



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AYAK BASMA KUSURU OLMAYAN BİREYLERDE AYAK
POSTÜRÜ, SUBTALAR EKLEMİN SUPINASYON REZİSTANSI
VE GENEL YÜRÜME PARAMETRELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

İSMAİL TÜRK TEN

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. SEMİH AYANOĞLU

İSTANBUL – 2019



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AYAK BASMA KUSURU OLMAYAN BİREYLERDE AYAK
POSTÜRÜ, SUBTALAR EKLEMİN SUPINASYON REZİSTANSI
VE GENEL YÜRÜME PARAMETRELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

İSMAİL TÜRK TEN

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Doç. Dr. SEMİH AYANOĞLU

İSTANBUL – 2019

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, Yüksek lisans eğitimim boyunca verdiği destek ile bu tezin gerçekleşmesini mümkün kılan değerli tez danışmanım,

Doç. Dr. Semih AYANOĞLU'na,

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımcı olan, fikir ve görüşleriyle bana katkıda bulunan Sn. Prof. Dr. Bayram Ufuk ŞAKUL'a, Sn. Prof. Dr. Alper ATASEVER'e ve Sn. Doç. Dr. Neslihan YÜZBAŞIOĞLU'na, kendisi tez çalışmam esnasında çok uzaklarda olsa bile desteğini hiçbir zaman esirgememiş olan Öğr. Gör. Alpen ORTUĞ'a, tez çalışmam boyunca sabırla desteklerini esirgemeyen Öğr. Gör. Selva ŞEN'e, Öğr. Gör. Ali Osman KORKMAZ'a, Arş. Gör. Bahar TEKİN KAYA'ya, Arş. Gör. Kerem YILMAZTÜRK'e, Arş. Gör. Hilal Melis SEZER'e, Arş. Gör. Gamze ANSEN'e, Arş. Gör. Betül PENÇE'ye, Ebru OTU'ya, Nureda NALÇACI'ya, Beyza Nur URUL'a, Melike Nur GİRİT'e ve tüm Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı ailesine,

Çalışmamın her aşamasında destek ve yardımları için Furkan ERBAY'a, Fzt. Yunus ÖZDEMİR'e, Medipol Üniversitesi Medya iletişim bölümünden Caner SEMİZ'e, Mervan YILMAZ'a, Gürkan TURHAN'a ve Emin SANCAKTUTAN'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca maddi, manevi hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan başta babam Mustafa TÜRKTEN ve amcam Mehmet TÜRKTEN olmak üzere tüm aileme ve arkadaşlarıma

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI FORMU	i
BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
RESİMLER LİSTESİ.....	viii
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	6
4.1. Ayak ve Ayak Bileği Anatomisi	6
4.1.1. Ayak ve ayak bileği kemikleri	6
4.1.2. Ayak ve ayak bileği eklemleri	7
4.1.3. Ayak ekstrinsik ve intrinsik kasları.....	9
4.1.3.1. Ayak ekstrinsik kasları.....	9
4.1.3.1.1. Bacak anterior kompartman kasları	10
4.1.3.1.2. Bacak lateral kompartman kasları.....	11
4.1.3.1.3. Bacak posterior kompartman kasları.....	12
4.1.3.2. Ayak intrinsik kasları	15
4.1.3.2.1. Ayak plantar kasları	15
4.1.3.2.2. Ayak dorsum kasları	18
4.1.3.2.3. Ayak intrinsik kaslarının inervasyonu	19
4.2. Ayak ve Ayak Bileği Biyomekaniği	19
4.2.1. Temel terminoloji.....	19
4.2.2. Yürüme siklusu	20
4.2.2.1. Duruş fazı (Stance faz).....	20
4.2.2.2. Salınım fazı (Swing faz)	23
4.2.3. İnsan lokomasyonu'nun kinematiği	23
4.2.4. İnsan lokomasyonu'nun kinetiği	24
4.2.5. Genel yürüme parametreleri (Uzay-zamansal parametreler)	25
4.2.6. Yürüme analizi metotları	25

5. MATERYAL VE METOT	27
6. BULGULAR	35
6.1. Demografik Özelliklerine İlişkin Bulgular	35
6.2. Değişkenlere İlişkin Genel Bulgular	36
6.3. Navikular yükseklik Oranına Göre Ayak Tipleri Arasındaki Fark İlişkisi	36
6.4. Ayak Postür İndeksi Gruplarına Göre Fark İlişkisi.....	37
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	39
8. KAYNAKLAR	44
9. EKLER	51
10. ETİK KURUL ONAYI	57
11. ÖZGEÇMİŞ	61



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

APİ-6: Ayak postür indeksi 6'lı

Art.: Articulatio

Artt.: Articulationes

Fps: Frame per second (saniyedeki görüntü sayısı)

g: Yerçekimi sabiti (9,81 m/sn²)

Lig.: Ligamentum

Ligg.: Ligamenta

M.: Musculus

N.: Nervus

VKİ: Vücut kitle indeksi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1.2-1 Ayak ve ayak bileği eklemleri, eklem tipleri, eklemlerde gerekleſen hareketler ve eklem ligamentleri.....	9
Tablo 4.1.3.2.1-1 Plantar kaslar: birinci tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu	16
Tablo 4.1.3.2.1-2 Plantar kaslar: ikinci tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu	17
Tablo 4.1.3.2.1-3 Plantar kaslar: üçüncü tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu	17
Tablo 4.1.3.2.1-4 Plantar kaslar: dördüncü tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu .	18
Tablo 4.1.3.2.2-1 Ayak dorsum kaslarının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu.....	18
Tablo 5-1 Hız ve Kadans'ın ölçümü için kullanılan formüller.....	29
Tablo 5-2 Adım genişliği oranı, adım uzunluğu oranı ve kadans oranı için boyutsuz normalizasyon formülleri.....	30
Tablo 6.1-1 Katılımcıların demografik özellikleri ve kategorize edilmiş değerleri.....	35
Tablo 6.2-1 Parametrelere ilişkin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri	36
Tablo 6.3-1 Navikular yükseklik oranına göre elde edilen düşük ark ve normal ark arasında diğer parametrelerin farkları	37
Tablo 6.4-1 Ayak postür indeksi gruplarına göre diğer parametrelerin farkları	38

RESİMLER LİSTESİ

Resim 5-1 Adım uzunluğu değerlendirmesi (turuncu oklar topuk vuruşu sırasındaki kesişme işaretleyicisini göstermektedir).....	28
Resim 5-2 Adım genişliği değerlendirmesi	29
Resim 5-3 A-Tuberositas navicula'nın tespiti, B-Tuberositas navicula'nın zeminden yüksekliği.....	31
Resim 5-4 Keystone Supinasyon Rezistansı Cihazı.....	32
Resim 5-5 Lateral malleolus'un üstündeki (yeşil) ve altındaki (mavi) eğrilik ile calcaneus'un inversiyon (kırmızı) açıları	33



1. ÖZET

AYAK BASMA KUSURU OLMAYAN BİREYLERDE AYAK POSTÜRÜ, SUBTALAR EKLEMİN SUPINASYON REZİSTANSI VE GENEL YÜRÜME PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayak postürü ve ark yapısının alt ekstremite biyomekanikleri ile ilişkisi özellikle klinisyenler için önem arz etmektedir. Bu çalışmada grup I (düz taban) ve grup II (normal ayak) tespit edilmiştir. Elde edilen gruplarda bazı genel yürüme parametreleri ve subtalar eklem supinasyon rezistansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamıza gönüllülük esasına bağlı olarak ayak basma kusuru olmayan 18-30 yaş aralığında 61 kişi (30 kadın, 31 erkek) katıldı. Kişilerin ilgili demografik bilgileri toplandı. Sol ayak baz alınarak 6'lı ayak postür indeksi'ne (APİ-6) göre normal ayak (0-5 arası değerler) ve pronasyonda ayak (6-12 arası değerler) tipleri ile navikular yükseklik oranına göre düşük arklı (<0,22) ve normal arklı (0,22-0,31) ayak tipleri belirlendi. APİ-6 ve navikular yükseklik oranlarından elde edilen verilere göre grup I ve grup II tespit edildi. İki boyutlu yürüme analizi ile video-kayıt görüntüleri elde edildi. Kinovea yazılımı kullanılarak video-kayıt görüntüleri üzerinden bazı genel yürüme parametreleri (adım genişliği, kontralateral adım uzunluğu, kadans ve hız) ölçüldü. Keystone markalı cihaz ile supinasyon rezistansı ölçüldü. Grup I ve grup II arasında genel yürüme parametreleri ve supinasyon rezistans kuvveti açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi ($p>0,05$). Ancak APİ-6 ve navikular yükseklik oranı arasında negatif bir ilişki olduğu görüldü ($p<0,05$). Gruplar arasında vücut kitle indeksi açısından da anlamlı bir fark tespit edilemedi ($p>0,05$). Grup I ve grup II arasında genel yürüme parametreleri ve supinasyon rezistansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı gösterildi ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: 6'lı ayak postür indeksi, Genel yürüme parametreleri, Navikular yükseklik oranı, Supinasyon rezistansı

2. ABSTRACT

EVALUATION OF THE FOOT POSTURE, SUBTALAR JOINT SUPINATION RESISTANCE AND GENERAL GAIT PARAMETERS IN INDIVIDUALS WITHOUT FOOT DISORDERS.

The relationship between foot posture and arch structure with lower extremity biomechanics is especially important for clinicians. In this study, group I (flat foot) and group II (normal foot) were detected. It was aimed to evaluate some of the general gait parameters and supination resistance of the subtalar joint in these groups. 61 volunteers (30 females, 31 males) aged 18-30 years were participated in the study. Related demographic information of the individuals were collected. Based on the left foot, according to the 6-foot posture index (FPI-6), normal foot (values between 0-5) and pronated foot (values between 6-12) types were determined and according to the navicular height ratio, low arch (<0.22) and normal arch ($0.22-0.31$) foot types were determined. Group I and group II were detected with the data obtained from FPI-6 and navicular height ratios. Video-records were obtained by two-dimensional gait analysis. Some general gait parameters (step width, contralateral step length, cadence, and velocity) were measured using video-records using Kinovea software. Supination resistance was measured with Keystone branded device. There was no statistically significant difference between group I and group II in terms of general gait parameters and supination resistance force ($p > 0.05$). However, there was a negative correlation between FPI-6 and navicular height ratio ($p < 0.05$). There was no significant difference between the groups in terms of body mass index ($p > 0.05$). It has shown that general gait parameters and supination resistance did not differ significantly between group I and group II ($p > 0,05$).

Keywords: 6-Foot posture index, General gait parameters, Navicular height ratio, supination resistance

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Ayak, 26 kemik ve 33 eklemden oluşan kompleks bir yapı ve fonksiyona sahiptir. Ayakta kubbe şeklinde medial, lateral ve transvers olmak üzere üç adet ark mevcuttur. İnsan vücudu ile zemin arasında bağlantıyı sağlayan bu ark yapısı bipedal yürümede şok absorpsiyonu gibi çok önemli bir rol üstlenir. Ayağın mevcut kompleks yapısı dinamik olarak fonksiyonel adaptasyona izin verir. Ancak dinamik koşullar altında arkın fonksiyonu hakkında çok az bilgi mevcuttur (1).

Ayağın üç temel arkından birisi olan medial longitudinal ark, ayak için primer şok absorbe edici yapıdır. Şok emme özelliği ayağın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gereklidir (2).

Medial longitudinal arkı değerlendirmek için farklı testler önerilmiştir. Bunlardan birisi 1982'de Brody tarafından tanımlanmış olan navikular yükseklik ölçüm yöntemidir. Bu metot ayakta meydana gelen pronasyonun miktarını ölçme ve değerlendirmemize izin vermektedir (3).

Morfolojik özelliklerine göre ayağı, tiplerine göre sınıflandırmak ayak biyomekaniği açısından çok önemlidir (4). Genellikle ayağı, ard ayağa göre veya ark yükseklik ölçümlerine göre "supinasyonda", "pronasyonda" veya "normal" olmak üzere üç kategoride sınıflandırmışlardır (5). Fakat "normal ayak" tartışma konusudur (6). Düşünüldüğü gibi nötral değil, hafifçe pronasyondaki ayak esasında normal olarak gözlemlenmiştir (7).

Ayak tiplerini değerlendirme için Redmond ve ark. önermiş olduğu Ayak Postür İndeks'i (6'lı) geçerlilik ve güvenilirliğinden dolayı önemli bir yer tutmaktadır (8).

Ayakta açığa çıkan kuvvetleri değerlendirmede ise kullanılan birkaç tane klinik testten birisi, Kirby ve Green'in tanımladığı 'Manuel Supinasyon Rezistans Testi'dir (9). Bu test klinisyenin, subtalar eklemden meydana gelen eksternal supinasyon momentini oluşturmak için gerekli olan kuvveti tahmin etmesini sağlar. Eğer gereken kuvvet çok büyük ise, m. tibialis posterior'un daha fazla kuvvetine ihtiyaç olduğuna işaret eder (10).

Ayağı supinasyona getirecek olan kuvvetin miktarı, ayağın postüründen bağımsız olsa da, statik duruşta kişinin vücut ağırlığı ve subtalar eklem ekseninin transvers düzlemdaki pozisyonu ile ilişekli olduğu gösterilmiştir. Bu veri testin manüel versiyonu temelli geliştirilmiş olan bir cihaz aracılığı ile toplanmıştır (10,11).

Düşük ark yüksekliği, artmış subtalar eklem momentleri ve artmış subtalar eklem negatif işi ile bağlantılı olduğundan, bu durum ayak postürü ve aşırı kullanım yaralanmaları arasında bir ilişki kurulmasını sağlayabilir (12).

Düşük arka sahip ve hiper mobil ayaklarda yumuşak doku, aşırı kullanım yaralanması açısından daha büyük risk altındadırlar. Bunun nedeni, bu durumu kontrol altında tutabilmek için daha büyük enerji absorpsiyonu ve daha büyük kuvvet üretimine ihtiyaç duyulmasıdır. Subtalar eklemde m. tibialis posterior, eklem pronasyona giderken aktif uzayarak enerjiyi absorbe etmektedir ve supinasyon momentlerinin üretilmesinden primer olarak sorumludur. Sonuç olarak düşük arkta m. tibialis posterior daha fazla enerji absorbe eder, aynı zamanda da daha büyük gerilim ve streslere maruz kalır. Dar adım genişliğine sahip kişilerde m. tibialis posterior'un aktivasyonunda ve subtalar eklem momentlerinde artış olduğu gösterilmiştir (12). Aynı zamanda dar adım genişliğinin yürüme esnasında mediolateral stabiliteyi azalttığı da gösterilmiştir (13).

Adım genişliğini artırmak ise tendonun maruz kaldığı gerilim ve stresleri, aynı zamanda da bu momentleri azaltacak potansiyel bir mekanizma olabilir. Ancak düşük ark yüksekliğine sahip kişilerin, dar adım genişliğine sahip olup olmadıklarının anlaşılması gerekmektedir (14,15)

Bu sebeple, adım genişliği bize m. tibialis posterior'un fonksiyonu ve eklem momentleri hakkında fikir verebilir. Supinasyon rezistans cihazı ise m. tibialis posterior'un kuvvet durumu hakkında fikir vermektedir. Supinasyona olan rezistans ne kadar artmış ise bu durum m. tibialis posterior üzerinde yoğun gerilim ve stres olduğunu gösterir. Hipotez olarak, ayak postürü ve ark yüksekliği ile supinasyon rezistansı ve yürüme parametreleri arasında ilişki olabileceğini düşünürüz. Çalışmamızın özellikle klinisyenler için, ayak postürü ve navikular ark yüksekliğinin

ilişkili olduğu dinamik ve statik durumları değerlendirmesinde geniş bir açılım sunacağını düşünmekteyiz.



Arka bölümde os navicularis, ön bölümde ise metatarsal kemikler ile eklemleşirler. **os cuneiforme laterale**, lateralden os cuboideum ile de eklemleşir.

Metatarsus: Ayağın medialinden numaralandırılmış, beş tane metatarsal kemikten meydana gelir. Tarsometatarsal eklemler, eğik bir çizgi olan linea tarsometatarsalis'i meydana getirir. Böylece metatarsal ve falanks kemikleri ön ayak bölümünde, tarsal kemikler ard ayak bölümünde kalmış olurlar. Metatarsal kemiklerin, tabanı (proksimalde), gövdesi ve başı (distal) vardır. Birinci metatarsal kemik daha kısa ve kalın, ikinci metatarsal kemik ise en uzundur.

Falankslar: On dört adettir. Başparmakda iki falanks (proksimal, distal), diğer parmaklarda üç kemik bulunur (proksimal, medial, distal). Metatarsal kemiklerde olduğu gibi proksimalde tabanı, gövdesi ve distalde başı bulunur.

4.1.2. Ayak ve ayak bileği eklemleri

Ayak eklemleri tarsus, metatarsus ve falanks kemikleri arasındadır. Daha çok öne çıkan intertarsal eklemler art. subtalaris, art. talonavicularis ve art. calcaneocuboidea'dır. Temel olarak ayağın inversiyon ve eversiyonundan sorumludurlar. Diğer intertarsal eklemler, intermetatarsal eklemler ve tarsometatarsal eklemler ligamentlerin sıkıca bağlı olması dolayısıyla çok az hareket yeteneğine sahiptirler.

Art. subtalaris, talus ile os calcaneus arasındadır. Plana tipi eklem şekline sahiptir. Özellikle inversiyon olmak üzere, eversiyon hareketinin de büyük bölümü burada gerçekleşmektedir. Lig. talocalcaneum mediale, lig. talocalcaneum laterale, lig. talocalcaneum interosseum ve lig. talocalcaneum posterius gibi ligamentler ile zayıf olan eklem kapsülü korunmuş olur. Lig. talocalcaneum interosseum hariç diğer üç ligament, lig. cervicale ismiyle de bilinmektedir. Bu ligament inversiyon esnasında gerilim altında kalır.

Art. talonavicularis ile art. calcaneocuboidea'ya beraber, art. tarsi transversa (midtarsal eklem, Chopart eklemi) de denilmektedir.

Ayağın plantar yüzünde bulunan önemli ligamentler :

Lig. calcaneonaviculare plantare (spring ligament), sustentaculum tali ile os naviculare arasında seyretmektedir. Talus başını adeta bir askı gibi alttan destekleyerek vücut ağırlığının düzgün dağılmasında ve ayağın longitudinal arkının desteklenmesinde birincil öneme sahiptir.

Lig. plantare longum, plantar yüzde calcaneus ile os cuboideum arasında uzanır. Metatarsal kemiklerin tabanına da lifler gönderir. Liflerinin arasından m.fibularis longus'un tendonu geçer. Ayağın longitudinal arkının korunmasında önemli bir yer tutmaktadır.

Lig. calcaneocuboideum plantare (lig. plantare brevis), Os calcaneus'un alt yüzünden os cuboideum'a uzanır. Yukarıda olduğu gibi burada da longitudinal arkın desteği söz konusudur.

Ayak ve ayak bileği eklemleri, eklem tipleri, eklemden gerçekleşen hareketler ve eklem ligamentleri Tablo 4.1.2-1 de verilmiştir (16–19).

Tablo 4.1.2-1 Ayak ve ayak bileği eklemleri, eklem tipleri, eklemdede gerekleŒen hareketler ve eklem ligamentleri

Articulationes pedis	Eklem tipi	Eklemde gerekleŒen hareketler	Ligamentler
Articulatio talocruralis	Ginglymus (trochlear tip)	Dorsal fleksiyon (ekstansiyon), plantar fleksiyon (fleksiyon)	Lig. collaterale mediale (lig. deltoideum), Lig. collaterale laterale
Articulatio subtalaris (art. talocalcanea)	Plana	İnversiyon, Eversiyon	Lig. talocalcaneum mediale, Lig. talocalcaneum laterale, Lig. talocalcaneum posterior, Lig. talocalcaneum interosseum
Art. talocalcaneonaviculare	Sferoid	Rotasyon'a bağlı hareketler	Lig. talocalcaneonaviculare plantare (spring ligament)
Art. calcaneocuboidea	Sellar	İnversiyon, Eversiyon	Lig. calcaneocuboideum plantare, Lig. calcaneocuboideum dorsale, Lig. plantare longum

4.1.3. Ayak ekstrinsik ve intrinsik kasları

Ayak üzerinde hareket aığa ıkararak kas gruplarını ekstrinsik ve intrinsik olmak üzere iki gruba ayırabiliriz (16).

4.1.3.1. Ayak ekstrinsik kasları

Tendonları ayak bileğini aprazlararak ayağın hareket ve stabilizasyonunda görev alırlar. Bacak üzerindeki konumlarına gre genel olarak aŒaėıdaki gibi 3 kompartmanda incelenirler (16).

4.1.3.1.1. Bacak anterior kompartman kasları

Anterior kompartman ayak bileğine ekstansiyon yaptıran kasları içermektedir (16–19).

M. tibialis anterior

Tibia'nın lateral kondili ve tibia gövdesinin lateral yüzeyinin proksimal yarısından başlar. Medial kuneiform kemiğin medial ve inferior yüzeyi ile birinci metatarsın tabanında sonlanır.

Nervus peroneus profundus tarafından innerve edilir (L4-L5).

M. tibialis anterior kası, ayağa inversiyon ve dorsifleksiyon yaptırır. Ayağın medial longitudinal arkının desteklenmesinde görev alır. Duruş fazı boyunca aktivitesi minimaldir.

M. extensor hallucis longus

M. extensor digitorum longus'un medial kısmına gelecek şekilde fibula kemiğinin medial yüzünün orta yarısından ve interosseöz membranın ön yüzünden başlar. Hallux'un distal falanksının basisinin dorsal yüzünde sonlanır.

Nervus peroneus profundus tarafından innerve edilir (L5).

M. extensor hallucis longus, hallux'a uzanır ve ayağa dorsifleksiyon yaptırır.

M. extensor digitorum longus

Tibianın lateral kondilinin alt yüzünden, fibulanın medial yüzünün proksimal kısmından ve interosseöz membranın ön yüzeyinden başlar. Tendonu, ayak dorsumunda ilerleyerek dört kısma ayrılır. 2 ve 5. parmakların proksimal falankslarının dorsal kısmında sonlanır.

Nervus peroneus profundus tarafından innerve edilir (L5, S1).

M. tibialis anterior, m. ekstensor hallucis longus ve m. fibularis tertius kaslarının sinerjisti gibidir. Ayak bileğinin dorsifleksörüdür.

M. fibularis tertius

M. extensor digitorum longus'un beşinci parmağa giden tendonu gibi görülmektedir. Kas lifleri fibulanın dörtte birlik distalinden, interosseöz membranın anterior yüzüne tutunarak başlar. Beşinci metatarsın tabanının dorsal yüzünün medial bölümüne tutunarak sonlanır.

Nervus fibularis profundus tarafından innerve edilir (L5-S1).

Dorsifleksiyon ve eversiyona katkı sağlamaktadır. Duruş fazı boyunca aktif değildir.

4.1.3.1.2. Bacak lateral kompartman kasları

Ayağa kuvvetli eversiyon ve zayıf inversiyon yaptıran kaslardır (16–19).

M. fibularis longus

Fibulanın kaputu ile proksimal üçte ikilik lateral kısmından, anterior ve posterior intermusküler septumdan başlar. Ayağın tamamına yakınına oblik olarak çaprazlar. İki parçaya ayrılır; birinci bölüm, birinci metatarsın tabanının lateral kısmına, diğer bölüm ise medial küneiform kemiğin lateral kısmına tutunur.

Nervus fibularis superficialis tarafından innerve edilir (L5- S1).

Ayak bileğini plantar fleksiyona alıp, ayağı eversiyona getirmektedir. Tendonunun oblik yönelimi bütün ayağı geçtiği için longitudinal ve transvers arkları da desteklemektedir.

M. fibularis brevis

Fibula kemiğinin distal üçte ikilik bölümünden ve m. fibularis longus'un anteriorundan başlar. Beşinci metatarsın tabanının lateral yanındaki tuberositasda sonlanır.

Nervus fibularis superficialis tarafından innerve edilir (L5-S1).

Ayağın eversiyonuna katılır ve inversiyonunu sınırlandırır. Bu özelliği ile hareket sırasında gerilim altında kalmış bazı ligamentler'i (talocalcaneal interosseos ligamentin lateral kısmı, lateral talocalcaneal ve calcaneofibular ligamentler) rahatlatır (16–19).

4.1.3.1.3. Bacak posterior kompartman kasları

Genel olarak ayak ve ayak parmaklarına fleksiyon yaptırırlar (16–19).

Yüzeyel grup kaslar

Yüzeyel kaslar m. gastrocnemius, m. soleus ve m. plantaris'tir. M. gastrocnemius ve m. soleus'a beraber triceps surae da denilmektedir.

M. gastrocnemius

En yüzeyelde olandır. Femurun medial ve lateral kondilinden başlayan iki kaputu vardır. Tendonu m. soleus'un tendonu ile birleşir ve tendo calcaneus (Achilles tendonu) ile birlikte os calcaneus'un arka yüzüne tutunur.

Nervus tibialis tarafından innerve edilir (S1, S2).

Kasın aktivasyonu soleus ile gösterilmiştir.

M. plantaris

Linea supracondylaris'in alt bölümünden ve lig. popliteum obliquum'dan başlar. Tendonu, bazen tendo calcaneus ile birleşerek sonlanır, bazen ayrı seyredebilir, bazen çift bulunabilir, bazen bulunmayabilir.

Nervus tibialis tarafından innerve edilir (S1, S2).

M. gastrocnemius ile beraber hareket ettiği düşünülmektedir.

M. soleus

Fibulanın gövdesinin proksimal çeyreğinden, linea musculi solei'den ve tibia'nın medial kenarının orta üçte birlik bölümünden başlar. Kısa, oblik ve bipennattır. M. gastrocnemius'un tendonunda sonlanır.

Nervus tibialis tarafından innerve edilir (S1, S2).

Triceps surae'nin fonksiyonu

M. gastrocnemius ve m. soleus, ayağın birincil plantar fleksör kaslarıdır; gastrocnemius aynı zamanda dize fleksiyon hareketi yaptırmaktadır. M. gastrocnemius, koşma, yürüme ve zıplama esnasında vücut ağırlığının ileri taşınması noktasında kuvvet sağlamaktadır. M. soleus ise duruş esnasında bacağın ayağa göre sabitliğini sağlamaktadır.

Derin grup kaslar

M. popliteus, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus ve m. tibialis posterior kaslarından oluşmaktadır.

M. popliteus

Fossa poplitea'nın altında bulunur. Femurun lateral kondilinden başlar ve aşağı yönde çapraz ilerler. Tibia'nın arka üst bölümünde sonlanır.

Nervus tibialis tarafından innerve edilir (L4,5 ve S1)

Bacağa fleksiyon yaptırır.

M. flexor digitorum longus

M. tibialis posterior kasının medialinde olacak şekilde tibia'nın posterior yüzeyinden başlar. Kasın tendonu, m. tibialis posterior kasının tendonunu çaprazlar ve beraber medial malleolus'un arkasındaki bir oluktan geçer. Her bir tendon sinoviyal kılıf ile sarılı durumdadır. Dört kısma ayrılır. Tendonlar, distal falankların tabanının plantar yüzeyine tutunur. Proksimal falankların tabanında m. flexor digitorum brevis'in oluşturduğu tendon ayırımından geçer.

Nervus tibialis'in dalları tarafından innerve edilir (L5, S1 ve S2).

Fonksiyonu m. flexor digitorum brevis ile beraber anlatılmıştır.

M. flexor hallucis longus

Fibulanın distal olarak posterior yüzünün üçte ikilik arka kısmından interosseöz membrana yapışık bir biçimde başlar. M. flexor digitorum longus'un tendonunu lateralden mediale doğru çaprazlayarak oblik bir şekilde superior'a doğru kıvrılır. Çaprazlama noktasına Henry düğümü denilmektedir. Başparmağın distal falanksının tabanında sonlanır.

Nervus tibialis tarafından innerve edilmektedir (L5, S1 ve S2, esas olarak S1).

Derin tibial fleksörlerin fonksiyonu

M. flexor digitorum longus ve m. flexor hallucis longus, ayak bileği için plantar fleksör gibi davranmaktadırlar. Ama bu davranış, m. gastrocnemius ve m. soleus ile kıyaslandığında çok zayıf kalmaktadır. Ayak yerden kesildiğinde her iki kas, falankları fleksiyoona almaktadır. Ayak yerle temas halindeyken ve yük bindiği sırada, bu kaslar ayağın küçük kasları ile sinerjistik olarak hareket ederler. Longitudinal arkın desteklenmesinde katkıları azdır.

M. tibialis posterior

Fleksör grup kaslarının en derininde yerleşmiş durumdadır. Başlama noktasında m. flexor hallucis longus ve m. flexor digitorum longus'un arasında uzanır. Proksimaldeki başlama kısmı medial ve lateral olarak iki bölümden oluşur. Medial bölüm, interosseöz membranın posteriorundan ve tibiyanın posterior yüzeyinin lateral alanından başlar. Lateral bölüm, üçte ikilik üst kısımda fibulanın posterior yüzeyinin medial şeridinden başlar. Tendonu fleksör retinakulum'un derininden, deltoid ligament'in yüzeyelinden geçer. Daha sonra üç komponente ayrılır, anterior, intermediate ve posterior.

Anterior komponent: Üç komponentten en büyüğüdür. Tuberositas navicula, cuneonavicular eklemin inferior kapsülü ve birinci cuneiform'un inferior yüzeyine tutunur. Ana tendonun direk devamı niteliğindedir.

İntermediate komponent: İkinci cuneiform, üçüncü cuneiform ve cuboid kemikte sonlandıktan sonra bir parçası devam eder. 2., 3. ve 4. metatarsların tabanlarında sonlanır.

Posterior komponent: Os calcaneus üzerinde bulunan sustentaculum tali'de sonlanır.

Nervus tibialis tarafından innerve edilir (L4 ve L5).

Ayağın birincil invertör kasıdır, aynı zamanda topuk kalkışını başlatır. Topuk kalkışı boyunca, ard ayağı varus pozisyonuna almaktadır. Ayağın longitudinal arkının medial kısmının desteklenmesinde önemlidir. Aşırı kullanıma bağlı olarak dejenerasyon ve inflamasyon gelişebilmektedir. Bu durum tendonun uzamasına, elastik elementinin incelmeye ve medial longitudinal arkın ilerleyici çöküşüne sebep olur (16–20).

4.1.3.2. Ayak intrinsik kasları

Bütünüyle ayağın üzerinde bulunan kaslardır. Plantar fleksörler ve dorsal ekstansörler olarak sınıflandırılırlar (16–19).

4.1.3.2.1. Ayak plantar kasları

Diseksiyon esnasında karşılaşılan duruma göre, dört tabakada kaslar gruplanmıştır.

Plantar kaslar: birinci tabaka

Plantar kasların birinci tabakasının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu Tablo 4.1.3.2.1-1 de verilmiştir.

Tablo 4.1.3.2.1-1 Plantar kaslar: birinci tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Kas ismi	Origo	İnsertio	Fonksiyon
M. abductor hallucis	Retinaculum flexorum, tuberositas calcanei, plantar aponorosis	Başparmağın proksimal falanksının medial kısmının tabanı	Başparmağa abdüksiyon
M. flexor digitorum brevis	Tuberositas calcanei, plantar aponorozun orta bölümü	Dört kısma ayrılır, her bir parça proksimal falankların tabanında ikiye ayrılır, lateral dört parmağın orta falanksının gövdelerinin kenarlarına tutunur	Lateral dört parmağa fleksiyon
M. abductor digiti minimi	Tuberositas calcanei, plantar aponoroz	Beşinci parmağın proksimal falanksının tabanının lateral yanı	Beşinci parmağın metatarsofalangeal ekleminin abdüktör kasından ziyade daha çok fleksör kasıdır.

Plantar kaslar: ikinci tabaka

M. flexor hallucis longus ve m. flexor digitorum longus'un tendonları da aynı tabakada seyrederekler.

Plantar kasların ikinci tabakasının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Tablo 4.1.3.2.1-2 de verilmiştir.

Tablo 4.1.3.2.1-2 Plantar kaslar: ikinci tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Kas ismi	Origo	İnertio	Fonksiyon
M. flexor accessorius (quadratus plantae) (2 başı vardır)	Medial baş: os calcaneus, Lateral baş: os calcaneus ve lig. plantare longum	M. flexor digitorum longus'un tendonunun lateral kenarı	M. flexor digitorum longus'un tendonlarını çekerek, lateral dört parmağı fleksiyona alır.
Mm. lumbricales (4 adet)	M. flexor digitorum longus'un tendonlarından başlar.	Proksimal falankların dorsalindeki genişlemeler	2-5. parmaklarının proksimal falanklarına fleksiyon, orta ve distal falanklarına ekstansiyon yaptırır.

Plantar kaslar: üçüncü tabaka

Plantar kasların üçüncü tabakasının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Tablo 4.1.3.2.1-3 de verilmiştir.

Tablo 4.1.3.2.1-3 Plantar kaslar: üçüncü tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Kas ismi	Origo	İnertio	Fonksiyon
M. flexor hallucis brevis (2 başı vardır)	Medial baş: m. tibialis posterior'un lateral divizyonu doğrultusunda Lateral baş: os cuboideum, os cuneiforme laterale	Başparmak proksimal falanksının medial ve laterali	Başparmağın proksimal falanksına fleksiyon
M. adductor hallucis (Transvers ve oblik iki başı vardır)*	Caput obliquum: 2-4 metatarsal kemiklerin tabanı Caput transversum: 3-5 metatarsofalangeal eklemlerin lig. plantaria'ları, lig. metatarsale transversum profundum	Başparmağın proksimal falanksının tabanı	Başparmağın proksimal falanksına fleksiyon, aynı zamanda metatars başlarının stabilizasyonunu sağlar.
M. flexor digiti minimi brevis**	Beşinci metatarsal kemiğin tabanının plantar yüzü	Beşinci parmağın proksimal falanksının tabanının laterali	Beşinci parmağın metatarsofalangeal eklemine fleksiyon

*M. adductor hallucis'in birinci metatarsal kemiğe yapışan parçasına m. opponens hallucis denir.

**M. flexor digiti minimi brevis'in beşinci metatarsal kemiğe tutunan parçasına m. opponens digiti minimi denir.

Plantar kaslar: dördüncü tabaka

Plantar kasların dördüncü tabakasının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu Tablo 4.1.3.2.1-4 de verilmiştir.

Tablo 4.1.3.2.1-4 Plantar kaslar: dördüncü tabaka kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Kas ismi	Origo	İnertio	Fonksiyon
Mm. interossei dorsales (4 adet)	Metarsal kemiklerden iki başla başlar	Proksimal falankların tabanı ve dorsal kısmındaki genişlemelere tutunur	Parmaklara abduksiyon ve metatarsofalangeal eklemlere fleksiyon
Mm. interossei plantares (3 adet)	3-5 metatarsların taban ve medial kısmından başlar	Aynı parmakların proksimal falanklarının tabanlarının medial'i ve dorsal kısmında ki genişlemelerde sonlanır	3-5 parmaklara adduksiyon, metatarsofalangeal eklemlere fleksiyon

4.1.3.2.2. Ayak dorsum kasları

Ayak dorsum kaslarının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu Tablo 4.1.3.2.2-1 de verilmiştir.

Tablo 4.1.3.2.2-1 Ayak dorsum kaslarının kas ismi, origo, insertio ve fonksiyonu

Kas ismi	Origo	İnertio	Fonksiyon
M. extensor digitorum brevis	Os calcaneus, lig. talocalcaneum interosseum, retinaculum musculorum inferius	Kasın medial parçası m.extensor hallucis brevis olarak isimlendirilir ve başparmağın proksimal falanksının tabanının üst bölümünde sonlanır. Lateral bölüm m. extensor digitorum longus'un tendonlarının lateraline tutunur	m. extensor hallucis brevis, baş parmağın falanklarına ekstansiyon, lateral bölüm 2-4 parmaklara ekstansiyon

4.1.3.2.3. Ayak intrinsik kaslarının inervasyonu

M. abductor hallucis ve m. flexor digitorum brevis, n. plantaris medialis tarafından innerve edilir (S1 ve S2).

M. abductor digiti minimi ve m. flexor accessorius, n. plantaris lateralis tarafından innerve edilir (S1, S2 ve S3).

Birinci lumbrikal kas, n. plantaris medialis tarafından innerve edilir, diğer lumbrikal kaslar ise n. plantaris lateralis tarafından innerve edilmektedir (S2 ve S3).

M. flexor hallucis brevis, n. plantaris medialis tarafından innerve edilir (S1 ve S2).

M. adductor hallucis, n. plantaris lateralis'in derin dalı tarafından innerve edilir (S2 ve S3).

M. flexor digiti minimi brevis, n. plantaris lateralis'in yüzeysel dalı tarafından innerve edilir (S2 ve S3).

Mm. interossei dorsales ve mm. interossei plantares, genel olarak n. plantaris lateralis'in derin dalı tarafından innerve edilir (S2 ve S3).

M. extensor digitorum brevis, n. fibularis profundus'un lateral terminal dalı tarafından innerve edilir (L5 ve S1) (16).

4.2. Ayak ve Ayak Bileği Biyomekaniği

İnsan ayağı, lokomotor sistemin diğer komponentlerinden bağımsız fonksiyonlar açığa çıkaran karmaşık mekanizmalara sahiptir. Cerrahi manipulasyon, eksternal kuvvetler veya hastalıklar sonucu herhangi bir bölümdeki fonksiyon kaybı, kalan diğer bölümlerin fonksiyonelliğini etkileyebilmektedir (21).

4.2.1. Temel terminoloji

Moment (tork): Kuvvetin rotasyon merkezi etrafında döndürme etkisine denir (20).

Moment= Kuvvet x Moment kolu

Moment kolu: Kuvvet vektörünün rotasyon merkezine olan uzaklığına denir (20).

Güç: Net eklem kuvveti ve anguler hızının skaler ürünüdür (12).

Güç= Moment x Anguler hız

Çift adım uzunluğu (stride uzunluğu): İpsilateral topuğun yere temas eden noktası ile yine aynı topuğun bir sonraki seferde yere temas eden noktası arasındaki uzaklıktır. Sağ ve sol adım uzunluklarının toplamını ifade eder (22,23).

Adım uzunluğu (step length), adım genişliği (step width), hız ve kadans metot bölümünde açıklanmıştır.

4.2.2. Yürüme siklusu

İnsan yürümesi, bir ritim ve siklus halinde açığa çıkar. Bu durum alt ekstremité için her bir eklemin kas iskelet sistemi ile olan etkileşimini anlamamızı sağlar. Tek bir siklus, topuk vuruşu ile başlar ve aynı ayağın bir sonraki topuk vuruşuna kadar devam eder (24). Adım uzunluğu, hızı ve kadansı bu tanımlamaya göre ölçmek daha kolay bir hal almış olur.

Bir tane alt ekstremité bölümünün yürüme siklus'u duruş fazı ve salınım fazı olmak üzere iki bölümde ele alınır. Duruş fazı % 62, salınım fazı ise % 38'lik bölümü oluşturur (21).

4.2.2.1. Duruş fazı (Stance faz)

Duruş fazı, üç aralıktan oluşur; birinci aralık, topuk vuruşunun başlangıcından orta duruş fazına kadar uzanır, ikinci aralık, orta duruş fazı boyunca devam etmektedir ve üçüncü aralık, ayak bileği plantar fleksiyon'u ile başlar ayak parmakları yerden kesilene kadar topuk kalkışı şeklinde devam etmektedir (21).

Birinci aralık

Yürüme siklusu'nun %15'lik bölümünü kapsar. Bu aralıkta ayak, yer reaksiyon kuvvetlerini absorbe eder ve yukarı doğru dağıtılmasına yardımcı olmaktadır (21).

Ayak bu aralık boyunca yumuşak dokular aracılığı ile mekanik enerjiyi absorbe etmek zorundadır (negatif iş) (25). Bu absorpsiyon, subtalareklemin pronasyona karşı rezistansı ve longitudinal arkın kompresyonu ile sağlanmaktadır (26,27).

Ayak bileği plantar fleksiyon'a gider. Yaklaşık %7'sinden sonra orta duruş fazına doğru dorsifleksiyon açığa çıkar. Vücut ağırlığı ayağa tamamen bindiğinde, os calcaneus eversiyona gelir ve longitudinal ark düzleşir. Bu düzleşme subtalar eklemden kaynaklanır ve bu aralık boyunca maksimum seviyeye ulaşır (21).

Ligament yapıdaki plantar aponöz, bu aşamada gerilir ve longitudinal arkın kompresyonuna karşılık bir rezistans meydana getirir (28,29).

Subtalar eklem, bu aralıkta bacağın rotasyonu ve ard ayak bölümünün rotasyonu üzerinde bağlayıcı bir rol oynar. Subtalar eklem aracılığı ile meydana gelen os calcaneus'un eversiyonu, proksimal olarak ayak bileği ile bacak arasındaki ilişkiyi sağlar. Distal olarak, art. tarsi transversa'nın kilidini açar. Böylece orta ayak bölümü eklemlerine esneklik kazandırır ve longitudinal arkın düzleşmesine imkan vererek enerjinin düzgünce dağıtılmasını sağlar (21).

Bacağın ön kompartmanı'nın ekstrinsik kasılması, ani plantar fleksiyon'un önüne geçer. Yer çekimi kuvvetlerine karşılık bir rezistans oluşturur (24). Bu aralıkta bacak arka grup kaslarının tamamı ve ayağın intrinsik kasları sessizdir (21,24).

İkinci aralık

Yürüme siklus'unun %15 ile %40'ını kapsar. Bu aralıkta ağırlık merkezi, yük binen ayağın arkasından önüne geçmektedir. Ayaktaki esnek yapılar enerjiyi yeterince iyi absorbe edebilmek için daha sert bir hal alırlar. Bu durum ayak için vücut ağırlığını tolere edebilme yeteneği kazandırmaktadır. Ayak bileği dorsifleksiyona gitmektedir.

Topuk kalkışı bu siklus'un %34'ünde başlar (21).

İkinci aralık boyunca subtalar eklem inversiyona gelmektedir. Bu durum normal ayakta, siklus'un %30'unda başlar, pes planus'a sahip bireylerde ise %15'inde başlar. İnversiyonun oluşmasına birçok yapı katkı sağlar, ama özellikle en fazla katkı sağlayan yapı bilinmemektedir. Salınım fazında olan kontralateral alt ekstremitte, duruş fazındaki alt ekstremitteyi eksternal rotasyona zorlar. Bu rotasyon, subtalar eklem üzerinde ard ayak bölümünü inversiyona getirmektedir. Ayak bileği ekseninin oblik oluşu, metatarsların distal uçlarının oblik yerleşimi ve plantar aponöroz da ard ayak bölümünü inversiyona alan diğer faktörlerdendir. Subtalar eklem inversiyonu, art. tarsi transversa'nın stabilizasyonunu artırarak esnek olan orta ayak bölümünün sert bir oluşum halini almasını sağlar (21,30).

Birinci aralıkta depo edilmeye başlanılan elastik enerji (negatif iş) bu aralıkta subtalar eklem supinasyona gidişiyile beraber güce dönüştürülür (pozitif iş). Böylece frontal düzlemdeki stabilite sağlanmış olur (31).

Posterior ve lateral kompartman bacak kasları (triceps surae, m. fibularis longus ve brevis, m. flexor digitorum longus ve m. tibialis posterior) ve ayak tabanındaki intrinsik kasların tamamı elektriksel olarak aktif hale gelirler. Bacağın posterior kompartmanındaki kas grubu, duruş fazındaki ayak üzerinde tibianın ileri yöndeki hareketlerini yavaşlatır. Bu durum kontralateral alt ekstremitenin adım uzunluğunun artmasını sağlar. Arka grup bacak kaslarındaki zayıflık, kontralateral topuk vuruşunun erken gerçekleşmesini sağlar ve böylece adım uzunluğu kısalmış olur (21).

Üçüncü aralık

Üçüncü aralık, duruş fazının son bölümüdür. %40 ile %62 arasını kapsar. Subtalar eklem inversiyona gelmeye devam eder. Böylece orta ayak bölümü esnek yapıdan sert yapıya dönüşümünü tamamlanmış olur. Yine ikinci aralıkta olduğu gibi alt ekstremitenin ayak üzerindeki eksternal rotasyonu, ayak bileği ekseninin oblik oluşu, plantar aponörozun fonksiyonu ve metatarsların distal uçlarının oblik yerleşimi subtalar eklemde açığa çıkan inversiyona katkı sağlarlar. Os calcaneus'un

inversiyonu ile transvers tarsal eklemler kilitlenerek sert bir yapı haline dönüşürler (21).

Üçüncü aralıktaki ayak bileği plantar fleksiyonu, primer olarak bacak posterior kompartman kas grubunun konsantrik kasılması ile meydana gelmektedir (özellikle triceps surae). İntrinsik kaslar baş parmak kalkışına kadar aktif durumdadırlar ve longitudinal arkı stabilize etmeye yardımcı olurlar, ama asıl arkın yükseltilmesinden sorumlu yapı plantar aponöz'dür. Plantar aponöz, bu periyot boyunca parmakların dorsifleksiyona gelmesiyle birlikte maksimum fonksiyon görür ve metatarsların makara görevi gören başlarına sarılarak longitudinal arkın yükseltilmesini sağlar. Bu durum "windlass mekanizması" olarak tanımlanmaktadır ve longitudinal arkın katılığını sağlayarak vücut ağırlığının ileri taşınmasında destek olur (21,28,29,32).

4.2.2.2. Salınım fazı (Swing faz)

İpsilateral ayağın yerle temasını kestiği, kontralateral ayağın ise tam tersine duruş fazına geldiği andır. Burada tibia vertikal bir pozisyona gelmektedir. Bacağın ön kompartmanındaki kaslar konsantrik olarak kasılarak ayak bileğini dorsifleksiyona almaktadırlar (21,24).

4.2.3. İnsan lokomasyonu'nun kinematığı

Yürüme sırasında bütün büyük vücut segmentleri hareket halinde olur. Kinematik, bu segmentlerin hareketini inceler (21).

Yürüme kinematikleri, esas olarak üç eksenle ortaya çıkar. Bunlar;

Vertikal yönde yer değiştirme

Vücut yürüme esnasında, yukarı ve aşağı yönde ritmik olarak salınım halindedir. Vertikal plandaki bu salınımda, bipedal lokomasyonda bulunması gereklidir. Yürüme esnasında ayakların ikisinin birden yerle teması olduğu anda

gövdenin yere olan uzaklığı azalır. Fakat tek ayak yerle temas halinde ve diğer ayak salınımında olduğu anda gövdenin yere olan uzaklığı artar. Vücudun yerçekimi merkezi vertikal ekseninde yer değiştirirken sinuzoidal bir çizgi çizer. Bu yer değiştirmenin genliği yaklaşık 4-5 cm'dir (21).

Lateral yönde yer değiştirme

Yürüme esnasında, vücut bütünüyle ilerleme yönünde yol almaz. Aynı zamanda, ağırlık binen ayağa göre sağ ve sol tarafına salınım halindedir. Bu salınım, ağırlık binen alt ekstremité tarafına doğru olur. Her adım yaklaşık 4-5 cm'lik aralığa sahip sinuzoidal şekilli bir yer değiştirme eğrisi çizer. Bu laterale olan yer değiştirme, adım genişliği arttıkça artabilir, ilerleme yönünde sabit kalmaya çalışırken adım genişliğini daralttıkça azalabilir (21).

Horizontal yönde yer değiştirme

Vücudun lateral ve vertikal yer değiştirmesine ek olarak, horizontal planda aksiyal rotasyon hareketleri de açığa çıkmaktadır. Tibia, yürümenin salınım fazı ve duruş fazının birinci aralığı boyunca internal rotasyona, duruş fazının son aralıkları boyunca eksternal rotasyona gelir. Tibianın horizontal rotasyonu yürüme siklus'u boyunca ortalama 19 derecedir (13-25 derece arasında varyasyonla değişmektedir) (21,33).

4.2.4. İnsan lokomasyonu'nun kinetiği

Yürüyüş esnasında analiz yapılırken kalça, diz ve ayak bileğinde açığa çıkan kinetik kuvvetleri de hesaba katmak gerekir. Bu kinetik kuvvetler, vücuttan doğan belli kuvvetlere karşılık yerçekimini temsil etmektedir. Vücuttan doğan bu kuvvetler, vücut ağırlığından, zemin ile temastan, uzuvlardaki kasların kontraksiyonundan, hareket sırasında vücudun açığa çıkardığı potansiyel ve kinetik

enerjiden kaynaklanmaktadır. Çünkü vücuttan doğan bu kuvvetler, ekstremitelerle temas halindeyken açığa çıkmaktadır. Daha önce duruş fazında bu kuvvetlerden bahsedilmişti (22,24,34).

4.2.5. Genel yürüme parametreleri (Uzay-zamansal parametreler)

Genel yürüme parametreleri (uzay-zamansal parametreler olarak bilinmektedir), kadans, çift adım uzunluğu, adım uzunluğu, adım genişliği ve hız'dır. Bunlar objektif yürüme değerlendirmesinin en basit parametreleridir. Bu ölçümleri yapmanın birçok otomatik yolu olmasına rağmen, talk pudra veya herhangi bir kronometre kullanılarak da yapılabilmektedir. Video kaydı kullanılarak yapılan değerlendirmeler, eşzamanlı bir ölçüm sunmaktadır (24,35,36).

Yürüme sırasında ortalama adım uzunluğu 70 cm'dir, ortalama kadans 90-120 adım/dk'dır, ortalama hız ise 1,34 m/sn'dir (24). Ortalama adım genişliği ise 10-12 cm arasında değişmektedir (37).

Siklus zamanı (kadays), hız ve çift adım uzunluğu lokomotor bozuklukların birçoğunda değişmeye meyillidir. Bundan dolayı uzun siklus zamanına sahip birinde kısa çift adım uzunluğu ve yavaş hız olacaktır (hız, çift adım uzunluğunun siklus zamanına bölünmesiyle elde edilir). Genel yürüme parametreleri daima yaş ve cinsiyet değişimlerine göre yorumlanmalıdır (35).

4.2.6. Yürüme analizi metotları

Yürüme analizinin uygulanabilirliği için tek bir metot yoktur, zamanla birçok farklı metot geliştirilmiştir. Yürüme analizinde kullanılan metotları ele aldığımızda geniş bir 'spektrum' ortaya çıkmaktadır. Bu spektrum'un aralığı, teknolojik yardımların olmadığı durumlardan, kompleks ve pahalı ekipmanların olduğu durumları kapsamaktadır (35). Çok gelişmiş sistemler daha değerli veriler ortaya koymasına rağmen, klinik kullanımı açısından taşınması güç ve çok pahalı ekipmanlardır. Ancak yürüme açısından objektif bir değerlendirme sunduğu için birçok klinikte kullanılmaktadır (38,39).

Bazı yürüme analiz metotları şunlardır; görsel yürüme analizi, video kayıt üzerinden yapılan analizler, footswitch kullanılarak yapılan analizler, ayak taban analizi üzerine geliştirilmiş yürüme parkurları, doğrudan hareket ölçüm sistemleri, elektrogonyometreler, potansiyometre cihazları, esneyebilen gerilim ölçekleri, direkt basınç haritalama sistemleri, pedobarograflar, kuvvet sensör sistemleri, ayakkabı içi cihazlar, elektromiyografi, yüzey elektrotlar, iğne elektrotlar, akselerometreler, jiroskoplar, kuvvet platformları, kinematik sistemler, fotoğrafik sistemler, kombine edilmiş kinetik ve kinematik sistemlerdir (35).

Video kayıt üzerinden değerlendirme

Video kayıt metodu, yürüme analizi yapılırken kullanılan metotların en kullanışlı olanlarından bir tanesidir (35). Gözleme dayalı metotlar ise klinik tecrübesi az olan klinisyenler için zordur ve güvenilirliği düşüktür (40,41). Ancak video kayıt şu avantajları sunmaktadır:

- 1-Kişinin yürüme sayısını azaltmaktadır.
- 2-Kişiye nasıl yürüdüğünü izleme olanağı tanımaktadır.
- 3-Başka birisine görsel analiz öğretmede kolaylık sağlar.

Video kaydı üzerinden görsel analiz sübjektif bir veri sunmasına rağmen, aynı kayıt objektif bazı verileri alma konusunda da kullanışlı olabilmektedir. Genel yürüme parametreleri (kadans, çift adım uzunluğu, adım uzunluğu, adım genişliği ve hız) belli metotlarla bu şekilde objektif bir şekilde ölçülebilmektedir (35). Aynı zamanda düşük masraflı video kayıt üzerinden bazı yürüme kinematiklerini değerlendirmek mümkündür. Bu konuda birçok yazılım ve iki boyutlu yürüme analizinin geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmıştır. Düşük masraflı yürüme analizleri tercih edilecek olursa sadece bir kamera ve ücretsiz yazılım (Kinovea, www.kinovea.org) kullanılarak eklem ve segment açıları objektif bir şekilde izlenebilmektedir (38,42,43).

5. MATERİYAL VE METOT

Bu çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 30/01/2019 tarihli 114 no'lu kararı ile onaylanmış olup İstanbul Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında yapılmıştır. Çalışmaya İstanbul Medipol Üniversitesinde öğrenim görmekte olan ve bilinen herhangi bir ayak problemi olmayan 61 kişi dahil edilmiştir. Bu sayı 30 kadın, 31 erkek şeklindeydi. Çalışmaya dahil olan tüm öğrencilerin yaşları 18-30 yaş arasında değişmektedir. Gönüllülük esasına dayalı katılım sağlanmıştır.

Katılan tüm bireylere demografik bilgilerini ve herhangi bir ayak probleminin olup olmadığını sorguladığımız bir anket yapıldı (Bkz. EK-9.2). Boy (metre kullanılarak) ve kilo (baskül kullanıldı) parametreleri ölçüldü. Bilinen herhangi bir kas iskelet sistemi veya nörolojik bir problemi olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Ölçümlerin tamamı aynı kişi tarafından alındı.

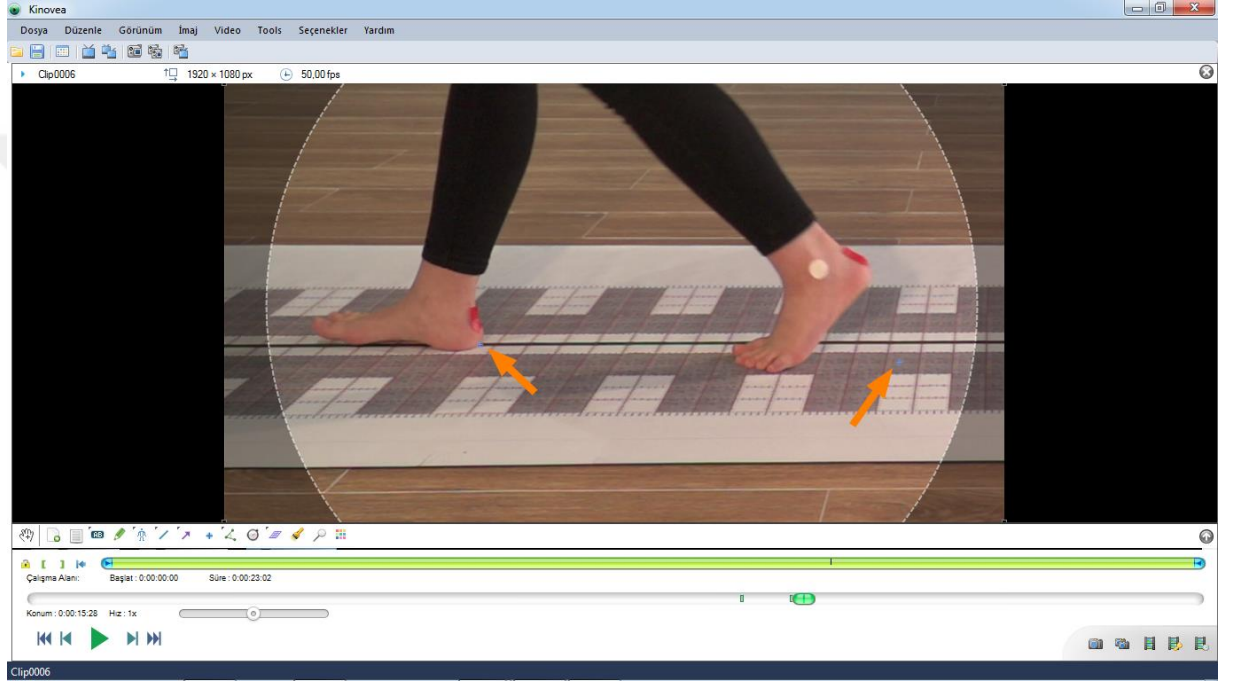
Yürümenin uzay-zamansal parametrelerini hesaplayabilmek için birçok yöntem vardır. Bunların birçoğu uygulaması zor ve pahalı yöntemlerdir. Fakat Wall ve ark.'nın 2000 yılında geçerlilik ve güvenilirliğini kanıtladığı iki boyutlu yürüme analizi hem ucuz hem de uygulanabilirliği açısından basit bir yöntemdir. Bizim çalışmamızda bu yöntem tercih edilerek geniş bir salonda yürüme analizi için ortam hazırlandı (44,45). Yürüme analizi esnasında iki adet olmak üzere profesyonel kamera kullanıldı. Arkadan gören kamera (Sony NX5R) 25 fps çekim yapacak şekilde ayarlandı. Yandan gören kamera (Sony FS5) ile 50 fps kayıt yapıldı. Ortamın durumuna uygun olarak, görüntünün bulanıklığını ayarlamak ve netliğini sağlamak için shutter speed 1/500 tercih edildi (44,46).

Video kayıt üzerinden alınması planlanan uzay-zamansal parametreler: adım genişliği, adım uzunluğu, hız ve kadans oldu.

Her bir bireyden günlük yaşantısındaki gibi yürümesi istenildi. Bütün çekimler ayakkabısız olacak şekilde yapıldı ve iki kez tekrarlandı. En uygun olan görüntü değerlendirmeye alındı.

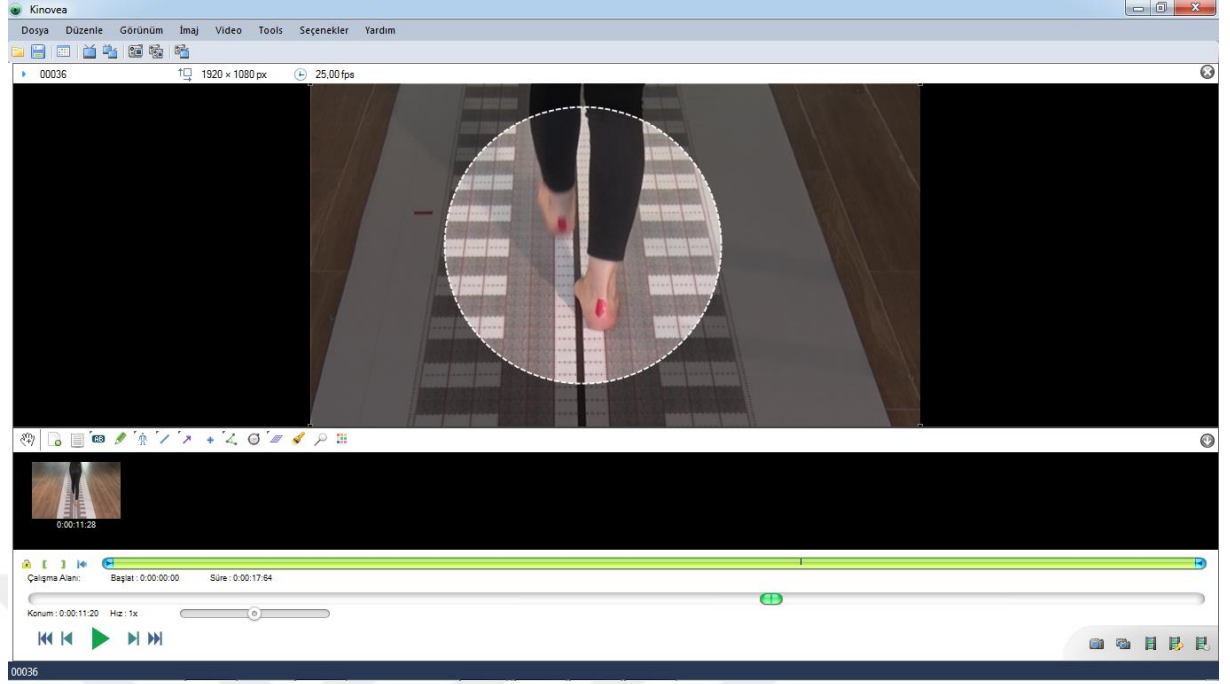
Video kayıt görüntüleri, Kinovea (Version 0.8.27) yazılımı kullanılarak analiz edildi. Arkadan gören kamera ile hız, kadans ve adım genişliği hesaplandı. Lateral'den kayıt yapan kamera ile adım uzunluğu hesaplandı. Hesaplamalar yapılırken, büyüteç, kronometre ve kesişme işaretleyicisinden yararlanıldı.

Adım uzunluğu: Bir topuğun duruş fazında en arka bölümü ile diğer topuğun kontralateral duruş fazında en arka bölümü arasındaki mesafedir. Sağ ve sol adım için ayrı uzunluklar elde edilir (23) (Resim 5-1).



Resim 5-1 Adım uzunluğu değerlendirmesi (turuncu oklar topuk vuruşu sırasındaki kesişme işaretleyicisini göstermektedir)

Adım genişliği: İki topuğun arka bölümünün orta noktasının birbirine olan horizontal uzaklığıdır (23). Üç boyutlu yürüme analizlerinde tuberositas calcanei'ye yapıştırılan reflektif marker'lar arası mesafe baz alınır (47). Bizim çalışmamızda ilgili noktayı video kayıt üzerinden ön plana çıkarmak için renkli bant yapıştırıldı (Resim 5-2).



Resim 5-2 Adım genişliği değerlendirilmesi

Kadans: Dakikada alınan adım sayısıdır. Yürüme parkuru boyunca alınan süreye göre adımları sayılarak elde edildi (46).

Hız: Belli bir zamanda alınan yol olup, m/sn veya km/s cinsinden alınabilmektedir (46).

Hız ve kadans'ın ölçümü için kullanılan formüller Tablo 5-1 de verilmiştir.

Tablo 5-1 Hız ve Kadans'ın ölçümü için kullanılan formüller

$\text{HIZ (km/s)} = \frac{\text{UZAKLIK (m)}}{\text{ALINAN ZAMAN (sn)}} \times 60 \times 3,6$
$\text{KADANS (adım sayısı/dk)} = \frac{\text{ATILAN ADIM SAYISI}}{\text{ALINAN ZAMAN (sn)}} \times 60$

Adım uzunluğunu hesaplamak için en az iki mesafenin ortalaması alındı. Adım genişliği için en az üç mesafenin ortalaması alındı. Bütün ölçümler kişinin yeterince ivmelendiğini düşündüğümüz anda yapıldı ve birinci adım ile son adım ölçüme dahil edilmedi (35).

Çekim sonrasında her bireyin bir mezura yardımı ile alt ekstremite uzunluğu ölçüldü (SİAS: Spina iliaca anterior superior-Medial malleol'ün en çıkıntılı kısmı). Buna göre adım genişliği, adım uzunluğu ve kadans'ın boyutsuz (non-dimensional) normalizasyonu (alt ekstremite uzunluğuna göre oranları) yapıldı. Kadans'ın boyutsuz normalizasyonu hesaplanırken yerçekimi kuvveti dahil edildi ($g: 9,81 \text{ m/sn}^2$) (48,49).

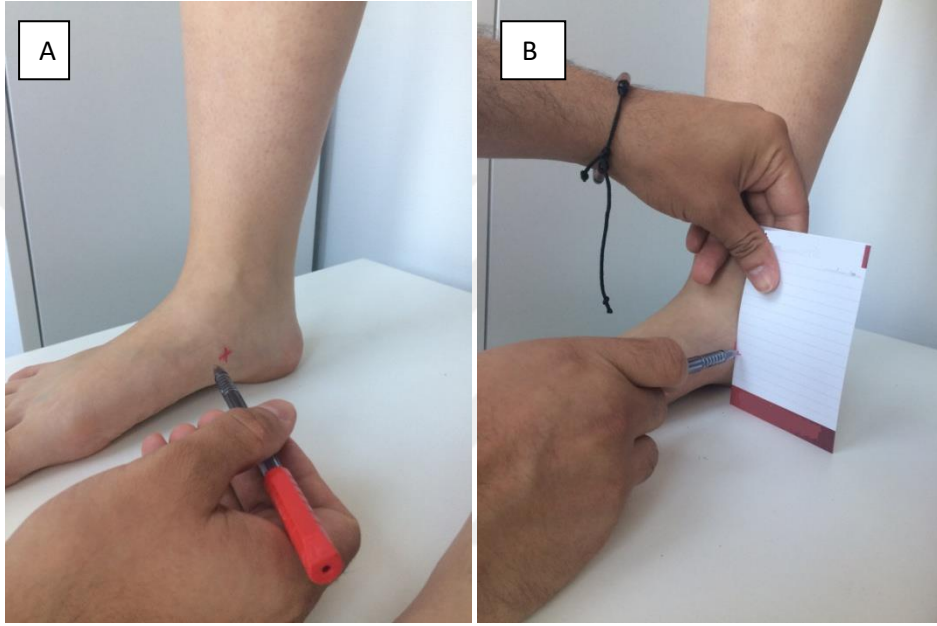
Adım genişliği, adım uzunluğu ve kadans'ın boyutsuz normalizasyonu tespit etmek için kullanılan formüller Tablo 5-2 de verilmiştir.

Tablo 5-2 Adım genişliği oranı, adım uzunluğu oranı ve kadans oranı için boyutsuz normalizasyon formülleri

$\frac{\text{ADIM GENİŞLİĞİ}}{L}$	$\frac{\text{ADIM UZUNLUĞU}}{L}$	$\text{KADANS X } \sqrt{\frac{L}{g}}$
L: Alt ekstremite uzunluğu (SİAS-Medial malleol arası)		

Çekim sonrasında, sırasıyla diğer ölçümler alındı. Bunlar;

Navikular yükseklik:Zemin ile tuberositas navicula arasındaki mesafe ölçüldü. Tuberositas navicula üzerine bir kalem aracılığı ile işaret konuldu ve kâğıt üzerine işaretleme yapılarak ölçümler alındı (Resim 5-3). Dijital kaliper kullanılarak değerlendirildi. Ölçümler yük bindiği esnada ve otururken alındı (50–52).



Resim 5-3 A-Tuberositas navicula'nın tespiti, B-Tuberositas navicula'nın zeminden yüksekliği

Navicular ark oranı: Navikular yüksekliğin ayak uzunluğuna (truncated foot) oranı yapıldı. Truncated ayak uzunluğu, birinci metatarsophalangeal eklemin en mediali ile topuğun en arka bölümü arasındaki mesafe ölçülerek elde edildi (53,54).

Supinasyon rezistansı: Subtalar eklemin supinasyona olan rezistansı, Keystone markalı supinasyon rezistans cihazı ile değerlendirildi. Bu cihaz elle tutulan bir dinamometre, ayağın altına gelecek bir kemer ve ayağın lateralinde sınırlayıcı görev gören bir plastik materyalden oluşmaktadır. Bağlı bulunan kemerin bir kısmı, talonavikular eklem hizasında ayağın altına yerleştirildi. Dinamometreye bağlı boşta kalan kısmı ise yere vertikal olacak şekilde bacağın medialinde tutuldu.

Ölçümler ayakta ve kg cinsinden alındı. Newton cinsine dönüştürmek için 10 ile çarpıldı. Bütün ölçümler tek bir araştırmacı tarafından alındı (10,11,55) (Resim 5-4).

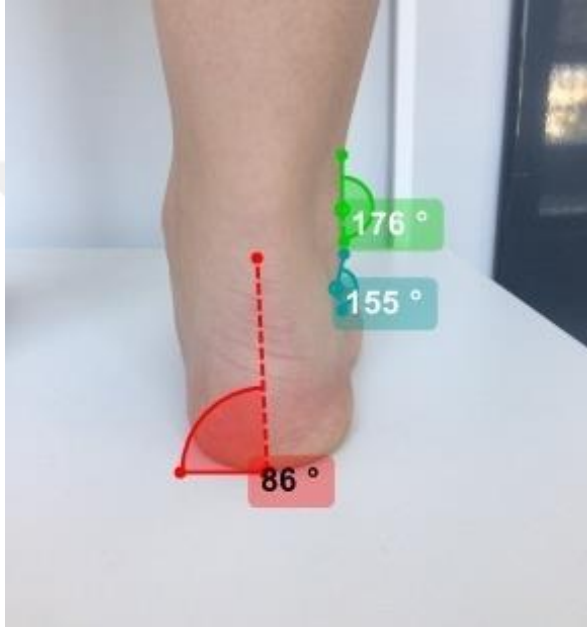


Resim 5-4 Keystone Supinasyon Rezistansı Cihazı

Ayak postür indeksi (API): İlk olarak Redmond ve ark. tarafından Avustralya'da ulusal Podiatri konferansı sırasında tanımlanmıştır. İndeks'in orijinal versiyonu sekiz kriterden oluşmaktadır ve "API-8" şeklinde ifade edilmektedir. Ancak yapılan araştırmalarda son iki tanesi problemlili bulunmuş ve çıkarılarak revize edilmiştir. Bunun sonucu olarak "API-6" geliştirilmiştir. Geçerlilik ve güvenilirliği ispatlanmış bir değerlendirme yöntemidir. Ayağın genel postürü hakkında bilgi vermektedir. "API-6" altı kriterden oluşmaktadır:

- 1) Talus başı palpasyonu
- 2) Lateral malleolun altındaki ve üstündeki eğrilik (Resim 5-5)
- 3) Os calcaneus'un inversiyon ve eversiyonu (Resim 5-5)
- 4) Talonavikular eklem bölgesindeki çıkıntı
- 5) Medial longitudinal arkın uyumu
- 6) Ön ayak bölümünün ard ayak bölümüne göre abdüksiyon ve addüksiyonu

Gözleme dayalı olarak her biri -2 ile +2 arasında beş skalada değerlendirilir. Buna göre puan alır. Bütün değerlendirme sonucunda belli bir skor açığa çıkmaktadır (-12 ile +12 arasında). Pozitif değerler pronasyon pozisyonunu işaret ederken, negatif değerler supinasyon pozisyonunu işaret etmektedir. -5 ile -12 arası ayağın ileri derecede süpinasyonunu, -1 ile -4 arası ayağın süpinasyonunu, 0 ile +5 arası ayağın normal pozisyonunu, +6 ile +9 arası ayağın pronasyon pozisyonunu, +10 ile +12 arası ise ayağın aşırı pronasyonunu tanımlamaktadır (8,56).



Resim 5-5 Lateral malleolus'un üstündeki (yeşil) ve altındaki (mavi) eğrilik ile calcaneus'un inversiyon (kırmızı) açıları

İstatistiksel Yöntem

Çalışmada tanımlayıcı istatistik olarak sayısal değişkenler için varsayımlara bağlı olarak ortalama \pm standart sapma ya da ortanca (minimum-maksimum); kategorik değişkenler için yüzde (%) değeri verildi. Ayak postür indeksi (APİ-6) ve navikular yükseklik oranına göre sol ayak için ayak tipleri oluşturuldu. APİ-6'ya göre "pronasyon'da ayak" ve "normal ayak" tipleri tespit edildi. Navikular yükseklik oranına göre ise daha önce yapılan araştırmalar göz önüne alınarak $<0,22$ (düşük ark) ve $0,22$ ile $0,31$ arası (normal ark) olacak şekilde planlandı (8,52,53,56). APİ-6 ve navikular yükseklik oranına göre 2 grup oluşturuldu. Grup 1 düz taban grubu

(pronasyon'da ayak) ve grup 2 normal ayak grubu şeklinde oluşturuldu. Elde ettiğimiz bu gruplarda genel yürüme parametreleri (adım genişliği, kontralateral adım uzunluğu, kadans, hız) ve subtalar eklemin süpinasyona olan rezistans kuvveti açısından karşılaştırıldı. Araştırmamızda örneklem sayımız 30'dan büyük olduğundan ($n>30$) merkezi limit teoremine göre sürekli değişkenlerin normal dağıldığı söylenebilir. İkili karşılaştırmalarda T-test kullanıldı. Verilerde $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



6. BULGULAR

6.1. Demografik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Araştırmamızda toplamda 61 katılımcı yer almaktadır. Katılımcıların demografik özelliklerine ve kategorize edilmiş adım genişliği ile ayak postür indeksi değerlerine ilişkin sıklık ve yüzdeler Tablo 6-1 de görülmektedir.

Tablo 6.1-1 Katılımcıların demografik özellikleri ve kategorize edilmiş değerleri

Cinsiyet	Sıklık (N=205)	Yüzde
Kadın	30	49,2
Erkek	31	50,8
Yaş		
<=20 yaş	39	63,9
>20 yaş	22	36,1
Vücut Kitle indeksi (kg/m²)		
<20 cm	12	19,7
>=20;<=25 cm	37	60,6
>25 cm	12	19,7
Ayak Postür İndeksi (Sol)		
Supinasyon'da ayak	1	1,6
Normal ayak	40	65,6
Pronasyon'da ayak	20	32,8
Navikular ark oranı (sol)		
Yüksek ark	2	3,3
Normal ark	37	60,6
Düşük ark	22	36,1

6.2. Değişkenlere İlişkin Genel Bulgular

Araştırmamızdaki parametrelere ilişkin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri hesaplandı (Tablo 6-2).

Tablo 6.2-1 Parametrelere ilişkin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

Parametreler	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	
Yaş	61	18,00	29,00	20,3934	2,25299	
Vücut Kitle indeksi (kg/m ²)	61	17,40	37,00	22,3902	3,35851	
Navicular ark oranı	sol	61	,13	,32	,2264	,03670
Supinasyon rezistansı (Newton)	sol	61	50,10	178,10	97,9033	28,95578
Ayak postür indeksi	sol	61	-4,00	12,00	4,8525	2,98237
Adım uzunluğu oranı	sağ	61	,57	,85	,6838	,11030
	sol	61	,55	,93	,6941	,07002
Adım genişliği oranı	61	,05	,23	,1321	,03713	
Kadans oranı	61	,48	,64	,5528	,03583	
Hız (km/h)	61	3,00	5,30	4,0377	,49097	

6.3. Navikular yükseklik Oranına Göre Ayak Tipleri Arasındaki Fark İlişkisi

Aşağıdaki tabloda araştırmada kullanılan parametreler, puan ortalamalarına bakılarak sol ayak navikular yükseklik oranı gruplarına ('düşük ark' ve 'normal ark') göre karşılaştırıldı (Tablo 6-3). T istatistiklerinin p değerleri <0.05 olan değişkenlerde navikular yükseklik oranına göre farklılık vardır. Buna göre sadece ayak postür indeksi değişkeni navikular yükseklik oranı gruplarına göre farklılaşmaktadır. Tablo 6-3'e göre navikular yükseklik oranı düştükçe ayak postür indeksi artmaktadır (p<0,05). Diğer değişkenler (VKİ, adım genişliği oranı, kadans oranı, hız, süpinasyon rezistansı ve sağ adım uzunluğu oranı) navikular yükseklik oranına göre belirlenen ark tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (p>0,05).

Tablo 6.3-1 Navikular yükseklik oranına göre elde edilen düşük ark ve normal ark arasında diğer parametrelerin farkları

Cinsiyet		İstatistik Değerler				T-test		
		N	X	Ss	Shx	t	Df	P
Vücut kitle indeksi (kg/m ²)	Düşük ark	22	21,505	2,636	0,562	-1,442	57	,155
	Normal ark	37	22,808	3,714	0,611			
Adım genişliği oranı	Düşük ark	22	0,132	0,034	0,007	-,055	57	,956
	Normal ark	37	0,133	0,040	0,007			
Kadans oranı	Düşük ark	22	0,548	0,041	0,009	-,604	57	,548
	Normal ark	37	0,554	0,033	0,005			
Hız (km/h)	Düşük ark	22	4,005	0,505	0,108	-,447	57	,656
	Normal ark	37	4,065	0,498	0,082			
Supinasyon rezistansı (N)	Düşük ark	22	95,250	29,611	6,313	-,428	57	,670
	Normal ark	37	98,649	29,420	4,837			
Ayak Postür İndeksi	Düşük ark	22	6,273	2,947	0,628	2,774	57	,007
	Normal ark	37	4,162	2,754	0,453			
Adım uzunluğu oranı (sağ)	Düşük ark	22	0,700	0,056	0,012	,783	57	,437
	Normal ark	37	0,677	0,134	0,022			

6.4. Ayak Postür İndeksi Gruplarına Göre Fark İlişkisi

Aşağıdaki tabloda araştırmada kullanılan parametrelerin puan ortalamalarına bakılarak sol 6'lı ayak postür indeksine (APİ-6) göre tespit edilen "normal ayak" ve "pronasyon'da ayak" tipleri karşılaştırıldı (Tablo 6-4). T istatistiklerinin p değerleri <0.05 olan değişkenlerde ayak postür indeksine göre farklılık vardır. Buna göre navikular yükseklik oranı, "normal ayak" ve "pronasyon'da ayak" tipleri arasında anlamlı olarak farklı değerler almıştır ($p < 0,05$). Navikular yükseklik oranı, "normal ayak" tiplerinde diğer gruba kıyasla daha yüksektir. Diğer değişkenler (VKİ, adım genişliği oranı, kadans oranı, hız, süpinasyon rezistansı ve sağ adım uzunluğu oranı), "normal ayak" ve "pronasyon'da ayak" tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık bulunmadı ($p > 0,05$).

Tablo 6.4-1 Ayak postür indeksi gruplarına göre diğer parametrelerin farkları

Cinsiyet		İstatistik Değerler				T-test		
		N	X	Ss	Shx	t	Df	P
Vücut kitle indeksi (kg/m ²)	Normal	40	22,913	3,670	0,580	1,634	58	,108
	Pronasyon	20	21,420	2,507	0,561			
Adım genişliği oranı	Normal	40	0,135	0,041	0,007	,793	58	,431
	Pronasyon	20	0,127	0,029	0,006			
Kadans oranı	Normal	40	0,554	0,037	0,006	,326	58	,746
	Pronasyon	20	0,551	0,035	0,008			
Hız (km/h)	Normal	40	4,093	0,503	0,080	,893	58	,375
	Pronasyon	20	3,975	0,430	0,096			
Supinasyon Rezistansı (N)	Normal	40	95,708	31,220	4,936	-,975	58	,334
	Pronasyon	20	103,465	23,989	5,364			
Navikular ark oranı	Normal	40	0,232	0,036	0,006	2,242	58	,029
	Pronasyon	20	0,211	0,030	0,007			
Adım uzunluğu oranı (sağ)	Normal	40	62,850	5,177	0,818	,068	58	,946
	Pronasyon	20	62,750	5,635	1,260			

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada 6'lı Ayak Postür İndeksi'ne (API-6) göre ve navikular ark oranına göre grup I (düz taban) ve grup II (normal ayak) ayak tipleri tespit edilmiştir. Tespit edilen bu gruplar genel yürüme parametreleri (adım genişliği, adım uzunluğu, kadans ve hız) ve subtalar eklemin supinasyon rezistans kuvveti açısından değerlendirilmiştir.

Aşırı pronasyon ve süpinasyona sahip ayaklar, alt ekstremitte ve ayağın disfonksiyonu için predispozan faktör olarak görülmüştür (57). Medial longitudinal arkın yüksekliği yaralanmaya zemin hazırlayan bir faktör olarak düşünülmüştür (58). Bu nedenle çalışmamızda grup I ve grup II tespit edilmiş ve elde edilen bu grupların genel yürüme parametreleri ve subtalar eklemin süpinasyonu ile ilişkisi araştırılmıştır.

Anatomik ve uzay-zamansal parametreleri ilişkilendirmek, yürüme sırasında ayağın kinetik, kinematik ve mekanik enerjetiklerindeki varyasyonları ön görmede açıklayıcı olabilir. Bu durum ise bazı potansiyel yaralanma mekanizmalarını (medial tibial stres sendromu, tibialis posterior tendinopatisi ve diğer yaralanmalar) anlamamızı sağlayabilir (14). Ayağın yapısal deviyasyonları (pronasyon veya supinasyona yer değiştirmesi), biyomekanik deviyasyonlara yol açabilir. Bunun sonucu olarak ise yaralanma riskinin (kondromalazipatella, shinsplints) arttığı düşünülmektedir (59–62).

Literatürde birçok araştırmacı ark yapısı, biyomekanik özellikler ve yaralanma arasındaki ilişkiyi aydınlatmaya çalışmaktadır. Ancak bunlardan bazıları ark yapısı ile alt ekstremitte biyomekanik özellikleri arasında zayıf ilişki olduğunu göstermiştir. Bazı çalışmalarda güçlü ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur (63–65). Williams ve ark.'nın farklı ayak ark yapısına (düşük ark, yüksek ark) sahip koşuculara yaptığı çalışmanın sonuçları, ark yapısı ile alt ekstremitte kinematik ve kinetiklerinin ilişki içerisinde olduğunu göstermiştir. Buna göre, düşük arka sahip kişiler, yüksek arka sahip olanlar ile karşılaştırıldığında daha büyük oranda ard ayak

eversiyonu ve hızında yer değişimi ortaya konmuştur. Yüksek arka sahip olan kişiler ise, düşük arklı kişilere göre alt ekstremitede daha büyük bir yüklenmeye maruz kalmıştır (62).

Yürüme parametrelerine baktığımız zaman, adım genişliğindeki değişkenlikler, subtalar eklem frontal düzlem mekaniklerini değiştirebilirler. Adım genişliği ile subtalar eklem mekanikleri arasında orta derecede lineer bir ilişkinin söz konusu olduğu gösterilmiştir (14).

Bizim bulgularımız adım genişliği ile grup I (düz taban) ve grup II (normal ayak) arasında doğrudan bir ilişki olmadığını göstermiştir ($p>0,05$). Literatürde bu konu ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışma tespit edilememiştir. Ancak Maharaj ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmalar, ark yükseklik oranı ve adım genişliğinin, subtalar eklem supinasyon momentleri ile negatif bir ilişki içerisinde olduğunu göstermiştir. Azalmış ark oranı ve daralmış adım genişliği subtalar eklem momentlerinin arttığına işaret etmektedir. Bu durum m. tibialis posterior'un üzerindeki gerilim ve streslerin artmasından kaynaklanmaktadır. Aynı çalışmada bu durumun sonucu olarak, spekülatif bir yaklaşımla navikular ark oranı ile adım genişliği arasında pozitif bir ilişki olabileceği ancak bu hipotezin gelecek çalışmalarla desteklenmesi gerektiği düşünülmüştür (14,15). Çalışmamızda grup I ve grup II arasında adım genişliğinin istatistiksel olarak farklı değerlere ($p>0,05$) sahip olmaması bu hipotezi desteklememektedir. McAndrew ve ark.'nın yapmış olduğu çalışma, bilinçli olarak adım genişliğini arttırmış kişilerde mediolateral stabilitenin arttığını ortaya koymuştur (13). Donelan ve ark.'nın çalışması, adım genişliğini arttırmanın daha fazla metabolik enerji harcanmasına neden olduğunu göstermiştir (66). Çocukların ve sağlıklı yaşlıların nispi olarak daha geniş adımlarla yürüdüğü bilinmektedir (35,67,68). Bunun nedeninin laterale olan stabilizasyonu sağlamak olduğu ve laterale olan stabilizasyonu sağlarken ise daha fazla metabolik enerji harcadıkları olduğu düşünülmektedir (66). Dolayısıyla stabilizasyon gerektiren durumlarda merkezi sinir sistemi daha fazla enerji harcama pahasına da olsa adım genişliğini arttırmaktadır (69). Browning ve ark.'nın obez kişiler ile yaptığı çalışmanın sonuçları adım genişliğinin vücut kitle indeksi (VKİ) ile artabileceğini göstermiştir (70). LaRoche ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada, obez kişilerin ideal kiloya sahip kişilere göre

yürüme sırasında daha fazla metabolik enerji harcadığı gösterilmiştir (71). Artmış adım genişliği, diz ve kalçadaki eklem momentlerini arttıracığından, enerji tüketiminin de artacağı düşünülmüştür (15). Dolayısıyla literatürde elde edilen bu sonuçlar adım genişliğinin, ayak postüründen bağımsız başka faktörlerden de (VKİ ve yaş gibi) etkilenebileceğini göstermiştir.

Düz taban gibi ayağın yapısal ve fonksiyonel değişimlerinin, yürüme esnasında bütün alt ekstremite biyomekaniklerini etkileyebileceği düşünülmüştür (62,72–74). Çalışmamızın bulguları, elde ettiğimiz gruplarda (grup I ve grup II) diğer genel yürüme parametreleri (kontralateral adım uzunluğu, kadans, yürüme hızı) açısından da herhangi bir fark olmadığını göstermiştir ($p>0,05$). Literatürde sağlıklı erişkin bireylerde benzer bir çalışma tespit edilememiştir. Ancak serebral palsili hasta gruplarında ve sağlıklı çocuklarda (yaş aralığı 11-12) genel yürüme parametrelerinin (adım uzunluğu, kadans, hız) API-6 veya navikular yükseklik oranına göre farklılaşmadığı gösterilmiştir (75,76).

Ayak postürü'nü dinamik ölçümlerle (ard ayak dinamik hareketi, dinamik navikular drop) ilişkilendiren çalışmaların bazıları zayıf ilişkiler ortaya koyarken bazıları güçlü ilişkiler ortaya koymuştur (8,78). Örneğin Nielsen ve ark. API-6'nın, dinamik orta ayak hareketlerini tespit etmede zayıf olduğunu ortaya koymuştur (77). Çalışmamızda grup I ve grup II arasında genel yürüme parametreleri (adım genişliği, adım uzunluğu, hız, kadans) açısından istatistiksel olarak farklılık tespit edilemedi ($p>0,05$).

Subtalar eklemının supinasyona olan rezistansını ölçmek, klinisyene subtalar ekleminde meydana gelen eksternal supinasyon momenti için gereken kuvveti tahmin etmede yardımcı olabileceği düşünülmüştür. Subtalar eklemi supinasyona getirmek için gereken kuvvet ne kadar büyük ise o kadar fazla m. tibialis posterior'un kuvvetinin gerekli olduğu düşünülmüştür (10). Çalışmamızın bulgularına göre grup I ve grup II arasında subtalar eklemının supinasyona olan rezistans kuvvetinin istatistiksel olarak önemli derecede farklılaşmadığı gösterilmiştir ($p>0,05$). Literatürde daha önce yapılmış olan çalışmada da bulgularımıza benzer sonuçlar ortaya konmuştur (55). Ancak Payne ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada supinasyon rezistans cihazından alınan verilerin ayak postür indeksi verileri ile çok düşük bir ilişki içerisinde olduğu

gösterilmiştir (11). Bu durum bizim bulgularımız ile uyuşmamaktadır. Griffiths ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise APİ-6 ve supinasyon rezistans cihazından alınan veriler arasında hiçbir anlamlı ilişki saptanmamıştır (55). Dolayısıyla bulgularımız ve tespit edilmiş bazı literatür bulguları subtalar eklem supinasyon rezistans kuvvetinin ayak postüründen bağımsız olabileceğine işaret etmektedir.

Literatürde obez kişilerde yapılan çalışmalarda ayak yapısının kiloya bağlı olarak değişebileceğini göstermiştir (79–81). Aurichio ve ark.'nın yaptığı çalışma, obezitenin düşük ark tipine sahip ayaklar ile güçlü bir ilişki içerisinde olabileceğini ortaya koymuştur (81). Çalışmamızın bulgularında VKİ'nin erişkin bireylerde grup I ve grup II üzerinde dikkate değer bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Obez gruplarda yapılan çalışma ile karşılaştırıldığında ortaya çıkan bu farklılığın nedeninin çalışmamızda obez grupların seçilmemesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nitekim Redmond ve ark.'nın 1648 erişkin birey üzerinde gözlemediği çalışma, APİ-6'nın cinsiyet ve VKİ'ye göre değişmediğini ancak yaş farkına göre değişebileceğini ortaya koymuştur (7). Heggannavar ve ark.'nın 18-30 yaş aralığında gözlemediği bir çalışma benzer sonuçlar ortaya koyarak, ayak postürünün VKİ'den etkilenmediğini göstermiştir (82). Carvalho ve ark.'nın yaptığı çalışma adolesan yaş aralığında artmış VKİ'nin pronasyonda ayak tipine işaret etmediğini ortaya koymuştur (83). Dolayısıyla bulgularımıza göre, VKİ ile grup I ve grup II arasında istatistiksel herhangi bir ilişki olmaması ($p>0,05$) literatürde tespit edilen bu çalışmalarla uyumludur.

Grup I ve grup II'nin tespit edilmesinde kullandığımız APİ-6 ve navikular ark oranı arasında negatif bir ilişki olduğu ve bunun istatistiksel olarak da önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Lee ve ark. Navikular drop testine göre 64 ayağı, ‘pronasyon'da ayak’, ‘normal ayak’ ve ‘supinasyon'da ayak’ olarak sınıflandırmışlardır. Sonrasında bu gruplarda APİ-6, navikular yükseklik oranı, navikular drift, ark indeksi ve dorsal ark yükseklik oranı ölçümlerini yapmış ve gruplar arasındaki farkları değerlendirmişlerdir. APİ-6 ve navikular yükseklik oranı diğer ölçümlere nazaran gruplar arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Sonuç olarak APİ-6 ve navikular yükseklik oranı benzer sonuçlar ortaya koyarak ayak tipini değerlendirmede en uygun oran olarak

gösterilmiştir (84). Bizim çalışmamızda ortaya çıkan sonuçlarda, API-6 ve navikular yükseklik oranı arasında istatistiksel olarak önemli derecede bir ilişki olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sonuç olarak; grup I ve grup II arasında genel yürüme parametreleri ve subtalar eklemin supinasyona olan rezistans kuvveti açısından önemli derecede fark tespit edilememiştir ($p>0.05$).

Elde ettiğimiz bu sonuçlar, genel yürüme parametrelerinin ve subtalar eklemin supinasyona olan rezistans kuvvetinin, gözlemsel olarak değerlendirilen ayak yapısı üzerinden doğru bir şekilde tahmin edilemeyeceğini ortaya koymuştur.



8. KAYNAKLAR

1. Fukano M, Fukubayashi T. Motion characteristics of the medial and lateral longitudinal arch during landing. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(3):387–92.
2. Oatis CA. *Kinesiology: the mechanics and pathomechanics of human movement.* Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
3. Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin north Am.* 1982;13(3):541–58.
4. Root MI. Biomechanical examination of the foot. *J Am Podiatry Assoc.* 1973;63(1):28–9.
5. Billis E, Katsakiori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture : Correlation between different clinical techniques. 2007;17:65–72.
6. McPoil TG, Hunt GC. Evaluation and management of foot and ankle disorders: present problems and future directions. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1995;21(6):381–8.
7. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the foot posture index. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(1):6.
8. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture : The Foot Posture Index. 2006;21:89–98.
9. KIRBY KA. Evaluation and non-operative management of pes valgus. *Foot Ankle Disord Child.* 1992;307–8.
10. Payne C, Munteanu S, Hons B, Miller K. Position of the Subtalar Joint Axis and Resistance of the Rearfoot to Supination. 2003;93(2):131–5.
11. Noakes H, Payne C. The Reliability of the Manual Supination Resistance Test. 2003;93(3):185–9.
12. Maharaj JN, Cresswell AG, Lichtwark GA. The Immediate Effect of Foot Orthoses on Subtalar Joint Mechanics and Energetics. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(7):1449–56.
13. McAndrew PM, Dingwell JB. Gait & Posture Voluntary changes in step width and

- step length during human walking affect dynamic margins of stability. *Gait Posture* [Internet]. 2012;36(2):219–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.02.020>
14. Maharaj JN, Cresswell AG, Lichtwark GA. Foot structure is significantly associated to subtalar joint kinetics and mechanical energetics. *Gait Posture* [Internet]. 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.07.108>
 15. Maharaj JN, Murry LE, Cresswell AG, Lichtwark GA. Increasing step width reduces the requirements for subtalar joint moments and powers. *J Biomech* [Internet]. 2019; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.05.021>
 16. Standring S. *Gray's anatomy e-book: the anatomical basis of clinical practice*. Elsevier Health Sciences; 2015.
 17. Keith LM. *Clinically Oriented Anatomy 7th edition*. Wolters Kluwer; 2014.
 18. Arıncı K. *Anatomi 1. cilt Güneş Kitapevi Ltd Şti*. Ankara; 1995.
 19. Ozan H. *Anatomi. Klinisyen Tıp Kitabevleri*. Ankara; 2005.
 20. Otis JC, Gage T. Function of the posterior tibial tendon muscle. *Foot Ankle Clin* [Internet]. 2001;6(1):1–14. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1083751503000718>
 21. Haskell A, Mann RA. *Biomechanics of the foot and ankle*. Mann's Surg Foot Ankle 9th ed Philadelphia, PA Elsevier Saunders. 2014;4–36.
 22. Esquenazi A, Talaty M. *Gait analysis: Technology and clinical applications*. *Phys Med Rehabil*. 2000;93–108.
 23. Alsancak S. *Yürüyüş terminolojisi*. *Ankara Sağlık Hizmetleri Derg*. 14(2):1–6. 2015.
 24. Webster JB, Darter BJ. *Principles of Normal and Pathologic Gait*. In: *Atlas of Orthoses and Assistive Devices*. Elsevier; 2019. p. 49–62.
 25. Ker RF, Bennett MB, Bibby SR, Kester RC, Alexander RM. The spring in the arch of the human foot. *Nature*. 1987;325(6100):147.
 26. Kelly LA, Lichtwark G, Cresswell AG, Cresswell AG. Active regulation of longitudinal arch compression and recoil during walking and running. 2015, 12.102:

20141076.

27. Maharaj JN, Cresswell AG, Lichtwark GA. The mechanical function of the tibialis posterior muscle and its tendon during locomotion. *J Biomech.* 2016;49(14):3238–43.
28. Hicks JH. The mechanics of the foot: II. The plantar aponeurosis and the arch. *J Anat.* 1954;88(Pt 1):25.
29. Caravaggi P, Pataky T, Goulermas JY, Savage R, Crompton R. A dynamic model of the windlass mechanism of the foot: evidence for early stance phase preloading of the plantar aponeurosis. *J Exp Biol.* 2009;212(15):2491–9.
30. Blackwood CB, Yuen TJ, Sangeorzan BJ, Ledoux WR. The midtarsal joint locking mechanism. *Foot Ankle Int.* 2005;26(12):1074–80.
31. Piazza SJ. Mechanics of the subtalar joint and its function during walking. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(3):425–42.
32. Harradine P, Bevan L. A review of the theoretical unified approach to podiatric biomechanics in relation to foot orthoses therapy. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2009;99(4):317–25.
33. Levens AS, Inman VT, Blosser JA. Transverse rotation of the segments of the lower extremity in locomotion. *JBJS.* 1948;30(4):859–72.
34. Roberts A. *Gait analysis: normal and pathological function* J. Perry and JM Burnfield Pp. 576. Thorofare: SLACK Incorporated, 2010. ISBN: 978-1-55642-766-4. \$92.95. The British Editorial Society of Bone and Joint Surgery; 2010.
35. Whittle MW. *An introduction to gait analysis.* Butterworth-Heinemann. 2007.
36. Robinson JL, Smidt GL. Quantitative gait evaluation in the clinic. *Phys Ther.* 1981;61(3):351–3.
37. Abram SJ, Selinger JC, Donelan JM. Energy optimization is a major objective in the real-time control of step width in human walking. *J Biomech.* 2019;91:85–91.
38. Littrell ME, Chang Y-H, Selgrade BP. Development and Assessment of a Low-Cost Clinical Gait Analysis System. *J Appl Biomech.* 2018;34(6):503–8.
39. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. Validity and reliability

- of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture*. 2010;31(3):307–10.
40. Rathinam C, Bateman A, Peirson J, Skinner J. Observational gait assessment tools in paediatrics—a systematic review. *Gait Posture*. 2014;40(2):279–85.
 41. Eastlack ME, Arvidson J, Snyder-Mackler L, Danoff J V, McGarvey CL. Interrater reliability of videotaped observational gait-analysis assessments. *Phys Ther*. 1991;71(6):465–72.
 42. Charmant J. Kinovea Version 0.8. 15. 2012.
 43. Dalal KK, Joshua AM, Nayak A, Mithra P, Misri Z, Unnikrishnan B. Effectiveness of prowling with proprioceptive training on knee hyperextension among stroke subjects using videographic observation—a randomised controlled trial. *Gait Posture*. 2018;61:232–7.
 44. Wall JC, Devlin J, Khirchof R, Lackey B. Measurement of step widths and step lengths: a comparison of measurements made directly from a grid with those made from a video recording. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2000;30(7):410–7.
 45. Van Loo MA, Moseley AM, Bosman JM, De Bie RA, Hassett L. Test–re-test reliability of walking speed, step length and step width measurement after traumatic brain injury: a pilot study. *Brain Inj*. 2004;18(10):1041–8.
 46. Stillman B, McMeeken J. Use of a video time display in determining general gait measures. *Aust J Physiother*. 1996;42(3):213–7.
 47. Leardini A, Benedetti MG, Berti L, Bettinelli D, Nativo R, Giannini S. Rear-foot, mid-foot and fore-foot motion during the stance phase of gait. *Gait Posture*. 2007;25(3):453–62.
 48. Pinzone O, Schwartz MH, Baker R. Gait & Posture Comprehensive non-dimensional normalization of gait data. *Gait Posture* [Internet]. 2016;44:68–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.11.013>
 49. Dixon PC, Bowtell M V, Stebbins J. Gait & Posture The use of regression and normalisation for the comparison of spatio- temporal gait data in children. *Gait Posture* [Internet]. 2014;40(4):521–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.06.009>

50. Nilsson MK, Friis R, Michaelsen MS, Jakobsen PA. Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2012;5(1):3. Available from: <http://www.jfootankleres.com/content/5/1/3>
51. Park S, Park D. Osong Public Health and Research Perspectives Comparison of Foot Structure , Function , Plantar Pressure and Balance Ability According to the Body Mass Index of Young Adults. 2019;10(2):102–7.
52. Motantasut P, Hunsawong T. Reliability of novice and experienced physiotherapists using the normalized navicular height truncated and the foot posture index-6 for classifying static foot posture in adults. 2019;392–7.
53. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. A protocol for classifying normal-and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res*. 2009;2(1):22.
54. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture*. 2007;26(1):68–75.
55. Griffiths IB, Mcewan IM. Reliability of a New Supination Resistance Measurement Device and Validation of the Manual Supination Resistance Test. 2012;102(4):278–89.
56. Cornwall, M. W., McPoil, T. G., Lebec, M., Vicenzino, B., & Wilson, J. (2008). Reliability of the modified foot posture index. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(1), 7-13.
57. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 2000;35(4):403.
58. Is M. Measurements Used to Characterize the Foot and the Medial Longitudinal Arch : Reliability and Validity. 2000;80(9):864–71.
59. Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. *Phys Sportsmed*. 1981;9(5):47–58.
60. Hamill J, Bates BT, Holt KG. Timing of lower extremity joint actions during treadmill running. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(7):807–13.
61. McClay I, Manal K. Coupling parameters in runners with normal and excessive pronation. *J Appl Biomech*. 1997;13(1):109–24.

62. Williams III DS, McClay IS, Hamill J, Buchanan TS. Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches. *J Appl Biomech.* 2001;17(2):153–63.
63. Kernozek TW, Ricard MD. Foot placement angle and arch type: effect on rearfoot motion. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(12):988–91.
64. Hamill J, Bates BT, Knutzen KM, Kirkpatrick GM. Relationship between selected static and dynamic lower extremity measures. *Clin Biomech.* 1989;4(4):217–25.
65. Nachbauer W, Nigg BM. Effects of arch height of the foot on ground reaction forces in running. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(11):1264–9.
66. Donelan JM, Kram R, Kuo AD. Mechanical and metabolic determinants of the preferred step width in human walking. 2001;(March):1985–92.
67. Owings TM, Grabiner MD. Step width variability, but not step length variability or step time variability, discriminates gait of healthy young and older adults during treadmill locomotion. *J Biomech.* 2004;37(6):935–8.
68. Owings TM, Grabiner MD. Variability of step kinematics in young and older adults. *Gait Posture.* 2004;20(1):26–9.
69. Maclellan MJ, Patla AE. Adaptations of walking pattern on a compliant surface to regulate dynamic stability. 2006;521–30.
70. Browning RC, Kram R. Effects of obesity on the biomechanics of walking at different speeds. *Med Sci Sport Exerc.* 2007;39(9):1632–41.
71. LaRoche DP, Marques NR, Shumila HN, Logan CR, St Laurent R, Gonçalves M. Excess body weight and gait influence energy cost of walking in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(5):1017.
72. Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, Johnson CW, Cullison TR. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med.* 1999;27(5):585–93.
73. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clin Biomech.* 2004;19(4):391–7.

74. Nigg BM, Cole GK, Nachbauer W. Effects of arch height of the foot on angular motion of the lower extremities in running. *J Biomech.* 1993;26(8):909–16.
75. Twomey DM, McIntosh AS. The effects of low arched feet on lower limb gait kinematics in children. *Foot.* 2012;22(2):60–5.
76. Abd H, Saad E, Mosaad G, El-maksoud A, Abdel H, Ragab G, et al. Foot Posture in Relation to Gait Parameters in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy Abstract : 2018;7(6):88–96.
77. Nielsen RG, Rathleff M, Kersting UG, Simonsen O, Mølgaard C, Jensen K, et al. The predictive value of the foot posture index on dynamic function. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(1):O37.
78. Chuter VH. Relationships between foot type and dynamic rearfoot frontal plane motion. *J Foot Ankle Res.* 2010;3(1):9.
79. Zhao X, Tsujimoto T, Kim B, Katayama Y, Tanaka K. Characteristics of foot morphology and their relationship to gender, age, body mass index and bilateral asymmetry in Japanese adults. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2017;30(3):527–35.
80. Butterworth PA, Landorf KB, Gilleard W, Urquhart DM, Menz HB. The association between body composition and foot structure and function: a systematic review. *Obes Rev.* 2014;15(4):348–57.
81. Aurichio TR, Rebelatto JR, De Castro AP. The relationship between the body mass index (BMI) and foot posture in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52(2):e89–92.
82. Heggannavar A, Ramannavar P, Metgud S. Effect of foot posture index associated with body mass index and standing balance in healthy population: an observational study. Vol. 4, *International Journal of Physiotherapy and Research.* 2016. 1540-45.
83. de Carvalho BKG, Penha PJ, Penha NLJ, Andrade RM, Ribeiro AP, João SMA. The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10-to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: a cross-sectional study. *J Foot Ankle Res.* 2017;10(1):1.
84. Lee J, Choi J. The comparison of clinical assessment tools for the foot posture. *한국전문물리치료학회지.* 2012;19(3):115–23.

9. EKLER

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Aşağıda bu araştırma ile ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır, lütfen dikkatli bir şekilde tümünü okuyunuz.

ÇALIŞMAMIZ NEDİR?

Bu çalışma "Ayak basma kusuru olmayan bireylerde ayak postürü, subtalar eklemin supinasyon rezistansı ve genel yürüme parametrelerinin değerlendirilmesi"dir.

ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Adım genişliği bize m. tibialis posterior'un fonksiyonu ve eklem momentleri hakkında fikir verebilir. Supinasyon rezistans cihazı ise m. tibialis posterior'un kuvvet durumu hakkında fikir vermektedir. Supinasyona olan rezistans ne kadar artmış ise bu durum m.tibialis posterior üzerinde yoğun gerilim ve stres olduğunu gösterir. Hipotez olarak, ayak postürü ve ark yüksekliği ile supinasyon rezistansı ve yürüme parametreleri arasında ilişki olabileceğini düşünüyoruz. Çalışmanın özellikle klinisyenler için, ayak postürü ve navikular ark yüksekliğinin ilişkili olduğu dinamik ve statik durumları değerlendirmesinde geniş bir açılım sunacağını düşünmekteyiz.

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Keystone supinasyon rezistans cihazı ile her bireyde iki ayakta supinasyona olan rezistans ölçülecektir. Bu tasarım ayağın longitudinal arkının altına yerleştirilecek olan bir kemer ve kemere bağlı ölçü cihazından oluşmaktadır.

Bireylerin uygun grid üzerinde normal yürüme hızında, bir kamera aracılığı ile yürümesi kaydedilecek, elde edilen görüntüler, adım genişliğini ve uzunluğunu değerlendirmek için kullanılacaktır.

Her bireyde, ayağın postürünü değerlendirmek için, kaliper aracılığı ile antropometrik ölçümler yapılacaktır.

Ayağın genel duruşu hakkında fikir sahibi olmak için Ayak Postür İndeks'ine bakılacaktır.

Beden Kitle İndeks'inin (BKİ) daha önceki çalışmalarda supinasyon resistansını etkilediği gösterilmiştir. Bu sebeple çalışmamızda bu durumu göz önünde bulundurmaya planlamaktayız.

Çalışmada farklı postürlerde ayağa sahip bireylerde, ölçülen supinasyon rezistansları ile adım uzunluğu ve genişliği mesafeleri karşılaştırılacaktır.

SORUMLULUKLARIM NEDİR?

Araştırmamıza dahil olan hastaların gerek değerlendirmelere gerekse tedaviye uyum göstermeleri beklenmektedir. Bu koşullara uyulmadığı durumlarda araştırmacı sizi program dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

ARAŞTIRMANIN DENEYSEL KISIMLARI

Araştırmamız deneysel bir çalışma değildir.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER VEYA RAHATSIZLIKLAR NEDİR?

Bu çalışmada uygulanacak olan değerlendirme yaklaşımları hiçbir şekilde risk taşımamaktadır ve size rahatsızlık verecek herhangi bir etki yoktur.

KATILIMCILARIN ÇALIŞMAYA DAHİL OLMASI

Çalışmaya kendi rızanızla katılacaksınız veya çalışmaya katılmayı ret edebilecek ve isteğinizle hiçbir yaptırıma uğramaksızın çalışmadan çıkabileceksiniz.

İLETİŞİM

Hasta veya yasal temsilcilerin araştırma hakkında veya araştırma ile ilgili herhangi bir terslik olduğunda iletişim kurabileceğiniz kişi ve telefon numarası aşağıda verilmiştir:

Fzt. İsmail TÜRK TEN 05372073663

ÇALIŞMANIN SÜRESİ: Çalışmamız 6 ay sürecektir.

BİLGİLERİM KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın sorumluları etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı

“Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu”ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen hekim/fizyoterapist tarafından yapıldı. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım.

Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli olarak veya gerekçe göstermeden araştırmadan ayrılabilceğimi biliyorum. Bu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL.		
TARİH		

AÇIKLAMALARI YAPAN ARAŐTIRICININ		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		

DEĞERLENDİRME FORMU

1-AD SOYAD:

2-DOĞUM TARİHİ:

YAŞ:

3-BOY:

KİLO:

BMI:

4- Cep Tel:

5- Ders Gördüğü Program Bilgileri:

6- Herhangi bir sağlık probleminiz var mıdır?

7-Daha önce geçirdiğiniz ortopedik bir operasyonunuz var mıdır?

	R	L
8-Uzunluk ölçümleri:		
SİAS- Medial Malleol		
Ayak uzunluğu		
Navikular yükseklik (ayakta)		

Ayak Postür İndeksi				
		Plan	Sağ (-2,-1,0,+1,+2)	Sol (-2,-1,0,+1,+2)
ARD AYAK BÖLÜMÜ	Talus başı palpasyonu:	Transvers		
	Supra/inframalleolar eğimin gözlenmesi	Frontal/Transvers		
	Kalkaneusun inversiyon/eversiyonu	Frontal		
ÖN AYAK BÖLÜMÜ	Talonaviküler eklem bölgesinin gözlemlenmesi	Transvers		
	Medial longitudinal arkın yapısı	Sagittal		
	Ön ayağın arka ayağa göre abduksiyon/adduksiyonu	Transvers		
	TOTAL SKOR:			

REFERANS DEĞERLER:

Normal: 0, 5 arası

Pronasyon: +6, +9 arası

Yüksek pronasyon: +10<

Supinasyon: -1, -4 arası

Yüksek supinasyon: -5>

SUPINASYON REZİSTANS DEĞERİ		
	R	L
ÖLÇÜM		
ÖLÇÜM		
ÖLÇÜM		
NORMALİZASYON:		

YÜRÜME SIRASINDA UZUNLUK ÖLÇÜMLERİ			
	ÖLÇÜM	ÖLÇÜM	ÖLÇÜM
Adım Genişliği Mesafesi			
Adım Uzunluğu Mesafesi (sağ)			
Adım Uzunluğu Mesafesi (sol)			
Parkuru tamamlama süresi:			
Hesaplanan Hız:			

10. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-604.01.01-E.3630
Konu : Etik Kurulu Kararı

31/01/2019

Sayın İsmail TÜRK TEN

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Ayak basma kusuru olmayan bireylerde ayak postür değişimlerine ve adım genişliğine göre subtalar eklem supinasyon rezistansının değerlendirilmesi” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 31.01.2019 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 459968D7X5 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi

Kavacık Mah. Ekinçiler Cad. No.19 Kavacık Kavşağı - Beykoz
34810 İstanbul

Tel: 444 85 44
İnternet: www.medipol.edu.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin : bilgi@medipol.edu.tr

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ayak basma kusuru olmayan bireylerde ayak postür değişimlerine ve adım genişliğine göre subtalar eklem supinasyon rezistansının değerlendirilmesi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	İsmail Türkten			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoterapist			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		29/01/2019		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No: 114	Tarih: 30/01/2019		
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "oybirliği" ile karar verilmiştir.			

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. İlkur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Sibel DOĞAN	Psiko-onkoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hikmet ÜÇİŞİK	Biyoteknoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Keziban OLCAY	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* :Toplantıda Bulunma



E-İmzalıdır

T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 10840098-604.01.01-E.30188
Konu : Etik Kurulu Kararı

16/07/2019

Sayın İsmail TÜRK TEN

Üniversitemizin Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 30.01.2019 tarihli 114 no ile onay verilen "Ayak basma kusuru olmayan bireylere ayak postür değişimlerine ve adım genişliğine göre subtalar eklem supinasyon rezistansının değerlendirilmesi" isimli çalışmanızın başlığını "Ayak basma kusuru olmayan bireylerde ayak postürü, subtalar eklem supinasyon rezistansı ve genel yürüme parametrelerinin değerlendirilmesi" olarak değiştirilmesi isteğiniz uygun bulunmuş olup kayıt altına alınmıştır.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 16.07.2019 tarihinde e-imzalanmıştır.
Evrakınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden FA71DEBDX4 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi

Kavacık Mah. Ekinciler Cad. No.19 Kavacık Kavşağı - Beykoz
34810 İstanbul

Tel: 444 85 44
İnternet: www.medipol.edu.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin : bilgi@medipol.edu.tr

11. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı	İsmail	Soyadı	TÜRKTEN
Doğum Yeri	Turhal/Tokat	Doğum Tarihi	15.09.1992
Uyruğu	TC	TC Kimlik No	-
E-mail	ismailturkten@gmail.com	Tel	-

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora		
Yüksek Lisans		
Lisans	Bezmialem Vakıf Üniversitesi	2015
Lise	Turhal Cumhuriyet Lisesi	2010

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre
Fizyoterapist	Özel Başaran Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	2015-2016
Fizyoterapist	İstanbul Hospitalist Hastanesi	2016
Araştırma görevlisi	İstanbul Medipol Üniversitesi	2019-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama	Konuşma	Yazma
İngilizce	İyi	Orta	Orta

Yabancı Dil Sınav Notu

KPDS	YDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	57,5							

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	80		
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Powerpoint	İyi
Microsoft Word	Orta
Excell	Orta