T.C.
BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

GENÇ BİREYLERDE ALT EKSTREMİTE PARAMETRELERİNİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Abdulsamed Enes AKIN

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özal KELEŞ

Temmuz, 2025

T.C.
BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

GENÇ BİREYLERDE ALT EKSTREMİTE PARAMETRELERİNİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Abdulsamed Enes AKIN

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özal KELEŞ

Temmuz, 2025

Tez Onay Sayfası

BEYAN

Bu tezin bana ait olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında etik kurallara uygun davrandığımı, tezin içinde yer alan bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde etmediğim ve kullanmış olduğum bütün bilgilere kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, bu tez çalışmasının yürütülmesi ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Abdulsamed Enes AKIN

İTHAF

Tez sürecimin her aşamasında bana inanan ve desteklerini benden esirgemeyen aileme ve eşime ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bilgi ve deneyimini benimle paylaşarak her konuda destek olan ve çalışmanın yürütülmesinde büyük pay sahibi olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Özal KELEŞ'e;

Özverili bilgi paylaşımları ve çözüm odaklı yaklaşımlarıyla bana rehberlik eden bölüm başkanımız değerli hocam Prof. Dr. Zeynep HOŞBAY'a;

Lisans ve lisansüstü eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden büyük ölçüde faydalandığım, mesleki ve akademik gelişimime önemli katkılarda bulunan, desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Arzu RAZAK ÖZDİNÇLER'e;

Lisans eğitimimde ders almaktan büyük mutluluk duyduğum, bakış açımı geliştiren ve samimiyetle yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Uğur CAVLAK'a;

Eğitim hayatım boyunca yol gösterici ve teşvik edici yaklaşımıyla tecrübelerini aktaran, desteğini esirgemeyen dekan yardımcımız değerli hocam Doç. Dr. Buket AKINCI'ya;

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini her zaman hissettiğim kıymetli dostlarım Muhammed AKIN, Muhammet ÇELİK, Selman GÜNAKIN, Tayyip EKİNCİ ve Ünal BİNGÖL'e;

Hayatımın her döneminde hem abla hem kardeş olarak yanımda olan sevgili ablam Feyza AKIN ELBAŞI'ya ve her zaman destekçim olan canım abim Muhammet Salih AKIN'a;

Bana vicdanı, erdemi ve dürüstlüğü yaşamlarıyla öğreten; minnettar olduğum kıymetli babam Mehmet AKIN'a ve sonsuz sevgisi ve desteğiyle her daim yanımda olan, en büyük güç kaynağım ve rehberim olan kıymetli annem Tülay AKIN'a;

Her kararımda yanımda olarak bana hem maddi hem manevi destek sunan, sorumluluk bilinci aşılayan ve azimle bu yolda yürümemi sağlayan kıymetli eşim Feyzanur AKIN'a

Teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İç Kapak ..... -
Tez Onay Sayfası ..... -
BEYAN iii
İTHAF iv
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
SİMGE/SEMBOL ve KISALTMALAR LİSTESİ ix
TABLO LİSTESİ x
ŞEKİL LİSTESİ xi
RESİM LİSTESİ xii
TÜRKÇE ÖZET ve ANAHTAR KELİMELER xiii
İNGİLİZCE ÖZET ve ANAHTAR KELİMELER xiv
1. GİRİŞ ve AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Alt Ekstremite Anatomisi ve Biyomekaniği 3
2.1.1. Ayak – Ayak Bileği Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği 3
2.1.1.1. Kemik Yapılar. 3
2.1.1.2. Talus. 4
2.1.1.3. Kalkaneus. 5
2.1.1.4. Os Naviküler. 5
2.1.1.5. Ossa Küneiforme. 5
2.1.1.6. Os Küboideum. 5
2.1.1.7. Metatarsals. 5
2.1.1.8. Ayak ve Ayak Bileği Eklemleri. 6
2.1.1.9. Bağlar (Ligamentler). 6
2.1.1.10. Plantar Fasya. 7
2.1.1.11. Ayak Bileği Eklemi Kas ve Tendonlarla Desteklenmesi. 7
2.1.1.12. Kasların Konsantrik ve Eksantrik Fonksiyonları. 8
2.1.1.13. Ayak-Ayak Bileği Biyomekaniği. 9
2.1.2. Diz Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği 10
2.1.2.1. Yapılar ve Fonksiyonel Özellikler. 10

2.1.2.2. Ekstansör ve Fleksör Mekanizmalar. 11
2.1.2.3. Bursa ve Kistik Yapılar. 12
2.1.2.4. Nörovasküler Yapılar. 12
2.1.2.5. Diz Eklemi Biyomekaniği. 12
2.1.3. Kalça Anatomisi ve Biyomekaniği 13
2.1.3.1. Kalça Biyomekaniği. 14
2.1.3.2. Kalça Eklemine Etki Eden Yükler. 15
2.2. Kas Kuvveti 15
2.2.1. Kas Kuvvetinin Tanımı 15
2.2.2.Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi 16
2.2.3. Alt Ekstremite Kas Kuvveti ve Denge 16
2.3. Denge 16
2.3.1. Dengenin Tanımı ve Etkileyen Faktörler 16
2.3.2. Duyusal Stratejiler 17
2.3.3. Propriyosepsiyon 17
2.3.4. Statik Denge 18
2.3.5. Dinamik Denge 18
2.4. Postüral Kontrol 18
2.4.1. Postüral Kontrol Sistemleri 19
2.4.2. Postural Kontrol Stratejileri 21
2.4.2.1. Ayak Bileği Stratejisi. 22
2.4.2.2. Kalça Stratejisi. 22
2.4.2.3. Adım Stratejisi. 23
2.4.3. Postural Kontrolü Etkileyen Faktörler 23
2.5. Postür 24
2.5.1. Postür Değerlendirmesi 24
2.5.2. Postür ve Denge 25
2.5.3. Postürü Etkileyen Faktörler 25
2.6. Ayak Postürü 26
2.6.1. Ayak Postürünün Değerlendirilmesi 26
2.6.2. Ayak Postürünü Etkileyen Faktörler 27
2.6.3. Ayak Postürü ve Denge 27
3. GEREÇ ve YÖNTEM 29
3.1. Araştırmanın Yeri ve Tarihi 29

3.2. Araştırmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri 29
3.2.1. Olgular 29
3.3. Veri Toplama Araçları 30
3.3.1. Sosyodemografik Değerlendirme Formu 30
3.3.2. Kas Testi 30
3.3.3. Alt Ekstremite Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi 33
3.3.4. Kas Kısalık Testi 37
3.3.5. Postür Analizi(Newyork Postür Analizi) 39
3.3.6. IPAQ-SF (Uluslararası Fiziksel Aktivite Formu- Kısa Form) 40
3.3.7. Ayak Postür İndeksi 40
3.3.8. Navikülar Düşme Testi 41
3.3.9. Denge Değerlendirmesi(Yıldız Testi, Flamingo Testi) 42
3.4. İstatistiksel Analiz 43
4. BULGULAR 45
5. TARTIŞMA 61
6. SONUÇ ve ÖNERİLER 68
I. KAYNAKÇA 69
II. EKLER 84
EK-1. Gönüllü Onam Formu 84
EK-2. Sosyodemografik Bilgi Formu 88
EK-3. New York Postür Analizi 89
EK-4. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi 91
EK-5. Ayak Postür İndeksi 92
EK-6. Flamingo Testi Formu 93
EK-7. Yıldız Testi Formu 94
EK-8. Naviküler Düşme Testi Formu 95
EK-9. Alt Ekstremite Eklem Hareket Açıklığı Formu 96
EK-10. Kas Testi Formu 97
EK-11. Kas Kısalık Testi Formu 98
EK-12. Ayak Postür İndeksi Kullanım İzni 99
EK-13. Etik Kurul Onayı 100
III. İNTİHAL RAPORU 102

SİMGE/SEMBOL ve KISALTMALAR LİSTESİ

AÇB	Arka Çapraz Bap
API	Ayak Postür İndeksi
ALL	Anterolateral Ligament
ATFL	Anterior Talofibular Ligament
BMC	Vücut Kütle Merkezi
BoS	Base of Support
CFL	Kalkaneofibular Ligament
CNS	Central Nervous System
CoG	Centre Of Gravity
CoP	Center of Pressures
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
FPI	Foot Posture Index
IPAQ	Uluslararası Fiziksel Aktivite Formu
ITB	Iliotibial Bant
LCL	Lateral Kollateral Ligament
MCL	Medial Kollateral Ligament
MET	Metabolik Eşdeğer
MTP	Metatarsofalangeal
ÖÇB	Ön Çapraz Bağ
PTFL	Posterior Talofibular Ligament
ROM	Range Of Motion
VKİ	Vücut Kitle İndeksi

TABLO LİSTESİ

Tablo No Tablo İsmi Sayfa No

Tablo 4. 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri 45
Tablo 4. 2. Katılımcıların kas kısalık testi değerlendirilmesi 46
Tablo 4. 3. Katılımcıların eklem hareket açıklığının(EHA) değerlendirilmesi 47
Tablo 4. 4. Katılımcıların kas gücü değerlendirilmesi 48
Tablo 4. 5. Denge, fiziksel aktivite, APİ, Newyork postür analizi, naviküler düşme testi değerleri 49
Tablo 4. 6. Fiziksel aktivite düzeyleri, Newyork postür analizi, API, naviküler düşme testi değerleri ile flamingo testi arasındaki ilişki 50
Tablo 4. 7. Fiziksel aktivite düzeyleri, eklem hareket açıklığı, kas gücü, kas kısalık testi ile denge testleri arasındaki ilişki 52
Tablo 4. 8. Fiziksel aktivite değerleri, Newyork postür analizi, flamingo testi, yıldız testi ile naviküler düşme testi arasındaki ilişki 56
Tablo 4. 9. Ayak postür indeksi değerleri ile Newyork postür analizi değerleri arasındaki ilişki 57
Tablo 4. 10. Eklem hareket açıklığı, kas gücü, kas kısalık, Newyork postür analizi, API değerleri ile Fiziksel aktivite düzeyleri arasındaki ilişki 58

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No **Şeklin İsmi** **Sayfa No**

Şekil 2. 1. Ayak bölümleri (Karl B Fields, 2025)..... 4
Şekil 2. 2. Postüral Kontrol Modeli(Lord ve ark., 1991)..... 20
Şekil 2. 3. Merkezi sinir sistemi (CNS) tarafından yönlendirilen postural kontrol döngüsü (Kim ve ark., 2009)..... 21
Şekil 2. 4. BMC'nin ön-arka yer değiştirmelerini kompanze etmek için kullanılan postural kontrol stratejileri. a) ayak bileği stratejisi b) kalça stratejisi c) adım stratejisi (Shen ve ark., 2020). 21
Şekil 2. 5. Ayak bileği ve kalça stratejilerinde yer alan kaslar ile destek yüzeyinin posterior yönde bozulması sonrası kas aktivasyon zamanları (Ting, 2007). 23
Şekil 3. 1. Çalışmanın Akış Diyagramı..... 30

RESİM LİSTESİ

Resim No Resmin İsmi Sayfa No

Resim 3. 1. Dijital kas dinamometresi 31
Resim 3. 2. Ayak Bileği Plantar Fleksiyonu..... 31
Resim 3. 3. Ayak Bileği Dorsifleksiyonu 31
Resim 3. 4. Diz Ekstansiyonu 32
Resim 3. 5. Diz Fleksiyonu 32
Resim 3. 6. Kalça Fleksiyonu 32
Resim 3. 7. Kalça Ekstansiyonu..... 33
Resim 3. 8. Ayak Bileği Dorsifleksiyon Eklem Hareket Açıklığı 34
Resim 3. 9. Ayak Bileği Plantarn Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı..... 34
Resim 3. 10. Ayak Bileği Supinasyon Eklem Hareket Açıklığı 35
Resim 3. 11. Ayak Bileği Pronasyon Eklem Hareket Açıklığı..... 35
Resim 3. 12. Diz Ekstansiyon Eklem Hareket Açıklığı 35
Resim 3. 13. Diz Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı 36
Resim 3. 14. Kalça Eksternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığ 36
Resim 3. 15. Kalça İnternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığı..... 36
Resim 3. 16. Kalça Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı 37
Resim 3. 17. Kalça Ekstansiyon Eklem Hareket Açıklığı..... 37
Resim 3. 18. Lumbal Ekstansör ve Hamstring Kasları Değerlendirmesi 38
Resim 3. 19. Gastroknemius Kasının Değerlendirilmesi 38
Resim 3. 20. Tensor Facia Latae Kasının Değerlendirilmesi 38
Resim 3. 21. Quadriceps Kasının Değerlendirilmesi 39
Resim 3. 22. New York Postür Analizi 39
Resim 3. 23. Ayak Postürü Değerlendirilmesi 41
Resim 3. 24. Naviküler Düşme Testi Değerlendirilmesi..... 42
Resim 3. 25. Yıldız Testi 43
Resim 3. 26. Flamingo Testi..... 43

TÜRKÇE ÖZET ve ANAHTAR KELİMELER

Akın, A. E. (2025). Genç Bireylerde Alt Ekstremite Parametrelerinin Denge Üzerine Etkisini Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Biruni Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Çalışmanın amacı, genç bireylerde alt ekstremitedeki çeşitli parametrelerin statik ve dinamik denge üzerindeki etkisini belirlemekti. Araştırmada katılımcıların demografik bilgileri için sosyodemografik bilgi formu, eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi için gonyometre, kas uzunluğunun değerlendirilmesi için kas kısalık testi, kas kuvvetinin değerlendirilmesi için dijital el dinamometre cihazı, vücut postürünün değerlendirilmesi için New York postür analizi, katılımcıların fiziksel aktivite düzeyini belirlemek için Uluslararası Fiziksel Aktivite Formu (kısa form), katılımcılarda pes planus varlığı ve derecesini belirlemek için naviküler düşme testi, ayak postürünü değerlendirmek için Ayak Postür İndeksi, dinamik denge için yıldız testi, statik denge için flamingo testi kullanıldı. Toplamda 50 katılımcı değerlendirildi. İstatistiksel analiz Statiscal Package for Social Sciences (SPSS) 22 versiyonu ile gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun tespiti için "Kolmogorov-Smirnov" testi kullanıldı. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt olarak kullanıldı. Olguların kas gücü ve esneklik değerleri ile denge performansları arasında anlamlı bir ilişki gözlemlendi ($p<0,05$). Olguların fiziksel aktivite düzeyi, vücut ve ayak postürü değerleri ile statik denge performansı arasında anlamlı bir ilişki varken ($p<0,05$) dinamik denge performansları arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmedi ($p>0,05$). Olguların alt ekstremite EHA değerleri ile denge performansları arasında ise anlamlı bir ilişki gözlemlenmedi ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Ayak Postürü; Dinamik Denge; Postür; Statik Denge

İNGİLİZCE ÖZET ve ANAHTAR KELİMELER

Akın, A. E. (2025). Investigation of the Effects of Lower Extremity Parameters on Balance in Young Individuals. Master's Thesis, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Institute of Graduate Education, Biruni University, Istanbul.

The aim of this study was to determine the effects of various lower extremity parameters on static and dynamic balance in young individuals. In the study, a sociodemographic information form was used to collect demographic data of the participants. A goniometer was used to assess joint range of motion, a muscle length test was employed to evaluate muscle tightness, and the Digital Handheld Dynamometer was used to measure muscle strength. Postural assessment was conducted using the New York Posture Rating Chart. The International Physical Activity Questionnaire (short form) was utilized to determine participants' physical activity levels. The navicular drop test was used to identify the presence and degree of pes planus, and the Foot Posture Index (FPI) was applied to assess foot posture. The Star Excursion Balance Test was used for dynamic balance evaluation, and the Flamingo Balance Test was used for static balance assessment. A total of 50 participants were evaluated. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS), version 22. A significance level of 0.05 was used to interpret whether the findings were statistically significant. A significant relationship was observed between the participants' muscle strength and flexibility values and their balance performance($p<0,05$). While a significant relationship was found between the participants' physical activity level, body and foot posture values, and their static balance performance($p<0,05$), no significant relationship was observed with their dynamic balance performance($p>0,05$). Additionally, no significant relationship was observed between the participants' lower extremity range of motion (ROM) values and their balance performance($p>0,05$).

Keywords: Dynamic Balance; Foot Posture; Posture; Static Balance

1. GİRİŞ ve AMAÇ

İnsan ayağı, lokomotor sistemin ayrılmaz bir parçası olarak, diğer bileşenlerle birlikte çalışan karmaşık bir mekanizma oluşturur (Mann, R. A., 1978). Ayak ve ayak bileği, yalnızca ayakta durmayı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hareket esnasında vücuda destek olmak, hızlanma ve yavaşlama süreçlerinde ortaya çıkan kuvvetleri dengelemek ve yürüyüş sırasında ileri doğru hareketi optimize etmek için bir kaldıraç görevi görür. Normal ayak ve ayak bileği biyomekaniği, sağlıklı ve verimli bir yürüyüş için temel bir gereksinimdir. Bu yapılardan herhangi birinin bozulması, bireyin hareket kabiliyetini önemli ölçüde etkileyebilir (Monk, A. P., ve ark., 2016).

Ayak bileği eklemi, hem günlük yaşamda hem de sportif aktivitelerde en sık yaralanan eklemlerden biridir (Bahr, R. Ve ark., 1994). Ayak bileği, ayakla birlikte, vücuda gelen kuvvetleri absorbe eder ve özellikle dinamik hareketlerde meydana gelen şokları üst vücut segmentlerine dengeli bir şekilde iletmekle görevlidir. Bu işlevsellik, ayak bileği ekleminin çevresindeki kaslar, bağlar, eklem yüzeylerinin uyumu ve kemiklerin dizilimi sayesinde sağlanır. Ayak ve ayak bileği anatomisinin karmaşıklığı, muayenesinin görece kolay olmasına rağmen teşhis süreçlerini zorlaştırabilir. Yapısal ya da fonksiyonel bozukluklar, kişinin günlük yaşamını ve sosyal aktivitelerini büyük ölçüde kısıtlayabilir (Donatelli, R., 1996).

Ayağın tam ve doğru fonksiyon göstermesi, yalnızca ayak sağlığı açısından değil, aynı zamanda diz, kalça gibi çevresindeki diğer eklemler ve genel vücut sağlığı açısından da kritik bir rol oynar. Vücuttaki bu eklemler, zincirleme bir etkiyle birbirini etkilediğinden, ayakta meydana gelen bir problem diğer eklemlerde de sorunlara yol açabilir. Ayaktaki biyomekanik dengesizlikler, vücutta postüral bozukluklara ve hareket kısıtlılıklarına neden olabilir (Donatelli, R., 1996; Winter, D. A., 1995).

Denge kavramı ise insan vücudunun yerçekimine karşı koyabilme yeteneğini ifade eder (Winter, D. A., 1995; Berg, K., 1989). Denge, kişinin düşmeden ayakta kalabilme becerisini içerir ve bu yetenek çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Dengenin sağlanması ve korunması, postüral kontrol sisteminin işlevselliğine bağlıdır (Pollock, A. S. ve ark., 2000). Postüral kontrol, vücudun ayaklar üzerinde dengede tutulabilmesini sağlar ve yer çekiminin yarattığı kuvvetlere karşı dengeyi korumada en önemli rolü ayak bileği eklemi oynar. Ayak bileği kontrolü, dengeyi sağlamada

merkezi bir unsurdur; bu kontrol, eklemi çevreleyen kaslar, bağlar ve eklem yüzeylerinin uyumu ile gerçekleşir (Winter, D.A. ve ark., 2003).

Denge, aynı zamanda proprioseptif sistem ve vestibüler sistemin koordinasyonu ile sağlanır. Proprioseptif sistem, vücut parçalarının uzaydaki pozisyonunu algılamayı sağlarken, vestibüler sistem ise başın hareket ve pozisyonunu düzenler. Bu iki sistemin birlikte çalışması, vücudun zemin üzerinde dengede kalmasını mümkün kılar (Kara B., 2013). Denge ve postür, birbirinden bağımsız kavramlar gibi görünse de, aslında birbiriyle iç içedir. Doğru bir postür, kasların ve eklemlerin optimal kullanımını sağlar, bu da vücut üzerindeki yükü dengeler ve aşınmayı önler (Postür, Ö. Ö., 2011).

Özellikle genç bireylerde denge, alt ekstremitelerin durumu ve özelliklerine göre büyük ölçüde değişkenlik gösterebilir. Ayak yapısı, kas gücü, esneklik ve eklem hareketliliği gibi faktörler, bir bireyin denge üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Genç yaşlarda, bu faktörlerin dengesi, genel vücut sağlığını ve hareket kabiliyetini etkileyen kritik unsurlardan biridir. Bu nedenle, ayak ve ayak bileği sağlığına yönelik sistematik bir değerlendirme ve tedavi yaklaşımları, bireylerin günlük yaşam kalitesini artırabilir (Hertel, 2000).

Bu çalışma, genç bireylerde alt ekstremite parametrelerinden dengeyi etkileyen faktörlerin sistematik bir şekilde analiz edilmesini amaçlamaktadır. Bu faktörlerin daha iyi anlaşılması, postüral kontrol ve dengeyi geliştirmek için yeni stratejilerin belirlenmesine yardımcı olabilir. Ayak ve ayak bileği yapısının detaylı bir şekilde incelenmesi, yalnızca mevcut yaralanma risklerinin belirlenmesi için değil, aynı zamanda önleyici tedbirlerin alınması açısından da önemlidir. Bu yaklaşım, genel vücut sağlığını koruma ve bireylerin hareket kabiliyetini optimize etme konusunda uzun vadeli faydalar sağlayabilir.

Araştırmanın hipotezi:

H0: Genç bireylerde fiziksel aktivite, postür ve alt ekstremite parametrelerinin denge üzerinde etkisi yoktur.

H1: Genç bireylerde fiziksel aktivite, postür ve alt ekstremite parametrelerinin denge üzerinde etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

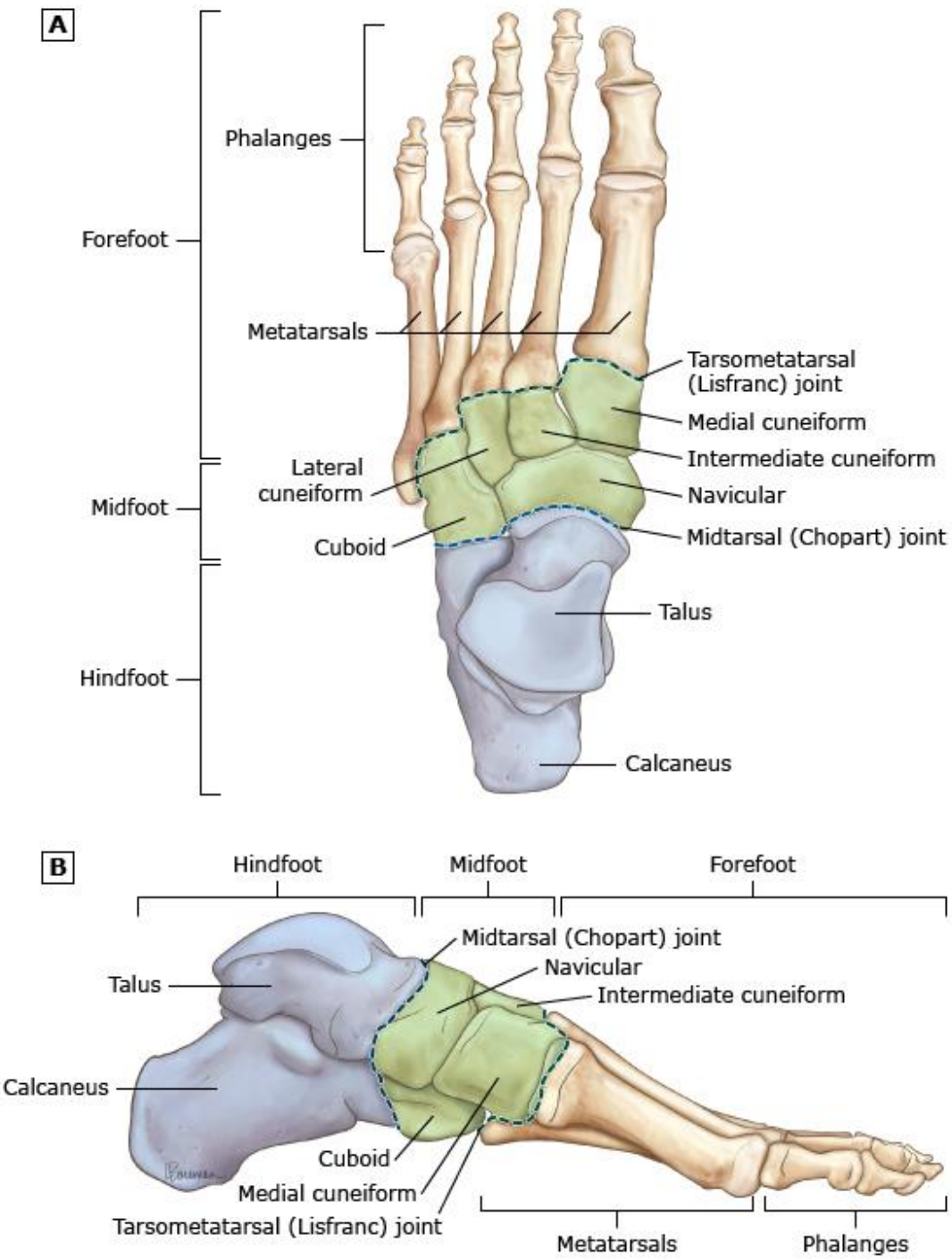
2.1. Alt Ekstremite Anatomisi ve Biyomekaniği

2.1.1. Ayak – Ayak Bileği Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği

Karmaşık ve detaylı bir yapıya sahip olan ayak, vucut ağırlığımızı kontrol etmekte önemli bir pay sahibidir. (Gülçimen, B. ve ark., 2008). Dengede durma, yürüme ve zeminle vücut arasındaki ilişkiyi sağlayan ayak, kemik, kas, eklem, ligament, sinirden oluşarak bütüncül bir anatomi içindedir. Ayağın arkları sayesinde vücut ağırlığının kontrolü, postüral dengenin oluşturulması, çeşitli aktiviteleri sağlanması gibi durumlarda son derece önemlidir (Zhao, X. ve ark., 2020). Ayaktaki kemiklerin, kemikleri birbirine bağlayan ligamentlerin, kemiklerin hareketini kontrol eden kasların ve kemikler ile kaslar arasındaki bağlantıyı sağlayan tendonların işleyişi ve aralarındaki ilişki ayağın biyomekaniğini oluşturur (Gülçimen, B. ve ark., 2008).

Ayak, bacağın yapısı gereği farklı taraflara etkisi bulunan bacak ve ayak kasları ile çeşitli istikametlerde hareketler oluşturabilmektedir. Bu sayede yürüme esnasında ayak arkının destek yüzeyinin esnek olması ve hareketi kolaylaştırmaktadır (Yıldırım, M., 2003).

2.1.1.1. Kemik Yapılar. Ayak bileği, eklem ve hareket mekanizmasını anlamak için üç bölüme ayrılır: arka ayak (hindfoot), orta ayak (midfoot) ve ön ayak (forefoot) (Şekil 2.3) . Arka ayak, talus ve kalkaneus kemiklerinden oluşur. Orta ayakta naviküler, küboid ve üç kuneiform olmak üzere beş kemik bulunur. Ön ayak ise 5 metatarsal kemik ve 14 falanxtan oluşur. Başparmak hariç her parmakta 3 falanks bulunur(Şekil 2.1)(RLM, N., 2005; Salyam C. ve ark., 2007).



Şekil 2. 1. Ayak bölümleri (Karl B Fields, 2025)

2.1.1.2. Talus. Talus, tibia ve fibula ile eklem yapan tek tarsal kemiktir ve mekanik olarak yük taşıma özelliği vardır. Talus, collum tali, caput tali ve corpus tali olmak üzere 3 bölümü bulunur. Diğer tarsal kemiklerden calcaneus ve naviculare ile de eklem yapmaktadır.

Çoğu ligamentin yapışma yeri talus olmasına rağmen talusa orjini ya da insersiyosu olan kas bulunmamaktadır. (Tatlısumak, 2020; Taşpinar, 2011) Talus'un üstten ve alttan anatomik yapısı Şekil 2.4'de gösterilmiştir. (Ferner ve ark., 1985)

2.1.1.3. Kalkaneus. 'Topuk kemiği' olarak da bilinen kalkaneus, vücut ağırlığının bacaktan ön ayağa aktarılmasında önemli rol oynamasına binaen ayak kemiklerinin en büyüğünü oluşturur. Aynı zamanda, plantar fleksör kaslar için bir kaldıraç kolu gibi görev yapar(Yıldırım, 2006; Arıncı ve ark., 2016). Kalkaneus, proksimalde talus ve anteriorda kuboid kemik ile eklemleşir. Kalkaneusun medial yüzünde bulunan ve sustentakulum tali olarak adlandırılan çıkıntı, talus için bir destek noktasıdır(Yıldırım, 2006). Posteriorunda bağların yapışma yeri olan ve tuber kalkanei adı verilen çıkıntı bulunur. Bu çıkıntının üst kısmı Aşil tendonunun yapışma yeridir(Arıncı ve ark., 2016).

2.1.1.4. Os Naviküler. Os naviküler, distal ve proksimal tarsal kemikler arasında bulunmaktadır. Tarsal bölgenin medialinde bulunur. 3 adet cuneiform kemik ve caput tali ile eklem yapar(Topçu, 2013).

2.1.1.5. Ossa Küneiforme. Küneiform kemikler 3 adettir ve proksimalde naviküler kemik, distalde ilk üç metatarsal kemik ve lateralde kuboid kemik ile çevrelenmiştir. Kuneiform kemikler kuboid kemik ile birlikte, plantar muskulotendinöz ve nörovasküler yapılar için uygun bir konum olma görevini yapan transvers ark yapısını oluşturur(Kelikian ve ark., 2011).

2.1.1.6. Os Küboideum. Küboid, 9. fetal ay ile doğum sonrası altı ay arasında kemikleşen, kabaca küp şeklinde bir kemiktir. Proksimal olarak kalkaneus ile, distal olarak lateral küneiform ve 4 ve 5 metatarsal ile eklemlenir. Nadiren talus başı ile eklemlenir. Küboidin inferolateral kenarında, peroneus longus tendonunu içeren bir sulkus bulunur(Ficke ve ark., 2019; Manganaro ve ark., 2023; Gill ve ark., 2023).

2.1.1.7. Metatarsals. Ayakta, medialden laterale doğru 1'den 5'e kadar numaralandırılan beş metatarsal kemik bulunur. 1. metatarsal, başparmakla ilişkilidir ve en kısa ve en kalın olandır. İkinci metatarsal ise en uzundur. Her metatarsal kemiğin distal ucunda bir baş, ortasında uzun bir gövde (şaft) ve proksimal ucunda bir taban

bulunur. Her metatarsalin baş kısmı bir parmağın proksimal falanksı ile eklem yapar ve taban kısmı, tarsal kemiklerin distal grubundan biri veya birkaçı ile eklemleşir. 1. metatarsalin başının plantar yüzeyi ayrıca iki sesamoid kemikle eklem yapar. 2'den 5'e kadar olan metatarsal kemiklerin tabanlarının yan yüzeyleri birbirleriyle de eklemleşir. 5. metatarsalin tabanının lateral tarafında belirgin bir tüberozite (çıkıntı) bulunur. Bu çıkıntı, fibularis brevis kasının tendonu için bir tutunma bölgesidir(Drake ve ark., 2009; Paulsen ve ark., 2010).

2.1.1.8. Ayak ve Ayak Bileği Eklemleri. Ayak bileği eklemi Distal tibia ve fibula, ayak bileği ekleminin tavanını oluşturur. Talus kemiğinin kubbesi, tibia ve fibulaya sıkıca oturur. Ayak bileği eklemindeki ana hareket düzlemi plantar fleksiyon (ayak tabanının aşağı yönlü hareketi) ve dorsifleksiyon (ayak tabanının yukarı yönlü hareketi) şeklindedir.

Subtalar eklem, talus ile kalkaneus arasındaki ön, orta ve arka eklem yüzeylerinden oluşur. Bu yapılar, lateral olarak sinus tarsi ve medial olarak tarsal kanal ile ayrılır. Subtalar eklem, arka ayağın inversiyon/eversiyon (içe/dışa dönme) ve abdüksiyon/adduksiyon (dışa/içe hareket) hareketlerinden sorumludur.

Midtarsal (Chopart) eklemi (Talonaviküler ve kalkaneokuboid eklemler) subtalar pronasyon sırasında orta ayağın "kilidini açarak" şoku daha iyi emmesini ve subtalar supinasyon sırasında "kilitleyerek" ayağın itiş için rijit bir kaldıraç haline gelmesini sağlar.

Orta ayak veya Lisfranc eklemi, ayağın medial kolonunda stabilite sağlayarak hareketin verimliliğini artırır.

Birinci metatarsofalangeal (MTP) eklemi iki sesamoid kemiği, destekleyici bağları, plantar plağı ve kasları (fleksör hallusis longus, abduktor ve adduktor hallusis) içeren karmaşık bir eklemdir. Bu eklem, yürüyüş döngüsünün itiş (propulsion) fazı için kritik öneme sahiptir(Anatomy, 2014).

2.1.1.9. Bağlar (Ligamentler). Ayak ve ayak bileği, dört ana bağ grubuna sahiptir.

Lateral bağ kompleksi – Bu bağ kompleksi nispeten zayıftır ve üç bileşenden oluşur:

Anterior talofibular bağ (ATFL): Talusu ve distal fibulayı önden birbirine bağlar.

Kalkaneofibular bağ (CFL): Kalkaneusu ve distal fibulayı, lateral malleolün hemen altından birbirine bağlar.

Posterior talofibular bağ (PTFL): Talusu ve fibulayı arkadan birbirine bağlar.

Medial bağ kompleksi – Deltoid bağ ve spring bağı, medial ayak bileğinin stabilitesini sağlar. Deltoid bağ, medial malleolden köken alan ve yüzeysel ve derin bileşenler halinde organize olmuş güçlü bir bağ grubudur.

Derin bileşenler (*anterior ve posterior tibiotalar bağlar*), talusun arka ve lateral yönde kaymasını ve eversiyon kuvvetlerine karşı stabilitesini sağlar.

Yüzeysel bileşenler (*tibia ile kalkaneus, spring bağı ve naviküler bağlar*), kalkaneonaviküler komplekse stabilite sağlar ve talusun dışa rotasyonunu önler.

Spring bağı (*üç bileşenli*), kalkaneusun sustentakulum talisinden köken alır ve navikülere bağlanarak talusun boyun ve baş kısmını medyal ve inferior yönde destekler.

Tibiofibular bağ kompleksi, anterior ve posterior tibiofibular bağlar ile interosseöz membran ve ligamentten oluşur (Şekil 4 ve 3A). Bu kompleks, distal tibia ile fibula arasındaki ilişkiyi koruyarak, talustan gelen yukarı yönlü kuvvetlere karşı ayrılmalarını önler.

Lisfranc bağ kompleksi, orta ayağın stabilitesi ve ayağın transvers arkının korunması için oldukça önemlidir. Üç bileşeni vardır (*dorsal, interosseöz ve plantar*), bunlar medial kuneiformun lateral kısmını, ikinci metatarsın medial kısmına bağlar Neumann, D. A. (2017).

2.1.1.10. Plantar Fasya. Plantar fasiya, kalkaneusun plantar yüzeyinden başlayarak beş metatars başına yayılan birincil aponevroz yapıdır.

Yürüyüş döngüsünün itme (propulsion) fazında medial arkı destekler.

Medial uzunlamasına ark üzerindeki etkisi, ayağın parmak ucu itiş (toe-off) fazındaki biyomekaniği açısından kritiktir(Anatomy, 2014).

2.1.1.11. Ayak Bileği Eklemi Kas ve Tendonlarla Desteklenmesi. Ayak bileği eklemi, bacak kasları ve tendon grupları tarafından desteklenir. Ayak ve ayak bileği kasları, eklemlerin belirli hareketlerini kontrol eder. Ayrıca bu kaslar, hareket için gerekli olan stabiliteyi, itiş gücünü ve şok emilimini sağlar.

Ayak ve ayak bileğinin hareketleri, bacaktan başlayıp ayağa bağlanan on iki ekstrinsik kas tarafından gerçekleştirilir. Bu kaslar dört bölmeye ayrılır.

Ön bölme (Anterior compartment):

Tibialis anterior: Talokrural eklemin (ayak bileği eklemi) birincil dorsifleksörüdür (ayağı yukarı kaldırır) ve subtalar eklemin invertörüdür (ayağı içe döndürür).

Extensor hallucis longus: Talokrural eklemde dorsifleksiyon, başparmak (hallux) falankslarında ise ekstansiyon (germe) hareketi yapar.

Extensor digitorum longus: Ayağın dört dış parmağını gerer.

Fibularis (Peroneus) tertius: Ayağın dorsifleksiyonuna ve eversiyonuna (dışa dönmesine) yardımcı olur.

Lateral bölme (Lateral compartment):

Fibularis longus ve fibularis brevis: Ayağın birincil evertörleridir (ayağı dışa döndürürler).

Yüzeysel arka bölme (Superficial posterior compartment):

Gastrocnemius, plantaris ve soleus: Ayak bileğinin birincil plantar fleksörleridir (ayağı aşağı iterler).

Gastrocnemius, ayrıca dizi büker (fleksiyon) ve yürüyüş sırasında aktiftir. Soleus, özellikle duruşun korunmasında (postür) rol oynar.

Derin arka bölme (Deep posterior compartment):

Tibialis posterior, flexor digitorum longus ve flexor hallucis longus: Ayağın birincil invertörleridir (ayağı içe döndürürler).

Fibularis longus ve brevis dışındaki tüm arka bölme kasları, talokrural eklemde plantar fleksiyon ve subtalar eklemde inversiyon hareketi yapar(DA, 2002; Anatomy, 2008).

2.1.1.12. Kasların Konsantrik ve Eksantrik Fonksiyonları. Kaslar, gerçekleştirdikleri hareketlere bağlı olarak konsantrik (kısalma) veya eksantrik (uzama) olarak çalışır. Ayak bileği kompleksini çevreleyen kaslar genellikle konsantrik hareketlerine göre tanımlansa da, eklemlerin dinamik stabilitesi kasların eksantrik fonksiyonları ile sağlanır.

Fibularis longus ve fibularis brevis, subtalar eklemin supinasyonunu kontrol etmek ve lateral ayak bileği burkulmalarına karşı koruma sağlamak için temel rol oynar.

Ön bölme kasları, subtalar eklemde zorlanmış supinasyon sırasında eksantrik olarak kasılır ve lateral ayak bileği kompleksini dinamik olarak stabilize eder.

Bu kaslar, supinasyonun plantar fleksiyon bileşenini yavaşlatarak lateral bağ yaralanmalarını önleyebilir(Hertel, 2002).

2.1.1.13. Ayak-Ayak Bileği Biyomekaniği. Ayak, hem postüral dengeyi sağlayan sağlam bir platform hem de yürüme ve koşma sırasında darbe emilimi ile itme gücünü sağlayan esnek bir kaldıraç görevi görür. Yapısal olarak arka, orta ve ön ayak olarak bölümlere ayrılan ayak, aynı zamanda fonksiyonel olarak medial (birinci ila üçüncü metatarsal kemikler ve falanksları) ve lateral kolonlara (dördüncü ve beşinci metatarsal kemikler ve falanksları) ayrılarak değerlendirilebilir.

Yürüyüş döngüsünün başında topuk yere supinasyon pozisyonunda temas eder. Bu fazda Chopart eklemi kilitlenir ve ayağın rijitleşmesi sağlanır. Ardından, ayak pronasyona geçerek orta ayakta esneklik kazanılır; böylece medial kolon üzerinden gerçekleşen itme sırasında gerekli enerji aktarımı sağlanır. Bu geçişin kontrollü şekilde sağlanmasında subtalar eklem pozisyonu kilit rol oynar.

Orta ayak ile ön ayak arasındaki Lisfranc eklemi, ön ayağın hareketine izin verirken aynı zamanda transvers arkı destekleyen oldukça stabil bir yapıdır. Stabilite; plantar ve dorsal transmetatarsal bağlar, karakteristik olarak girintili olan ikinci tarsometatarsal eklem, anterior ve posterior tibialis tendonlarının destekleyici katkısıyla sağlanır. Bu yapı sayesinde Lisfranc eklemi, sınırlı dorsifleksiyon ve plantarfleksiyon hareketine olanak tanırken, yürüme sırasında yayımsı bir hareket oluşturur (Norkin, C. C., & Levangie, P. K., 2016).

Ön ayağın metatarsofalangeal (MTP) eklemleri oldukça mobil olup, sabit bir orta ayakla birlikte ön ayak-orta ayak kompleksinin kuvvetli bir kaldıraç görevi görmesini sağlar. Bu özellik, özellikle koşma ve zıplama sırasında ileriye ve yukarıya doğru itme gücünün oluşmasına katkı sağlar. Yürüyüşün son safhasında, ön ayak supinasyona uğrayarak nihai itme hareketine destek verir. Lateral kolon, proprioseptif geri bildirim ve darbe emilimi görevleri ile dengeye katkıda bulunur.

Charcot nöroartropatisi gibi diyabetik ayak hastalıklarında ve orta ayak artriti bulunan olgularda transvers arkın bozulması, yürüyüş bozukluklarının anlaşılmasında kilit bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Transvers kemer; uzunlamasına arkın kaldıraç etkisini desteklemek için yeterli hareket açıklığına sahip olmalı, fakat aynı zamanda yeterince rijit kalabilmelidir. Bu denge, orta tarsal ve tarsometatarsal eklemler üzerinden sağlanır. Aşırı sertlik, genellikle artrit veya nörolojik yaralanmalar gibi patolojilerde bu işlevi bozar (Cavanagh ve ark., 1995).

Farklı ayak yapılarına sahip bireylerde yapılan çalışmalar, ayağın doğru zamanda pronasyona geçebilmesinin yürüyüş döngüsündeki normal hareket dizisini sürdürmede belirleyici olduğunu göstermektedir (Williams ve ark., 2000). Ayak yapısı, darbeyi emen bölgelerin değişimini etkiler. Örneğin, kavus tipi ayaklarda topuk ve ön ayak bölgesi darbe absorpsiyonunda öne çıkar (Buldt., 2015). Arka ayakta varus ya da kavus deformitesi bulunan bireylerde, özellikle koşu esnasında yaralanma riskinin arttığı prospektif çalışmalarla gösterilmiştir (Williams ve ark., 2001).

Ancak, ayak yapısı tek başına tüm yük dağılımını açıklamada yetersiz kalabilir. Yürüme ve koşma hızları gibi dinamik parametreler, ayak basınç dağılımında ciddi farklılıklar yaratabilir. Bu nedenle ayak morfolojisi ve yürüyüş mekaniği birlikte değerlendirilmelidir.

Uzunlamasına medial ark yüksekliği zamanla, özellikle kadın bireylerde, yaşla birlikte azalma eğilimindedir. Bu durum, edinilmiş pes planus sendromunun patogenezinde rol oynar. Bu sendromda posterior tibialis tendonun dejeneratif yırtılması ilk bozulma evresidir. Devamında yay desteğini sağlayan bağlarda (spring ligaman, talokalkaneal ligamanlar) gelişen hasar, belirgin deformitelere neden olabilir. Benzer şekilde, yaşlı bireylerde sık gözlenen ön ayak bozuklukları, transvers kemerin de zamanla zayıfladığına işaret etmektedir (Myerson ve ark., 2004).

2.1.2. Diz Eklemi Anatomisi ve Biyomekaniği

2.1.2.1. Yapılar ve Fonksiyonel Özellikler. Diz eklemi, dört kemikten (femur, tibia, patella, fibula) oluşan ve üç ana bölmeden (medial tibiofemoral, lateral tibiofemoral ve patellofemoral) meydana gelen karmaşık bir sinovyal eklemdir. Tüm bölmeler ortak bir eklem boşluğunu paylaşır. Femurun genişleyen distal kondilleri, tibia ile medial ve lateral tibiofemoral eklemleri oluşturur. Tibianın düz yapısı, menisküslerin şekliyle desteklenerek femurla uyumlu bir eklemleşmeye olanak tanır. Patella ise quadriceps tendonu içinde yer alan sesamoid bir kemik olarak, ekstansör mekanizmanın mekanik etkinliğini artırır. Fibula eklem kapsülü içinde bulunmasına rağmen doğrudan yük taşımaz (Moore et al., 2018).

Diz ekleminin stabilitesi; eklem kapsülü, bağlar, menisküsler ve kaslar gibi çeşitli yapılarla sağlanır. Femur ve tibia eklem yüzeyleri, şoku emen hiyalin kıkırdak ile kaplıdır. Yarımay biçimli medial ve lateral menisküsler, yük dağılımı ve darbe emilimi gibi mekanik fonksiyonları destekler. Menisküslerin dış kenarları vaskülerdir,

ancak iç kısımları difüzyon yoluyla beslendiğinden iyileşme kapasiteleri sınırlıdır. Özellikle hareketsiz yapısı nedeniyle medial menisküs, yaralanmalara daha duyarlıdır.

Bağ yapıları arasında ön çapraz bağ (ÖÇB), tibianın femura göre anterior translasyonunu sınırlandırırken; arka çapraz bağ (AÇB), posterior translasyonun başlıca engelleyicisidir. ÖÇB, fleksiyon ve ekstansiyona duyarlı iki demetten oluşur. AÇB ise dizin en kalın ve en güçlü bağ yapısı olup, özellikle 90° üzeri fleksiyonlarda rotasyonu da kontrol eder (Bleday RM ve ark., 1998; Gollehon DL ve ark., 1987; Grood ES ve ark., 1981).

Medial kollateral bağ (MCL), yüzeysel ve derin katmanlara ayrılır. Yüzeysel MCL, valgus streslerine karşı primer destek sağlarken, derin bileşeni eklem kapsülünün bir parçası olarak görev yapar ve medial menisküs ile ilişkilidir (Griffith ve ark., 2009a; Griffith ve ark., 2009b). Lateral kollateral bağ (LCL), fibula başına tutunur ve varus stresini sınırlayan başlıca yapıdır (Grood ES ve ark., 1981). Posterolateral köşe ise LCL, popliteus tendonu ve çeşitli ligamentöz yapıların birleşiminden oluşur ve dizin arka/lateral stabilitesini sağlar (Gollehon DL ve ark., 1987; Covey DC, 2001).

İliotibial bant (ITB), kalçadan tibianın anterolateraline kadar uzanarak, diz ekstansiyonu ve lateral stabiliteye katkı verir. Anterolateral bağın (ALL) varlığı yeni tanımlanmış olup, tibianın iç rotasyonunu kontrol etmede rol oynayabileceği düşünülmektedir (Claes ve ark., 2013; . Park JG ve ark., 2022; Rossi MJ, 2019; Smith PA ve ark., 2019).

2.1.2.2. Ekstansör ve Fleksör Mekanizmalar. Diz ekstansiyonu, quadriceps femoris kas grubu, quadriceps tendonu, patella, patellar tendon ve tibial tüberkülden oluşan kompleks bir sistemle gerçekleştirilir. Patella, trochlear olukta hareket ederken, medial ve lateral retinakulumlar tarafından stabilize edilir. Medial patellofemoral ligament, patellanın en önemli statik destekleyicisidir.

Diz fleksiyonu, esas olarak hamstring kaslarının (semitendinosus, semimembranosus, biceps femoris) aktivitesiyle sağlanır. Bu kaslar, aynı zamanda popliteal fossanın üst sınırını oluşturur. Gastroknemius kasının başları alt sınırı belirler ve bu kas, hem ayak bileği plantar fleksiyonu hem de dizin stabilizasyonunda görev alır (Neumann, 2017).

2.1.2.3. Bursa ve Kistik Yapılar. Diz çevresinde çeşitli bursalar ve kistler bulunur. Bursalar sinovyal sıvı içerir ve sürtünmeye karşı tampon görevi görür. En yaygın görüleni, gastroknemius ile semimembranosus kası arasında yer alan popliteal (Baker) kisttir. Bu yapı genellikle dizdeki başka patolojilerle ilişkilidir.

Ön dizde; suprapatellar, prepatellar, yüzeysel ve derin infrapatellar bursalar yer alır. Medial tarafta ise pes anserin bursası, semimembranosus bursa kompleksi ve MCL bursası bulunur. Bu yapılar, aşırı kullanım, travma veya inflamasyon sonrası şişebilir ve semptomatik hale gelebilir. Lateral tarafta primer bursa olmasa da, ITB ile lateral femoral kondil arasındaki sürtünme sonucu sekonder bursit gelişebilir (Neumann, 2017).

2.1.2.4. Nörovasküler Yapılar. Diz arkasından geçen nörovasküler demet; popliteal arter, ven ve tibial sinirden oluşur. Özellikle diz çıkıkları gibi yüksek enerjili travmalarda vasküler yaralanma riski artar. Peroneal sinir, siyatik sinirin lateral dalı olarak biceps femoris çevresinden fibula başına ilerler.

Anatomik seyri boyunca yüzeyel yerleşimi nedeniyle travmalara karşı duyarlıdır (Van den Bergh FR ve ark., 2013).

2.1.2.5. Diz Eklemi Biyomekaniği. Diz eklemi çoğunlukla menteşe tipi bir yapı olarak düşünülse de, işlevsel biyomekaniği çok daha karmaşıktır. Femoral kondiller oval biçimlidir ve bu asimetrik yapı, hareket sırasında dizin dönme merkezinin sabit kalmamasına neden olur (Neumann, 2010). Ekstansiyondan fleksiyona geçişte, dizin rotasyon ekseni, kondil konturlarını takip ederek öne ve arkaya kayar; bu dinamik J şeklindeki bir eğriyi izler (Nordin and Frankel, 2001). Aynı zamanda, femur fleksiyon sırasında tibia üzerinde arkaya, ekstansiyonda ise öne doğru kayar. Bu kayma ve rotasyon kombinasyonu, dizin sallanan bir sandalyeye benzer şekilde hem döndüğü hem de yer değiştirdiği bir hareket modeli oluşturur (Hall, 2014).

Bu hareket paterni, çeşitli yaralanma mekanizmalarının açıklanmasında önemli rol oynar. Örneğin, ayak yere basarken oluşan hiperekstansiyon durumunda femur ve tibianın ön eklem yüzeyleri arasında kompresyon meydana gelir. Dizin polisantrik rotasyon özelliği nedeniyle, bu tür yaralanmalarda beklenen posterior gerilme yerine ön kıkırdak ve kemik yapılarına yönelik basıya bağlı kontüzyonlar ortaya çıkar (Levangie and Norkin, 2011).

Sagittal düzlemdeki bu karmaşık hareketlere ek olarak, diz transvers düzlemde tibiofemoral rotasyon da gösterir. Ekstansiyonun son evresinde lateral femoral kondil, medial kondile göre daha erken temas sağlayarak ekstansiyonun sonlanmasını başlatır. Bu sırada ACL'nin gerilmesi, dizin stabilitesini artırır. Medial kondilin daha geç ekstansiyona ulaşması, femurun tibia üzerinde medial rotasyon yapmasına neden olur. Bu hareket, dizin "vidalanma" mekanizması olarak adlandırılan kilitlenme sürecini başlatır (Solomonow and Krogsgaard, 2001; Escamilla and Macleod, 2017).

Bu kilitlenmiş pozisyondan fleksiyona geçiş ise, femurun aktif olarak dış rotasyona uğramasıyla başlar. Bu rotasyon popliteus kası tarafından başlatılır ve kollateral bağlardaki gerginliği azaltarak hareketi mümkün kılar.

Hamstring kasları da bu aşamada primer fleksör olarak devreye girer (Gollehon ve ark., 1987). Biyomekanik bilgiler, belirli patolojilerin anlaşılmasına da katkı sağlar. ACL, lateral bölmede terminal ekstansiyon ve medial tibial rotasyonun kontrolünden sorumludur (Fleming ve ark., 2001).

ACL rüptürü durumunda bu mekanik kontrol ortadan kalkar ve tibia öne doğru kayarken medial rotasyona uğrar. Bu durum, lateral femoral kondil ile tibia arasında çarpışmaya neden olarak MR görüntülerinde tipik “kemik öpücüğü” (bone bruise) bulgularına yol açar (Sanders and Miller, 2005).

Lateral menisküs hasarlarının, akut ACL yırtıklarıyla sıklıkla birlikte görülmesinin nedeni de bu kontrolsüz rotasyonel kuvvetlerdir. Böylece, “mutsuz üçlü” (ACL, MCL ve medial menisküs yırtığı) dışında, ACL ile lateral menisküs kombinasyonunun da klinik olarak çok önemli olduğu anlaşılır.

Diz ekleminin biyomekaniği, sadece hareket açıklıklarını değil; aynı zamanda yük dağılımı, bağ gerilimleri ve patolojik mekanizmaların anlaşılmasını da sağlar. Polisantrik rotasyon, kayma, kilitlenme ve kilit çözme gibi özgün özellikler; hem tedavi planlamasında hem de önleyici yaklaşımlarda temel bilgi kaynağıdır (Musahl ve ark., 2010).

2.1.3. Kalça Anatomisi ve Biyomekaniği

Kalça eklemi, sinoviyal yapıya sahip, top ve yuva tipi bir eklemdir ve hem mobilite hem de yük taşıma işlevleri açısından vücudun kritik yapılarından biridir. Eklem boşluğunu oluşturan asetabulum; ilium, iskium ve pubis kemiklerinin birleşimiyle meydana gelir. Bu birleşme süreci, iskelet gelişiminin tamamlandığı genç erişkin döneme kadar (yaklaşık 23 yaş) devam eder (Moore and Dalley, 2018).

Asetabulumun doğal öne eğilimi (anteversiyon) 20–40°, eğim açısı (inklinasyon) ise 40–50° arasındadır. Eklem çukuru, labrum adı verilen fibro-kıkırdak bir yapı ile çevrelenmiştir. Labrum, eklem stabilitesine katkı sağlamakla birlikte, eklem sıvısının korunmasına ve yüklerin dengeli dağılımına yardımcı olur.

Femur başı, çapı kişiye göre 45–56 mm arasında değişen, yaklaşık 2/3 oranında küresel bir yapıdır ve büyük oranda hiyalin kıkırdak ile kaplıdır. Femur boynu ile femur cismi arasında, koronal düzlemde ortalama 125±5°'lik bir açı vardır; erişkin bireylerde anteversiyon açısı yaklaşık 15–20°'dir (Williams ve ark., 1989). Bu açıların bireyler arası varyasyonu, hareket açıklığını ve yük taşıma şeklini doğrudan etkiler.

Kalçanın yapısal güvenliği; iliofemoral (Bigelow), pubofemoral ve ischiofemoral bağlar tarafından sağlanır. En kuvvetli olanı iliofemoral bağdır ve özellikle hiperekstansiyon sırasında eklemi korur.

Bu ana bağlara ek olarak, zona orbicularis ve ligamentum capitis femoris gibi yapılar da eklem stabilitesine sınırlı katkı sunar. Asetabulum; obturator, superior ve inferior gluteal arterlerden beslenirken, femur başı ve boynu esas olarak mediyal ve lateral sirkumfleks femoral arterlerin dalları ile kanlanır. Özellikle mediyal sirkumfleks arterin lateral epifizeal dalı, femur başının kan dolaşımında belirleyici rol oynar.

Kalça eklemi üzerinde etkili olan kaslar yalnızca hareketin gerçekleştirilmesinden değil, aynı zamanda stabilitenin sağlanmasından da sorumludur. Toplam 22 kas, bu eklemde fonksiyon görür. İliopsoas kalça fleksiyonunun primer kasıdır; gluteus maximus ekstansiyonda, gluteus medius ve minimus ise abduksiyonda temel rol oynar. Rotasyonel hareketler için ise pelvis kaynaklı kısa kaslar (obturator internus/externus, piriformis vb.) devreye girer (Trueta and Harrison, 1953).

2.1.3.1. Kalça Biyomekaniği. Kalça eklemi, hareket açıklığı açısından omuzdan sonra en geniş kapasiteye sahip eklemdir. Sagittal planda 120–130° fleksiyon ve 10–15° ekstansiyon mümkündür. İç ve dış rotasyon aralıkları, kalçanın pozisyonuna ve çevre yumuşak dokuların gerginliğine göre değişkenlik gösterir. Anteversiyon açıları da bu hareket genişlikleri üzerinde doğrudan etkilidir (Nordin and Frankel, 2001).

Pelvik rotasyon, özellikle kalça fleksiyonu sırasında hareket kapasitesine katkı sağlar. Literatürde, diz fleksiyondayken fleksiyon hareketinin yaklaşık %26'sının, diz

ekstansiyondayken ise %39'unun pelvik hareket ile sağlandığı bildirilmiştir. Femoroasetabular sıkışma gibi yapısal değişiklikler, hareket kısıtlılığına ve kompansatuvar pelvik hareket artışına neden olabilir (Ganz ve ark., 2003).

Gündelik yaşamda birçok hareketin gerçekleştirilmesi için yaklaşık 120° fleksiyon ve 20° dış rotasyon–abduksiyon kombinasyonu gereklidir. Yaş ilerledikçe bu hareket açıklıkları ve adım uzunluğu giderek azalmaktadır.

2.1.3.2. Kalça Eklemine Etki Eden Yükler. Kalça eklemine binen yükler, özellikle protez cerrahisi sonrası yapılan ölçümlerle daha net anlaşılmıştır. Tek ayak üzerinde duruş sırasında, femur başına iletilen yük vücut ağırlığının 2,7–3,4 katı civarındadır (Nordin and Frankel, 2001).

Bu yük, vücut ağırlığı ve abduktor kas gücünün oluşturduğu kuvvet vektörleri ile açıklanabilir. Koltuk değneği gibi desteklerin kullanımı, bu yükleri %20–42 oranında azaltabilir (Brinckmann ve ark., 2002). Yavaş yürüyüşte topuk teması sonrası vücut ağırlığının yaklaşık 3 katı, koşma sırasında ise 7–8 katı kadar yük kalçaya biner. Kayak gibi yüksek performanslı spor aktivitelerinde bu oran 12 katına ulaşabilir. İki ayak üzerinde duruşta ise yük, vücut ağırlığına eşdeğerdir. Kalça biyomekaniğinin anlaşılması, deformite ve patolojilerin tedavi planlamasında büyük önem taşır. Örneğin, koksa valga deformitesinde abduktor kol kısaldığı için asetabular örtülülük azalabilir, bu da eklem üzerindeki stresin artmasına yol açar. Bu durumda, proksimal femoral varus osteotomisi gibi cerrahi yaklaşımlarla biyomekanik denge yeniden kurulabilir (Bergmann ve ark., 2001).

2.2. Kas Kuvveti

2.2.1. Kas Kuvvetinin Tanımı

Kuvvet, belirli bir eklem hareketini gerçekleştiren kaslar tarafından üretilebilen maksimum gücü tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Ayrıca, maksimum çaba, kaslar tarafından izometrik kasılma, konsantrik kasılma veya eksantrik kasılma yoluyla geliştirilebilir ve iki dinamik hareketin hızları geniş bir aralıkta gerçekleştirilebilir(Komi, 1992). Statik kuvvet, kasların kısalmadan kasılması olarak tanımlanır. Dinamik kasılma ise, kasılan kasın kısalmasıyla sonuçlanan bir kasılma olarak tanımlanır(Berger, 1962).

2.2.2.Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

İzokinetik egzersiz, dirençli egzersiz ve kas değerlendirme alanında yeni bir boyuttur. Bu, uzuv hareketini sabit, önceden belirlenmiş bir hızda tutan elektromekanik bir cihaz sayesinde mümkün hale gelir. Uygulanan herhangi bir çaba, eşit bir karşı kuvvetle karşılaşır. Yerçekimine bağlı dirençli egzersiz sistemlerinde görülen hızlanma yerine, artan kas gücü artan direnç üretir. Bu nedenle, geliştirilen direnç, uygulanan kas gücüne orantılıdır ve hareket yayının her noktasında maksimum yük uygulanıyormuş gibi maksimal bir çaba hissedilebilir.

Böyle bir maksimal yükleme, elle uygulanan dirençte doğaldır; ne var ki bu yöntem, terapistin enerjisini zorlar ve ölçümde nesnellikten yoksundur. Testin güvenilirliği için hastanın uyumu önemlidir. İzokinetik test ekstremite segmentlerinde iki tarafın karşılaştırılması, agonist antagonist kas kuvveti oranlarının belirlenmesi, kasın iş kapasitesi ve dayanıklılığının ölçülmesi gibi değişkenler ile hareketin kinematik analizinin yapılmasını sağlar (Perrin, 1993).

2.2.3. Alt Ekstremite Kas Kuvveti ve Denge

Hem kesitsel hem de boylamsal çalışmalarda, alt ekstremite kas zayıflığının yaşlı bireylerde düşmelere katkıda bulunan bir risk faktörü olduğu belirlenmiştir. Denge ve kas gücü yaşlanma ile birlikte bozulur ve alt ekstremite kaslarında kuvvet üretme yeteneğindeki azalmanın denge bozukluğuna katkıda bulunduğu öne sürülmüştür(Horak, 1989). Ancak, kas kuvveti üretimindeki bozukluklar ile denge arasındaki ilişki kapsamlı bir şekilde araştırılmamıştır(Iverson ve ark., 1990).

Wolfson ve arkadaşları(1995), Duyusal Organizasyon Testi'nde en büyük denge bozukluğu gösteren yaşlı yetişkinlerde ayak bileği kasları tarafından üretilen torkların azaldığını bulmuştur. Öte yandan, Iverson ve arkadaşları, kalça kas gücü ile tek ayak üzerinde durma süresi arasında ve kalça kas gücü ile Geliştirilmiş Romberg Testi skorları arasında bir ilişki bildirmiştir. Ancak, postüral kontrolün bir bileşenindeki (kas gücü) bozulmanın, yaygın olarak kullanılan fonksiyonel denge ölçümleri üzerindeki skorları ne ölçüde öngörebildiği henüz rapor edilmemiştir.

2.3. Denge

2.3.1. Dengenin Tanımı ve Etkileyen Faktörler

Denge, kişinin vücut ağırlık merkezini yeryüzü ile temas halinde olduğu yüzey üzerinde tutabilme yeteneğidir. Başka bir deyişle, insan vücudu, hareketsiz veya

hareket halindeyken istenilen duruşu kontrol edebilme yeteneği olarak tanımlanır. Bunu sağlamak; karmaşık motor aktiviteleri gerçekleştirebilmek için dengenin en önemli unsurlardan biri olduğu düşünülmektedir(Ku ve ark., 2012).

Dengeyi tanımlayan bir başka kaynak ise dengeyi, vücudun yere düşmesine karşı koyan dinamik bir durum olarak ifade etmektedir. İnsan vücudunun iç ve dış kuvvetlerin etkilerine karşı hizalanmasını koruyabilmesi ve vücuda etki eden kuvvetlerin bileşiminin sıfır olmasını sağlaması olarak tanımlanır(Huxham ve ark., 2001).

Dengeyi kontrol etmek için iki ana mekanizma bulunmaktadır: duyusal stratejiler ve motor stratejilerdir.

2.3.2. Duyusal Stratejiler

Somatosensör, vestibüler ve görsel sistemlerden gelen duyusal verilerin toplanması, çok yönlü duyusal ortamları yorumlamak için gereklidir. Kişi duyusal girdileri değiştirdiğinde, her bir duyusuna olan göreceli bağımlılığını yeniden değerlendirmelidir. Sağlıklı bireyler, güçlü bir destek yüzeyi (BOS) üzerinde ve aydınlık bir ortamda %6 oranında somatosensör, %10 oranında görsel ve %20 oranında vestibüler bilgilere dayanarak denge sağlar.

Ancak, birey dengesiz bir yüzeyde hareketsiz kaldığında, postüral oryantasyonu koruyabilmek için yüzeyden gelen somatosensör girdilere olan bağımlılığı azaltır ve görsel ile vestibüler bilgilerin ağırlığını artırır. Duyusal içeriğe bağlı olarak duyusal bilgileri yeniden değerlendirme yeteneği, iyi aydınlatılmış bir yoldan loş bir ortama geçiş sürecinde dengeyi korumak için büyük önem taşır(Hyong ve ark., 2014).

Her durumda ortaya çıkan stratejiler, hem dışsal hem de içsel kısıtlamalarla sınırlandırılır. İçsel kısıtlamalar arasında, mevcut uzuv sayısı, eklem hareket açıklığı ve ilgili kasların gücü gibi biyomekanik sınırlamalar bulunur. Ayak desteğinin boyutu, bireyin göreve odaklandığı alanın genişliği, duyusal bilgilerin doğruluğu ve sinir sistemindeki kuvvet ile pozisyon kontrol mekanizması gibi nöral sınırlamalar, nihai stratejiyi şekillendiren faktörlerdir(Hyong ve ark., 2014; Horak ve ark., 1997).

2.3.3. Propriyosepsiyon

Propriyosepsiyon, 20. yüzyılın başında Sir Charles Sherrington tarafından vücudun uzaydaki konumu ve hareketinin algılanması olarak tanımlanmıştır. Ek

olarak, propriyosepsiyon, eklemin konumunu algılayabilen duyusal bir his haline gelen dokunsal hissin ifadesi olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, eklemlerin hareketi ve konumunun birlikte algılanabildiği özel bir duyudur(Lephart ve ark., 1997).

Denge, hareket ve duruş görevlerini yerine getirmek ve günlük yaşamın devamını sağlamak için gereklidir (Ku ve ark., 2012). Denge, izole bir özellik değildir; aksine, günlük yaşamı oluşturan birçok aktivitenin gerçekleştirilme kapasitesinin temelindedir. Aktiviteler (koltukta oturmak, ağır bir çocuğu taşımak, bir pencereyi temizlemek veya yoğun bir yolda koşmak), postüral kontrol sistemi içinde kas tonusu ve aktivitede farklı ve çok yönlü değişiklikler gerektirir. Dengeyi kontrol etmede en önemli faktörlerden biri propriyosepsiyondur (Huxham ve ark., 2001).

2.3.4. Statik Denge

Statik denge, genel duruşu ya da vücut bölümlerini belirli bir pozisyonda, sabit bir destek düzeyinde ve herhangi bir dış kuvvete ihtiyaç duymadan korumak için otomatik olarak sağlanır (İnal, 2004). Vestibüler sistem zarının stabilitesi, makula reseptörleri tarafından kontrol edilir. Hareketsiz bir durumdan harekete geçerken vücut üzerinde etkili olan kuvvetlerin birleşimi mevcut statik dengeyi bozma eğilimindedir. Bu durumda, dinamik denge kontrolü devreye girer (Can, 2008; Mohammadi ve ark., 2012).

2.3.5. Dinamik Denge

Dinamik denge, hareket hâlindeyken dış kuvvetlerin etkisiyle değişen vücut ağırlık merkezinin, destek yüzeyi içinde korunma durumudur (Özgül, 2019). Dinamik denge, dengesiz bir yüzeyde minimal dış hareketle dengeyi koruma veya yeniden sağlama durumu olarak düşünülebilir (Haynes, 2004). Başka bir deyişle, dinamik dengeleme, kişinin hareket sırasında postür stabilitesini sürdürebilme yeteneğidir. Dinamik denge, başın dönme hareketlerine yol açan yarım daire kanallarındaki reseptörler tarafından kontrol edilir (Woollacott ve ark., 1997).

2.4. Postüral Kontrol

Vücut postürü, her biri kendi kütlesine sahip olan ve nöromüsküler sistem tarafından kontrol edilen esnek eklemlerle birbirine bağlı parçalardan oluşur. Postürün merkezi organizasyonu, yerçekimi gibi dış kuvvetler, vücudun mekanik özellikleri ve nöromüsküler kuvvetler arasındaki etkileşimleri içerir.

Postüral organizasyon üzerine yapılan güncel çalışmaları anlamak için, postürün iki temel işlevi olduğunu unutmamak gerekir. İlk olarak, postürün mekanik bir yerçekimine karşı koyma işlevi vardır; bu sayede referans postür (ayakta duruş) oluşturulur. Denge de, yerçekimine karşı bu işlev sayesinde sağlanır ve durağan koşullarda vücut ağırlık merkezinin izdüşümünün destek yüzeyinin içinde kalması gerekir. İkinci olarak, postür dış dünyaya yönelik algı ve hareket için bir referans çerçevesi görevi görür. Baş, gövde veya kollar gibi vücut bölümlerinin pozisyonu ve yönelimi, dış dünyadaki hedef konumların hesaplanması ve bu hedeflere yönelik hareketlerin düzenlenmesi için bir referans çerçevesi sağlar. Postürün aracılık ettiği işlevlerin karmaşıklığına paralel olarak, kontrol sisteminin merkezi organizasyonu birçok etkileşimli unsur içerir. Duyusal tarafta, çoklu duyu girdileri (görsel, labirent kaynaklı, propriyoseptif ve kutanöz) postüral segmentlerin hem birbirine hem de dış dünyaya (dikey yerçekimi vektörüne) göre yönlendirilmesine katkı sağlar. Bu algılayıcı gruplar, amaçlanan ve gerçek pozisyonlar arasındaki herhangi bir uyumsuzluğu izler(Carini ve ark., 2017; Squire, 2010; Cook ve ark., 2001)

2.4.1. Postüral Kontrol Sistemleri

Duyu sistemi (görsel, vestibüler, somatosensoriyel), kas-iskelet sistemi ve merkezi sinir sistemi, postural kontrolünden sorumlu olan sistemlerdir. Postural kontrol türlerinde bahsedilen kompanzasyonların oluşturulabilmesi için bu üç sistemin entegre bir şekilde çalışması gerekmektedir. Bu sistemlerden yalnızca birinde bile problem oluşması durumunda, postural kontrol mekanizması kesintiye uğrayabilir ve çeşitli sorunlar ortaya çıkabilir.

Görsel sistem, başın pozisyonu ve çevredeki nesnelere referansla gerçekleşecek hareket hakkında bilgi sağlar. Sabit duruş sırasında, postural kontrol görsel girdi olmadan da sürdürülebilir, ancak bu durum salınım hareketlerinde belirgin bir artışa neden olabilir (Riley ve ark., 2003).

Vestibüler sistem ise başın doğrusal ve açısal pozisyonunu ve uzaydaki hareketini algılar. Aynı zamanda, postür ve hareket sırasında iskelet kaslarının tonus düzenlemesini sağlayarak, vestibüler refleksler aracılığıyla denge ve oryantasyonun entegrasyonunu garanti eder (Kristjansson ve ark., 2009; Guskiewicz ve ark., 1996).

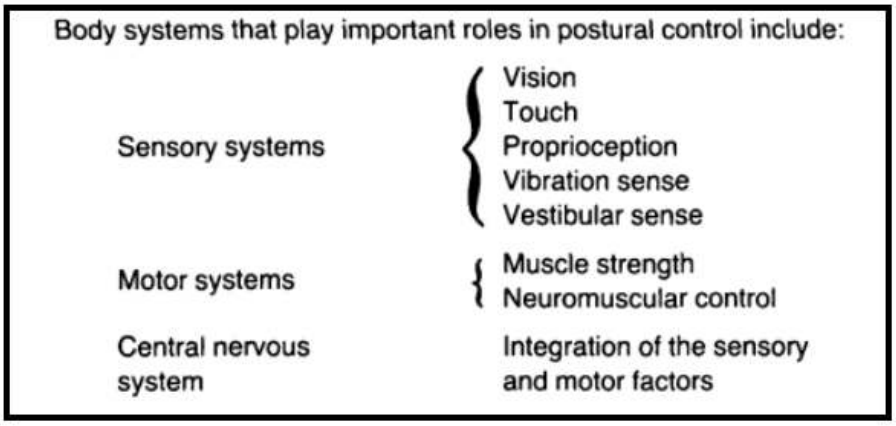
Somatosensoriyel reseptörler, ekstremitelerin hareketi ve pozisyonu ile hedef postural kasların gerilimi hakkında bilgi sağladığı için postural kontrole katkıda

bulunur. Bu sistem, ağrı, sıcaklık, dokunma ve propriosepsiyon gibi çevreden gelen tüm mekanik ve duyusal bilgileri kapsar.

Proprioseptif reseptörler olan kas iğciği (muscle spindle) ve golgi tendon organı, motor kontrolünde rol oynar. Kaslar ve tendonlardaki proprioseptif reseptörler, postural kontrol sistemi aracılığıyla kasın uzunluğunu değiştirmek için sinyaller gönderir (Rosenbaum, 2009). Kas iğciği, kas liflerinin uzunluğundaki değişiklikler hakkında üst merkezleri bilgilendiren ve alfa motor nöronu uyararak kas kasılmasını sağlayan kas gerilme refleksinden sorumludur. Bu bilgi, 1a ve 2 afferentleri aracılığıyla iletilir (Kröger ve ark., 2021). Öte yandan, golgi tendon organı, kasılan kasın gerilimine duyarlıdır ve 1b afferentleri ile üst merkezlere bilgi iletir, böylece üst merkezlerde alfa motor nöronun inhibisyonu gerçekleşir (Klonoff ve ark., 1986).

Sinir sistemi, duyu sistemlerinden gelen bilgi ve girdiler sayesinde vücut kütle merkezi (BMC) hakkında bir fikir edinirken, planlama rolü beyin tarafından üstlenilir. Duyu sistemlerinden gelen girdilere göre gerekli plan oluşturulduktan sonra, çıktılar piramidal ve ekstrapiramidal sistemler aracılığıyla kas-iskelet sistemi birimlerine iletilir. Kortikal motor alanlardaki bu çıktılar; serebellum, retiküler formasyon ve bazal ganglionlarla bağlantılı olarak iletilir (Şimşek ve ark., 2011). Bazal ganglionlar, refleks ve istemli hareketlerin kontrolünden sorumlu yapılardır (Bem ve ark., 1995)

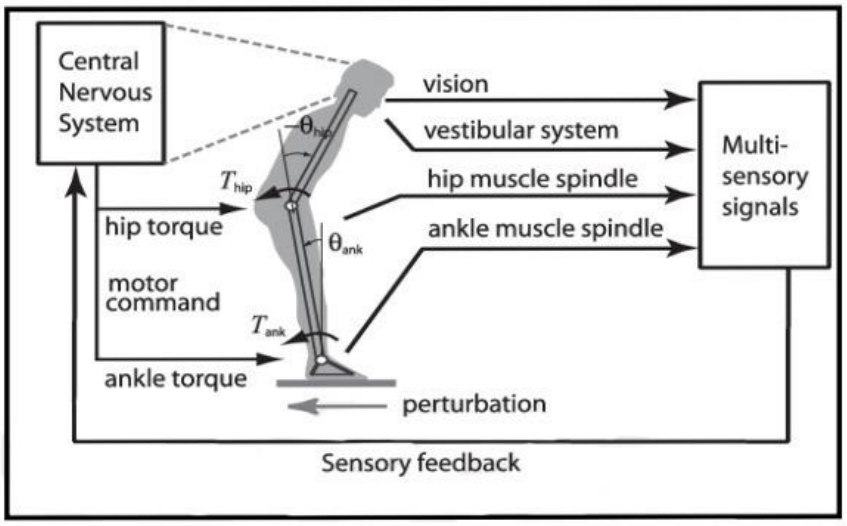
Statik ve ritmik kas aktivitesi ile uzuv hareketlerinden sorumlu yapı ise serebellumdur ve bu motor fonksiyonlardan sorumlu üç katmana sahiptir. Retiküler formasyon ise, postural kontrolü sağlamak için çalışan merkezlerin gerekli ağlarını ve bağlantılarını oluşturur (Woollacott ve ark., 1990). Tüm bu süreçlerin ardından, postural dengenin korunma yeteneği ortaya çıkar ve bu durum Şekil 1'de gösterilmektedir (Kim ve ark., 2009).



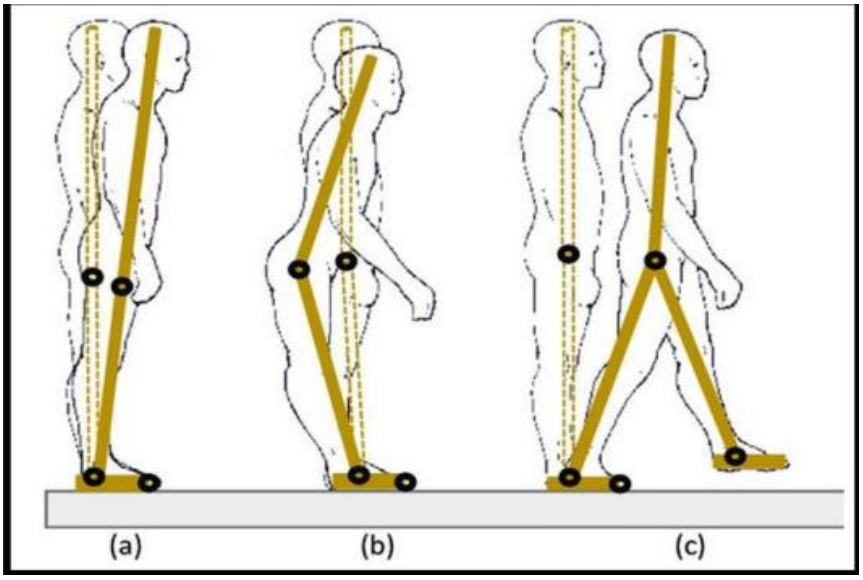
Şekil 2. 2. Postüral Kontrol Modeli(Lord ve ark., 1991)

2.4.2. Postural Kontrol Stratejileri

Mevcut stratejilerin kullanımı, BoS'un konfigürasyonu ve dış veya iç bozucu etkilerin şiddeti ile ilişkilidir. Oturma ve ayakta durma pozisyonlarında meydana gelen ve günlük yaşamda sıkça karşılaşılan salınımların çoğu, ön-arka (AP) yönlerde gerçekleşir (Horak ve ark., 1986). Bu stratejiler, düşmeyi önlemeye yardımcı olur ve bilinçsizce ortaya çıkar. AP stabilitesini sağlamak için üç farklı strateji bulunmaktadır: ayak bileği, kalça ve adım stratejisi (Şekil 2.10) (Shen ve ark., 2020).



Şekil 2. 3. Merkezi sinir sistemi (CNS) tarafından yönlendirilen postural kontrol döngüsü (Kim ve ark., 2009).



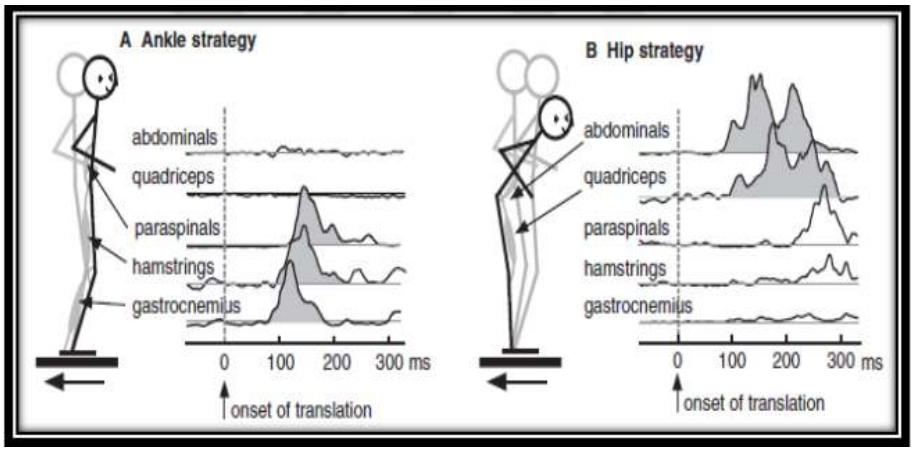
Şekil 2. 4. BMC'nin ön-arka yer değiştirmelerini kompanze etmek için kullanılan postural kontrol stratejileri. a) ayak bileği stratejisi b) kalça stratejisi c) adım stratejisi (Shen ve ark., 2020).

2.4.2.1. Ayak Bileği Stratejisi. AP yöndeki bozucu etkilere karşı geliştirilen en yaygın hareket stratejisi ayak bileği stratejisidir. Bu strateji, gövdenin ayak bileği eklemi etrafında hareket ettirilerek BMC'nin pozisyonunu değiştirmeyi amaçlar ve kalça ve diz eklemlerinin katkısı minimal düzeydedir.

Ayak bileği stratejisinin uygulanabilmesi için ayak bileğinde optimal hareket açıklığı (ROM) ve kuvvet gereklidir. Tek segmentli ters bir sarkaç gibi davranır ve tüm vücuttan yeterli tork üreterek BMC'yi yeniden konumlandırır (Horak ve ark., 1986).

Ayak bileği stratejisi, düşük şiddetteki bozucu etkilerde devreye girer ve dönme hareketlerine ve kuvvetlere karşı dayanıklıdır (Gatev ve ark., 1999). Bireyin posterior yönde karşılaştığı bozucu etkiler, bireyin öne doğru hareket etmesine neden olur; bu nedenle, ağırlık merkezi geriye doğru kaydığında, ön grup kaslarda aktivasyon gözlemlenir (Shepherd ve ark., 2009). Ayak bileği stratejisi, dorsal kalça ve paravertebral kasların aktivasyonu ile devam eder. Dorsal bölgeden sonra, plantar fleksör kaslarda kasılmalar görülür ve bu kasılmalar distalden proksimale doğru yayılır. Ayak bileği ekleminin, dengenin sessiz dik duruşta kontrol edildiği durumlarda ve küçük hareketlerin olduğu veya küçük bozucu etkilerin meydana geldiği durumlarda, kalça ve diz eklemlerine göre daha fazla kullanıldığı gösterilmiştir. Bu küçük bozucu etkilerde, temel olarak ayak bileği fleksör/ekstansör ve invertör/evertör kas grupları devreye girer (Winter, 1995; Aoyama ve ark., 2011).

2.4.2.2. Kalça Stratejisi. Daha şiddetli bozucu etkilere maruz kalındığında, ayak bileği seviyesindeki düzenleme yerine kalça seviyesindeki düzenleme daha etkili hale gelir (Winter, 1995). Birincil olarak aktive olan kaslar, kalça eklemi çevresindeki kaslardır. Strateji için gerekli olan uyluk ve gövde kasları aktive olduktan sonra, ayak bileği kaslarının daha düşük oranlarda aktive olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3) (Ting, 2007). Kinematik analizler, gövde fleksiyonu meydana geldiğinde ayak bileğinde ekstansiyon hareketinin gözlendiğini göstermektedir (Runge ve ark., 1999). Ayrıca, kalça stratejisi, düz zeminlerde BMC'nin aynı yer değiştirme oranını korumak için ayak bileği stratejisine göre daha düşük seviyelerde kas aktivasyonu gerektirir (Kuo ve ark., 1993).



Şekil 2. 5. Ayak bileği ve kalça stratejilerinde yer alan kaslar ile destek yüzeyinin posterior yönde bozulması sonrası kas aktivasyon zamanları (Ting, 2007).

2.4.2.3. Adım Stratejisi. Adım stratejisi, diğer stratejilerin kompanze edemeyeceği yüksek şiddetteki bozucu etkilere karşı kullanılır. Bu stratejinin temel mantığı, bozucu etki meydana geldiğinde destek yüzeyini (BoS) genişletmek için alt ekstremitenin adım atmak üzere kullanılmasıdır. Bu şekilde, BMC'nin daha büyük yer değiştirmelerinin kompanzasyonu sağlanabilir (Hak ve ark., 2013).

2.4.3. Postural Kontrolü Etkileyen Faktörler

Postural kontrol yeteneğini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Boy, kilo, ağırlık merkezinin (CoG) ve destek yüzeyinin (BoS) konumu gibi bazı faktörler rapor edilmiş olup, bu konuda halen devam eden araştırmalar mevcuttur (Alonso ve ark., 2015). Bir çalışmada, artan vücut kitle indeksinin (BMI) postural kontrol ile pozitif ilişkili olduğu bulunurken, diğer bir çalışmada negatif bir korelasyon tespit edilmiştir (Angyan ve ark., 2007). Başka bir faktör olan yaşlanma, postural kontrolü etkileyen önemli bir unsurdur çünkü yaşlanma ile birlikte stabiliteyi sağlamak için gereken dikkat talepleri artarken, duyusal entegrasyon yavaşlar (Shumway-Cook ve ark., 2000).

Sadece demografik değişkenler değil, fiziksel uygunluk parametreleri de postural kontrol yeteneğini etkiler. Sırt kas grubunun kas kuvveti ve dayanıklılık becerilerinin postural stabilite sonuçları ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Angyan ve ark., 2007). Ayrıca, sırt kas yorgunluğunun basınç merkezi (CoP) yer değiştirme hızında değişikliklere neden olduğu gözlemlenmiştir (Ghamkhar ve ark., 2019).

Alt ekstremite, postural kontrol için önemli bir rol oynadığından, bu konu geniş çapta araştırılmıştır. Bazı kas grupları, postural kontrol stratejilerinde görev aldığı için eklemlerin ve çevresindeki yumuşak dokuların kuvveti ve hareketliliği büyük önem taşır. Alt ekstremite kaslarının kuvveti ve plantar fleksiyon pasif hareket açıklığı (ROM), statik denge kontrol yeteneğini etkileyen parametrelerden bazılarıdır (Kim ve ark., 2018).

Propriosepsiyon, motor kontrol sisteminin bir parçası olmanın ötesinde iki farklı role sahiptir. İlk rolü, dış çevreden kaynaklanan düzenlemeler için gereklidir. Dış bozucu etkiler meydana geldiğinde, hedef bölgedeki mekanoreseptörler, eklem pozisyonundaki değişiklikler hakkında bilgi ileterek postural kontrolü sağlamak için olası değişikliklere zemin hazırlar. İkinci rolü ise; propriosepsiyon sadece dış çevreden gelen bilgileri sağlamakla kalmaz, aynı zamanda iç çevreden gelen bilgilerden de sorumludur. Bozucu etki meydana geldiğinde, kas-iskelet sisteminden gelen proprioseptif bilgiler alındığında gerekli yanıt verilir ve kas-iskelet sisteminin bileşenlerinin mevcut durumları alındığında uygun planlama yapılarak postural kontrol sağlanır.

Somatosensoriyel sistem, vücudun her bir bölgesinden pozisyon ve hareket hakkında bilgi sağlayarak postural kontrol sistemine büyük ölçüde katkıda bulunur (Shumway-Cook ve ark., 2007).

Postural kontrolü etkileyen bir diğer faktör, somatosensoriyel sistemin bir parçası olan vibrasyon (titreme) duyusudur. Alt ekstremitelerde duyusal bilgi kaybı meydana geldiğinde, postural kontrol olumsuz etkilenir (Inglis ve ark., 1994). Somatosensoriyel bilgi azaldığında, vücut salınımı (body sway) artar.

2.5. Postür

2.5.1. Postür Değerlendirmesi

Postürün değerlendirilmesi sırasında, vücuttaki bazı referans noktaları temel alınarak çeşitli yöntemler kullanılır.

Bu şekilde, vücut bölümlerinin birbirleriyle ve yerçekimiyle olan ilişkisi normal anatomik özelliklerle karşılaştırılarak sapmalar ve farklılıklar belirlenir.

Özellikle baş, boyun ve omuz kuşağının postürünün değerlendirilmesinde, gözlemsel yöntemler, çekül ile lateral postür analizi, simetrigraf, sagittal planda fotoğraflama, lateral radyografi, gonyometrik ölçümler ve farklı pozisyonlarda mesafe ölçümleri kullanılır. Ayrıca, New York Postür Analizi ve Bragg Postür Tablosu, baş-

boyun ve omuz kuşağı ile ilgili bölümler içerir (Korhonen ve ark., 2003; Karakuş ve ark., 2006).

Doğru ayakta duruş postüründe çekül hattının geçtiği noktalar şunlardır: lateral malleolün hafif önü, diz eklemi orta hattının hafif önü, sakroiliak eklemin hafif önü, karın ve sırtın orta hattı, akromion çıkıntısı ve kulak memesi (İnal, 2013).

2.5.2. Postür ve Denge

Çeşitli duyusal sistemlerdeki (somatosensoriyel/propriosepsiyon, görsel, vestibüler (Pasma ve ark., 2014; Duysens ve ark., 2000) karmaşık bir periferik duyusal reseptör dizisi denge ve yönelim kontrolüne katkıda bulunur.

Bir şekilde tüm bu bilgiler, yer çekiminin dengesizleştirici etkisi altında statik dengeyi korumak ve dengeye yönelik bozulmalara direnmek (dışarıdan uygulanan kuvvetleri telafi etmek, kaygan yüzeyler, uyumlu veya eğimli yüzeyler, hareket eden görsel sahneler, yük değişiklikleri ve dikkat çekici bir şekilde, tüm bu şeylerin aynı anda gerçekleşmesi) gibi belirli ancak değişken dengeyle ilgili görevleri yerine getirmek için uygun kasları harekete geçiren duyusal bütünleşme ve duyusalmotor dönüşümleri yoluyla uygun motor eylemleri sağlamak üzere organize edilir.

Ek olarak, farklı Postürel yapılandırmalar (pozlar) vücudun mekanik özelliklerini değiştirerek, kasların moment kollarını değiştirerek motor eylemlerinin etkinliğini değiştirerek ve destek koşullarına bağlı olarak motor eylemin yerini değiştirerek denge kontrol görevini değiştirir (Cordo ve ark., 1982).

Son olarak, yürüme, koşma, zıplama ve sekme yürüyüşleri gibi lokomotor hareketler de duyusal bilgilerin tutarlı ve istikrarlı ritmik vücut hareketlerini (dinamik denge) koruyan motor eylemleri bilgilendirmesini gerektirir.

İlk fikirler denge kontrolünün duruşu korumak ve bozulmalara direnmek için reflekslerin doğrudan aktive edilmesiyle açıklanabileceğini düşündü (Magnus, 1926). Bu şema sabit bir duruşu korumak için yeterli olsa da, yukarıda belirtilen denge kontrolünün diğer yönlerine müdahale eder ve bu nedenle esnek bir duruş sağlarken dengeyi korumak için yetersiz bir çözümdür.

2.5.3. Postürü Etkileyen Faktörler

Kaslar, iskelet sistemi, beyin, sinirler uyum içerisinde etkileştiği sürece sorun yoktur. Ancak bunlar arasında uyumsuzluk doğuran her durum önemli sağlık sorunlarına yol açar. Duruş alışkanlıklarımız hatalı ise bu uyumu kendimiz de

bozabiliriz. Hareketsizlik, iş hayatında zorunlu olarak belirli bir duruş biçiminde çalışma, önemli duruş sorunlarına yol açabilir. Bir madencinin duruşu ile bir piyanistin duruşu elbette farklıdır. Ancak sağlıklı duruş ve yürüme için gerekli kurallar herkes için aynıdır. Erişkin postürünü etkileyen birçok faktör olmakla birlikte bunlardan üçü sıklık bakımından önem kazanmıştır. Ailesel ve kalıtımsal belirgin dorsal kifoz ve aşırı lordoz doğuştan ya da sonradan olma yapısal bozukluklar; sinir, kas, ve bağ dokusunda duraklamış ya da ilerleyici anomaliler, gelişme döneminde alışkanlıklar ya da yanlış eğitimle edinilmiş bozuk postürlerdir(Adak ve ark., 1999).

2.6. Ayak Postürü

2.6.1. Ayak Postürünün Değerlendirilmesi

Ayak duruşu alt ekstremitedeki oluşan kas ve iskelet sorunlarına gelişimine katkısı olduğu birden fazla çalışmada ortaya çıkmıştır(Monk ve ark., 2016; Donatelli, 1996). Ayak duruşunun ve diz ekleminin arasındaki bağlantı biyomekanik olarak bakıldığında arka ayağın ve tibia'nın birbiriyle ilişkisinden ötürü ayak duruşunun diz eklemini direkt olarak etkilediği ortaya çıkmıştır(Winter, 1995).

Ön, arka ve iki yandan arka ayak ve ayak bileği hareketlerini gözlemlenmektedir. Genel olarak yapılan gözlemler, büyümelerini içeride mi yoksa organize mi çevirdiğini belirlemek için en faydalı olanıdır. Varsa, simetriyi ve dönüş derecesini inceleyin. Fick açısı, ayağın doğrudan ileri hareket hattına göre yönlendirilen dönüşünü yansıtır ve normalde 5 ila 18 derece arasındadır. Eğer bu açık asimetrik veya aşırı ise, muayene eden kişinin dönüşünü belirlemeye çalışmalıdır: ayak, tibia, femur veya kalçadır. Yan görünüm, ayak bileği dorsifleksiyonunu (ayak yukarı hareketi) ve plantar fleksiyonunu (ayak aşağı hareketi), adım uzunluğu ve parmak ucuyla itiş (ayak parmağı kaldırma) simetrisini belirlemek için kullanılır. Önceki ayak bileği burkulması veya artrit gibi dayanıklı ayak bileği hareketi, genellikle etkilenenlerden daha kısa bir adım uzunluğunda yol sağlar. Bu, etkilenmeyen taraftan karşı etkilerin ağırlığının daha erken veya hızlı bir şekilde yerden kalkması şeklindedir

Arka tarafta, topuk temas pozisyonları, topuk valgusu veya varusu ve topuk kaldırma zamanlaması gözlemlenir. Temas sırasında topuk genellikle varus (veya supinasyon) pozisyonundadır ve ayağın veya ayakkabının arka-dış köşelerine inişleri görülür. Bu, en yaygın ayakkabı aşınma modelinin (tabanın arka/dış kısmının aşınması) neden olur. Çeşitli sorunlar nedeniyle topuk valgusu (veya arkada ayakta

pronasyon) olabilir. Bunlar arasında posterior tibial tendon disfonksiyonu, sert düz tabanlık (pes planus) veya tarsal bağlanma bulunur. Aşırı arka ayak hareketi gibi yürüyüş yürüyüşleri, topuk ağrısı ile kolayca ulaşılabilir (Phillips ve ark., 2017). Topuk ilerlemesi, yürüyüşün durma aşamasının (duruş evresi) ortasında meydana gelir. Sıkı gastroknemius kası veya Aşil tendonu, ayak bileği eklemleri kısıtlılığı veya hafif serebral palsi gibi görünüm durumları, erken topuklanma görülebilir.

2.6.2. Ayak Postürünü Etkileyen Faktörler

Supinasyon pozisyonundaki bir ayak tipi, ayak bileği burkulmaları ve iliotibial bant sendromu ile pozitif korelasyon göstermektedir(Williams ve ark., 2001). Bu nedenle, ayak duruşunu etkileyen faktörlerin anlaşılması, klinik değerlendirme ve yaralanma, risk faktörlerinin tespitinde yardımcı olabilir.

Vücut kitle indeksi (VKİ), eklem esnekliği(Rodríguez ve ark., 2013), bağ gevşekliği ve yaş, ayak duruşunu etkileyebilecek faktörler arasında yer almaktadır; ancak bu alanda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır(Hawke ve ark., 2016).

2.6.3. Ayak Postürü ve Denge

Ayak yapısı, hareket sırasında şok emiliminde önemli işlevler görür (Cowan ve ark., 1993). Ayak tipleri ve denge bileşenleri belirlenmemiştir. İnsan ayak duruşu sağlıklı bireyler arasında değişebilir ve pes planus, normal ve pes kavus ayak tipleri arasında değişir (Redmond ve ark., 2008). Sakin duruşta duruşun kontrolü hem ayak bileği hem de kalça mekanizmaları üzerinde çalışılmıştır ve FPI dereceleri statik ve dinamik denge bileşenleriyle karşılaştırılmamıştır. Bu nedenle, ayak duruşunun ve dengeyle ilişkisinin kapsamlı bir değerlendirmesi, özellikle önleyici yönlerde ayak düzeltmelerinin mekanizmalarını anlamak için önemli olabilir. Bununla birlikte, çeşitli ayak duruşu derecelerinin rolünün denge bileşenleri üzerinde bir etkisi olup olmadığı belirsizdir.

Net denge kontrolüne katkılarının tamamen farklı şekillerde olduğunu bildirmiştir. Ayak bileği kontrol merkezi basınç (CoP) ve yükleme/boşaltma hatlarının yönü ayrıca herhangi bir duruş pozisyonunda ayak bileği ve kalçada sorumlu kas gruplarını belirler (Winter ve ark., 1996). Bu ayak duruşlarının varyasyonları, alt ekstremite kinematiği ve kas-iskelet sistemi yaralanmaları yoluyla sağlıklı bireyleri etkileyen sorumlu bir faktör olarak düşünülebilir. Ayak duruş indeksi (FPI), ayağın pozisyonundaki varyasyonu ölçmek için yeni, değerli ve güvenilir bir tanısal klinik

araç olarak kabul edilir. Ayak duruşunu üç düzlemde ve altı değerlendirme kriterini dikkate alan iki anatomik segmentte ölçer. Pronasyon ve supinasyon dahil olmak üzere ayak duruşu hizalama sapmaları FPI kullanılarak değerlendirilebilir (Redmond ve ark., 2006). FPI'nin diz ve kalça osteoartriti olan kişilerde yaralanma önleme ve tedavisinde önemli olduğu düşünülmektedir (Reilly ve ark., 2006). Ancak, şimdiye kadar, çeşitli FPI derecelerinin korelasyonu statik ve dinamik denge bileşenleriyle karşılaştırılmamıştır. Bu nedenle, ayak duruşunun ve dengeyle ilişkisinin kapsamlı bir değerlendirmesi, özellikle önleyici yönlerde ayak düzeltmelerinin mekanizmalarını anlamak için önemli olabilir.

Bununla birlikte, çeşitli ayak duruşu derecelerinin rolünün denge bileşenleri üzerinde bir etkisi olup olmadığı belirsizdir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yeri ve Tarihi

Çalışma, İstanbul Biruni Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 21.10.2024 tarihli 2024-BİKAEK/04-53 numarası ile onaylandı. Helsinki Deklerasyonu Bildirgesi'ne uygun olarak gerçekleştirildi. Çalışma, Eylül 2024 - Ocak 2025 tarihleri arasında Biruni Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Egzersiz Laboratuvarında yürütüldü.

3.2. Araştırmaya Dahil Edilme ve Edilmeme Kriterleri

Dahil Edilme Kriterleri:

18-30 yaş aralığında olmak

Kronik bir hastalığının olmaması

Ayak travması ve operasyonu geçirmemiş olmak

Nörolojik ve sistemik hastalık varlığının olmaması

Dahil Edilmeme Kriterleri

Gebelik durumunun olması

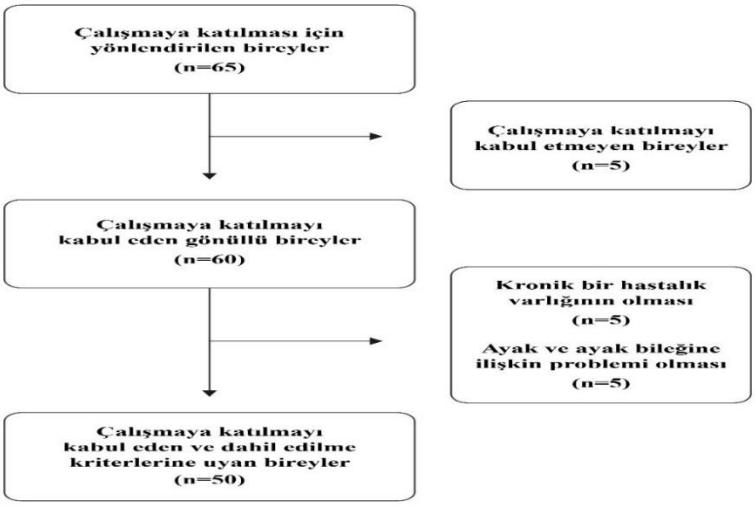
Tümör varlığının bulunması

Ayak ve ayak bileğinde herhangi bir cerrahi operasyon geçirmiş olması

Ayak bölgesinde açık yara veya aşırı hassasiyet varlığı bulunması

3.2.1. Olgular

Çalışmanın örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında G*Power 3.1.9.6 (Universitat Kiel) güç analiz programı kullanıldı. Örneklem büyüklüğü, %80 güç ve 0.05 hata payı ile toplam 48 olgu olarak hesaplandı. Olası kayıplar göz önüne alınarak 65 olgu dahil edilerek çalışmaya başlandı. Çalışma sonunda 50 olgu ile analizler tamamlandı. Çalışmaya katılan gönüllü bireylere çalışmanın amacı ve yapılacak değerlendirmeler hakkında bilgi verildi.



Şekil 3. 1. Çalışmanın Akış Diyagramı

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmaya katılan tüm olgular aşağıdaki ölçek ve testlerlerle aynı fizyoterapist tarafından değerlendirildi.

3.3.1. Sosyodemografik Değerlendirme Formu

Katılımcıların kişisel bilgileri ve anket sonuçları, hazırlanan katılımcı değerlendirme formunda toplandı. Bu formda, kişinin adı-soyadı, yaşı, cinsiyeti, boyu, kilosu, sigara kullanımı, doğumsal hastalık geçmişi, geçirdiği cerrahi, kullandığı cihaz (gözlük vb.), işitme sorunu, kas-iskelet sistemi ağrıları ve aktif spor yapma durumu gibi bilgiler yer almaktaydı.

3.3.2. Kas Testi

Çalışmamızda kalça fleksörler-ekstansörler, diz fleksörler- ekstansörler ayak bileği dorsifleksör-plantar fleksörler kaslarının gücü dijital kas dinamometresi ile değerlendirildi.

Dijital kas dinamometresi, bireyin izometrik kas kuvvetini objektif ve kantitatif olarak değerlendirmek amacıyla kullanılan bir ölçüm cihazıdır. Bu yöntem, özellikle klinik ve araştırma ortamlarında kas performansının değerlendirilmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Test sırasında, değerlendirilecek kas grubu sabit bir pozisyonda tutulur ve bireyden maksimum izometrik kasılma oluşturması istenir.

Dinamometre, uygulanan kuvveti Newton (N) veya kilogram (kg) cinsinden ölçer. 3 ölçüm yapıldı ve maksimum değer alındı. Bu değerlendirme yöntemi, kas gücündeki asimetrileri, fonksiyonel yetersizlikleri ve rehabilitasyon sürecindeki ilerlemeyi nesnel olarak izlemeye olanak tanır. Güvenilirlik ve geçerliliği yüksek olan dijital kas dinamometresi, hem sağlıklı bireylerde hem de kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları olan bireylerde etkin şekilde kullanılabilir (Cuthbert, S. C., & Goodheart, G. J. (2007).

Resim 3. 1. Dijital kas dinamometresi

Resim 3. 2. Ayak Bileği Plantar Fleksiyonu

Resim 3. 3. Ayak Bileği Dorsi Fleksiyonu

Resim 3. 4. Diz Ekstansiyonu

Resim 3. 5. Diz Fleksiyonu

Resim 3. 6. Kalça Fleksiyonu

Resim 3. 7. Kalça Ekstansiyonu

3.3.3. Alt Ekstremite Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi

Çalışmamızda Dorsi fleksiyon, plantar fleksiyon, ayak bileği inversiyon, eversiyon, diz fleksiyon-ekstansiyon, kalça fleksiyon, ekstansiyon kalça internal ve eksternal rotasyon eklem hareket açıklığı değerlendirildi.

Kalça fleksiyonu ölçümü için diz fleksiyona, karşı taraftaki ekstremite ekstansiyona alınıp lordozda artış olmamasına özen gösterildi. Pivot noktası olarak trokanter majör baz alındı. Sabit kola aksillaya doğru gövde uzun eksenine veya kolumna vertebralise paralel tutuldu. Hareketli kol ise femurun lateral orta çizgisini takip etti.

Kalça ekstansiyonu için çalışmaya katılan birey yüzüstü yatırıldı. Gonyometre kalça fleksiyon ölçümü ile aynı şekilde yerleştirildi.

İnternal-Ekstarnal rotasyon ölçümü için çalışmaya katılacak birey bacakları dizden itibaren masadan sarkacak şekilde oturtuldu. Pivot noktası olarak tuberositas tibia baz alındı. Sabit kol karşı yere dik olarak tutuldu. Hareketli kol ise Tibia'nın kristasını takip etti.

Çalışmaya katılan bireyler sırtüstü yatarken, dorsi ve plantar fleksiyon ölçümleri için gonyometrenin pivot noktası lateral malleole yerleştirildi. Sabit kol, fibulanın lateral orta çizgisine paralel tutulurken, hareketli kol 5. metatarsal kemiğin lateral orta çizgisini takip etti ve sağ ile sol ayak bileği için ölçüm değerleri kaydedildi İnversiyon ve eversiyon hareketlerini değerlendirmek amacıyla ayak 90 derece nötral pozisyonda tutuldu. İnversiyon hareketinde, pivot noktası metatarsal başlar hizasında ayağın laterali üzerine yerleştirildi, sabit kol bacağın lateral orta çizgisine paralel

tutuldu, hareketli kol ise ayağın plantar yüzüne paralel olacak şekilde yerleştirildi. Eversiyon ölçümünde ise inversiyon sırasında yapılan uygulamalar medial taraftan tekrarlandı. Sağ ve sol ayak bileği için ölçüm değerleri kaydedildi (Otman ve ark., 2008).

Resim 3. 8. Ayak Bileği Dorsifleksiyon Eklem Hareket Açıklığı

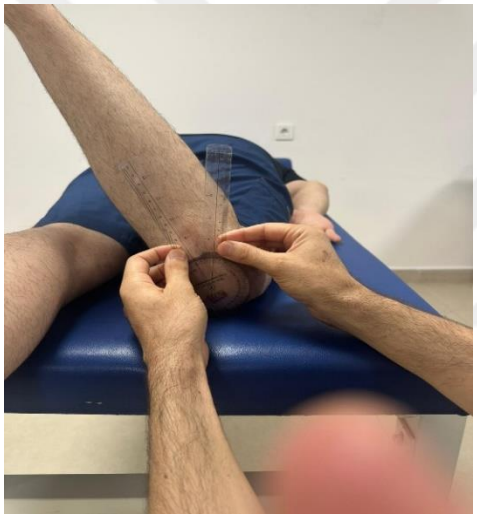
Resim 3. 9. Ayak Bileği Plantar Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı

Resim 3. 10. Ayak Bileği Supinasyon Eklem Hareket Açıklığı

Resim 3. 11. Ayak Bileği Pronasyon Eklem Hareket Açıklığı

Resim 3. 12. Diz Ekstansiyon Eklem Hareket Açıklığı

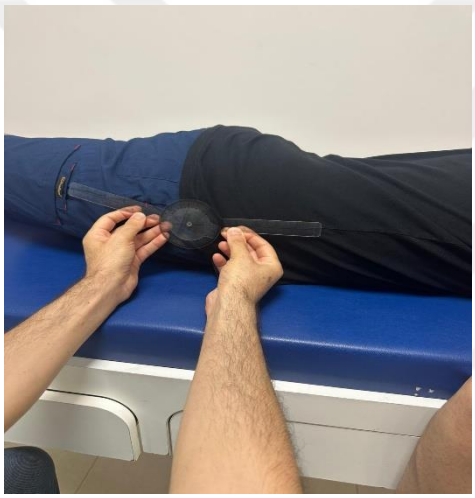
Resim 3. 13. Diz Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı



Resim 3. 14. Kalça Eksternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığ

Resim 3. 15. Kalça İnternal Rotasyon Eklem Hareket Açıklığı

Resim 3. 16. Kalça Fleksiyon Eklem Hareket Açıklığı



Resim 3. 17. Kalça Ekstansiyon Eklem Hareket Açıklığı

3.3.4. Kas Kısalık Testi

Kısalık testlerinin amacı, kas uzunluğunu değerlendirerek normal eklem hareketine karar vermektir. Vücut mekaniğindeki hatalı postürden kaynaklanan sorunlar genellikle kaslarla ilgilidir ve bu problemlerin başında da kas kısalıkları gelmektedir (Otman ve ark., 2008). Bu amaçla çalışmamızda lumbal ekstansörler, quadriceps, hamstring, gastroknemius, tensör fasciae latae kas kısalıkları değerlendirildi.

Resim 3. 18. Lumbal Ekstansör ve Hamstring Kasları Değerlendirmesi

Resim 3. 19. Gastroknemius Kasının Değerlendirilmesi

Resim 3. 20. Tensor Facia Latae Kasının Değerlendirilmesi

Resim 3. 21. Quadriceps Kasının Değerlendirilmesi

3.3.5. Postür Analizi(Newyork Postür Analizi)

Vücudu 13 ayrı kısımda inceleyerek, postür değişikliklerini değerlendiren bir ölçektir. Her alt maddede, kişinin postürü doğru ise beş, orta derecede bozulmuş ise üç, ciddi şekilde bozulmuş ise bir puan verilir. Değerlendirme sonrasında hesaplanan toplam puan en fazla 65, en az 13 olmaktadır.

Bu test için geliştirilmiş standart değerlendirme kriterlerinde toplam puana göre sonuçlar:

45'den büyük : Çok iyi

40-44 : İyi

30-39 : Orta

20-29 : Zayıf

19'dan küçük : Kötü olarak belirlenmiştir (Çağiran, 2010).

Resim 3. 22. New York Postür Analizi

3.3.6. IPAQ-SF (Uluslararası Fiziksel Aktivite Formu- Kısa Form)

15-65 yaş aralığındaki katılımcıların fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilen bir ankettir (Özüdoğru, 2013). Anketin geçerlik ve güvenirlik çalışması, Öztürk tarafından 2005 yılında, ayrıca Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu tarafından da 2007 yılında yapıldı (Karaca ve ark., 2007). Kısa form toplam 7 sorudan oluşmaktadır. Ölçek; yürüme sırasında, orta ve şiddetli aktiviteler sırasında ve otururken harcanan zaman hakkında bilgi sağlamaktadır (Özüdoğru, 2013). Oturma puanı sedanter davranış düzeyi olarak kabul edililir ve ayrı olarak hesaplanır. Tüm aktivitelerin değerlendirilmesinde her bir aktivitenin bir seferde en az 10 dakika yapılıyor olması kıstas alınır (Savcı ve ark., 2006). Aktiviteler için gerekli olan enerji, Metabolik eşdeğer (MET)- dakika skoru ile hesaplanır ve bu aktiviteler için standart MET değerleri oluşturulmuştur. Bunlar;

Yürüme = 3.3 MET

Orta Şiddetli Fiziksel Aktivite = 4.0 MET

Şiddetli Fiziksel Aktivite = 8.0 MET

Oturma = 1.5 MET (Özüdoğru, 2013).

Hesaplama:

Toplam fiziksel aktivite skoru = Yürüme + Orta şiddetli aktivite + Şiddetli aktivite

Toplam fiziksel aktivite skoruna göre değerlendirme:

Düşük düzey: 600 MET-dk/hafta nın altı

Orta düzey: 600-3000 MET-dk/hafta arası

Yüksek düzey: 3000MET-dk/hafta üstü (Genç ve ark., 2011).

3.3.7. Ayak Postür İndeksi

Ayak Postür İndeksi (API), bireyin ayakta dururken ayak yapısının değerlendirilmesine yönelik klinik bir ölçüm aracıdır. Altı maddelik gözlemsel bir değerlendirme ile ayak kemeri, topuk pozisyonu ve ön-ayak hizalanması gibi anatomik yapılar incelenir. API, özellikle nöromüsküler rahatsızlıklar, diyabet ve yaşla ilişkili ayak değişikliklerinin takibinde önemli bilgiler sağlar.

Değerlendirme:

- –2 ve +2 arası skorları olup,
- 0 nötr ayak postürünü temsil eder.
- Daha yüksek değerler pronasyon (içe basma), daha düşük değerler ise

supinasyonu (dışa basma) gösterir.

- API, hem araştırma ortamında hem de klinik pratikte güvenilir bir araç olarak kullanılmaktadır.

Araştırmalar, normal erişkin bireylerde hafif pronasyonun (içe basmanın) fizyolojik bir durumu yansıttığını ve bu ölçümle yaşa bağlı postür değişikliklerinin izlenebildiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle API, hem araştırmalarda hem de klinik karar süreçlerinde güvenilir ve pratik bir araç olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. (Redmond ve ark., 2008).

Resim 3. 23. Ayak Postürü Değerlendirilmesi

3.3.8. Navikülar Düşme Testi

Naviküler düşme testi, pes planusun varlığını ve derecesini belirlemek amacıyla klinikte kullanılan bir testtir. Bu testte öncelikle naviküler tüberkül palpe edilip işaretlenir ve kişi oturma pozisyonda ve ayakları sadece yerle temas halindeyken (ayaklarına ağırlık vermeden) naviküler tüberkül ile zemin arasındaki mesafe kumpasla ölçülür. Daha sonra kişi ayağa kalkar ve ayaklarına eşit ağırlık verdiği pozisyonda iken naviküler tüberkül ile zemin arasındaki mesafe tekrar ölçülür. Ölçümler bilateral yapılır ve milimetre (mm) ya da santimetre (cm) cinsinden kaydedilir. Naviküler düşme testinde ağırlıklı-ağırlıksız ölçüm arası fark 5-9 mm arası normal (nötral), 10 mm ve üzeri pronasyon, 4 mm ve altı supinasyon olarak kabul edilmektedir (Cote ve ark., 2005). Ayağın pronasyonu pes planusa, supinasyonu ise pes cavusa yönelimi göstermektedir.

Resim 3. 24. Naviküler Düşme Testi Değerlendirilmesi

3.3.9. Denge Değerlendirmesi(Yıldız Testi, Flamingo Testi)

Statik dengenin değerlendirilmesi amacıyla tüm katılımcılara "Flamingo Testi" uygulandı (Vellas ve ark., 1997). Bu test için kişilerin topuksuz ayakkabı veya çıplak ayak ile sert ve düz ince bir tahta üzerinde tek ayaküstünde duruldu. Test esnasında eller gövdeye kenetli olmalı ve hiçbir yerden destek alınmadı. Bu şekilde tek ayak üzerinde durma süresinin 10 sn'den kısa olması denge bozukluğuna, 5 sn'den kısa olması ise düşme riskinin olduğuna işaret etmektedir. Statik dengenin normal kabul edilebilmesi için bireyin dengesini tüm aşamalarda minimum 60 sn koruması gerekmektedir. 60 sn boyunca bireyin dengesinin bozulduğu kaydedildi.

Dinamik denge değerlendirmesi için Yıldız denge testi kullanıldı. Bu testin fonksiyonu denge ve duruş becerisini değerlendirmektir. Bu test sekiz farklı yöndeki denge becerisini değerlendirildi. Bu test için duruş kontrolü, güç ve eklem hareket açıklığı gerekmektedir. Testte katılımcı, tek ayağı ile yıldızın merkezine basar ve sabit bacağı ile dengeyi sağlarken, diğeri ile sekiz farklı yöndeki noktalara ulaşmaya çalıştı. Katılımcı en uzak noktaya uzanırken parmak ucu ile yere temas edip dengesini sağlayarak geri çekebilmelidir. Her yönde ulaşılan mesafe ayrı ayrı kaydedildi ve dinamik dengenin bir temsili olarak yorumlandı. Her iki ekstremite de test edilir (Kinzey ve ark., 1998). Analizde kullanılmak üzere ulaşılan mesafeler ekstremite uzunluğu ile normalleştirildi. Normalleştirilmiş puan (%) için (ulaşılan mesafe cm / ekstremite uzunluğu cm) x 100 formülü kullanılır(Gribble ve ark., 2003). Ayrıca ekstremite uzunluğu için katılımcı sırtüstü yatarken anterior superior iliak kristadan ipsilateral medial malleolün en distaline kadarki mesafe ölçüldü. (Gribble ve ark.,

2013). Bu test dinamik testi değerlendirmek için güvenilir yöntemdir (Hyong ve ark., 2014). Bu testi öğrenmeleri için birkaç tekrar yapmalarına izin verilir ve 3 denemenin en yüksek skorları not edildi.

Resim 3. 25. Yıldız Testi

Resim 3. 26. Flamingo Testi

3.4. İstatistiksel Analiz

Tüm veriler bilgisayarda SPSS (statistical package for social sciences) for Windows 22 programına kaydedilerek analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ilk olarak hangi testlerin (parametrik/nonparametrik testler) uygulanacağına karar vermek için

karşılanması gereken varsayımlar test edilmiştir. Dağılımın normalliğine karar vermek için Kolmogorov-Smirnov, normal dağılımın diğer varsayımları olan basıklık ve çarpıklık değerlerinden yararlanılmıştır. Kategorik değişkenler yüzde frekans olarak, sayısal değişkenler ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum olarak ifade edilmiştir. Sayısal değişkenler arası ilişkiye Spearman's rho korelasyon katsayısı ile bakılmıştır. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında p değeri 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt olarak kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Tablo 4. 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Değişken	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.sapma
Yaş	50	18,00	30,00	24,40	3,94
Kilo	50	48,00	120,00	77,99	13,97
Boy	50	160,00	191,00	175,22	7,94
Cinsiyet	Erkek	n(%)	38 (%76)		
	Kadın	n(%)	12 (%24)		

Tablo 4.1.'de araştırmaya katılan bireylerin demografik özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, yaş değişkeni 18 ile 30 arasında değişmekte olup ortalama yaş 24,40±3,94 olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların kilo değerleri 48 kg ile 120 kg arasında değişmekte olup ortalama kilo 77,99±13,97'dir. Boy uzunlukları 160 cm ile 191 cm arasında değişmekte olup ortalama boy 175,22±7,94 cm olarak belirlenmiştir. Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, katılımcıların %76'sının erkek (n:38) ve %24'ünün kadın (n:12) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. 2. Katılımcıların kas kısalık testi değerlendirilmesi

		n	%
Kısalık Lumbal Ekstansör	Kısa	18	36,00
	Normal	32	64,00
Kısalık Quadriceps	Normal	50	100,00
Kısalık Hamstring	Kısa	17	34,00
	Normal	33	66,00
Kısalık Gastroknemius	Kısa	1	2,00
	Normal	49	98,00
Kısalık TFL	Normal	50	100,00

Tablo 4.2.'de gösterilen katılımcılarda kas kısalıklarına ilişkin dağılımlar incelendiğinde, lumbal ekstansör kaslarında kısalık saptanan birey sayısı 18 olup bu oran %36,00'dır; normal değerlere sahip birey sayısı ise 32 (%64,00) olarak belirlenmiştir. Quadriceps kasında tüm katılımcılarda normal tespit edilmiş olup, normal oranı %100,00'dır (n:50). Hamstring kası değerlendirmelerinde 33 bireyde (%66,00) normal, 17 bireyde (%34,00) ise kısalık gözlemlendi.

Gastroknemius kası değerlendirmelerinde, 1 bireyde (%2,00) kısalık, 49 bireyde (%98,00) normal uzunluk tespit edildi. TFL (tensor fascia latae) kasına ait tüm bireylerde normal uzunluk saptanmış olup bu oran %100,00'dır (n:50).

Tablo 4. 3. Katılımcıların eklem hareket açıklığının(EHA) değerlendirilmesi

EHA	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.sapma
Dorsifleksiyon	50	10,00	20,00	19,00	2,47
Plantar Fleksiyon	50	15,00	50,00	47,90	5,81
İnversiyon	50	20,00	35,00	33,40	3,97
Eversiyon	50	10,00	15,00	14,80	0,99
Diz Fleksiyon	50	110,00	135,00	128,90	6,09
Diz Ekstansiyon	50	10,00	10,00	10,00	0,00
Kalça Fleksiyon	50	100,00	120,00	116,30	5,13
Kalça Ekstansiyon	50	15,00	20,00	19,90	0,71
Kalça İnternal	50	35,00	45,00	43,50	3,07
Kalça Eksternal	50	35,00	45,00	43,60	2,86

Tablo 4.3.'de gösterilen eklem hareket açıklığı (EHA) değerlendirmelerinde; dorsifleksiyon 10,00–20,00 aralığında ve ortalama 19,00±2,47, plantar fleksiyon 15,00–50,00 aralığında ve ortalama 47,90±5,81, inversiyon 20,00–35,00 aralığında ve ortalama 33,40±3,97, eversiyon 10,00–15,00 aralığında ve ortalama 14,80±0,99 olarak ölçülmüştür. Diz fleksiyonu 110,00–135,00 derece arasında değişmekte olup ortalama 128,90±6,09; diz ekstansiyonu tüm bireylerde sabit şekilde 10,00±0,00 olarak saptanmıştır. Kalça fleksiyonu ortalama 116,30±5,13, ekstansiyonu 19,90±0,71, internal rotasyonu 43,50±3,07 ve eksternal rotasyonu 43,60±2,86 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 4. Katılımcıların kas gücü değerlendirilmesi

Kas Gücü(Newton)	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.sapma
Kalça Fleksör(Sağ)	50	12,00	57,00	32,41	12,74
Kalça Fleksör(Sol)	50	11,20	50,10	30,97	11,03
Kalça Ekstansör (Sağ)	50	12,40	39,00	27,99	5,69
Kalça Ekstansör (Sol)	50	10,40	44,20	28,36	8,86
Diz Fleksör (Sağ)	50	14,80	50,80	26,23	8,03
Diz Fleksör (Sol)	50	14,30	44,80	27,53	8,66
Diz Ekstansör(Sağ)	50	10,40	46,90	29,65	8,41
Diz Ekstansör(Sol)	50	12,80	41,20	27,22	7,86
Ayak Bileği Dorsifleksör (Sağ)	50	3,00	38,00	21,47	11,57
Ayak Bileği Dorsifleksör (Sol)	50	3,20	35,20	20,50	10,34
Ayak Bileği Plantar Fleksör(Sağ)	50	4,80	42,00	22,42	10,44
Ayak Bileği Plantar Fleksör(Sol)	50	5,00	42,70	21,65	11,83

Tablo 4.4'de kas gücü ölçümleri değerlendirildiğinde, sağ kalça fleksör 12,00–57,00 aralığında ve ortalama 32,41±12,74; sol kalça fleksör 11,20–50,10 aralığında ve ortalama 30,97±11,03'tür. Sağ kalça ekstansör ortalama 27,99±5,69, sol kalça ekstansör 28,36±8,86 olarak ölçülmüştür. Diz fleksör sağda 26,23±8,03, solda 27,53±8,66; diz ekstansör sağda 29,65±8,41, solda 27,22±7,86 olarak bulunmuştur. Ayak bileği dorsifleksör sağda ortalama 21,47±11,57, solda 20,50±10,34; plantar fleksör ise sağda 22,42±10,44 ve solda 21,65±11,83 olduğu bulundu.

Tablo 4. 5. Denge, fiziksel aktivite, APİ, Newyork postür analizi, naviküler düşme testi değerleri

Değişken	n	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.sapma
Fiziksel Aktivite	50	23,10	10046,00	3508,79	2789,23
Newyork Postür Analizi	50	55,00	65,00	63,24	2,58
APİ Sol	50	0,00	2,00	0,50	0,68
Api Sağ	50	0,00	2,00	0,50	0,68
Flamingo Testi Nondominant (saniye)	50	1,00	15,00	1,52	2,58
Flamingo Testi Dominant (saniye)	50	1,00	18,00	2,78	4,54
Yıldız Testi	50	65,22	90,43	71,45	5,10
Naviküler Düşme Testi Önce(mm)	50	4,50	8,00	5,48	0,86
Naviküler Düşme Testi Sonra(mm)	50	4,90	9,50	6,05	0,93
Naviküler düşme testi fark	50	-0,60	1,50	0,57	0,38

Tablo 4.5.'de araştırmaya dâhil edilen 50 bireyin fiziksel aktivite düzeyine ilişkin veriler incelendiğinde, fiziksel aktivite puanlarının 23,10 ile 10.046,00 arasında değiştiği ve ortalama fiziksel aktivite düzeyinin 3508,79±2789,23 olduğu bulundu.

Postüral değerlendirme kapsamında yapılan New York postür analizi puanı ortalama 63,24±2,58 olarak belirlenmiştir. Ayak postür indeksine (APİ) göre sol ve sağ ayakta puanların her ikisi de ortalama 0,50±0,68'dir. Denge değerlendirmelerine göre flamingo testi nondominant taraf ortalama 1,52±2,58; dominant taraf ise 2,78±4,54 saniye olarak hesaplandı. Yıldız testi uzanım mesafesi ortalama 71,45±5,10 cm'dir.

Naviküler düşme testi öncesi değerler 4,50–8,00 mm arasında değişmekte olup ortalama 5,48±0,86 mm, sonrası değerler ise 4,90–9,50 mm aralığında ve ortalama 6,05±0,93 mm olarak belirlenmiştir. İki ölçüm arasındaki fark ortalama 0,57±0,38 mm olduğu bulundu.

Tablo 4. 6. Fiziksel aktivite düzeyleri, Newyork postür analizi, API, naviküler düşme testi değerleri ile flamingo testi arasındaki ilişki

		Flamingo Testi Nondominant	**Flamingo Testi Dominant**	**Yıldız Testi**
Fiziksel Aktivite	r	-0,25	-,457**	0,05
	p	0,08	0,00	0,72
Newyork Postür Analizi	r	-,336*	-,351*	-0,15
	p	0,02	0,01	0,30
APİ Sol	r	,366**	,444**	-0,10
	p	0,01	0,00	0,49
APİ Sağ	r	,366**	,444**	-0,10
	p	0,01	0,00	0,49
Naviküler Düşme Testi Önce(mm)	r	0,23	,285*	-0,08
	p	0,12	0,04	0,60
Naviküler Düşme Testi Sonra(mm)	r	0,26	,362**	-0,05
	p	0,07	0,01	0,72

Spearman's rho

Tablo 4.6.'da Flamingo Testi Nondominant değişkeni ile New York Postür Analizi ile negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (r=-0,336; p<0,05). Bununla birlikte, APİ Sol (r=0,366; p<0,01) ve APİ Sağ (r=0,366; p<0,01) değişkenleriyle pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir. Ayrıca, Fiziksel Aktivite (r=-0,25; p=0,08) değişkeni ile ilişkili korelasyon değeri anlamlılık sınırında olmamakla birlikte düşük düzeyde negatif yönlü bir eğilim göstermektedir.

Flamingo Testi Dominant değişkeni ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, bu değişken ile Fiziksel Aktivite arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r=-0,457; p<0,01). Bunlara ek olarak, New York Postür Analizi değişkeni ile Flamingo Testi Dominant arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (r=-0,351; p<0,05). Ayrıca, APİ Sol (r=0,444; p<0,01) ve APİ Sağ (r=0,444; p<0,01) değişkenleriyle pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir.

Bunun yanı sıra, Naviküler Düşme Testi Önce ($r=0,285$; $p<0,05$) değişkeni ile düşük düzeyde, Naviküler Düşme Testi Sonra ($r=0,362$; $p<0,01$) değişkeni ile pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Tablo 4. 7. Fiziksel aktivite düzeyleri, eklem hareket açıklığı, kas gücü, kas kısalık testi ile denge testleri arasındaki ilişki

		Flamingo Nondominant	**Flamingo Testi Dominant**	**Yıldız Testi**
EHA Dorsifleksiyon	r	-0,17	-,395**	0,16
	p	0,23	0,00	0,27
EHA Plantar Fleksiyon	r	-0,16	-,336*	0,05
	p	0,26	0,02	0,74
EHA İnversiyon	r	-0,14	-0,20	,296*
	p	0,32	0,17	0,04
EHA Eversiyon	r	0,04	-0,17	0,04
	p	0,77	0,23	0,77
EHA Diz Fleksiyon	r	-,355*	-,424**	0,05
	p	0,01	0,00	0,72
EHA Kalça Fleksiyon	r	-,378**	-,439**	-0,10
	p	0,01	0,00	0,47
EHA Kalça Ekstansiyon	r	-,685**	-,287*	0,13
	p	0,00	0,04	0,35
EHA Kalça İnternal	r	-0,17	-,420**	0,18
	p	0,25	0,00	0,22
EHA Kalça Eksternal	r	-0,17	-,433**	0,17
	p	0,24	0,00	0,25
Kas Gücü Kalça Fleksör(Sağ)	r	-0,17	0,06	-,441**
	p	0,25	0,67	0,00
Kas Gücü Kalça Fleksör(Sol)	r	-0,16	0,10	-,434**
	p	0,27	0,49	0,00

Tablo 4. 7. Fiziksel aktivite düzeyleri, eklem hareket açıklığı, kas gücü, kas kısalık testi ile denge testleri arasındaki ilişki (Devamı)

Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sağ)	r	-0,25	-0,14	-,345*
	p	0,08	0,33	0,01
Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sol)	r	-0,13	-0,01	-,362**
	p	0,37	0,97	0,01
Kas Gücü Diz Fleksör (Sağ)	r	-0,02	0,06	-,335*
	p	0,88	0,70	0,02
Kas Gücü Diz Fleksör (Sol)	r	0,09	0,09	-,401**
	p	0,54	0,53	0,00
Kas Gücü Diz Ekstansör(Sağ)	r	-0,20	-0,20	-,295*
	p	0,16	0,17	0,04
Kas Gücü Diz Ekstansör(Sol)	r	-0,10	-0,10	-,321*
	p	0,47	0,51	0,02
Kas Gücü A.B Dorsifleksör (Sağ)	r	-0,05	0,09	-0,23
	p	0,75	0,51	0,10
Kas Gücü A.B Dorsifleksör (Sol)	r	0,04	0,07	-0,27
	p	0,79	0,62	0,05
Kas Gücü A.B Plantar Fleksör(Sağ)	r	-0,09	0,01	-0,19
	p	0,52	0,95	0,19
Kas Gücü A.B Plantar Fleksör(Sol)	r	-0,04	0,09	-0,23
	p	0,76	0,52	0,10
Kısalık Lumbal Ekstansör	r	-0,27	-0,21	0,10
	p	0,06	0,15	0,51
Kısalık Hamstring	r	-,284*	-0,25	0,07
	p	0,05	0,09	0,65
Kısalık Gastroknemius	r	0,03	-,302*	-0,16
	p	0,84	0,03	0,26

Spearman's rho

Tablo 4.7.'de Flamingo Testi Açık değişkeni ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, bu değişken ile EHA Diz Fleksiyon arasında negatif yönde orta düzeyde (r=-0,355; p<0,05), EHA Kalça Fleksiyon ile negatif yönde orta düzeyde (r=-0,378;

p<0,01) ve EHA Kalça Ekstansiyon ile negatif yönde yüksek düzeyde (r=-0,685; p<0,01) anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca, New York Postür Analizi ile negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (r=-0,336; p<0,05).

Bununla birlikte, APİ Sol (r=0,366; p<0,01) ve APİ Sağ (r=0,366; p<0,01) değişkenleriyle pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir. Ayrıca, Fiziksel Aktivite (r=-0,25; p=0,08) değişkeni ile ilişkili korelasyon değeri anlamlılık sınırında olmamakla birlikte düşük düzeyde negatif yönlü bir eğilim gösterdiği Tablo 4.6.'da görülmüştür.

EHA Kalça İnternal (r=-0,17; p=0,25) ve EHA Kalça Eksternal (r=-0,17; p=0,24) ile ilişkiler anlamlı bulunmamakla birlikte yön benzerliği açısından uyumludur.

Son olarak, Kısalık Hamstring değişkeni ile Flamingo nondominant taraf arasında negatif yönde düşük düzeyde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir (r=-0,284; p<0,05). Bu ilişki, hamstring kası normal olan bireylerde denge süresinin daha kısa olabileceğini, yani denge performansının farklılaştığını göstermektedir.

Tablo 4. 7.'de Flamingo nondominant taraf değişkeni ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, bu değişken ile Fiziksel Aktivite arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r=-0,457; p<0,01). Ayrıca, EHA Dorsifleksiyon (r=-0,395; p<0,01), EHA Plantar Fleksiyon (r=-0,336; p<0,05), EHA Diz Fleksiyon (r=-0,424; p<0,01), EHA Kalça Fleksiyon (r=-0,439; p<0,01), EHA Kalça Ekstansiyon (r=-0,287; p<0,05), EHA Kalça İnternal (r=-0,420; p<0,01) ve EHA Kalça Eksternal (r=-0,433; p<0,01) değişkenleri ile de negatif yönde düşük ve orta düzeyde anlamlı ilişkiler belirlenmiştir.

Bunlara ek olarak, New York Postür Analizi değişkeni ile Flamingo Testi dominant taraf arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (r=-0,351; p<0,05). Ayrıca, APİ Sol (r=0,444; p<0,01) ve APİ Sağ (r=0,444; p<0,01) değişkenleriyle pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir.

Bunun yanı sıra, Naviküler Düşme Testi Önce (r=0,285; p<0,05) değişkeni ile düşük düzeyde, Naviküler Düşme Testi Sonra (r=0,362; p<0,01) değişkeni ile pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca, Kısalık Gastroknemius değişkeni ile Flamingo Testi dominant taraf arasında negatif yönde düşük düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r=-0,302; p<0,05).

Yıldız Testi değişkeni ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, bu değişken ile EHA İnversiyon arasında pozitif yönde düşük düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($r=0,296$; $p<0,05$).

Ayrıca, Kas Gücü Kalça Fleksör (Sağ) ($r=-0,441$; $p<0,01$) ve Kas Gücü Kalça Fleksör (Sol) ($r=-0,434$; $p<0,01$) değişkenleri ile negatif yönde orta düzeyde, Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sağ) ($r=-0,345$; $p<0,05$) ve Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sol) ($r=-0,362$; $p<0,01$) ile negatif yönde düşük düzeyde, Kas Gücü Diz Fleksör (Sağ) ($r=-0,335$; $p<0,05$) ve Kas Gücü Diz Fleksör (Sol) ($r=-0,401$; $p<0,01$) ile negatif yönde orta düzeyde ve Kas Gücü Diz Ekstansör (Sağ) ($r=-0,295$; $p<0,05$) ile negatif yönde düşük düzeyde, Kas Gücü Diz Ekstansör (Sol) ($r=-0,321$; $p<0,05$) ile ise negatif yönde düşük düzeyde anlamlı ilişkiler olduğu Tablo 4. 7.'de görülmüştür.

Bu bulgular, Yıldız Testi performansının alt ekstremite kas gruplarının gücü ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu göstermektedir. Diğer yandan, fiziksel aktivite düzeyi, postür, eklem hareket açıklıkları, ayak postür indeksi, naviküler düşme testi ve kas kısalıkları gibi değişkenler ile Yıldız Testi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$).

Flamingo testi nondominant taraf, Flamingo Testi dominant taraf ve Yıldız Testi değişkenleri ile anlamlı ilişki göstermeyen değişkenler incelendiğinde; EHA Eversiyon, EHA Kalça İnternal (sadece Yıldız Testi Sol için), EHA Kalça Eksternal (sadece Yıldız Testi Sol için), Kas Gücü A.B Dorsifleksör (Sağ ve Sol), Kas Gücü A.B Plantar Fleksör (Sağ ve Sol), New York Postür Analizi (Yıldız Testi için), APİ Sol ve Sağ (Yıldız Testi için), Naviküler Düşme Testi Önce ve Sonra (Yıldız Testi için), Fiziksel Aktivite (Flamingo nondominant taraf ve Yıldız Testi için), Kas Gücü Diz Fleksör (Sağ) (Flamingo dominant taraf için), Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sol) (Flamingo Testi dominant taraf için) ve Kısalık değişkenleri (Lumbal Ekstansör, Hamstring ve Gastroknemius; Yıldız Testi için) ile yapılan analizlerde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuçlara göre, bu değişkenler ile ilgili denge performansı arasında anlamlı bir korelasyon tespit edilmemiştir.

Tablo 4. 8. Fiziksel aktivite değerleri, Newyork postür analizi, flamingo testi, yıldız testi ile naviküler düşme testi arasındaki ilişki

		Naviküler düşme testi fark (son ölçüm-ilk ölçüm)
Flamingo Testi Nondominant	r	,268
	p	,060
Flamingo Testi Dominant	r	,210
	p	,143
Yıldız Testi	r	-,105
	p	,469
Newyork Postür Analizi	r	-,253
	p	,076
Fiziksel Aktivite	r	-,340*
	p	,016

Spearman's rho

Naviküler düşme testi farkı (son ölçüm - ilk ölçüm) ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, yalnızca Fiziksel Aktivite değişkeni ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu iki değişken arasında negatif yönde düşük düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=-0,340$; $p<0,05$). Bu bulgu, fiziksel aktivite düzeyi arttıkça naviküler düşme farkının azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Bunun dışında, Flamingo nondominant taraf ($r=0,268$; $p=0,060$), Flamingo dominant taraf ($r=0,210$; $p=0,143$), Yıldız Testi Sol ($r=-0,105$; $p=0,469$) ve New York Postür Analizi ($r=-0,253$; $p=0,076$) değişkenleri ile naviküler düşme testi farkı arasında yapılan analizlerde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı Tablo 4. 8.'de görülmüştür ($p>0,05$).

Tablo 4. 9. Ayak postür indeksi değerleri ile Newyork postür analizi değerleri arasındaki ilişki

		Newyork Postür Analizi
APİ Sol	r	-,353*
	p	0,01
APİ Sağ	r	-,353*
	p	0,01

Spearman's rho

Tablo 4. 9.'da New York Postür Analizi ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, bu değişken ile hem APİ Sol hem de APİ Sağ değişkenleri arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler saptanmıştır (APİ Sol: r=-0,353; p=0,01, APİ Sağ: r=-0,353; p<0,05). Bu bulgular, postür skorları arttıkça ayak postür indeksine ait değerlerin azalma eğiliminde olduğunu, yani daha iyi postüre sahip bireylerde ayak postürünün daha normal sınırlarda seyrettiğini göstermektedir

Tablo 4. 10. Eklem hareket açıklığı, kas gücü, kas kısalık, Newyork postür analizi, API değerleri ile Fiziksel aktivite düzeyleri arasındaki ilişki

		Fiziksel Aktivite
EHA Dorsifleksiyon	r	,317*
	p	0,03
EHA Plantar Fleksiyon	r	0,20
	p	0,16
EHA İnversiyon	r	,412**
	p	0,00
EHA Eversiyon	r	,318*
	p	0,02
EHA Diz Fleksiyon	r	,449**
	p	0,00
EHA Kalça Fleksiyon	r	,335*
	p	0,02
EHA Kalça Ekstansiyon	r	0,21
	p	0,14
EHA Kalça İnternal	r	,436**
	p	0,00
EHA Kalça Eksternal	r	,429**
	p	0,00
Kas Gücü Kalça Fleksör(Sağ)	r	-0,02
	p	0,87
Kas Gücü Kalça Fleksör(Sol)	r	0,01
	p	0,93
Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sağ)	r	0,10
	p	0,48
Kas Gücü Kalça Ekstansör (Sol)	r	-0,01
	p	0,92
Kas Gücü Diz Fleksör (Sağ)	r	0,06
	p	0,70
Kas Gücü Diz Fleksör (Sol)	r	-0,09
	p	0,54

Tablo 4. 10. Eklem hareket açıklığı, kas gücü, kas kısalık, Newyork postür analizi, API değerleri ile Fiziksel aktivite düzeyleri arasındaki ilişki (Devamı)

Kas Gücü Diz Ekstansör(Sağ)	r	0,17
	p	0,23
Kas Gücü Diz Ekstansör(Sol)	r	-0,04
	p	0,77
Kas Gücü A.B Dorsifleksör (Sağ)	r	0,06
	p	0,70
Kas Gücü A.B Dorsifleksör (Sol)	r	0,09
	p	0,52
Kas Gücü A.B Plantar Fleksör(Sağ)	r	0,02
	p	0,90
Kas Gücü A.B Plantar Fleksör(Sol)	r	-0,07
	p	0,65
Kısalık Lumbal Ekstansör	r	,478**
	p	0,00
Kısalık Hamstring	r	,323*
	p	0,02
Kısalık Gastroknemius	r	0,24
	p	0,09
Newyork Postür Analizi	r	,403**
	p	0,00
APİ Sol	r	-,461**
	p	0,00
APİ Sağ	r	-,461**
	p	0,00

Spearman's rho

Tablo 4. 10.'da fiziksel aktivite düzeyi ile yapılan korelasyon analizleri sonucunda, bu değişken ile EHA Dorsifleksiyon (r=0,317; p<0,05), EHA Eversiyon (r=0,318; p<0,05), EHA Kalça Fleksiyon (r=0,335; p<0,05) arasında pozitif yönde düşük düzeyde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca, EHA İnversiyon (r=0,412; p<0,01), EHA Diz Fleksiyon (r=0,449; p<0,01), EHA Kalça İnternal Rotasyon

(r=0,436; p<0,01) ve EHA Kalça Eksternal Rotasyon (r=0,429; p<0,01) değişkenleri ile pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler belirlenmiştir.

Bununla birlikte, fiziksel aktivite düzeyi ile Kısalık Lumbal Ekstansör (r=0,478; p<0,01) ve Kısalık Hamstring (r=0,323; p<0,05) değişkenleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler saptanmıştır.

Bu pozitif ilişki, kodlama sistemine göre değerlendirildiğinde, fiziksel aktivite düzeyi arttıkça bu kas gruplarında kısalık görülme olasılığının azaldığını, yani normal uzunlukta olma durumunun arttığını göstermektedir.

Ayrıca, New York Postür Analizi ile fiziksel aktivite arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (r=0,403; p<0,01). Öte yandan, APİ Sol (r=-0,461; p<0,01) ve APİ Sağ (r=-0,461; p<0,01) değişkenleri ile fiziksel aktivite düzeyi arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu bulgu, fiziksel aktivite düzeyi arttıkça ayak postür indeksinin azaldığını, yani ayak postürünün normale daha yakın olduğunu göstermektedir.

Anlamlı ilişki göstermeyen değişkenler arasında ise, EHA Plantar Fleksiyon, EHA Kalça Ekstansiyon, tüm kas gücü ölçümleri (kalça, diz, ayak bileği), Kısalık Gastroknemius, ve diğer değişkenler yer almakta olup, bu değişkenlerle fiziksel aktivite arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır (p>0,05).

5. TARTIŞMA

Denge, düşmeleri önlemek için vücut duruşunun dinamiklerini tanımlayan genel bir terimdir. Bazı faktörler, genç bireyler üzerinde olumlu veya olumsuz bir etki yaratabilir. Bu çalışmanın amacı, genç bireyler alt ekstremite parametrelerinin denge üzerine etkisini araştırma amacıyla bazı bilimsel veriler sağlamaktır. Bu amaçla 18-30 yaş arasında 50 genç bireyin demografrik özellikleri sorgulandı, flamingo testi, APİ, naviküler düşme testi, Uluslararası fiziksel aktivite anketi, Newyork postür analizi ölçekleri kullanıldı. Ayrıca kas gücü, eklem hareket açıklığı ve kas kısalık testi değerlendirmesi yapıldı. Çalışmamıza, genç bireyler (n=50; ortalama yaş: ortalama yaş 24,40±3,94) 50 katılımcı dahil edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında genç bireylerin ayak duruşunun tarafsız olarak değerlendirilmesi vücut biyomekaniği ve işleyişi açısından etkin olduğu düşünülüp ek olarak fiziksel aktivite, postür, kas gücü, eklem hareket açıklığı gibi kavramların nasıl etkilediği hakkında daha detaylı bilgi edinilmesi amaçlandı.

Vücudun dengesinin sağlanmasında ve korunmasında alt ekstremitedeki kalça eklemi, diz eklemi ve ayak bileği eklemi birbiri ile ilişkili bir kinematik zincir oluşturmaktadır. Ayaklar bu kinematik zincirin en uzak noktasındadır ve destek tabanı işlevi görmektedir (Isman ve ark., 1969). Duruş sırasında ayak zemin yüzeyine uyum sağlayabilmeli, şok emilimine yardımcı olabilmeli ve itme fazı sırasında vücudu ileri doğru atabilmek için rijit bir kaldıraç görevi görebilmelidir. Düzgün ayak hareketleri özellikle subtalar pronasyon ve supinasyon bu işlevleri yerine getirmek için kritik öneme sahiptir. Yüksek ark ve hipomobil orta ayak ile karakterize aşırı supinasyonlu bir ayak, alttaki yüzeye yeteri kadar uyum sağlayamayabilir, bu da postüral stabilite ve dengeyi korumak için çevredeki kas-iskelet yapılarına olan destek ihtiyacını arttırır (Franco, 1987). Ayrıca pes kavusa sahip bir ayağın normal veya pronasyonlu ayağa göre daha az plantar duyusal bilgiye sahip olduğu öne sürülmüştür (Hertel ve ark., 2002). Tersine aşırı pronasyon medial arkın düzleşmesi ve orta ayağın hipermobil olması ile karakterizedir ancak aynı zamanda ayağı stabilize etmek ve dik duruşu korumak için nöromüsküler sisteme daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır (Franco, 1987).

Literatürde de ayak postüründeki bozuklukların denge ve esnekliği olumsuz etkilediği rapor edilmiştir. El Shamy ve ark. adölesan grup kadınlarda pes planusun postural stabilite ile ilişkisini incelemiştir.

Çalışma 15–18 yaşaralığında adölesan grup kadınlarda yapılmıştır. Biodex Balance System tarafından dinamik denge değerlendirmeleri farklı stabilite seviyelerinde mediolateral, anteroposterior ve tüm yönlerde değerlendirilmiş ve normal ayak arkına göre postural stabilitenin azalmış olduğunu bildirilmiştir (El-Shamy,2014). Cote ve ark. ayağın deformitelerle ilişkili pronasyon ve supinasyon pozisyonda duruşunun nötral pozisyona göre denge üzerindeki etkilerini incelemiştir. Dinamik denge değerlendirmesinde pronasyon pozisyondaki ayakların nötrale kıyasla anterior ve anteromedial yönde, supinasyon pozisyondakilerin ise posterior ve posterolateral yönde uzanma miktarlarının daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bu durum pronasyon duruşta medial kısma, supinasyon duruşta ise lateral kısma artan basınçla ilişkilendirilmiştir (Cote KP,2005).

Ghorbani ve ark.'nın (2023) 91 genç yetişkin kadın ile yaptığı çalışmada ayak postür indeksi ile statik denge, dinamik denge ve ayak bileği ve diz propriyosepsiyon ölçümleri karşılaştırıldı. Esnek düz tabanlı katılımcılarda daha düşük denge ve propriyosepsiyon ölçümleri kaydedildi. Koshino ve ark.'nın (2020) 27 genç yetişkin erkek ile yaptığı bir çalışmada düşük ayak arkına sahip katılımcıların daha fazla postüral salınım gerçekleştirdiği görüldü. Pradhan ve ark. (2021), çalışmasında genç yetişkin katılımcılarda ayak postür indeksi ile "Yıldız Denge Testi" ve pelvik tilt açılarını karşılaştırdı. Ayak postürünün dinamik denge ile zayıf korelasyon gösterdiği görüldü.

Çalışmamızda ise ayak postürünün statik denge ile anlamlı ilişki görülürken dinamik denge ile anlamlı bir ilişki gözlenmedi. Bu anlamda çalışmamızda denge değerlendirme sonuçları ayakta görülen postür bozukluklarının olguların statik dengelerini olumsuz etkilediği fikrini desteklemektedir.

Zhu ve ark. (2021), 18–26 yaş arası genç yetişkinlerde orta-şiddetli fiziksel aktivitenin artmasının veya daha az hareketsiz zaman geçirmenin, statik denge performansında daha iyi sonuçlarla ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Fiziksel aktiviteyi objektif olarak ivmeölçerler ile değerlendirmişler ve yalnızca orta-şiddetli fiziksel aktivite düzeyi ile hareketsiz zamanın, salınım alanı ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Orofino ve ark. (2015), üniversite öğrencileri arasında postüral stabilite ile çeşitli fiziksel aktivite türleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır.

Haftada yaklaşık iki kez denge temelli egzersiz oyunları oynayan öğrencilerin, farklı sporlarla ilgilenen (Spor) veya herhangi bir fiziksel aktiviteye katılmayan

(Kontrol) öğrencilere kıyasla daha iyi postüral stabilite performansına sahip olduğu bulunmuştur. Araştırma, Spor ve Kontrol grupları arasında gözler açık veya kapalı koşullarda herhangi bir postürografik parametrede anlamlı fark bulunmadığını göstermiştir (Orofino ve ark., 2015). Bu durumun olası bir açıklaması, çalışmaya katılan bireylerin oynadığı sporların denge yetilerine yönelik olmamasıdır. Benzer bir sonuca, Jakobsen ve ark. (2011) da ulaşmış; 21–45 yaş arası antrenmansız erkeklerde 12 haftalık futbol antrenmanının, yüksek yoğunluklu koşu veya sürekli koşu antrenmanlarına kıyasla postüral stabilitede daha üstün gelişmeler sağladığını belirtmişlerdir.

Andreeva ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada, herhangi bir sporla uğraşmanın normal iki ayak duruşunda artmış postüral stabilite ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Yazarlar, herhangi bir spor dalıyla uğraşmanın, postür regülasyon sisteminin duyusal, kas ve merkezi sinir sistemi bileşenlerini geliştirerek postüral stabilite üzerinde olumlu, özgül olmayan bir etki yaratabileceğini belirtmişlerdir (Andreeva ve ark., 2021). Zhu ve ark. (2021) ise fiziksel aktivitenin, alt ve üst ekstremitelerin kas gücü ve dayanıklılığını uyararak ve refleks yanıtları ile propriosepsiyonu artıran nörofizyolojik adaptasyonları teşvik ederek denge gelişimine katkıda bulunduğunu öne sürmüştür. Olguların fiziksel aktivite düzeyi artıkça statik denge performansı artarken dinamik denge performansları üzerine bir etkisinin olmadığı görüldü. Dinamik denge ile anlamlı bir ilişkinin olmamasının olası bir açıklamasını, çalışmaya katılan bireylerin dinamik denge yetilerine yönelik bir fiziksel aktivitede bulunmamalarıyla ilişkilendirmekteyiz. Bundan sonraki çalışmalarda sadece fiziksel aktivite düzeyi değil aynı zamanda fiziksel aktivite türü ile denge arasındaki ilişkiyi araştırmamız gerektiği görüşündeyiz.

Denge ve alt ekstremite kuvveti/gücü göstergeleri arasında büyük ölçekli korelasyonlar olacağı hipotezini öne sürülmüştür; bu hipotez, benzer nörofizyolojik yapıların (örneğin, dengesiz duruş sırasında kortikospinal yolların aktivasyonu ve patlayıcı kuvvet üretimi) denge kontrolü ile alt ekstremite kas kuvveti/gücünden sorumlu olduğu varsayımına dayanmaktadır (Gruber ve ark., 2007; Schubert ve ark., 2008).

Ayrıca, denge antrenmanından pratiğe dayanmayan bir kuvvet görevine ve bunun tersi yönde, antrenmanla ilişkili gelişmelerin aktarım etkileri literatürde bildirilmiştir (Gruber ve ark., 2007; Granacher ve ark., 2009; Granacher ve ark., 2010); bu durum, bu nöromüsküler bileşenler arasında bir etkileşime işaret etmektedir.

Ancak, analizlerimiz denge ile alt ekstremite kas kuvveti/gücü değişkenleri arasında ağırlıklı olarak küçük ölçekli korelasyonlar ortaya koymuştur.

Pek çok araştırma, alt ekstremite kas kuvveti ve ayak bileği hareket açıklığının denge yetisini etkilediğini göstermiştir. Forkin ve arkadaşları(1996), kronik olarak dengesiz ayak bileklerine sahip bir popülasyonda denge değerlendirmeleri gerçekleştirmiştir. Katılımcılar, burkulma mekanizmasını simüle etmek amacıyla medial yönde bozulmuş bir kuvvet platformu üzerinde tek ayak duruşu yapmıştır. Bu araştırmacılar, ilgili ve ilgisiz ekstremiteler arasında anlamlı denge bozuklukları bulmuşlardır. Pintsaar ve arkadaşları(1996) da fonksiyonel ayak bileği stabilitesi ile dengeyi koruma yetisi arasında önemli bir ilişki olduğunu ileri sürmektedir. Pintsaar ve arkadaşları(1996), postüral salınımın öncelikle ayak bileğinde kontrol edildiğini belirtmiştir. Çalışmamızda olguların alt ekstremite kas gücü değerleriyle denge perfonmansları arasında anlamlı bir ilişki bulunması literatürle paralellik göztermektedir.

Pourghasem ve arkadaşları 6-18 yaş aralığındaki çocuklarda yapmış oldukları çalışmada kızlara kıyasla oğlanlarda, ayrıca normal kilolu çocuklara kıyasla aşırı-kilolu ve obezlerde düz tabanlık görülme sıklığının daha yüksek olduğunu göstermiştir (Pourghasem ve ark., 2016). Cote ve arkadaşları, denge merkezi etrafında salınımdaki ortalama sapmaları ifade eden stabilite indeksinin supinasyona kıyasla pronasyonda daha yüksek olduğunu, ancak her iki grubun da nötr ayak tiplerine sahip olanlardan farklılaşmadığını göstermiştir (Cote ve ark., 2005) Naviküler düşme ile denge ve sıçrama arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır (David ve ark., 2020; Demirdel ve ark., 2022; Harrison ve ark., 2010; Karartı ve ark., 2018) pes planus deformitesi olan bireylerde yaptıkları çalışmalarda pes planus derecesinin artmasının postüral stabiliteyi bozabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda naviküler düşme testi ile denge arasında anlamlı bir ilişki bulunması literatürle paralellik göstermiş olup sınırlı sayıdaki literatüre katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, alt ekstremite eklem hareket açıklığı (ROM) ve esnekliğinin hem statik hem de dinamik denge üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar, literatürdeki mevcut verilerle büyük ölçüde örtüşmektedir. Denge; proprioseptif geri bildirim, kas gücü, esneklik ve eklem hareketliliği gibi birden fazla faktörün etkileşimiyle sağlanan kompleks bir motor kontroldür (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Özellikle hamstring ve gastroknemius kaslarının esnekliği ile denge

performansı arasındaki ilişki, önceki birçok çalışmada vurgulanmıştır. Örneğin Muyor ve ark. (2014), hamstring kaslarının esnekliğinin az olması durumunda postüral stabilitenin olumsuz yönde etkilendiğini, bu durumun da dinamik denge testlerindeki performansı düşürdüğünü belirtmiştir. Benzer şekilde Altay ve ark. (2020), genç bireylerde yapılan bir çalışmada kalça fleksör ve diz ekstansör kas gruplarının esnekliği ile Yıldız Denge Testi performansı arasında anlamlı pozitif korelasyon bildirmiştir.

Eklem hareket açıklığı yönünden bakıldığında, özellikle ayak bileği dorsifleksiyon hareket açıklığının denge performansı üzerindeki etkisi literatürde sıkça vurgulanmaktadır. Hoch ve ark. (2011), azalmış ayak bileği dorsifleksiyonunun dengeyi bozarak denge testlerinde düşüşe neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları da, alt ekstremite EHA değerleri ve hamstring ve gastrokinemius kısalık testi ile statik ve dinamik denge ölçümleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, eklem hareket açıklığının yetersizliğinin vücut ağırlığının etkili şekilde taşınmasını ve postüral kontrolü zorlaştırabileceğini düşündürmektedir.

Statik ve dinamik denge farklı motor kontrol stratejileri gerektirse de, her ikisi de alt ekstremite yapılarının yeterli fonksiyonelliğine bağlıdır. Bu bağlamda, esneklik ve eklem hareket açıklığını geliştirmeye yönelik egzersizlerin dengeyi iyileştirmede etkili bir araç olabileceği söylenebilir. Literatürde, düzenli germe egzersizlerinin dengeyi olumlu etkilediğine dair bulgular da mevcuttur (Behm et al., 2016). Bu nedenle özellikle sporcular, yaşlı bireyler ya da denge kaybı riski olan popülasyonlarda, alt ekstremite ROM ve esnekliğinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi, düşme riskinin azaltılması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, alt ekstremite esnekliği ve eklem hareket açıklığının statik ve dinamik denge performansında belirleyici unsurlar olduğunu desteklemektedir. Literatürdeki benzer sonuçlarla tutarlılık göstermesi, elde edilen bulguların güvenilirliğini artırmakta ve klinik uygulamalarda dikkate alınması gereken önemli bir husus olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada genç bireylerde vücut postürü ile statik ve dinamik denge arasındaki ilişki incelenmiş, elde edilen bulgular doğrultusunda postürel bozuklukların statik dengeyi anlamlı düzeyde etkilediği, ancak dinamik denge üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, postüral hizalanmanın özellikle yerçekimi merkezinin kontrolü ve taban destek alanı üzerindeki etkisi ile

ilişkilendirilebilir. Statik denge, bireyin sabit bir pozisyonda dengeyi koruma kapasitesini yansıttığı için, omurga ve pelvis hizalanmasındaki bozulmaların bu sistem üzerinde daha belirgin sonuçlar doğurması doğaldır (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Literatürde de benzer şekilde postürel bozukluklarla statik denge arasında anlamlı ilişkiler bildirilmiştir. Özellikle torakal kifoz, baş öne pozisyonu gibi yaygın postürel sapmaların postüral stabiliteyi olumsuz etkilediği çalışmalarda belirtilmiştir (Griegel-Morris et al., 1992; Lee & Yoo, 2011). Young ve ark. (2015), genç yetişkinlerde anteroposterior yönlü postüral sapmaların statik denge performansını azalttığını, bu bireylerde daha fazla denge stratejisi kullanımı gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışma da New York Postür Analizi kullanılarak yapılan değerlendirmelerde postür bozuklukları olan bireylerde statik denge testlerinde performans düşüşü olduğunu göstermiştir.

Öte yandan, dinamik denge ile postür arasındaki ilişkinin anlamsız çıkması, dinamik dengenin postürden ziyade motor planlama, çevresel adaptasyon ve alt ekstremite kas performansı gibi çok boyutlu sistemlerin etkileşimi ile yürütülmesine bağlanabilir (Horak, 2006). Özellikle genç bireylerde kompansatuvar stratejilerin daha etkili kullanılması, postürel sapmaların dinamik denge üzerindeki etkisini maskeleyebilir. Dinamik denge testlerinde çevikliği, kas gücünü ve proprioseptif kontrolü etkili kullanabilen genç bireylerin postürel hizalanmadaki sapmaları denge performansını belirgin ölçüde etkilemeyebilir (Pau et al., 2012).

Ayrıca bazı çalışmalar da benzer şekilde, postürün statik denge üzerindeki etkisinin daha belirgin olduğunu; ancak dinamik denge ile olan ilişkisinin yaş, aktivite düzeyi ve nöromüsküler kontrol gibi faktörlere göre farklılaşabileceğini göstermektedir (Kaufman et al., 2006).

Bu bağlamda, elde edilen bulgular hem postürel hizalanmanın statik denge üzerindeki etkisini desteklemekte hem de genç bireylerde adaptif denge mekanizmalarının dinamik performans üzerindeki koruyucu rolünü işaret etmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma genç bireylerde postüral bozuklukların statik dengeyi olumsuz etkilediğini ortaya koyarken, dinamik dengeyi belirgin şekilde etkilemediğini göstermektedir. Bu durum, dengeyi geliştirmeye yönelik programlarda postüral hizalanmanın özellikle statik denge açısından dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın sonuçlarını yorumlarken bazı sınırlamalar dikkate alınmalıdır.

Yalnızca 18–30 yaş arası genç yetişkinler değerlendirilmiştir. Yüksek düzeyde fiziksel aktiviteye sahip bir grubun eksikliği, bir diğer sınırlamadır. Bu çalışma, statik ve dinamik postüral dengenin değerlendirilmesine odaklanılmıştır. Farklı yaş gruplarında tüm fiziksel aktivite düzeylerinin etkisini değerlendiren ve hem statik hem de dinamik postüral dengeyi inceleyen ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Genç bireylerde alt ekstremite parametrelerinin statik ve dinamik denge üzerine etkisini inceleyen araştırmamızın sonucunda;

- Olguların fiziksel aktivite düzeyi artıkça statik denge performansı artarken dinamik denge performansları üzerine bir etkisinin olmadığı görüldü.
- Olguların alt ekstremite EHA değerleriyle denge performanları arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmedi.
- Olguların ayak postür indeksleriyle denge performansları arasında anlamlı bir ilişki bulundu.
- Olguların postürleri analizi sonuçlarıyla statik denge performansları arasında anlamlı bir ilişki bulundu.
- Kas kısalık testleriyle denge arasında genel olarak anlamlı bir ilişki gözlemlenmedi. Ancak Hamstring ve gastrokinemius kısalık testi ile denge arasında anlamlı bir ilişki belirlendi. Bu ilişki, hamstring ve gastrokinemius kasları normal olan bireylerde denge süresinin daha kısa olabileceğini, yani denge performansının daha iyi olduğunu göstermektedir.
- Olguların alt ekstremite kas gücü değerleriyle denge perfonmansları arasında anlamlı bir ilişki bulundu.
- Olguların ayak postür indekleriyle vücut postürleri arasında anlamlı bir ilişki gözlemlendi.
- Olguların fiziksel aktivite düzeyi ile EHA değerleri arasında anlamlı bir ilişki belirlendi.
- Olguların fiziksel aktivite düzeyi ile Lumbal Ekstansör ve Hamstring kas kısalık değişkenleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptandı. Bu pozitif ilişki, fiziksel aktivite düzeyi arttıkça bu kas gruplarında kısalık görülme olasılığının azaldığını, yani normal uzunlukta olma durumunun arttığını göstermektedir.
- Olguların Postür Analizi ile fiziksel aktivite düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edildi.
- Olguların ayak postür indeksi ile fiziksel aktivite düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edildi. Bu bulgu, fiziksel aktivite düzeyi arttıkça ayak postür indeksinin azaldığını, yani ayak postürünün normale daha yakın olduğunu göstermektedir.

I. KAYNAKÇA

Adak, B., Önen, M. Ş., Tekeoğlu, İ., & Arslan, A. (1999). Van ili merkez ilköğretim okullarında skolyoz taraması. *Türkiye Fiz Tıp Reh Derg*, *2*, 45-9.

Alonso, A. C., Mochizuki, L., Silva Luna, N. M., Ayama, S., Canonica, A. C., & Greve, J. M. (2015). Relation between the sensory and anthropometric variables in the quiet standing postural control: is the inverted pendulum important for the static balance control?. *BioMed research international*, *2015*(1), 985312.

Altay, F., Koç, H., & Er, F. (2020). Alt ekstremite esnekliği ve denge ilişkisi: Genç bireylerde karşılaştırmalı bir çalışma. Spor Bilimleri Dergisi, 31(1), 25-32.

Anatomy, C. O. (2014). Moore KL, Dalley AF, Agur AMR.

Anatomy, S. S. G. S. (2008). The anatomical basis of clinical practice. *London: Churchill Livingstone*, *40*, 432.

Andreeva, A., Melnikov, A., Skvortsov, D., Akhmerova, K., Vavaev, A., Golov, A., ... & Zemková, E. (2021). Postural stability in athletes: The role of sport direction. Gait & posture, 89, 120-125.

Angyan, L., Teczely, T., & Angyan, Z. (2007). Factors affecting postural stability of healthy young adults. *Acta physiologica hungarica*, *94*(4), 289-299.

Aoyama, M., Suzuki, Y., Onishi, J., & Kuzuya, M. (2011). Physical and functional factors in activities of daily living that predict falls in community-dwelling older women. *Geriatrics & gerontology international*, *11*(3), 348-357.

Arıncı, K. ve Elhan, A. (2016). *Anatomi* 1. Cilt. 6. Baskı. Ankara: *Güneş Tıp Kitabevleri.*

Bahr, R., Karlsen, R., Lian, O.,Ovrebo, R.V. (1994) Incidence and mechanisms of acute ankle inversion injuries in volleyball. A retrospective cohort study. *Am J Sports Med*, 22 (5), 595-600.

Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 41(1), 1-11.

Bem, T., Gorska, T., Majczyński, H., & Zmysłowski, W. (1995). Different patterns of fore-hindlimb coordination during overground locomotion in cats with ventral and lateral spinal lesions. *Experimental brain research*, *104*, 70-80.

Berg, K. (1989). Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiotherapy Canada*, 41(5), 240-246.

Berger, R. A. (1962). Comparison of static and dynamic strength increases. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, *33*(3), 329-333.

Bergmann, G., Deuretzbacher, G., Heller, M., Graichen, F., Rohlmann, A., Strauss, J., & Duda, G. N. (2001). Hip contact forces and gait patterns from routine activities. *Journal of biomechanics*, *34*(7), 859-871.

Betti, L., von Cramon-Taubadel, N., Manica, A., & Lycett, S. J. (2013). Global geometric morphometric analyses of the human pelvis reveal substantial neutral population history effects, even across sexes. *PloS one*, *8*(2), e55909

Bianchi, S., & Martinoli, C. (2007). *Ultrasound of the musculoskeletal system*. Springer Science & Business Media

Bleday, R. M., Fanelli, G. C., Giannotti, B. F., Edson, C. J., & Barrett, T. A. (1998). Instrumented measurement of the posterolateral corner. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, *14*(5), 489-494.

Brinckmann, P., & Frobin, W. (2002). Leivseth. G., Musculoskeletal Biomechanics. New York: Ed.

Buldt, A. K., et al. (2015). Foot posture is associated with plantar pressure loading patterns during gait. Journal of Foot and Ankle Research, 8(1), 20.

Can, B. (2008). Bayan voleybolcularda denge antrenmanlarının yorgunluk ortamında proprıosepsıyon duyusuna etkisi.

Carini, F., Mazzola, M., Fici, C., Palmeri, S., Messina, M., Damiani, P., & Tomasello, G. (2017). Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, *88*(1), 11.

Cavanagh, P. R., & Simoneau, G. G. (1995). Ulceration, unsteadiness, and uncertainty: the biomechanics of diabetic foot disease. Journal of Rehabilitation Research and Development, 32(3), 302–309.

Claes, S., Vereecke, E., Maes, M., Victor, J., Verdonk, P., & Bellemans, J. (2013). Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *Journal of anatomy*, *223*(4), 321-328.

Cook, A. S., & Woollacott, M. H. (2001). *Motor control: theory and practical applications*. Lippincott Williams and Wilkins.

Cordo PJ, Nashner LM (1982). Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. J Neurophysiol 47: 287–302.

Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M., & Shultz, S. J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of athletic training, 40(1), 41*.

Covey, D. C. (2001). Injuries of the posterolateral corner of the knee. *JBJS*, *83*(1), 106.

Cowan DN, Jones BH, Robinson JR. 1993. Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. Arch Fam Med 2:773–777.

Çağiran, G. (2010). *Ön diz ağrısı olan olgularda fiziksel aktivite, kardiyorespiratuar endurans, aktivite ve katılım sınırlılıkları ve yaşam kalitesi arasındaki ilişki (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).*

DA, N. (2002). Kinesiology of the musculoskeletal system. *Foundations for Physical Rehabilitation*, 251-310.

David, E., Joseph, B., Mohammad, H., Joseph, M. ve Elina, S. (2020). Correlation of navicular drop to vertical and broad jump measurements in young adults. Journal of Rehabilitation Therapy, 2, 1-5

Demirdel, E., & Aksu, A. (2022). Examination of the correlation between foot biomechanics, plantar pressure and balance in adolescent volleyball players. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 13(1), 60-69.

Donatelli, R. (1996). *The biomechanics of the foot and ankle*. FA Davis.

Drake, R., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. (2009). *Gray's anatomy for students E-book*. Elsevier Health Sciences.

Duysens J, Clarac F, Cruse H (2000). Load-regulating mechanisms in gait and posture: Comparative aspects. Physiol Rev 80: 83–133.

El-Shamy, F. F., & Ghait, A. S. (2014). Effect of flexible pes planus on postural stability in adolescent females. *Int J Sci Res*, *5*, 6.

Escamilla, R. F., & Macleod, T. D. (2017). Anterior cruciate ligament strain and tensile forces during resistance exercise: A review. Journal of Strength and Conditioning Research, 31(1), 207–218.

Ferner, H., & Atlası, S. J. S. İ. A. (1985). Türkçeleştirme Editörü: Arıncı K. 18. baskı. *Cilt–2, Atlas Tıp Kitapçılık, İstanbul*.

Ficke, J., & Byerly, D. W. (2019). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot.

Fleming, B. C., et al. (2001). The role of the ACL in controlling axial rotation of the knee. Sports Medicine and Arthroscopy Review, 9(4), 242–248.

Foley, B. S., & Buschbacher, R. M. (2006). Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, *85*(12), 997-1006.

Forkin, D. M., Koczur, C., Battle, R., & Newton, R. A. (1996). Evaluation of kinesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 23(4), 245-250.

Franco, A. H. (1987). Pes cavus and pes planus: analyses and treatment. Physical therapy, 67(5), 688-694.

Fukagawa, N. K., Wolfson, L., Judge, J., Whipple, R., & King, M. (1995). Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *50*(Special_Issue), 64-67.

Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. Clin Orthop Relat Res 2003;(417):112–20.

Gatev, P., Thomas, S., Kepple, T., & Hallett, M. (1999). Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *The Journal of physiology*, *514*(3), 915-928.

Genç, A., Şener, Ü., Karabacak, H., & Üçok, K. (2011). Kadın ve erkek genç erişkinler arasında fiziksel aktivite ve yaşam kalitesi farklılıklarının araştırılması. *Kocatepe Tıp Dergisi, 12(3), 145-150.*

Ghamkhar, L., & Kahlaee, A. H. (2019). The effect of trunk muscle fatigue on postural control of upright stance: A systematic review. *Gait & posture*, *72*, 167-174.

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.

Gill, M., & Vilella, R. C. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Foot Cuboid Bone. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

Gollehon, D. L., Torzilli, P. A., & Warren, R. F. (1987). The role of the posterolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee. A biomechanical study. *JBJS*, *69*(2), 233-242.

Granacher, U., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2009). Resistance training and neuromuscular performance in seniors. International journal of sports medicine, 30(09), 652-657.

Granacher, U., Gollhofer, A., & Kriemler, S. (2010). Effects of balance training on postural sway, leg extensor strength, and jumping height in adolescents. Research quarterly for exercise and sport, 81(3), 245-251.

Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). Considerations for normalizing measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in physical education and exercise science, 7(2), 89-100.*

Gribble, P. A., Kelly, S. E., Refshauge, K. M., & Hiller, C. E. (2013). Interrater reliability of the star excursion balance test. *Journal of athletic training, 48(5), 621-626.*

Griegel-Morris, P., Larson, K., Mueller-Klaus, K., & Oatis, C. A. (1992). Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. *Physical therapy*, *72*(6), 425-431.

Griffith, C. J., LaPrade, R. F., Johansen, S., Armitage, B., Wijdicks, C., & Engebretsen, L. (2009). Medial knee injury: part 1, static function of the individual components of the main medial knee structures. *The American journal of sports medicine*, *37*(9), 1762-1770.

Griffith, C. J., Wijdicks, C. A., LaPrade, R. F., Armitage, B. M., Johansen, S., & Engebretsen, L. (2009). Force measurements on the posterior oblique ligament and superficial medial collateral ligament proximal and distal divisions to applied loads. *The American journal of sports medicine*, *37*(1), 140-148.

Grood, E. S., Noyes, F. R., Butler, D. L., & Suntay, W. J. (1981). Ligamentous and capsular restraints preventing straight medial and lateral laxity in intact human cadaver knees. *JBJS*, *63*(8), 1257-1269.

Gruber, M., Gruber, S. B., Taube, W., Schubert, M., Beck, S. C., & Gollhofer, A. (2007). Differential effects of ballistic versus sensorimotor training on rate of force development and neural activation in humans. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(1), 274-282.

Gruber, M., Taube, W., Gollhofer, A., Beck, S., Amtage, F., & Schubert, M. (2007). Training-specific adaptations of H-and stretch reflexes in human soleus muscle. Journal of motor behavior, 39(1), 68-78.

Guskiewicz, K. M., & Perrin, D. H. (1996). Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*, *5*(1), 45-63.

Gülçimen, B., & Ülkü, S. (2008). İnsan ayağı biyomekaniğinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, *13*(2).

Hak, L., Houdijk, H., Steenbrink, F., Mert, A., van der Wurff, P., Beek, P. J., & van Dieën, J. H. (2013). Stepping strategies for regulating gait adaptability and stability. *Journal of biomechanics*, *46*(5), 905-911.

Hall, S. J. (2014). Basic Biomechanics (7th ed.). McGraw-Hill Education.

Harrison, P. L., & Littlewood, C. (2010). Relationship between pes planus foot type and postural stability. Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy, 4(3), 21-4.

Hawke, F., Rome, K., & Evans, A. M. (2016). The relationship between foot posture, body mass, age and ankle, lower-limb and whole-body flexibility in healthy children aged 7 to 15 years. *Journal of foot and ankle research*, *9*, 1-5.

Haynes, W. (2004). Core stability and the unstable platform device. *Journal of bodywork and movement therapies*, *8*(2), 88-103.

Hennigan, S. P., Schneck, C. D., Mesgarzadeh, M., & Clancy, M. (1994). The semimembranosus-tibial collateral ligament bursa. Anatomical study and magnetic resonance imaging. *JBJS*, *76*(9), 1322-1327.

Hertel, J. (2000). Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Medicine*, 29(5), 361–371. https://doi.org/10.2165/00007256-200029050-00005

Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of athletic training*, *37*(4), 364.

Hertel, J., Gay, M. R., & Denegar, C. R. (2002). Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. Journal of athletic training, 37(2), 129.

Hoch, M. C., Staton, G. S., & McKeon, P. O. (2011). Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. Journal of Science and Medicine in Sport, 14(1), 90-92.

Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal of neurophysiology*, *55*(6), 1369-1381.

Horak, F. B., Henry, S. M., & Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical therapy*, *77*(5), 517-533

Horak, F. B., Shupert, C. L., & Mirka, A. (1989). Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiology of aging*, *10*(6), 727-738.

Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing*, 35(suppl_2), ii7-ii11.

Huxham, F. E., Goldie, P. A., & Patla, A. E. (2001). Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of Physiotherapy*, *47*(2), 89-100

Hyong, I. H., & Kim, J. H. (2014). Test of intrarater and interrater reliability for the star excursion balance test. *Journal of physical therapy science*, *26*(8), 1139-1141.

Inglis, J. T., Horak, F. B., Shupert, C. L., & Jones-Rycewicz, C. (1994). The importance of somatosensory information in triggering and scaling automatic postural responses in humans. *Experimental brain research*, *101*, 159-164.

Isman, R. E., Inman, V. T., & Poor, P. M. (1969). Anthropometric studies of the human foot and ankle. *Bull Prosthet Res*, *11*(10), 97-129.

Iverson, B. D., Gossman, M. R., Shaddeau, S. A., & Turner Jr, M. E. (1990). Balance performance, force production, and activity levels in noninstitutionalized men 60 to 90 years of age. *Physical Therapy*, *70*(6), 348-355.

İnal, H. S. (2004). *Spor biyomekaniği: Temel prensipler*. Nobel.

İnal, H. S. (2013). Spor ve egzersizde vücut biyomekaniği. *Baskı, syf*, 43-45.

Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Krustrup, P., & Aagaard, P. (2011). The effect of recreational soccer training and running on postural balance in untrained men. *European journal of applied physiology*, *111*, 521-530.

Kara B. (2013) *Vestibüler Bozukluklar ve Fizyoterapi: Algun ZC, editör. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. İstanbul: p. 141, Nobel Tıp Kitabevi.*

Karaca, A., & Turnagöl, H. H. (2007). ÇALIŞAN BİREYLERDE ÜÇ FARKLI FİZİKSEL AKTİVİTE ANKETİNİN GÜVENİRLİĞİ VE GEÇERLİĞİ. *Spor Bilimleri Dergisi, 18(2), 68-84.*

Karartı, C., Bilgin, S., Büyükturan, Ö., & Büyükturan, B. (2018). Arka ayaktaki pronasyon artışının fiziksel performans üzerine etkisi. Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal, 5(1), 1-10.

Karakuş, S., & Kılıç, F. (2006). Postür ve sportif performans. *Kastamonu Education Journal*, *14*(1), 309-322.

Karl B Fields, MD (2025). Overview of foot anatomy and biomechanics and assessment of foot pain in adults. UpToDate.

Kaufman, K. R., Brodine, S. K., & Shaffer, R. A. (2006). Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. *American Journal of Preventive Medicine*, 18(3), 54-63.

Kelikian, A. S., & Sarrafian, S. K. (Eds.). (2011). *Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional*. Lippincott Williams & Wilkins.

Klonoff, P. S., Costa, L. D., & Snow, W. G. (1986). Predictors and indicators of quality of life in patients with closed-head injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *8*(5), 469-485.

Kinzey, S. J., & Armstrong, C. W. (1998). The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 27(5), 356-360.*

Kim, S. G., & Kim, W. S. (2018). Effect of ankle range of motion (ROM) and lower-extremity muscle strength on static balance control ability in young adults: a regression analysis. *Medical*

Kim, S., Horak, F. B., Carlson-Kuhta, P., & Park, S. (2009). Postural feedback scaling deficits in Parkinson's disease. *Journal of neurophysiology*, *102*(5), 2910-2920.

Komi, P. V. (Ed.). (1992). *Strength and power in sport* (pp. 169-179). Oxford: Blackwell scientific publications.

Korhonen, T., Ketola, R., Toivonen, R., Luukkonen, R., Häkkänen, M., & Viikari-Juntura, E. (2003). Work related and individual predictors for incident neck pain among office employees working with video display units. *Occupational and environmental medicine*, *60*(7), 475-482.

Koshino, Y., Samukawa, M., Chida, S., Okada, S., Tanaka, H., Watanabe, K., ... & Tohyama, H. (2020). Postural stability and muscle activation onset during double-to single-leg stance transition in flat-footed individuals. *Journal of sports science & medicine*, *19*(4), 662.

Kuo, A. D., & Zajac, F. E. (1993). Human standing posture: multi-joint movement strategies based on biomechanical constraints. *Progress in brain research*, *97*, 349-358.

Kristjansson, E., & Treleaven, J. (2009). Sensorimotor function and dizziness in neck pain: implications for assessment and management. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, *39*(5), 364-377.

Kröger, S., & Watkins, B. (2021). Muscle spindle function in healthy and diseased muscle. *Skeletal Muscle*, *11*(1), 3.

Ku, P. X., Osman, N. A., Yusof, A., & Abas, W. W. (2012). Biomechanical evaluation of the relationship between postural control and body mass index. *Journal of biomechanics*, *45*(9), 1638-1642.

Lee, J. H., & Yoo, W. G. (2011). Effects of head position on static and dynamic balance control. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(4), 599–602.

Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido, J. L., & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American journal of sports medicine*, *25*(1), 130-137.

Levangie, P. K., & Norkin, C. C. (2011). Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis (5th ed.). F.A. Davis.

Lord, S. R., Clark, R. D., & Webster, I. W. (1991). Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *Journal of gerontology*, *46*(3), M69-M76.

Magnus R (1926). Some results of studies in the physiology of posture. Lancet 208: 531–536; 585–588.

Manganaro, D., Dollinger, B., Nezwek, T. A., & Sadiq, N. M. (2023). Anatomy, bony pelvis and lower limb, foot joints. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.

Mann, R. A. (1978). *Biomechanics of the foot and ankle.*

Mecagni, C., Smith, J. P., Roberts, K. E., & O'Sullivan, S. B. (2000). Balance and ankle range of motion in community-dwelling women aged 64 to 87 years: a correlational study. Physical therapy, 80(10), 1004-1011.

Mohammadi, V., Alizadeh, M., & Gaieni, A. (2012). The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *31*, 247-250.

Monk, A. P., Van Oldenrijk, J., Riley, N. D., Gill, R. H., & Murray, D. W. (2016). *Biomechanics of the lower limb. Surgery (Oxford),* 34(9), 427-435.

Moore, K. L., & Dalley, A. F. (2018). *Clinically oriented anatomy*. Wolters kluwer india Pvt Ltd.

Musahl, V., et al. (2010). Mechanisms of ACL injury in the knee. Orthopedic Clinics of North America, 41(1), 13–19.

Muyor, J. M., Rodríguez-Ridao, D., & Alacid, F. (2014). Relationships between hamstring muscle extensibility and postural control. Journal of Human Kinetics, 40(1), 5-13.

Myerson, M. S., & Badekas, A. (2004). Management of stage II posterior tibial tendon deficiency with flexor digitorum longus transfer and calcaneal osteotomy. Foot & Ankle Clinics, 9(3), 499–511.

Neumann, D. A. (2010). Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation. Mosby.

Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation* (3rd ed.). Elsevier Health Sciences

Nordin, M., & Frankel, V. H. (2001). Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Norkin, C. C., & Levangie, P. K. (2016). *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis* (5th ed.). F.A. Davis Company.

Orofino, F., Sgro, F., Coppola, R., Crescimanno, C., & Lipoma, M. (2015). Examining the influence of different physical activity training on the postural stabilityof university students. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, *3*(3), 40-45.

Otman, S. A., & Köse, N. (2008). Antropometrik Ölçümler: *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri. Yücel Ofset Yayınları, Ankara.*

Özgül, A. B. (2019). *17 ve 19 yaş grubu futbolcularda uygulanan core ve pliometrik antrenmanların bazı motorik özelliklere etkisinin incelenmesi* (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Özüdoğru, E. (2013). *Üniversite personelinin fiziksel aktivite düzeyi ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü).*

Park, J. G., Han, S. B., Rhim, H. C., Jeon, O. H., & Jang, K. M. (2022). Anatomy of the anterolateral ligament of the knee joint. *World Journal of Clinical Cases*, *10*(21), 7215.

Pasma JH, Engelhart DE, Schouten AC et al. (2014). Impaired standing balance: the clinical need for closing the loop. Neuroscience 267: 157–165.

Pau, M., Porta, M., & Leban, B. (2012). Influence of trunk posture on static and dynamic balance in healthy subjects. *Gait & Posture*, 35(4), 585–589.

Paulsen F. Ve Waschke J. (Ed.) (2010), Sobotta İnsan Anatomisi Atlası, Istanbul, *Alt Ekstremite Ayak İskeleti,* (ss. 260-263). Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş

Perrin, D. H. (1993). Isokinetic exercise and assessment. *(No Title)*.

Phillips, A., & McClinton, S. (2017). Gait deviations associated with plantar heel pain: a systematic review. Clinical Biomechanics, 42, 55-64.

Pintsaar, A., Brynhildsen, J. ve Tropp, H. (1996). Tek bacak duruşunun standartlaştırılmış bozulmalarından sonra duruş düzeltmeleri: ayak bileği instabilitesi olan hastalarda eğitim ve ortez cihazlarının etkisi. *İngiliz spor hekimliği dergisi* , *30* (2), 151-155.

Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance?. *Clinical rehabilitation*, *14*(4), 402-406.

Postür, Ö. Ö. (2011). Beyazova M, Kutsal YG (Editörler). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. İkinci baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri, 243-58.*

Pourghasem, M., Kamali, N., Farsi, M., & Soltanpour, N. (2016). Prevalence of flatfoot among school students and its relationship with BMI. Acta orthopaedica et traumatologica turcica, 50(5), 554-557.

Pradhan, D., Korada, H., Kumar, S., & Salma, A. (2021). Correlation of foot posture with balance and pelvic tilt in healthy runners. *Physiotherapy Quarterly*, *29*(4), 18-21.

Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. 2008. Normative values for the foot posture index. J Foot Ankle Res 1(1):6.

Redmond AC, Crosbie J, Ouverier RA. 2006. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The foot posture index. Clin Biomech 21(1):89–98.

Reilly KA, Barker KL, Shamley D, Sandall S. 2006. Influence of foot characteristics on the site of lower limb osteoarthritis. Foot Ankle Int 7(3):206–211.

Riley, M. A., & Clark, S. (2003). Recurrence analysis of human postural sway during the sensory organization test. *Neuroscience Letters*, *342*(1-2), 45-48.

RLM, N. (2005). Pelvic girdle and lower limb. *Gray's anatomy*, 1399-1505.

Rodríguez, R. S., Nova, A. M., Martínez, E. E., Martín, B. G., Quintana, R. M., & Zamorano, J. D. P. (2013). The foot posture index: anthropometric determinants and

influence of sex. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *103*(5), 400-404.

Rosenbaum, D. A. (2009). *Human motor control*. Academic press.

Rossi, M. J. (2019). Editorial commentary: anterolateral ligament augmentation for the anterior cruciate ligament–deficient knee debate—the proof is in the pudding. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, *35*(3), 893-895.

Runge, C. F., Shupert, C. L., Horak, F. B., & Zajac, F. E. (1999). Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait & posture*, *10*(2), 161-170.

Salyam C, Kayalıoğlu G. (2007). *Alt Ekstremite. In: Moore KL, Dalley AF, Eds. (Şahinoğlu K Çeviri editor), Kliniğe Yönelik Anatomi, , Nobel Tıp Kitab Evleri,* İstanbul, 617-642.

Sanders, T. G., & Miller, M. D. (2005). A systematic approach to MR imaging of the knee. Radiologic Clinics of North America, 43(4), 491–510.

Savcı, F. D. S., Öztürk, U. F. M., & Arıkan, F. D. H. (2006). Üniversite ö¤ rencilerinin fiziksel aktivite düzeyleri. *Türk Kardiyol Dern Arfl, 34(3), 166-172*.

Schubert, M., Beck, S., Taube, W., Amtage, F., Faist, M., & Gruber, M. (2008). Balance training and ballistic strength training are associated with task-specific corticospinal adaptations. European Journal of Neuroscience, 27(8), 2007-2018.

Shen, K., Chemori, A., & Hayashibe, M. (2020). Human-like balance recovery based on numerical model predictive control strategy. *IEEE Access*, *8*, 92050-92060.

Shepherd, G. M., & Shepherd-Barr, K. (2009). Proust effect. *Encyclopedia of Neuroscience*, 3333-3335.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology-Biological Sciences and Medical Sciences*, *55*(1), M10.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2017). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice* (5th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Smith, P. A., Thomas, D. M., Pomajzl, R. J., Bley, J. A., Pfeiffer, F. M., & Cook, J. L. (2019). A biomechanical study of the role of the anterolateral ligament and the deep iliotibial band for control of a simulated pivot shift with comparison of

minimally invasive extra-articular anterolateral tendon graft reconstruction versus modified Lemaire reconstruction after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, *35*(5), 1473-1483.

Solomonow, M., & Krogsgaard, M. (2001). Sensorimotor control of knee stability. Acta Orthopaedica Scandinavica, 72(4), 1–14.

Souza, T. R., Pinto, R. Z., Trede, R. G., Kirkwood, R. N., & Fonseca, S. T. (2010). Temporal couplings between rearfoot–shank complex and hip joint during walking. *Clinical biomechanics*, *25*(7), 745-748.

Squire LR. (2010). *Postural control.* In: Horak F, editor. Brain Inflammation: Biomedical Imaging. p. 3212–9.

Swezey, R. L., & Spiegel, T. M. (1979). Evaluation and treatment of local musculoskeletal disorders in elderly patients. *Geriatrics*, *34*(1), 56-75.

Şimşek, D., & Ertan, H. (2011). Postural kontrol ve spor: spor branşlarına yönelik postural sensör-motor stratejiler ve postural salınım. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *9*(3), 81-90.

Cuthbert, S. C., & Goodheart, G. J. (2007). On the reliability and validity of manual muscle testing: A literature review. *Chiropractic & Osteopathy, 15*(4).

Taşpinar, Ö. (2011). Pes planusta internal, eksternal ayakkabı modifikasyonları ve egzersiz uygulamalarının etkinliğinin karşılaştırılması.

TATLISUMAK, E. (2020). Ayak ve Ayak Bileği Anatomisi. *Turkiye Klinikleri Physical Medicine Rehabilitation-Special Topics*, *13*(4), 1-5.

Ting, L. H. (2007). Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of posture. *Progress in brain research*, *165*, 299-321.

Topçu E . (2013). *Ankilozan Spondilitli Hastalarda Plantar Basınç Değerleri ve Bunun Klinik ve Radyolojik Parametrelerle İlişkisi* Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Trueta J, Harrison MH. The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man. J Bone Joint Surg Br 1953;35-B(3):442–61.

Van den Bergh, F. R. A., Vanhoenacker, F. M., De Smet, E., Huysse, W., & Verstraete, K. L. (2013). Peroneal nerve: normal anatomy and pathologic findings on routine MRI of the knee. *Insights Into Imaging*, *4*, 287-299.

Vellas, B. J., Wayne, S. J., Romero, L., Baumgartner, R. N., Rubenstein, L. Z., & Garry, P. J. (1997). One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society, 45(6), 735-738.*

Vleeming, A., Schuenke, M. D., Masi, A. T., Carreiro, J. E., Danneels, L., & Willard, F. H. (2012). The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. Journal of anatomy, 221(6), 537-567.

Williams, D. S., & McClay, I. S. (2000). Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. Physical Therapy, 80(9), 864–871.

Williams, D. S., McClay, I. S., Hamill, J., & Buchanan, T. S. (2001). Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches. Journal of Applied Biomechanics, 17(2), 153–163.

Williams Iii, D. S., McClay, I. S., & Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical biomechanics*, *16*(4), 341-347.

Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. Gray's Anatomy, 37th ed. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 1989. p.552.

Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. Gait Posture. 1995 Dec 1;3(4):193–214.

Winter DA, Prince FR, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. 1996. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. J Neurophysiol 75(6):2334–2343.

Winter, D.A., Patla, A.E., Ishac, M.,Gage, W.H. (2003) Motor mechanisms of balance during quiet standing. *J Electromyogr Kinesiol*, 13 (1), 49-56.

Woollacott, M. H., & Shumway-Cook, A. (1990). Changes in posture control across the life span—a systems approach. *Phys Ther*, *70*(12), 799-807.

Woollacott, M. H., & Tang, P. F. (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Physical therapy*, *77*(6), 646-660.

Yıldırım, M. (2003). *Lokomotor sistem anatomisi: kemikler, eklemler, kaslar, tıbbi terminoloji*. Nobel Tıp Kitabevleri.

Yıldırım, M. (2006). İnsan anatomisi. 1. baskı İstanbul. *Nobel Tıp Kitabevleri*, 88-99.

Young, W., Afferbach, J., & Lephart, S. (2015). Influence of static posture on dynamic balance in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(4), 333–338.

Zhao, X., Gu, Y., Yu, J., Ma, Y., & Zhou, Z. (2020). The influence of gender, age, and body mass index on arch height and arch stiffness. *The Journal of Foot and*

Ankle Surgery, *59*(2), 298-302.

Zhu, W., Li, Y., Wang, B., Zhao, C., Wu, T., Liu, T., & Sun, F. (2021). Objectively measured physical activity is associated with static balance in young adults. International journal of environmental research and public health, 18(20), 10787

II. EKLER

EK-1. Gönüllü Onam Formu

BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

ÇALIŞMANIN ADI:

Genç Bireylerde Alt Ekstremite Parametrelerinin Denge Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Aşağıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı verirseniz, **Çalışmaya Katılma Onayı Formu'nu** imzalayınız. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Çalışmaya katıldığınız için size herhangi bir ödeme yapılmayacak ya da sizden herhangi bir maddi katkı/malzeme katkısı istenmeyecektir. Araştırmada kullanılacak tüm malzemeler ve yapılabilecek tüm harcamalar araştırmacı tarafından karşılanacaktır

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI

Bu çalışma, genç bireylerde dengeyi etkileyen faktörlerin sistematik bir şekilde analiz edilmesini amaçlamaktadır. Bu faktörlerin daha iyi anlaşılması, postüral kontrol ve dengeyi geliştirmek için yeni stratejilerin belirlenmesine yardımcı olabilir. Ayak ve ayak bileği yapısının detaylı bir şekilde incelenmesi, yalnızca mevcut yaralanma risklerinin belirlenmesi için değil, aynı zamanda önleyici tedbirlerin alınması açısından da önemlidir. Bu yaklaşım, genel vücut sağlığını koruma ve bireylerin hareket kabiliyetini optimize etme konusunda uzun vadeli faydalar sağlayabilir.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ

Sosyodemografik Bilgi Formu 10 maddeden oluşmaktadır. İçeriğinde siz ile ilgili sosyodemografik bilgiler, sigara kullanımı, kontejenital hastalık varlığı, ağrı şikayeti gibi konular ele alınmaktadır.

Kas Testi, kas gücünüzü değerlendirmek amacıyla uygulanacaktır.

Eklem Hareket Açıklığı değerlendirmesi ayak bileğinizin hareket açısı hakkında objektif veri elde etmek amacıyla kullanılacaktır.

Kısalık testlerinin amacı, kas uzunluğunu değerlendirerek normal eklem hareketine karar vermektir. Vücut mekaniğindeki hatalı postürden kaynaklanan sorunlar genellikle kaslarla ilgilidir ve bu problemlerin başında da kas kısalıkları gelmektedir.

New York Postür Analizi, vücudu 13 ayrı kısımda inceleyerek, postür değişikliklerini değerlendiren bir ölçektir. Her alt maddede, kişinin postürü doğru ise beş, orta derecede bozulmuş ise üç, ciddi şekilde bozulmuş ise bir puan verilir. Değerlendirme sonrasında hesaplanan toplam puan en fazla 65, en az 13 olmaktadır.

Uluslararası Fiziksel Aktivite Ölçeği Kısa form toplam 7 sorudan oluşmaktadır. Ölçek; yürüme sırasında, orta ve şiddetli aktiviteler sırasında ve otururken harcanan zaman hakkında bilgi sağlamaktadır.

Ayak Postür İndeksi'nin alt parametreleri; ağrı, yetersizlik ve aktivite kısıtlılığıdır ve toplam 23 maddeden oluşan bir ölçektir. Ağrı alt skalası, dokuz madde içerir ve ayak ağrısının şiddetini değişik durumlarda ölçer. Yetersizlik alt skalası ise 9 madde içerir ve kişinin ayak problemeleri nedeniyle fonksiyonel aktivitelerin yapılmasındaki zorluğun şiddeti değerlendirir. Aktivite kısıtlılık alt skalası ise 5 madde içerir ve ayak problemleri sebebiyle kişinin aktivite kısıtlılıkları ölçer.

Naviküler düşme testi, pes planusun varlığını ve derecesini belirlemek amacıyla klinikte kullanılan bir testtir.

Denge değerlendirmesi için ise Yıldız ve Flamingo testleri uygulanacaktır.

ÇALIŞMADA YER ALMAMIN YARARLARI NELERDİR?

Çalışmaya katılım bilimsel bilgi birikimine katkı sağlamakla birlikte denge problemlerini ile ilgili bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmesini sağlayacaktır.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?

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

ÇALIŞMAYA KATILMALI MIYIM?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, araştırmacı/doktorunuz (LÜTFEN İKİSİNDEN BİRİNİ SEÇİNİZ) tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten araştırmacı/doktor (LÜTFEN İKİSİNDEN BİRİNİ SEÇİNİZ) çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Çalışma araştırmacınız/doktorunuz (LÜTFEN İKİSİNDEN BİRİNİ SEÇİNİZ) kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi

istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER:

ADI : Abdulsamed Enes Akın

GÖREVİ : Yardımcı Sorumlu Araştırmacı

TELEFON :

ÇALIŞMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyor ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı, saklamam için bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

Gönüllü Adı Soyadı		**Tarih ve İmza**	
Telefon			

Vasi (var ise) Adı Soyadı		**Tarih ve İmza**	
Telefon			

Görüşme Tanığı Adı Soyadı		**Tarih ve İmza**	
Telefon			

Araştırmacı Adı Soyadı		**Tarih ve İmza**	
Telefon			

EK-2. Sosyodemografik Bilgi Formu

SOSYODEMOGRAFİK BİLGİ FORMU

ADI SOYADI: **TARİH:**

YAŞ:

BOY: **KİLO:** **VKİ:**

CİNSİYET: KADIN **ERKEK** **EĞİTİM DURUMU:**

KONJENİTAL HASTALIĞINIZ VAR MI?

EVET VARSA……. HAYIR

KAS-İSKELET SİSTEMİNE AİT HERHANGİ BİR AĞRI ŞİKAYETİNİZ VAR MI? VAR YOK

AĞRINIZ VARSA HANGİ BÖLGEDEDİR ?

BOYUN SIRT BEL KALÇA DİZ AYAK

GEÇİRDİĞİNİZ BİR CERRAHİ MÜDAHALE VAR MIDIR?

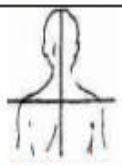
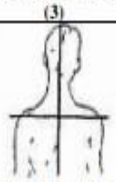
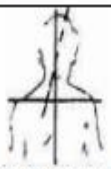
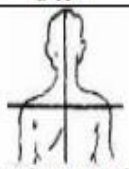
EVET VARSA…….. HAYIR,

KULLANDIĞINIZ BİR CİHAZ VAR MIDIR? (GÖZLÜK, İŞİTME CİHAZI VB.) :

EVET VARSA……. HAYIR

EK-3. New York Postür Analizi

NEW YORK POSTÜR DEĞERLENDİRME TESTİ

	NORMAL (5)	ORTA SEVİYEDE (3)	İLERİ SEVİYEDE (1)		__/__/20__	__/__/20__
A	 Baş dik, gravite hattı direkt merkezden geçiyor	 Baş hafifçe yana eğilmiş veya dönmüş	 Baş ileri derecede yana eğilmiş veya dönmüş			
B	 Omuzlar yere paralel	Bir omuz diğerinden hafifçe yukarıda	Bir omuz diğerinden ileri derecede yukarıda			
C	Omurga düz	Omurga hafif yana eğilmiş	Omurga ileri derecede eğilmiş			
D	Kalçalar yere paralel	Bir kalça diğerinden hafifçe yukarıda	Bir kalça ileri derecede diğerinden yukarıda			
E	Ayaklar düz	Ayaklar dışarıya dönük	Ayaklar pronasyonda			
F	Arklar yüksek	Arklar hafif düşük	Arklar düşük, düz taban			
				Toplam		

Sol kolondaki açıklamaya uygun ise 5 puan

Orta kolondaki açıklamaya uygun ise 3 puan

Sağ kolondaki açıklamaya uygun ise 1 puan

	NORMAL (5)	ORTA SEVİYEDE (3)	İLERİ SEVİYEDE (1)		__/__/2013	__/__/2013
G	Boyun dik, çene içerde, baş omuz üstünde dengede	Boyun hafif önde, çene hafif dışarıda	Boyun ileri derecede önde, çene ileri derecede dışarıda			
H	Göğüs yukarda, sternum vücut önünde, ilerde	Göğüs hafif derecede çökmüş	Göğüs ileri derecede çökmüş (düz)			
I	Omuzlar merkezde	Omuzlar hafif ilerde	Omuzlar protrakte			
J	Üst sırt normal	Üst sırt hafif yuvarlak	Üst sırt ileri derecede yuvarlak			
K	Gövde dik	Gövde hafif geriye açılı	Gövde geriye ileri derecede açılanmış			
L	Karın düz	Karın protrakte	Karın protrakte ve sarkmış			
M	Bel normal	Bel hafif çukur	Bel ileri derecede çukur			
				Toplam		

Sol kolondaki açıklamaya uygun ise 5 puan
Orta kolondaki açıklamaya uygun ise7 3 puan
Sağ kolondaki açıklamaya uygun ise 1 puan

EK-4. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

ULUSLARARASI FİZİKSEL AKTİVİTE ANKETİ (KISA FORM)

İnsanların günlük hayatlarının bir parçası olarak yaptıkları fiziksel aktivite tiplerini bulmaya çalışıyoruz. Sorular son 7 gün içerisinde fiziksel olarak harcanan zamanla ilgili olarak sorulacaktır. Lütfen yaptığımız aktiviteleri düşünün; işte, evde, bir yerden bir yere giderken, boş zamanlarınızda yaptığınız spor, egzersiz veya eğlence aktiviteleri.

Son 7 günde yaptığınız şiddetli aktiviteleri düşünün. Şiddetli fiziksel aktiviteler zor fiziksel efor yapıldığını ve nefes almanın normalden çok daha fazla olduğu aktiviteleri ifade eder. Sadece herhangi bir zamanda en az 10 dakika yaptığınız bu aktiviteleri düşünün.

1. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?

Haftada___gün ☐ Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. → (3.soruya geçiniz)

2. Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Geçen 7 günde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığınız fiziksel aktiviteleri düşünün.

3. Geçen 7 gün içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet sürme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi orta dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız? Yürüme hariç.

Haftada___gün ☐ Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. → (5.soruya geçiniz)

4. Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Geçen 7 günde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5. Geçen 7 gün içerisinde, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?

Haftada ___ gün ☐ Yürümedim. → (7. soruya geçiniz)

6. Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

Son soru, geçen 7 günde hafta içinde otururak geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dahildir. Bu; masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7. Geçen 7 gün içerisinde, günde otururak ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat Günde ___ dakika ☐ Bilmiyorum/Emin değilim

EK-5. Ayak Postür İndeksi

AYAK POSTÜR İNDEKSİ

		Düzlem	1.Skor		2.Skor		3.Skor	
			Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ
Arka Ayak	Talus Başı Palpasyonu	Transvers						
	Lateral malleolun altındaki ve üstündeki girintiler	Frontal/transvers						
	Kalkaneusun inversiyon/eversiyonu	Frontal						
Ön Ayak	Talonavikular eklemin medialeçıkıntısı	Transvers						
	MLA'nın değerlendirilmesi	Sagital						
	Ayağın abdüksiyon ve adduksiyonun değerlendirilmesi	Transverse						
	Toplam							

EK-6. Flamingo Testi Formu

Flamingo Testi

Dominant taraf	Nondominant taraf
……	……..

EK-7. Yıldız Testi Formu

Yıldız Testi

(Ulaşılan Mesafe / Ekstremite Uzunluğu) X 100

……/……X100

EK-8. Naviküler Düşme Testi Formu

Naviküler Düşme Testi

Ağırlıklı Mesafe(Sağ/Sol): Ağırlıksız Mesafe(Sağ/Sol):

EK-9. Alt Ekstremite Eklem Hareket Açıklığı Formu

Alt Ekstremite EHA

Dorsi-plantar Fleksiyon:……-……../…….-…….

Ayak Bileği inversiyon- eversiyon: …….-……./…….-……

Diz Fleksiyon-Ekstansiyon:……-……/……-……..

Kalça Fleksiyon-Ekstansiyon:……-……../……-…….

Kalça İnternal-Eksternal Rotasyon:……-……../……-……..

EK-10. Kas Testi Formu

Kas Testi

	Kısa	**Kısa Değil**
Kaslar	**Sağ-Sol**	**Sağ-Sol**
Kalça Fleksör		
Kalça Ekstansör		
Diz Fleksör		
Diz Ekstansör		
Ayak Bileği Dorsifleksör		
Ayak Bileği Plantar Fleksör		

EK-11. Kas Kısalık Testi Formu

Kas Kısalık Testi

Lumbal Ekstansör:…….

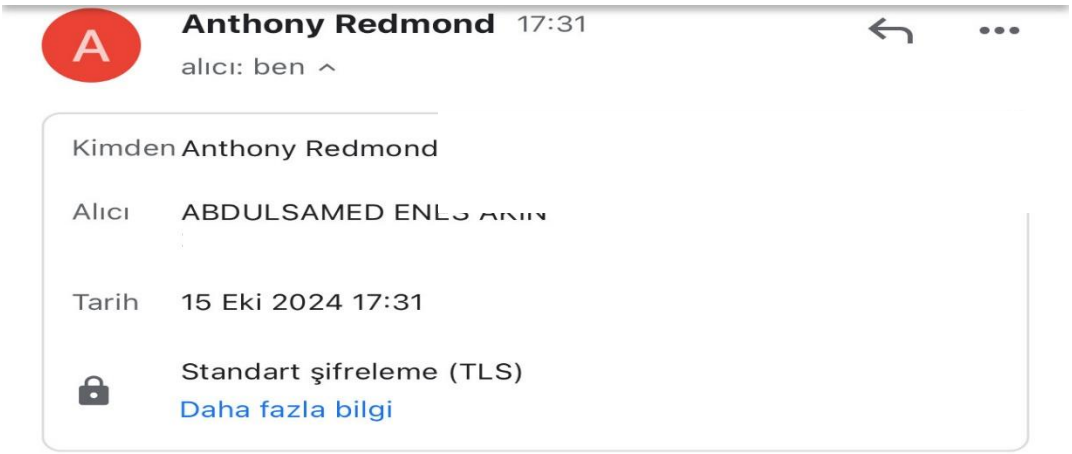
Quadriceps:……

Hamstring:……

Gastroknemius:……..

TFL:……...

EK-12. Ayak Postür İndeksi Kullanım İzni



Many thanks for your email and request to use the FPI in your study. I am very happy to grant permission and wish you good luck in your research.

Best wishes

Tony

Professor Anthony Redmond PhD, MSc, FFPM RCPS(Glasg), FRCPodM

EK-13. Etik Kurul Onayı

BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Genç Bireylerde Alt Ekstremite Parametrelerinin Denge Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	**BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**
	AÇIK ADRESİ:	**Merkezefendi Mahallesi G/75 Sk. No: 1-13 Zeytinburnu/İstanbul**
	TELEFON:	**444 8 276 / 1585**
	E-POSTA	**etikkurul@biruni.edu.tr**

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Özal Keleş	
	BAĞLI OLDUĞU KURUM	Biruni Üniversitesi	
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyotetapi ve Rehabilitasyon	
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Müdahale gerektirmeyen tüm gözlemsel çalışmalar (ilaç ve tıbbi cihaz hariç)	☐
		Dosya ve görün tü kayıtlarından elde edilen retrospektif arşiv taramaları	☐
		Anket Çalışması	☒
		Ölçek Çalışması	☒
		Grup Odak Çalışmaları	☐
		Mülakat Çalışması	☐
		Kan, idrar, doku, genetik materyal ve radyolojik görüntü gibi koleksiyon materyaliyle yapılan çalışmalar	☐
		Tetkik ve tedavi işlemleri sırasında elde edilmiş materyallerle yapılacak araştırmalar	☐
		Hücre/doku kültürü (in vitro) çalışmaları	☐
		Gen tedavisi klinik araştırmaları dışında kalan ve tanımlamaya yönelik olarak genetik materyalle yapılacak araştırmaları	☐
		Verilen bir eğitiminin sonuçlarını ölçen araştırmalar	☐
		Yaşam alışkanlıkları, Epidemiyolojik araştırmalar	☐
		Diğer ise belirtiniz:	

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: P
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Genç Bireylerde Alt Ekstremite Parametrelerinin Denge Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2024-BİAEK/04-53	Tarih: 21.10.2024
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel açıdan bir sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Biruni Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurul Yönergesi kapsamında yer alan anket ve ölçek araştırmaları/çalışmaları ile kurum ya da kurumlardan alınması gerekli olan tüm izin ve sorumluluk etik kurul başvuru formunda belirtilen araştırmacı/lara aittir.	

BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	BİRUNİ ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL YÖNERGESİ
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. AHMET BELCE

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	İmza
Prof. Dr. Ahmet Belce Etik Kurul Başkanı	Tıp Fakültesi / Tıbbi Biyokimya	Biruni Üniversitesi	
Prof. Dr. Nezihe Kızılkaya Beji	Sağlık Bilimleri Fakültesi / Hemşirelik	Biruni Üniversitesi	
Prof. Dr. İlker Tolga Özgen	Tıp Fakültesi / Çocuk Endokrinolojisi	Biruni Üniversitesi	
Doç. Dr. Zeynep Hoşbay Etik Kurul Başkan Yardımcısı	Sağlık Bilimleri Fakültesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	Biruni Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Manolya Sağlam	Eğitim Fakültesi / İngilizce Öğretmenliği	Biruni Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Nur Ekimci Gürcan	Mühendislik ve DB Fakültesi / Moleküler Biyoloji ve Genetik	Biruni Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Tambay Taşkın	Eczacılık Fakültesi / Farmakoloji	Biruni Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Büşra Doğan	Diş Hekimliği Fakültesi / Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	Biruni Üniversitesi	
Dr. Öğr. Üyesi Safa Heybet	Meslek Yüksekokulu / Fizyoterapi	Biruni Üniversitesi	

Etik Kurul Ba
Unvanı/Adı/So
İmza:

ayfaya imza atmalıdır.

III. İNTİHAL RAPORU

GENÇ BİREYLERDE ALT EKSTREMİTE PARAMETRELERİNİN DENGE ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

ORİJİNALLİK RAPORU

%15	%13	%7	%7
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%5
2	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%2
3	www.studiokare.net İnternet Kaynağı	%1
4	9lib.net İnternet Kaynağı	%1
5	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	%1
6	dspace.atilim.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
7	Submitted to Bahcesehir University Öğrenci Ödevi	%1
8	BAŞKURT, Ferdi, ERCAN, Sabriye and BAŞKURT, Zeliha. "Yaşlı Kadınlarda Alt Ekstremite Kas Kuvvetinin Denge ve Alt	%1

Ektremite", Türkiye Spor Hekimleri Derneği, 2018.
Yayın

9	Süsal, Melike. "Vestibüler Migren Hastalarında Duyu İşlevlerinin Denge Üzerine Etkisinin Belirlenmesi", Dokuz Eylul Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	%1
10	Submitted to Hasan Kalyoncu Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
11	gavsispanel.gelisim.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
12	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
13	Mersin, Hacer Tuba. "Yüzücülerde Miyofasyal Gevşeme Tekniği Ile Uygulanan Farklı ısınma Egzersiz Modellerinin Ayak Bileği Esnekliğine ve Yüzme Performansına Olan Akut Etkilerinin Karşılaştırılması", Marmara Universitesi (Turkey), 2023 Yayın	<%1
14	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
15	Submitted to Batman University Öğrenci Ödevi	<%1

www.gecekitapligi.com

16	İnternet Kaynağı	<%1
17	Sucularlı, Eylül. "Takım Sporcularında Karanlık üçLü Kişilik ve Yıkıcı Liderlik Algısı Arasındaki Ilişkide Saldırganlığın Aracı Rolünün Incelenmesi", Marmara Universitesi (Turkey) Yayın	<%1
18	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<%1
19	Submitted to Istanbul Medipol Ãniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
20	Submitted to Izmir Katip Ãelebi Ãniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
21	Ünal, Onursal. "Eğitmen Yetkinlikleri Üzerine Iletişim Odaklı bir Araştırma: Sivil Havacılıkta Eğitmen Pilot Örneği", Maltepe University (Turkey), 2024 Yayın	<%1
22	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<%1
23	Submitted to Adnan Menderes Üniversitesi Öğrenci Ödevi	<%1
24	Submitted to Saglik Bilimleri Universitesi Öğrenci Ödevi	<%1

25	Taskin, Gülsen. "Fiziksel Aktivite Düzeyinin Bazi Fizik Tedavi Uygulamalarinda Agri Duyusu Üzerindeki Etkilerinin Incelenmesi.", Ankara Universitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
26	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<%1
27	Aslan, Menşure. "Investigation of the Relationship Between Balance and Body Awareness With Pain and Functional Capacity in Women With Fibromyalgia", Kirsehir Ahi Evran University (Turkey), 2024 Yayın	<%1
28	avesis.marmara.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
29	Taskaya, Cengiz. "Hemodiyaliz Hastalarinda Intradiyalitik kor Stabilizasyon ve Aerobik Egzersizlerin Etkinliklerinin Karsilastirilmasi.", Kirsehir Ahi Evran University (Turkey), 2024 Yayın	<%1
30	link.springer.com İnternet Kaynağı	<%1
31	openaccess.acibadem.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
32	Gulcimen, Betul. "Insan Ayagi Biyomekaniginin Incelenmesi", Bursa Uludag	<%1

University (Turkey), 2021
Yayın

33	sporbilimleri.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
34	tr.discoveranatolia.org İnternet Kaynağı	<%1
35	uhsk.org İnternet Kaynağı	<%1
36	wcssr.org İnternet Kaynağı	<%1
37	www.isfaw2019.isfaw.org İnternet Kaynağı	<%1

Alıntıları çıkart Kapat
Bibliyografyayı Çıkart Kapat
Eşleşmeleri çıkar < 10 words