIŞKANLIĞI VAR MI?	
☐ 1 VAR ☐ 2 YOK 3 VARSA FREKANSI(SIKLIK) (SAAT/ HAFTA) YAZINIZ.....	
13. KULLANDIĞI İLAÇLAR:	
14. ÖZGEÇMİŞ:	
15. KRONİK HASTALIKLARI:	
☐ 1 DİABET ☐ 2 HİPERTANSİYON ☐ 3 KOAH ☐ 4 DİĞER ☐ 5 YOK	
16. GEÇİRİLMİŞ TRAVMA YA DA TRAFİK KAZASI ÖYKÜSÜ (Kırık, ezik ... de olabilir)	
☐ 1 VAR ☐ 2 YOK 3 VARSA ETKİLENEN VÜCUT BÖLGESİ..... 4 ZAMANI.....	
17. ALT EXTREMİTE YARALANMASI:	
☐ 1 VAR ☐ 2 YOK 3 VARSA ETKİLENEN VÜCUT BÖLGESİ..... 4 ZAMANI.....	
18. REÇETELİ AYAK ORTEZİ KULLANIMI:	
☐ 1 VAR ☐ 2 YOK	

Ek 4. Yenilenmiş Waterloo El Tercihi Anketi

Yenilenmiş Waterloo El Tercihi Anketi

Yönerge: Lütfen aşağıda belirtilen hareketlerde kendinize en yakın yanıt daire içine alarak el tercihinizi belirtiniz. Belirtilen hareketi yapmak için **daima** (%95 ya da daha fazla oranda) bir elinizi kullanıyorsanız, **Dsol** ya da **Dsağ** (**Daima sol** ya da **Daima sağ**) yazan yeri daire içine alınız. **Genellikle** bir elinizi kullanıyorsanız (örn. Yaklaşık %75 oranda) **Gsol** ya da **Gsağ** yazan yeri daire içine alınız. Eğer iki elinizi **eşit sıklıkta** kullanıyorsanız (örn. her bir elinizi % 50 oranda) **Eşit** yazan yeri daire içine alınız.

Neslihan İPEK

	Yenilenmiş Waterloo El Tercihi Anketi	Daima Sol	Genellikle Sol	Eşit Sıklıkta	Genellikle Sağ	Daima Sağ
1.	Bir radyonun ses ayar düğmesini ayarlarken hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
2.	Bir duvarı boyamak için fırçayı hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
3.	Çorba içmek için kaşığı hangi elinizle tutarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
4.	Uzaktaki bir şeyi göstermek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
5.	Dart atmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
6.	Bir kurşun kalemin üzerindeki silgiyi hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
7.	Bir bastonu hangi elinizde tutarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
8.	Bir gömleği ütölemek için ütüyi hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
9.	Bir resim çizmek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
10.	Kahve dolu bir fincanı hangi elinizle tutarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
11.	Bir çivi çakmak için çekici hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
12.	Bir televizyonun uzaktan kumandasını hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
13.	Bir bıçakla ekmek kesmek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
14.	Bir kitabın sayfalarını çevirmek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
15.	Kağıt kesmek için makası hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
16.	Kara tahtayı silmek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
17.	Cımbızı hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
18.	Bir kitabı alırken hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
19.	Bir bavulu taşımak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
20.	Kahve fincanını doldurmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
21.	Bir bilgisayar faresini (mouse) hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
22.	Bir elektrik prizine fişi sokmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
23.	Bir madeni parayı döndürmek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
24.	Dişlerinizi fırçalamak için diş fırçasını hangi elinizle tutarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
25.	Bir tenis (beyzbol) topunu uzağa fırlatmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
26.	Bir kapı tokmağını çevirmek için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
27.	Yazı yazmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
28.	Bir kağıt parçasını almak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
29.	Bir el testeresini hangi elinizle kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
30.	Kaşıkla bir sıvıyı karıştırmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
31.	Açılmış bir şemsiyeyi hangi elinizde tutarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
32.	Dikiş dikerken iğneyi hangi elinizde tutarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
33.	Bir kibrit çöpünü yakmak için çakarken hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
34.	Bir lambayı yakmak için düğmeye hangi elinizle basarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
35.	Bir çekmeceyi açmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
36.	Bir hesap makinesinin tuşlarına basmak için hangi elinizi kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
37.	Yukarıdaki hareketlerin herhangi birisi için el tercihinizi değiştirmenizin herhangi bir nedeni (örneğin: sakatlanma) var mı?	EVET	HAYIR		(birisini daire içine alın)	
38.	Belirli hareketler için yalnız bir elinizi kullanmada özel eğitim ya da teşvik aldınız mı?	EVET	HAYIR		(birisini daire içine alın)	
39.	37. ya da 38. soru için EVET cevabı verdinizse, lütfen açıklayınız:					

Ek 5. Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercihi Anketi

Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercihi Anketi

Yönerge: Aşağıdaki soruların her birini en iyi yapabildiğiniz şekilde yanıtlayınız. Anlatılan hareketi yapmak için **daima** bir ayağınızı kullanıyorsanız **Dsol** (**daima sol**) ya da **Dsağ** (**daima sağ**) yazan yeri daire içine alınız. **Genellikle** bir ayağınızı kullanıyorsanız, **Gsol** ya da **Gsağ** yazan yeri daire içine alınız. Eğer her iki ayağınızı **eşit sıklıkta** kullanıyorsanız **Eşit** yazan yeri daire içine alınız.

Lütfen bütün sorular için bir yanıtı basit olarak daire içine almayınız ama kendi yaptığınız her hareketi sırayla hayalinizde canlandırınız ve daha sonra uygun olan yanıtı işaretleyiniz. Gerekirse, işaretlemeyi durdurunuz ve sorulan hareketi yapmaya çalışınız.

Neslihan İPEK

	Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercihi Anketi	Daima Sol	Genellikle Sol	Eşit Sıklıkta	Genellikle Sağ	Daima Sağ
1.	Duran bir topa önünüzdeki bir hedef doğrultusunda tekme atmada hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
2.	Bir ayak üzerinde durmanız gerekirse, o hangi ayağınız olur?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
3.	Plajda kumu düzeltmek için hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
4.	Bir sandalyenin üzerine çıkmanız gerekirse, sandalyenin üzerine önce hangi ayağınızı koyarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
5.	Hızlı hareket eden bir böcek üzerine ayağınızı basmak için hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
6.	Bir demiryolu rayı üzerinde tek ayağınızda dengedeyseniz, hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
7.	Ayak parmaklarınızla bir misket almak isterseniz, hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
8.	Bir ayakta hoplamak isterseniz, hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
9.	Bir küreği toprağın içine itmeye yardımda hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
10.	Rahat bir şekilde ayakta durma sırasında, insanlar ağırlıklarının çoğunu öncelikle bir ayağı üzerine koyar, diğer bacaklarını hafif bükük bırakırlar. Ağırlığınızın çoğunu öncelikle hangi ayağınıza koyarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
11.	Yukarıdaki hareketlerin herhangi birisi için ayak tercihinizi değiştirmenizin herhangi bir nedeni (örneğin: sakatlanma) var mı?	EVET	HAYIR		(birisini daire içine alın)	
12.	Belirli hareketler için yalnız bir ayağınızı kullanmada özel eğitim ya da teşvik aldınız mı?	EVET	HAYIR		(birisini daire içine alın)	
13.	11. ya da 12. soru için EVET cevabı verdinizse, lütfen açıklayınız:					

Ek 6. Ölçüm Kayıt Formu

AYAK UZUNLUĞU

	cm
SAĞ	
SOL	

MEDIAL LONGİTUDİNAL ARK DEĞERLENDİRMESİ- FEISS ÇİZGİSİ ÖLÇÜMÜ

	1° PP	2° PP	3° PP	NORMAL
SAĞ				
SOL				

PROPRİOSEPTİF DUYU DEĞERLENDİRMESİ- REPRODUCTION TEST

- SAĞ AYAK- AĞIRLIK AKTARILAN POZİSYONDA (TAHTA ÜZERİNDE)

	ÖLÇÜM DEĞERİ			ORTALAMA FARK
	1.	2.	3.	
10 derece dorsifleksiyon				
0 derece nötral pozisyon				
10 derece plantarfleksiyon				
20 derece plantarfleksiyon				

- SOL AYAK- AĞIRLIK AKTARILAN POZİSYONDA (TAHTA ÜZERİNDE)

	ÖLÇÜM DEĞERİ			ORTALAMA FARK
	1.	2.	3.	
10 derece dorsifleksiyon				
0 derece nötral pozisyon				
10 derece plantarfleksiyon				
20 derece plantarfleksiyon				

- SAĞ AYAK- AĞIRLIK AKTARILMAYAN POZİSYONDA (OTURURKEN)

	ÖLÇÜM DEĞERİ			ORTALAMA FARK
	1.	2.	3.	
10 derece dorsifleksiyon				
0 derece nötral pozisyon				
10 derece plantarfleksiyon				
20 derece plantarfleksiyon				

- SOL AYAK- AĞIRLIK AKTARILMAYAN POZİSYONDA (OTURURKEN)

	ÖLÇÜM DEĞERİ			ORTALAMA FARK
	1.	2.	3.	
10 derece dorsifleksiyon				
0 derece nötral pozisyon				
10 derece plantarfleksiyon				
20 derece plantarfleksiyon				