



T.C.  
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FEMORAL ANTEVERSİYON ARTIŞI VE PES  
PLANOVALGUSU OLAN ÇOCUKLARDA TABANLIK  
KULLANIMININ YÜRÜMEYE ETKİSİ**

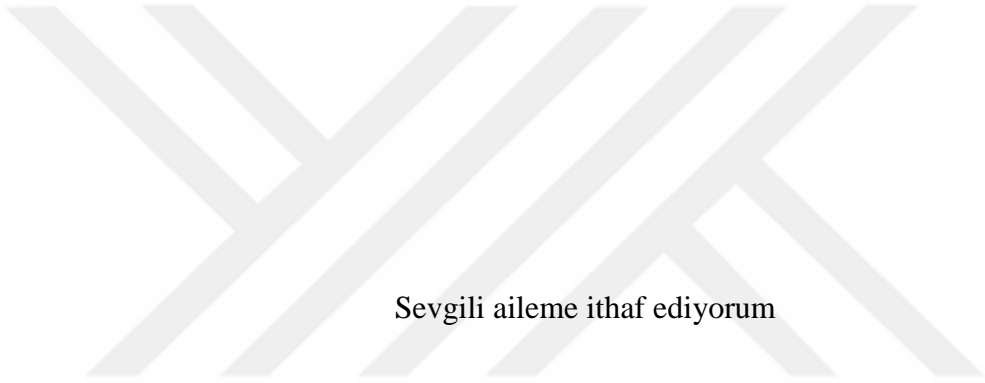
HALENUR EVRENDİLEK

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DANIŞMANLAR

- I. Tez Danışmanı Dr. Öğr. Üyesi MİRAY BUDAK
- II. Tez Danışmanı Prof. Dr. NAZİF EKİN AKALAN

İSTANBUL – ARALIK 2019



Sevgili aileme ithaf ediyorum

## TEŞEKKÜR

Tezimi geliştirmem ve tamamlamam konusunda tecrübelerini ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Miray BUDAK'a,

Her konuda bakış açısına hayran olduğum, tezimde ve akademik başarımda büyük emeği olan danışmanım Prof. Dr. N. Ekin AKALAN'a,

Yüksek lisans eğitimimde büyük emekleri olan Prof. Dr. Candan ALGUN'a,

Deęerli İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakóltesi öğretim üyelerine ve Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK'e,

Yürüme analizi serüvenimde bana yol gösteren ve sistemi her seferinde hayata bağlayan Yük. Müh. Shavkat KUCHIMOV'a,

Tez sürecimizde büyük zorlukları aşarak her seferinde yılmadan yola devam ettiğimiz çalışma arkadaşım Arş. Gör. Kübra ÖNERGE'ye, beraber çalışmaktan büyük keyif aldığım fazla mesai arkadaşım Arş. Gör. Gülşah KARACA YILMAZ'a ve sevgili Arş. Gör. Gamze ERTÜRK UZUNOğLU'na, her sorunun cevabını beraberinde getiren Fzt. Rukiye SERT'e ve verilerimin içinde kaybolmaktan kurtaran Cem TANIYAN'a,

Destekleriyle yanımda olan değerli hocalarım Prof. Dr. Burcu Semin AKEL, Doç. Dr. Fuat BİLGİLİ ve Dr. Öğr. Üyesi Adnan APTİ'ye,

Yardımları için Yürüme Analizi Laboratuvarı emektarları Hem. Sibel ÇEBİ ve Önder U MAY'a,

Sabırları ve destekleriyle bana güç veren çok değerli dostlarım Seda YÜKSEL, Neslişah GÜNDOğAN, Feyza DEMİRCİOğLU, Zeynep DEMİR, Mine SAK ve Baran AKOL'a,

Hayatım boyunca yanımda olan, aldığım her kararda beni koşulsuz destekleyen ve sevgilerini her zaman hissettiğim annem Süheyla EVRENDİLEK, babam ERKAN EVRENDİLEK, kardeşim Alp Erol EVRENDİLEK ve kuzenim Gamze BALYİYEN başta olmak üzere değerli aileme çok teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	İ
BEYAN .....	İİ
İTHAF .....	İİİ
TEŞEKKÜR.....	İV
İÇİNDEKİLER .....	V
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ .....	Vİİ
ŞEKİL VE TABLOLAR LİSTESİ .....	Vİİİ
1. TÜRKÇE ÖZET .....	1
2. ABSTRACT .....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ .....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Alt Ekstremitenin Rotasyonel Gelişimi .....	5
4.1.1. Ayağın gelişimi .....	6
4.2. Femoral Anteversiyon ve Femoral Anteversiyon Artışı .....	8
4.2.1. Femoral anteversiyonun değerlendirilmesi .....	9
4.2.2. Femoral anteversiyon artışının tedavisi.....	11
4.3. Pes Planovalgus.....	12
4.3.1. Pes planovalgusun değerlendirilmesi .....	14
4.3.2. Pes planovalgusun tedavisi.....	16
4.4. Femoral Anteversiyon Artışı ve Pes Planovalgus .....	18
4.5. Yürüme.....	19
4.5.1. Yürüme gelişimi.....	19
4.5.2. Yürümenin terminolojisi .....	20
4.5.3. Yürümenin fazları .....	21
4.5.3.1. Destek fazı.....	21
4.5.3.2. Salınım fazı.....	22
4.5.4. Yürümenin değerlendirilmesi.....	23
4.5.4.1. Femoral anteversiyon artışı ve yürüme .....	24
4.5.4.2. Pes planovalgus ve yürüme .....	24

5.	MATERYAL VE METOT.....	26
5.1.	Katılımcılar .....	26
5.1.1.	Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri .....	26
5.2.	Değerlendirme Ölçütleri.....	27
5.2.1.	Fiziksel değerlendirme .....	28
5.2.2.	Tabanlıklar .....	30
5.2.3.	Yürüme Analizi .....	31
5.2.4.	İstatistiksel Analiz .....	34
6.	BULGULAR .....	35
6.1.	Demografik ve Fiziksel Değerlendirme Bulguları .....	35
6.2.	Temporospatial Parametrelerin Bulguları .....	36
6.3.	Kinematik Parametrelerin Bulguları .....	37
6.3.1.	Tabanlılık grubu tabanlıksız ve tabanlıklılı yürüyüş bulgularının karşılaştırılması .....	38
6.3.2.	Tabanlılık grubu tabanlıksız yürüyüşü ve referans grubu bulgularının karşılaştırılması .....	38
6.3.3.	Tabanlılık grubu tabanlıklılı yürüyüşü ve referans grubu bulgularının karşılaştırılması .....	39
6.4.	Kinetik parametrelerin bulguları .....	47
6.4.1.	Moment parametrelerindeki değişiklikler .....	47
7.	TARTIŞMA.....	50
8.	SONUÇ .....	56
9.	KAYNAKLAR.....	57
10.	EKLER .....	70
11.	ETİK KURUL ONAYI .....	72
12.	ÖZGEÇMİŞ.....	73

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

API - 6: Ayak postür indeksi – 6

FA: Femoral anteversiyon

FAA: Femoral anteversiyon artışı

MLA: Medial longitudinal ark

PPV: Pes planovalgus

RG: Referans grubu

TG: Tabanlık grubu

TG-1: Tabanlık grubu (tabanlıksız)

TG-2: Tabanlık grubu (tabanlıklı)

TPAT: Trokanter prominens açısı testi

## ŞEKİL VE TABLOLAR LİSTESİ

**Şekil 4-1:** Yürüyüş periyodu fazları, alt fazları ve ana görevleri

**Şekil 5-1:** Yansıtıcı belirteçler

**Şekil 5-2:** Modelin sistemdeki görüntüsü

**Şekil 6-1:** Pelvise ait kinematik grafikleri

**Şekil 6-2:** Kalça eklemine ait kinematik grafikleri

**Şekil 6-3:** Diz eklemine ait kinematik grafikleri

**Şekil 6-4:** Ayak ve ayak bileği eklemine ait kinematik grafikleri

**Şekil 6-5:** Alt ekstremitte sagittal plan moment grafikleri

**Resim 5-1:** Beighton testi

**Resim 5-2:** Ayak Postür İndeksi - 6

**Resim 5-3:** Tabanlıksız ve tabanlıklı ayak postürleri

**Resim 5-4:** Standart olarak belirlenen ayakkabılar

**Tablo 6-1:** Çocukların demografik ve fiziksel değerlendirme bulguları ile arasındaki farklar

**Tablo 6-2:** İlgili fiziksel değerlendirme bulguları arasındaki ilişkiler

**Tablo 6-3:** İlgili temporospatial parametrelerin bulguları

**Tablo 6-4:** İlgili temporospatial parametrelerin arasındaki farklar

**Tablo 6-5:** Pelvise ait kinematik parametrelerin bulguları

**Tablo 6-6:** Pelvise ait kinematik parametrelerin arasındaki farklar

**Tablo 6-7:** Alt ekstremitteye ait kinematik parametrelerin bulguları

**Tablo 6-8:** Alt ekstremitteye ait kinematik parametrelerin arasındaki farklar

**Tablo 6-9:** İlgili moment parametrelerin bulguları

**Tablo 6-10:** İlgili moment parametrelerin arasındaki farklar

## 1. TÜRKÇE ÖZET

### FEMORAL ANTEVERSİYON ARTIŞI VE PES PLANOVALGUSU OLAN ÇOCUKLARDA TABANLIK KULLANIMININ YÜRÜMEYE ETKİSİ

Femoral anteversiyon artışı(FAA), femurun transvers plan problemi olup sıklıkla ayakta pronasyon artışına yol açarak pes planovalgusa(PPV) neden olur. Alt ekstemite dizilim bozukluklarında medial longitudinal arkı(MLA) destekli tabanlıklar, ayakta artan pronasyonun kontrol altına alınarak dizilimin düzenlenmesi için kullanılmaktadır. FAA ve PPV'si olan çocukların sağlıklı yaşlılarından farklı olan yürüme parametreleri ve tabanlık kullanımının bu parametrelere etkileri bilinmemektedir. Çalışmanın amacı, FAA ve PPV'si olan çocuklarda MLA destekli tabanlıkların, yürüme biyomekaniğine ve ayak postürüne olan etkilerini sağlıklı yaşlılarıyla kıyaslayarak belirlemektir. Bu amaçla FAA ve PPV'si olan 11 çocuk Tabanlık Grubu'na(TG), kas iskelet sistemi problemi olmayan sağlıklı 10 çocuk ise Referans Grubu'na(RG) dahil edildi. Tüm katılımcıların ayak postürleri, hipermobilitesi ve eklem hareket açıklıkları değerlendirilerek TG için tabanlıksız(TG-1) ve tabanlı(TG-2) koşullarda; RG için normal yürüyüş sırasında standart ayakkabılarla üç boyutlu yürüme analizi yapıldı. TG-1, TG-2 ve RG yürüyüşlerinin kinematik ve kinetik parametreleri arasındaki farklar istatistiksel olarak değerlendirildi. FAA ve PPV'si olan çocukların pelvik tilt ve rotasyonu, kalça internal rotasyonu ve fleksiyonu, sagittal plan kalça ve diz hareket açıklığı ve ayak internal progresyonu RG'ye göre anlamlı olarak yüksekti. TG'nin tabanlıkla yürüyüşü sırasında anterior pelvik tilt, sagittal plan kalça fleksiyonu ve ayak internal progresyonu artarken; maksimum kalça internal rotasyonu, destek fazında diz valgusu ve internal rotasyonu ile sagittal plan diz ve ayak bileği hareket açıklığı anlamlı olarak azaldı. Sonuçta, FAA ve PPV'si olan çocuklarda subtalar eklemi nötralde destekleyen tabanlıkların üç planda da kinematik parametreleri etkilediği, RG grubuna yaklaşır parametrelerin olduğu, anterior pelvik tilt ve ayak internal progresyonu artışı konusunda dikkatli olunması gerektiği bildirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** femoral anteversiyon, pes planovalgus, tabanlık, yürüme analizi, ayak postürü



## 2. ABSTRACT

### THE EFFECTS OF USING INSOLES ON WALKING IN CHILDREN WITH INCREASED FEMORAL ANTEVERSION AND PES PLANOVALGUS

Increased femoral anteversion (IFA) is a transverse plane problem of the femur, often increase the pronation of the foot, leading to pes planovalgus (PPV). Medial longitudinal arch (MLA) supported insoles are used to control increased pronation of the foot and to regulate the alignment for lower extremity. The effects of insoles to gait parameters which are different from healthy peers in children with IFA and PPV, are not known. The aim of this study was to determine the effects of MLA-supported insoles on gait biomechanics and foot posture in children with IFA and PPV by comparing with healthy peers. 11 children with IFA and PPV were included in the Insoles Group(IG) and 10 healthy children without musculoskeletal problems were included in the Reference Group(RG). All participants' foot posture, hypermobility and range of motions were evaluated. Three-dimensional gait analysis was performed with standard shoes during normal gait for RG and with(TG-1) /without(TG-2) insole conditions for IG. Differences between kinematic and kinetic parameters of TG-1, TG-2 and RG gait were evaluated statistically. Pelvic tilt and rotation, hip internal rotation and flexion, sagittal plane hip and knee range of motion, and foot internal progression were significantly higher in children with IFA and PPV compared to RG. Anterior pelvic tilt, sagittal plan hip flexion and foot internal progression increased during TG walking with insoles; maximum hip internal rotation, knee valgus and internal rotation in the support phase and sagittal plan knee and ankle range of motion were significantly reduced. In conclusion, the insoles that supporting the subtalar neutral position affect kinematic parameters in all three planes in children with IFA and PPV. Although there are parameters approaching the RG group, caution should be exercised on anterior pelvic tilt and foot internal progression.

**Key words:** femoral anteversion, pes planovalgus, insole, gait analysis, foot posture

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Femoral anteversiyon (FA), femur başı ve boynunun femurun transkondiler eksenine göre öne doğru rotasyonudur. Yenidoğanda 30°-40° iken zamanla azalarak yetişkinlik çağında 10°-15° ulaşması beklenir. Bu açının normal değerlerinden yüksek olması femoral anteversiyon artışı (FAA) olarak tanımlanır. FAA, femurun transvers plan problemi olarak sagittal ve koronal planda da biyomekanik değişikliklere ve maladaptasyonlara neden olmaktadır. FAA'nın alt ekstremitede internal rotasyon yönünde oluşturduğu moment, subtalar eklemden pronasyon oluşturarak pes planovalgus (PPV) oluşumuna neden olabilmektedir. Çocuklarda FAA ve PPV'nin pozitif yönde korelasyon gösterdiği, bu birlikteliğin bel ve bacak ağrıları, çabuk yorulma, kalça çevresi kaslarda zayıflık ve kas krampları şikâyetleri görülebildiği bildirilmiştir. Bu çocuklarda tanımlanan biyomekanik dezavantajların tekrarlayan aktiviteler ile alt ekstremitede patolojik travmalar oluşturarak patellafemoral disfonksiyon, osteoartroz, bağ ve kas yaralanmaları ile skolyoz gibi kronik bozukluklar yönünden risk oluşturduğu bilinmektedir. Bu çocuklarda koruyucu tedavi yöntemlerinin erken dönemde uygulanması ve geliştirilmesi, çocuğun iyilik halinin sağlanarak ağrısız bir yaşam sürdürebilmesine katkı sağlayacaktır.

FAA'nın kesin tedavi yöntemi osteotomi cerrahileri iken, nörolojik problemi olmayan çocuklarda cerrahi uygulamaları tartışmalıdır. FAA artışı olan çocuklar için klinikte konservatif tedavi yaklaşımları tercih edilmektedir. Çocuklarda PPV tedavisinde ise kilo kontrolü, egzersiz, aktivite modifikasyonu önerilmekte ayrıca bu çocuklar için ayak postürünü nötralde destekleyen tabanlıklar reçetelendirilmektedir. FAA ve PPV birlikteliğinde, ayakta artmış olan pronasyonu azaltmayı hedefleyen özel üretilmiş tabanlıklar, uygun dizilimi destekleyerek görünürde statik bir düzeltme sağlamaktadır. Ancak bu çocuklarda, tabanlığın en sık gerçekleştirdiğimiz günlük yaşam aktivitesi olan yürüme sırasında proksimal alt ekstremiten biyomekaniğine etkileri bilinmemektedir.

Çalışmanın amacı, FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlığın, ayak postürüne ve proksimal alt ekstremiten biyomekaniğine etkilerini sağlıklı yaşlılarıyla kıyaslayarak belirlemektir.

Çalışmanın hipotezleri aşağıdaki gibidir.

H0: FAA ve PPV'si olan çocukların yürüme parametreleri ile tipik kas iskelet sistemi gelişimini sürdüren yaşlılarının yürüme parametreleri arasında fark yoktur.

H1: FAA ve PPV'si olan çocukların yürüme parametreleri ile tipik kas iskelet sistemi gelişimini sürdüren yaşlılarının yürüme parametreleri arasında fark vardır.

H0: FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlık, yürüyüş parametrelerini ve ayak postürünü etkilemez.

H1: FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlık, yürüyüş parametrelerini ve ayak postürünü etkiler.

## 4. GENEL BİLGİLER

Alt ekstremitenin rotasyonel gelişimi prenatal dönemde başlar ve normal gelişimin bir parçasıdır. Gelişimin normal varyasyonları arasında bulunan içe dönük veya dışa dönük yürüme, içe basma gibi alt ekstremitte rotasyonel problemleri, genu valgum veya genu varum gibi alt ekstremitte açılma problemleri, çocukların yürümeye başlamasıyla birlikte aileler tarafından fark edilerek endişe yaratmaktadır (1–3). Aileler, çocuklarının alt ekstremitesinde farklı buldukları dizilim ve yürüyüş farklılıkları nedeniyle pediatri ve ortopedi kliniklerine başvurmakta ve medikal destek aramaktadır (1,4–6).

Gelişim çağındaki çocuklarda yürürken ve ayakta duruş sırasında ayakların ve kalçanın içe dönük olması, koşarken takılma ve düşmeler yaşanması aileleri endişelendiren en genel şikâyetlerdedir. İçe dönük yürüme paterninin görüldüğü bu çocuklarda transvers planda oluşan biyomekanik problem; femoral anteversiyon artışı (FAA) ve/veya internal tibial torsiyon ve/veya metatars adduktus nedeniyle olabilmektedir (7,8).

Sağlıklı çocuklarda alt ekstremitede sık görülen rotasyonel problemler benign olup çoğu vakada aktif bir tedavi gerektirmeden fizyolojik olarak düzelmekte ve buna bağlı fiziksel görünüme yönelik şikâyetler azalmaktadır (1,9). Patolojik problemleri normal gelişim sürecinden ayırabilmek için 10 yaşına kadar olan dönemde normal kabul edilen rotasyonel varyasyonları bilmek, aileleri bu konuda eğitmek ve patolojik durumları erken dönemde tespit etmek önemlidir (9). Bu dönemde takip edilen çocuğun, detaylı hikâyesinin alınması ve fiziksel değerlendirmelerinin yapılması radyolojik tetkiklere gerek duyulmadan patolojinin tespit edilebilmesine katkı sağlar (1,2).

### 4.1. Alt Ekstremitenin Rotasyonel Gelişimi

Matür kas iskelet sistemi, embriyolojik dönemden başlayarak iskelet olgunlaşması gerçekleşinceye kadar hücre ve ekstraselüler matrikste organize olarak gerçekleşen olayların sonucu gelişir (10). Alt ekstremitenin büyümesi ilk 5 yaşına kadar oldukça hızlı iken büyüme hızı puberteye kadar yavaşlayarak devam eder (10). Lokomotor sistemin prenatal ve postnatal şekillenmesi ile büyümesi eksternal

kuvvetlerin etkisindedir. Prenatal dönemin 5.-7. haftalarında kasların kasılmasına bağlı olarak iskelette oluşan mekanik etkiler önemli değişikliklere yol açmaktadır, ossifikasyonla ilişkilidir (11). Anne karnındaki pozisyonlanma biçimi, eklemlerde ve kaslarda geçici kontraktürlere neden olmaktadır (12). Postnatal büyüme sırasında ise yerçekimi temel parametredir (11).

Alt ekstremitenin rotasyonları prenatal dönemde başlar ve normal gelişimin bir parçasıdır (13). Embriyo fleksiyondaki dizleri öne, ayağı ise orta hatta getirir ve 7. haftada alt ekstremitte intenal rotasyonu başlar. Rotasyon, embriyolojik dönemin sonuna kadar tamamlanır (14). Prenatal dönemde fetüsün kalça ve dizi fleksiyundayken hamileliğin ileri dönemlerinde kalça hiperfleksiyona gelir. Femur shaftının konumu ve femur proksimalinin asetabular yapısıyla ilişkisinin sonucu oluşan mekanik kompresyon, direnç kuvveti oluşturarak femoral anteversiyon (FA) oluşumunu etkilemektedir (11).

FA açısı prenatal 11. haftada  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$  arasındadır. FA açısı 3. trimestere kadar anlamlı olarak değişmezken (15), fetal dönemin yarısından itibaren 36. haftaya kadar  $45^{\circ}$ 'ye yükselir (16). Doğumdan sonra kalçada görülen eksternal rotasyon yönündeki kontraktürün maskelediği FA açısı 3-12 ay arasında ortalama  $39^{\circ}$  iken 2 yaşına kadar  $31^{\circ}$ 'ye gerilemekte, daha sonra her yıl 1-2 derece azalarak  $24^{\circ}$ 'ye ulaşmaktadır. 14-16 yaşa gelindiğinde ise FA değerinin  $21^{\circ}$ 'den  $16^{\circ}$ 'ye düşmesi beklenmektedir (17,18). FA açısının normal gelişim süresince azalması genetik faktörler, normal yürüme gelişimi ve kas gücü etkisiyle ilişkilidir (19).

Tibial torsiyon ise, prenatal 5. ayda  $20^{\circ}$  internalde iken doğumdan sonra bu açı  $2^{\circ}$ - $4^{\circ}$  arasındadır (20). 1-2 yaşlarında internal tibial torsiyon belirgin olup büyümeyle birlikte spontan olarak azalarak  $5^{\circ}$ - $20^{\circ}$  eksternal tibial torsiyona gelir (19).

Çocuklarda görülen transvers plan problemleri genellikle minör problemler olup, tedavi gerektirmez (21). Ancak kalıcı/inatçı transvers plan dizilim bozuklukları yürüme ve aktivitelerde disfonksiyona yol açabilmektedir (22) .

#### **4.1.1. Ayağın gelişimi**

Ayak; kasları, ligamentleri, kemikleri ve sahip olduğu özel arklarıyla aktiviteler sırasında değişik zeminlere uyum ve destek sağlayan, yer reaksiyon

kuvvetini absorbe eden ve güçlü enerji depolama mekanizmasına sahip olan kompleks bir yapıdır (23).

Yürüme ve koşma sırasında eşit olmayan yüzeylere uyum sağlayarak yer reaksiyon kuvvetinin absorbe edilmesi ve destek fazının sonunda rijit bir kaldıraç kolu oluşturarak itmenin sağlanması ayağın arkları, bağları ve intrinsik kaslarının uyumlu çalışmasıyla mümkündür (24,25). Bu fonksiyonda ayağın medial longitudinal, lateral longitudinal ve transvers olmak üzere üç ana arkı ile plantar fasya önemli görevlere sahiptir (24). Ayak arklarının temel fonksiyonu plantar yüzdeki yumuşak dokuların doğrudan yüklenmesini engelleyerek plantar yapıları korumak, aktivite esnasında mekanik enerjiyi depolayarak aktivite sırasında kullanmak ve yer reaksiyon kuvvetinin oluşturduğu şoku absorbe etmektir (26). 3 nokta destek yüzeyi sağlayan bu adaptasyonlar, itme sırasında talo-kruval ekleme binen yükün arklar aracılığıyla metatarslara aktarılmasını sağlayarak uzamış erek postürün ve bipedal lokomasyonun verimliliğini arttırmaktadır (27).

Ayak, hem yapısal ve hem de fonksiyonel gelişim göstermektedir (28). Yenidoğanda ayağın büyük bir kısmı yumuşak dokudan oluşurken ossifikasyonun tamamlanması ilk 10 yılda, epifiz plaklarının ossifikasyonu ise 15-21 yıl süresinde gerçekleşmektedir (29). Çocuklarda ayaktaki tendon ve ligamentlerin kollajen fiberlerindeki çapraz bağlantıların daha az olması, ayağın fleksible olmasına neden olmaktadır. Adölesan döneme kadar bu yapılarda çapraz bağlantıların artması mekanik rijidite sağlamaktadır (30).

Yenidoğanda ayağın anatomik yapıları henüz gelişmemiştir. Ayak, yük dağılımını dengeleyen, talonavikular eklemdaki yükü alarak kondrial yapıların korunmasını sağlayan “fat pad” dokusu ile desteklenir. Ayağın arka kısmı valgus pozisyonundadır. Emekleme ve adımlama aşamasına gelen bir bebekte nöromusküler kontrolün de artmasıyla kemikler gelişir, ligamentler ve kaslar kuvvetlenmeye başlar (28,31). “Fat pad” dokusu yaşla birlikte azalırken, ayağın longitudinal arkı fiziksel aktivite, ayakkabı ve vücut ağırlığı gibi dış faktörler, genetik gibi iç faktörlerden etkilenecek şekilde gelişir (28). Ayak arklarının gelişimi 2 – 6 yaşları arasında hız kazanırken arkların yapısal olarak olgunlaşması 12 – 13 yaşlarında olur (32,33). Bebekler erken çocukluğa kadar, medial ark yetersizliği ve hipermobile gibi nedenlerle düztaban görünürler. Dinlenme halinde medial ark varmış gibi görünse de ayağa yük

verildiğinde bağların uzaması ve tarsal kemiklerin birbirinden uzaklaşmasıyla düztaban görüntüsü oluşturur (34). Çocuklarda gelişim süresinde görülen PPV'nin ne şiddette olması gerektiği ile ilgili bir konsensüs bulunmamaktadır (35).

#### **4.2. Femoral Anteversiyon ve Femoral Anteversiyon Artışı**

Kemiğin rotasyonu, proksimal ve distal eksenleri arasındaki açıdır. Rotasyonun normal yönde ve şiddette olması “versiyon” olarak adlandırılır. Bu açı pozitifse “antervert”, negatifse “retrovert” olarak tanımlanır (19). Femoral anteversiyon (FA), femur başının, trokantrik bölgenin ve femur boynunun dizin transkondilar eksenine göre öne doğru rotasyonudur (36,37). FA; fetal gelişimin, genetik faktörlerin, mekanik kuvvetlerin ve intrauterin pozisyonun sonucudur (17).

FA açısı değişiklikleri fizyolojiktir ve yaşla değişkenlik gösterir. Yenidoğanda FA yaklaşık 30-40° iken genetik faktörler, normal yürüme gelişimi ve kas gücü etkisiyle adölesan döneme kadar 10-15°'ye düşmesi beklenir (19). Bu düşüşün büyük bir kısmı 8 yaşına kadar sürmektedir (1). Yetişkinlerde anteversiyon açısının 8° - 14° arasında olması beklenir (erkeklerde 8°, kadınlarda 14°) (38).

Femoral anteversiyon artışı (FAA), FA açısının gelişim süresince olması gereken normal değerlerinden yüksek olmasıdır. FAA, erken çocukluk çağındaki kız çocuklarında ve hiper mobil çocuklarda daha fazla olmak üzere çoğunlukla simetrik görülür ve genetikdir (2,4,19). FAA en sık 4-7 yaşları arasındaki okul çocuklarında görülür (2).

FAA, kas dengesizliğine yol açan ve alt ekstremitte rotasyonel dizilimini etkileyen nöromusküler hastalıklara bağlı gelişebildiği gibi, idiyopatik olarak da görülebilen gelişimsel bir problemdir (39,40). FAA, başta transvers plan olmak üzere sagittal ve koronal planda da patolojik değişimlere yol açarak, yürüme biyomekaniğini değiştirmektedir (41,42). Fiziksel değerlendirmelerde; ayakta duruş sırasında diz kapaklarının birbirine dönük olması (çarpık bacaklılık) ve tibial eksternal rotasyonu normalken içe dönük yürümenin görülmesi FAA' yı sıklıkla doğrulamaktadır (2). Ayrıca FAA' sı olan çocuklarda “W” oturuş alışkanlığı olduğu ve bağdaş kurarak oturmada zorluk olduğu görülmektedir (2,3). Bu grup çocukların %80'inde 8 yaşına kadar spontan olarak şikâyetlerin azalması beklenmektedir (1). FA' nin 20°'den yüksek olması FAA olarak tanımlanır (15).

FAA, gluteus medius kasının abduktör kaldıraç kolunu azaltarak yürüme bozukluklarına yol açmaktadır. Yürüme sırasında kalçada internal rotasyon görülmesinin kalçada abduktör momentin artırılabilmesi için dinamik bir kompensasyon olabileceği bildirilmiştir (43).

FAA olan çocuklarda içe dönük yürümenin endişe yaratması, şikâyetlerin herhangi bir semptomu olmamasına rağmen yürürken ve/veya koşarken takılıp düşmelere zemin hazırlaması ve yaralanmalar için risk oluşturması konusunda önemsenmelidir. FAA olan çocuklarda düşme sıklığı yaşlarına göre daha fazla bulunmuştur (44). Bazı vakalarda düşme sıklığının yüksek olmasına bağlı olarak sekonder gelişen anksiyete ve kinezyofobiye bağlı olarak, okula ve fiziksel aktivitelere katılımın limitlendiği rapor edilmiştir [49]. FAA; lomber lordozun ve torakal kifozun artması gibi duruş bozukluklarına, asimetrisinin olması durumunda erken veya kronik dönemde skolyoza sebep olabilmektedir (45). FAA' ya kompensatuvar tibial eksternal torsiyon eşlik ettiği vakalarda bu kombinasyon, Q açısında artışa ve patellofemoral eklem instabilitesine yol açmaktadır (19). "Torsiyonel malalignment sendromu" olarak tanımlanan bu dizilim problemi, aktiviteler sırasında femoroasetabular ve patellafemoral eklemlerdeki yükün artmasına bağlı ön diz ağrısı, femoroasetabular impingement, osteoartroz, koksartroz ve bağ-menisküs yaralanmaları gibi uzun dönemde yaşam kalitesini etkileyen patolojilere ve alt ekstremitte fonksiyonlarının azalmasına sebep olmaktadır (19,41,46,47). FAA' nın ön çapraz bağ yaralanması için risk faktörü olduğu bildirilmiştir (48). Özellikle hipermobil olan çocuklarda aktiviteye bağlı gelişen yorgunluğun fazla olması, düşme ve yaralanma riskinin artmasına yol açmaktadır (19,46). FAA' ya ilişkin uzun vadede görülen bu patolojiler, aktivite ve spora katılımı limitleyerek yaşam kalitesini etkilemektedir (41).

#### **4.2.1. Femoral anteversiyonun değerlendirilmesi**

Alt ekstremitte transvers plan dizilimi birçok yöntem ile değerlendirilebilmektedir. Fiziksel değerlendirme, direkt grafi, bilgisayarlı tomografi (BT), floroskopi, ultrasonografi ve magnetik rezonans görüntüleme yöntemleri statik olarak, bilgisayarlı hareket analiz sistemleri ise dinamik olarak değerlendirmelerde kullanılabilir (19,49,50). FA açısının doğru ölçümünde seçilen protokole bağlı olarak BT altın standart yöntem olarak bildirilmiştir. Görüntüleme teknikleri



ve fiziksel değerlendirmeler, ie donuk yurmenin nedeninin tanımlanmasında önemlidir (51). FA değerlendirmesinde indirekt bir yöntem olan fiziksel değerlendirme, klinikte pratik olması ve görüntüleme yöntemleri öncesinde rotasyonel problemler hakkında fikir elde edilmesi konusunda önemlidir.

Çocuğun antenatal ve perinatal geçmişi, aile geçmişi ve çocuğun kronolojik yaşına göre tamamladığı motor mihenk taşları sorgulanmalıdır. Alt ekstremite kas iskelet sistemine yönelik yapılan fiziksel değerlendirmeler ise rotasyonel ve açısal profilin değerlendirilmesi, bacak boyu seviye ve eklem hareket açıklığının, ayak yapısının ve yürüme analizi yapılmasını içermektedir (3). Fiziksel görünüş, duruş, postür, anormal boy uzunluğu ve yüz, asimetrik uzuv bulguları, eklem hareketlerindeki limitasyonlar, bacak boyu seviye farkları gibi patolojik bulguların tespit edilmesi durumunda radyolojik veya diğer medikal tetkiklerin yapılmasına önerilmektedir (1,2,13) Yürüme ve koşma problemleri, aksamalar ve takılıp düşmelerin sık gorulduğu aktiviteler ile “W” oturma alışkanlığı sorgulanmalıdır (1,3).

Kas iskelet sistemi fiziksel muayenesi ise dizilim ve fonksiyonun incelenmesini içermektedir. Değerlendirmeler alt ekstremiteye yük verilmeyen durumda hareket açıklıklarının ve eklem pozisyonlarının değerlendirilmesini, eklem hareketinde tespit edilen herhangi bir limitasyonun nedeni olabilecek kas kısalıkları, spastisite konjental füzyonlar ve kemik veya kıkırdak blokları veya kontraktürler yonunden değerlendirilerek nedeni araştırılmalıdır (52). Değerlendirmeler dinlenme pozisyonlarında yapıldığı gibi mutlaka ayakta duruşta statik olarak veya yürürken ve koşarken dinamik olarak değerlendirilmelidir (1).

Staheli tarafından alt ekstremitenin rotasyonel profili için tanımlanan değerlendirme yöntemleri; kalça iç ve dış rotasyon, uyluk-ayak aı ve ayak progresyon aı ölümlerini içermektedir (19,53). Bu değerlendirilmeler ie donuk yürümenin komponenti olan metatarsus adduktus, tibial torsiyon ve femoral anteversiyon artışının klinikte birbirinden ayrılması için kullanılmaktadır (53). Klinik ölümlerde kalça internal rotasyonun normal değerinin üzerinde olması (60°-90°) ve kalça eksternal rotasyonun normal değerinden az olması (10°-15°) FAA'nın klinik göstergesidir (3). Rotasyonel profil parametreleri ve BT görüntüleri korelasyon göstermektedir [49].

FA açısı, klinikte Trokanter Prominens Açığı Testi (TPAT) ile değerlendirilebilmektedir. Ruwe ve ark. TPAT testinin bulgularının radyografik ölçümlere göre üstün bulmuştur (54). TPAT sonucunun 15°-20° arasında olması FA için normal sınırlar olarak kabul edilmektedir (55).

Uyluk-ayak açısı, transvers planda tibia ve ayağın rotasyonunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Eksternal rotasyon yönüne pozitif, internal rotasyon yönü ise negatif değer verilmekte olup normal değeri +10°-15° iken çocuklarda 30°'ye kadar normal kabul edilebilir (53).

Ayak progresyon açısı, yürüme eksenini ile ayağın eksenini arasındaki açıdır. İçer dönlük ise değerler negatif, dışa dönlük ise pozitif değerlerle tanımlanır. Ortalama +10°-15° civarında olması beklenmektedir (53).

Rotasyonel gelişimin takip edildiği çocuklarda yapılan tüm değerlendirmelerin ve çocuğun gelişimi hakkında toplanan tüm verilerin kayıt altında olması ve her kontrolde değerlerin incelenmesi çocuğun takibinin bir parçası olmalıdır (1).

#### **4.2.2. Femoral anteversiyon artışının tedavisi**

Staheli'ye göre FAA tedavisinin cerrahi dışında efektif bir tedavi yöntemi bulunmamaktadır (53). Kemiklerin büyüme kıkırdakları kapandıktan sonra bu artışın düzeltilmesi için uygulanan tek tedavi yöntemi osteotomi cerrahileridir (56). FAA olan çocuklarda yapılan cerrahi tedaviler sıklıkla ciddi kozmetik ve fonksiyonel yürüme bozukluğu Serebral Palsi'li (SP'li) çocuklara yöneliktir. %64 oranında içer dönlük yürüme paterni gözlenen bu çocuklarda takılma ve düşmeler, eksternal tibial torsiyon artışı, patellar sublüksasyonlar görülebilmektedir (57,58). Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarına rağmen semptomların dirençli olması durumunda farklı seviyelerde derotasyonel kemik osteotomileri uygulanabilmektedir (47). Rotasyonel deformitelerin doğal bir şekilde azalmadığı tespitini yapabilmek için yeterli bir süre beklenmelidir. 5 yaşından önce tibial derotasyon, 8 yaşından önce femoral derotasyon osteotomileri yapılmamaktadır (19). 10 yaşından küçük çocuklarda sıklıkla distal osteotomi, çocuklar ve gençlerde ise proksimal intertrokanterik veya subtrokanterik osteotomi tercih edilebilmektedir. Açıklama yapılmadan erken yürüme şansı tanıyan kapalı femoral derotasyon osteotomi ve femoral intermedullar çivileme cerrahileri de yapılabilmektedir (19).

FAA' nın kozmetik bir sorun olarak görülmesi, ilerleyen yaş ile spontan olarak azalması ve cerrahi tedavinin olası komplikasyon riskleri nedeniyle öncelikle konservatif tedavi yöntemleri tercih edilmektedir (47). FAA' nın büyüme çağında azaltılmasıyla ilgili etkinliği henüz kanıtlanmamış fizyoterapi uygulamaları ve spor dalı önerileri bulunmaktadır. Bunlar, kaldıraç kolu yetersizliği nedeniyle kuvvetinde azalma görülen kalça çevresi ekstansör ve abdükör kasların kuvvetlendirilmesi ve yüzme ile bisiklete binme aktiviteleri gibi FAA' ya bağlı azalan alt ekstremite fonksiyonunu geliştirmeye yönelik egzersiz önerilerinden oluşmaktadır. FAA olan çocukların fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında mutlaka yürüme ve postür egzersizleri ile Quadriseps ve Vastus medialis kaslarının kuvvetlendirme egzersizlerinin bulunması önerilmektedir (47). Gluteus maksimus kasının aktivitesi, artan internal rotasyonun kontrol edilmesinde ve diz valgus momentinin azaltılmasında önemli olduğundan, bu kasa yönelik egzersizler de önem kazanmaktadır (59). FAA olan kişilerde kalça hareket açıklığındaki simetrinin sağlanmasına yönelik fizyoterapi uygulamaları kalça problemlerinin önlenmesinde önemli olacağı nedeniyle programa eklenmelidir (55).

FAA tedavisi kapsamında uygulanan konservatif tedaviler literatürde kama, ayak ortezleri, twister ve gece splintleri şeklinde çeşitlendirilmiş ancak bu cihazların FAA' nın doğal gelişimini etkilemediği bilinmektedir (19).

İçeride dönmüş yürüyen ve düşme sıklığı fazla olan çocuklarda MLA destekli EVA tabanlıkların ve "gait plate" olarak tanımlanan ayak ortezleri kullanımı sonrası takılıp düşme şikâyetlerinde azalma sağlanmıştır (60) (61). 5. metatars hizasından başlayarak 1. metatars hizasına kadar lateralde uzun medialde kısa olmak üzere 45° eğimle biten ve subtalar eklemi nötralde destekleyen tasarımlı bu ortezler ile ayak internal progresyonda azalma sağlanarak gelişim çağındaki çocukta fizyolojik yürüme paterninin sağlanması hedeflenmektedir (62).

### **4.3. Pes Planovalgus**

Pes planovalgus (PPV), ayağın longitudinal medial arkının azalması veya yok olması nedeniyle arkların adaptif yapısının etkilenmesi sonucu lokomotor beceriyi azaltan ve çocuklarda en sık görülen ayak patolojilerinden birisidir (27,34). Çocuklarda PPV, ağrıya sebep olarak rahatsızlık verebileceği gibi herhangi bir şikâyete yol açmaksızın da görülebilir. Aileler sıklıkla kozmetik olarak farkettileri

bu deformitenin semptom vermese dahi gelecekte sebep olabileceği bozukluklar nedeniyle çocuklarının etkileneceği kaygısını taşımaktadır.

PPV, esnek ve rijit olmak üzere iki şekilde tanımlanmıştır. Ayağa yük verilmediği anlarda belirgin olan ayak arklarının yük verildiğinde azaldığı veya kaybolduğu durumunda esnek PPV; subtalar eklemin limitli olduğu durumda ise rijit PPV varlığından söz edilmektedir (63). Esnek PPV, çocuktan parmak ucuna yükselmesi istendiğinde arkın düzeldiği görülmektedir (64). PPV varlığı geniş bir spektrum göstermektedir. Kas, kemik ve ligamentler arasındaki ilişki ve alt ekstremitte dizilimi, medikal durumlar PPV gelişiminde rol sahibi olabilir (63). Tarsal koalisyon, kollajen anormalite, nörolojik hastalıklar veya altta yatabilen diğer patolojiler nedeniyle ayakta ağrılı, rijit veya esnek PPV görülebilir (34). Bazı romatolojik veya neoplastik hastalıklarla ilişkili vakalarda gece ağrısı, sabah sertliği, ödem, uyuşukluk, ağrı gibi semptomlar olabilir (65). Ayağın ağrılı veya ağrısız olması, fonksiyonel yetersizliğe yol açması, subtalar instabilite görülmesi, anormal mekaniğe sahip olması veya hepsinin dışında kozmetik endişeye yol açması mümkündür.

Pediyatrik PPV vakalarının %95' ini esnek PPV oluşturmaktadır. 2-16 yaş arasındaki çocuklarda PPV görülme sıklığı %48.5-77.9 arasında değişkenlik gösterirken yetişkinlik çağında bu oran %2-23 arasına gerilemektedir (31,66,67). PPV varlığı ve şiddeti yaş, cinsiyet, ırk, kilo ve ayakkabı seçiminden etkilenmektedir (68,69). PPV, erkek çocuklarında (%52) kız çocuklara (%36) göre daha sık görülmektedir (68,70,71). Ayrıca, Chen ve ark. (2011) hipermobilitiyi, erkek cinsiyeti, W oturuşu ve obeziteyi 3-6 yaş okul öncesi çocuklarda PPV için risk faktörü olarak bildirmiştir (72).

Posterior tibial tendon yetersizliğinin görüldüğü esnek PPV'de ayak yerle temasta iken ayağa yük verilmesiyle topukta valgus, ayağın orta bölümünde dorsifleksiyon ve abduksiyon, ayağın ön bölümünde pronasyon ve eksternal rotasyon görülmektedir (63,73). Ayağın arka bölümünde gelişen eversiyon şeklindeki mekanik değişiklik, yürümenin itme fazında gerekli olan rijit kaldıraç kolunun yetersizliğine sebep olarak, dayanıklılıkta azalma ile birlikte spor ve fiziksel aktivitelere katılma motivasyonunun düşmesine neden olabilmektedir (63).

Alt ekstremitenin rotasyonel profili, PPV'yi etkilemektedir. İnternal tibial torsiyon ve topuğun anormal dizilimi medial ark düşüklüğü ve ayakla ilgili semptomlarla ilişkili bulunmuştur. FAA, eksternal tibial torsiyon veya hipermobilitate PPV oluşumu için potansiyel risk faktörüdür (63).

PPV; halluks valgus, tarsal tünel sendromu [80], plantar fasiitis (74), aşil tendinit (75), tibialis anterior inflamasyonu ve patellofemoral eklem ağrısı (76) gibi patolojilerle ilişkili bulunmuştur. Normal ayaktan farklı olarak PPV bir ayakta düşük olan medial longitudinal ark (MLA) desteği Peroneus longus ve Tibialis anterior gibi ekstrinsik kaslarının aktivitesiyle sağlanır. Kas desteğiyle sağlanan bu kompensasyon kas yorgunluğa yol açarak metatarsal kırıklara sebep olabilmektedir (77). Pelvis ve lumbal bölgede disfonksiyona yol açarak gluteal ve erektör kasların aktivitesini etkileyebilmektedir (34,78–83). PPV'nin sebep olabileceği bu patolojiler ayak, diz ve bel ağrılarına sebep olarak yaşam kalitesini etkileyebilmektedir.

#### **4.3.1. Pes planovalgusun değerlendirilmesi**

PPV' a yol açabilecek nedenlerin çeşitliliği nedeniyle değerlendirmeler çok yönlü yapılmaktadır. Problemin aile tarafından kozmetik, fonksiyonel ya da semptomatik olarak görülme durumu sorgulanarak PPV' ye neden olabilecek genetik faktörler, obezite, nöromuskuler hastalıklar ve yapısal değişiklikler değerlendirilmektedir (34). Çocuğun detaylı özgeçmişi ile soygeçmişinin alınması ve fiziksel muayene ile bazı durumlarda diyagnostik testlerin yapılması, PPV' nin tespit edilmesi uygun tedavi seçeneğinin veya gözlem kararının verilmesinde önem kazanmaktadır (27). Çocuğun gelişim sürecinde geç yürüme gibi karakteristik belirtilerin, aile geçmişinde PPV ve hipermobilitate gibi bulguların olması PPV gelişebileceği hakkında fikir verebilmektedir (84).

MLA' nın azalmasıyla karakterize olan PPV' nin değerlendirmelerinde ark yüksekliğinin ölçümü temel unsur olup, altın standart bir değerlendirme metodu bulunmamaktadır (85). Antropometrik ve radyografik ölçümler MLA' nın değerlendirilmesi için doğrudan (32,84,86), ayak izi ve fotografik ölçümler ise dolaylı değerlendirme yöntemleri olarak bildirilmiştir (66).

PPV' si olan çocuklarda genel fiziksel değerlendirme alt ekstremitte diziliminin ve kas kısalıklarının, özellikle ayak ve ayak bileği eklemlerine odaklanmak

üzere alt ekstremitte eklemlerinin eklem hareket açıklığının (EHA' nın) ve ayak postürüne yönelik değerlendirmelerinin yapılmasını içermektedir (63). PPV ve alt ekstremitenin rotasyonel profili arasındaki ilişki göz önünde alındığında Staheli'nin kalça internal-eksternal EHA, uyluk-ayak açısı, ayak progresyonunun değerlendirilmesini içeren rotasyonel profil parametrelerinin incelenmesi önerilmektedir (63). PPV ayağa arkadan bakıldığında lateralde 4. parmağın yarısı ve 5. parmağın görünmesi beklenirken, daha fazla parmağın görünmesi ayakta abduksiyon ve eksternal rotasyon olduğunu göstermektedir ve "too many toe" işareti olarak adlandırılır (34). Hipermobilete PPV için risk faktörü olduğundan dolayı, mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir. Parmak ucuna yükselme, parmak ucunda yürüme veya ayak baş parmağın ekstansiyona alınması ile MLA' nın oluşup oluşmaması, PPV' nin esnek veya rijit olması hakkında fikir veren fiziksel değerlendirmelerdir. Ayağın normal pozisyona mobilize edilebilmesi veya limitli olması, problemin kontrol altında alınabilmesi veya zamanla kötüleşebilmesi hakkında fikir sağlayabilmektedir (35).

Ayak postürünün objektif klinik değerlendirmesinde altın standart bir ölçüm yöntemi bulunmamaktadır (35). Uden ve ark.larının PPV değerlendirilmesinde 16 farklı yöntemin kullanıldığını, ayak postürünü değerlendirmek için en sık ayak izi yöntemin tercih edildiğini ancak klinikte navikular yükseklik, Ayak Postür İndeksi – 6 ve topuk açısının (hindfoot angle veya resting calcaneal stance position) da sıklıkla tercih edildiğini belirtmiştir (63).

Değerlendirme yönteminin seçilmesi dışında değerlendirmenin nasıl yapıldığı da yapılacak çıkarımlar için önemlidir. Yatarken veya ayakta yapılan statik değerlendirmeler, ayağın dinamik durumdaki fonksiyonel yapısını yansıtmadığı için yeterli değildir. Bu nedenle yürüme ve koşma gibi karmaşık ve dinamik aktiviteler sırasında çıplak ayakkabı ve ayakkabı ile sagittal ve frontal plandan alt ekstremitte değerlendirilmelidir (87).

PPV'nin radyografik değerlendirmesinde en sık ayağa yük verilir durumda antero-posterior ve lateral alınan x-ray görüntüleri tercih edilmekte ve sıklıkla lateralden kalkaneal inklinasyon açısı, 1. metatars ve kalkaneus açısı ile antero-posteriordan talonavikular açı değerlendirilmektedir (66). Gerekmesinde durumunda patolojiye özel değerlendirmeler için Manyetik Rezonan Görüntüleme (MRI) ve

Bilgisayarlı Tomografi (BT) de uygulanabilmektedir (84). PPV ile ilgili çalışmalarda yürüme biyomekaniğinin ve taban basınç değişiminin nicel ölçümleri 3 boyutlu yürüme analizi ve pedobarografik ölçümler ile sıklıkla kullanılmaktadır (66,67).

#### 4.3.2. Pes planovalgusun tedavisi

PPV' nin yüksek prevelansına rağmen uygulanması gereken öncelikli tedavi yöntemi ile ilgili literatürde bir fikir birliğine varılamadığı görülmüştür (63) Yapılan değerlendirmeler sonucunda çocuk ve ailesinin etyoloji ve prognoz konusunda bilgilendirilmesi, aktivite ve ayakkabı modifikasyonu önerileri, germe ve kuvvetlendirme egzersizleri, eklem mobilizasyonu, seri alçılama, semptom varlığında non-steroid anti-inflamatuvar ilaçları, ayak ortezleri tedavi seçenekleri arasındadır (63,66,88). Proksimal ekstremite bozuklukları, hipotoni ve obezite gibi komorbitelere yönelik tedavilerin de uygulanması önerilmektedir (34). Rijit PPV ayak ise, sıklıkla kemiksel bir deformite kaynaklı limitlendiğinden, önceki tedavi yöntemlerine ek olarak cerrahi ile tedavi edilebilmektedir (66).

Esnek PPV benign olup sıklıkla fizyolojik gelişimin bir aşaması olarak görüldüğünden takip edilmektedir. Fizyolojik PPV' nin 4 yaşından sonra azalması ve 8-10 yaşlarına kadar düzelmesi beklenmektedir. Bu dönemde semptomların olmadığı ve eşlik eden başka biyomekanik deformitesinin bulunmadığı çocuklarda kilo kontrolü ve aktivite önerileri verilerek periyodik takip edilmesi yeterli olmaktadır (66). 8 yaşından sonra PPV' nin sürmesi ve semptomatik olması egzersiz, ortez ve medikal yaklaşımlarının uygulanmasını gerektirebilir (89).

PPV ayakta aktif ve dinamik yapılar arasında görülen denge bozukluğu MLA' nın azalmasına neden olabilmektedir. Dinamik ayak kontrolünde önemli olan bu yapılar, kasa yönelik seçilen egzersizlerle kuvvetlendirilerek ayak postürünün ve fonksiyonun gelişmesini sağlamaktadır (89,90). Ayağın intrinsik kasları arasında bulunan Abduktör ve Fleksör hallusis kaslarının kuvvetlendirilmesi, ayak postürünün ve fonksiyonunun gelişmesi, naviküler düşmenin azalması ve dinamik dengenin iyileşmesi için etkili bulunmuştur (91,92).

PPV' de görülen artmış ayak pronasyonu alt ekstremite biyomekaniğini etkileyerek dizilim bozukluğuna sebep olabilmektedir. PPV' nin konservatif klinik müdahalesi, artan ayak pronasyonunun kontrol altına alınabilmesi amacıyla

dayanmaktadır (93). Ayak ortezleri ve diğer mekanik cihazlar bu amaca uygun olarak ayağın normal gelişimini desteklemek, yürüme koşma gibi aktiviteler sırasında ayağın mekanik yeterliliğini sağlayarak optimal pozisyonunu sürdürmek için tasarlanmaktadır (91,94). Ayak ortezleri, alt ekstremitte farklı olan dizilimi değiştirmekte, topuk inversiyonuyla birlikte plantar ve fasya kaslarının gerilmesini azaltarak ve talus eklemlerinin elevasyonunu sağlayarak PPV'ye bağlı semptomları azaltabilmektedir (95). Ayrıca, ön diz ağrısı ve aralıklı bel ağrısı ile pozitif korelasyon gösterdiğini bilinen orta ve ciddi PPV'nin, adölesanlarda kullanımın faydalı olabileceği bildirilmiştir (96–98). Ayak ortezlerinin semptomatik PPV'si olan çocuklarda ve yetişkinlerde kullanımının alt ekstremitte ve bel ağrısı şikayetlerini azalttığı, fizyolojik ve psikolojik iyileşme sağlayarak yaşam kalitesini yükselttiği bildirilmiştir (91).

Desmyttere ve ark.ları(2018), ayağın topuk ve ön kısmının medialini destekleyen ayak ortezlerinin, artmış ayak pronasyonunu azaltarak topuktaki eversiyonu 2° azaltabildiği bildirilmiştir (99). Genova ve Gross (2000), topuktaki eversiyonun 2° ve üzerinde azaltılmasının alt ekstremitte şikayetlerinin azalmasını ve yok olmasını sağlayabileceğini bildirmiştir (100).

PPV'si olan çocuklarda rotasyonel profil ile ligament laksitesinin azalması ve ark gelişiminin tamamlanması sırasında çocuğun gözlenmesinin yeterli olduğu savunulmakta olup bu çocukların ayak ortezleri ile tedavi edilmesi literatürde tartışmalı konumdadır.

Whitford ve ark. (2007), 7-11 yaş arası PPV olan çocuklarda iki farklı tabanlığın ağrı, kaba motor ve egzersiz becerisine etkilerini kontrol grubu ile kıyaslayarak anlamlı değişiklik tespit etmemiş, ancak probleme bağlı gelişebilecek problemlerin ileri yaşta oluşabileceğine veya tabanlık tedavisinin etkinliğini uzun vadede gösterilebileceğine dikkat çekmişlerdir. Wenger ve ark. (1989) PPV' si olan çocuklarda, kontrol grubu ve tabanlık grubunun 3 yıllık takibinde PPV'nin yavaşça düzeldiğini, düzeltici ayakkabı ve tabanlık kullanımının çocukların doğal gelişimini etkilemediğini (101), McDermott ve ark. (2018) ise hiper mobil çocuklarda ortez ile yürüyüşün daha senkronize olduğunu bildirmiştir. PPV' si olan 6 yaş üzerinde çocuklara uygulanan rijit ayak ortezleri 26 aydan sonra kalkaneusla ilişkili 18 aydan sonra talusla ilişkili radyolojik belirteçlerde, anlamlı olarak düzelme sağlamıştır (102,103).



PPV' li kişilerde tabanlık ile yürüyüşte ayak bileği evertör momentinin azaldığı, yürüme hızının arttığı ve enerji tüketiminin azaldığı bildirilmiştir. Yapılan biyomekani çalışmaları göstermiştir ki; ayak ortezleri ark dizilimini düzeltmekte, bacakdaki açısal deformiteleri azaltmakta ve yürümenin destek faz süresini arttırmaktadır. Bu çalışmalarda sıklıkla yürüme sırasında alt ekstremitenin distaline yoğunlaştığı, tabanlığın proksimal eklemlere etkisinin irdelenmediği görülmektedir.

#### **4.4. Femoral Anteversiyon Artışı ve Pes Planovalgus**

Çocuklarda FAA ve PPV arasında pozitif korelasyon bulunmuştur (104,105) Femur ve tibianın internal torsiyonu, kalça ve diz ekleminde yumuşak dokuları etkileyerek kalkaneus eversiyonuna, talus adduksiyonu ve plantar fleksiyonuna neden olur. Bu durum kapalı kinetik zincir kombinasyonu nedeniyle subtalar ekleminde pronasyonu artırarak çocuklarda esnek PPV oluşturur (105). Aynı zamanda PPV varlığı da yürüme gibi kapalı kinetik aktivitelerde proksimal eklemlerdeki hareketi ve kuvvetleri etkileyerek tibial ve femoral internal rotasyonu arttırmaktadır (106). FAA'ya bağlı olarak azalan kalça abdüktör momentine karşı dinamik kompensasyonlar geliştiren PPV'li çocuklarda ayak ortezlerinin faydalı olacağı düşünülmektedir (106).

Çocuklarda rotasyonel gelişimin bir parçası sayılarak benign olarak görülerek FAA ve PPV kombinasyonunun potansiyel sonuçları gözardı edilmemelidir. Oluşan anormal dizilim, alt ekstremitte yük taşır durumda iken tekrarlı patolojik kuvvetlerin oluşmasına yol açarak uzun vadede spor katılımı ya da kilo artışı gibi senaryolarda çeşitli ortopedik yaralanmalara yol açabilir.

Önceki başlıklarda açıklanan FAA ve PPV'ye eşlik eden komorbitelerin semptomların oluşmasının ve zaman içinde önlenmesi adına ayak ortezleri kullanılması fayda sağlayabilir. Ayak ortezleri alt ekstremitenin biyomekanik disfonksiyonlarıyla ilişkili değişen kinematik ve kuvvet değişikliklerinin iyileştirilmesi, düzgün bir dizilimle hareketlerin gerçekleştirilebilmesi için tercih edilebilmektedir. FAA ve PPV'si olan çocuklarda artan ayak pronasyonunun subtalar eklemi nötralde destekleyen tabanlıkların proksimal eklemlerde yol açtığı etkiler bilinmemektedir.

## 4.5. Yürüme

Yürüme, duruş dengesinin sağlanarak gövde ve ekstremitelerin ritmik hareketleriyle kombine halde gravite merkezinin sagittal düzlemde öne doğru yer değiştirilmesini sağlayan aktivitedir (102) Normal bir yürüyüşün beş önemli koşulu bulunmaktadır. Bu koşullardan en az birinin yokluğu patolojik yürüyüş olarak tanımlanır (107).

- Basma fazı boyunca stabilite olması
- Salınım fazında ayağın öne ilerletilmesi
- Salınım fazı sonunda ayağın uygun pozisyonda olması
- Uygun bir adım uzunluğu
- Uygun enerji harcanımı

Çocuklarda patolojik yürüyüşün tespit edilebilmesi için normal yürüme biyomekaniğinin farkında olunmalıdır (103).

### 4.5.1. Yürüme gelişimi

Bir çocuğun normal şartlarda bağımsız yürüme becerisini 11-18 ay arasında kazanması beklenir (5,18,53). Yapılan çalışmalar özellikle 3 yaşına kadar yürümenin koronal ve transvers planda anlamlı olarak değiştiğini bildirmektedir (52). Yürümeye yeni başlayan çocuklarda denge destek yüzeyi geniş, adım uzunluğu kısa ve kadansı yüksektir. Adımları attıklarında kalçalarında eksternal rotasyon görülmekte ve stabiliteyi arttırabilmek için kalkaneus eversiyonda pozisyonlanmaktadır (107). Yürüyüşleri sırasında kalça eklemi eksternal rotasyonda iken dizleri fleksiyondadır. Topuk vuruşunda ayak bileğinde plantar fleksiyon, salınım fazında ise dorsifleksiyon azdır. Yürüyüşün tek destek fazı uzunken destek yüzeyi geniştir (108). 18 aylık bir çocukta destek yüzeyinin azalmakta ve %70 oranında respirokol kol salınımı gerçekleşmektedir (108). 2 yaşında bir çocukta pelvik tiltin, kalçanın eksternal rotasyon ve abduksiyonunun azaldığı, dizlerin fleksiyonda olduğu ve %80 oranında respirokol kol salınımı yapıldığı görülür (109). 3 yaşındaki bir çocukta ise tek destek fazı siklüsün %35'ini oluştururken %90 oranında respirokol kol salınımı yapılmaktadır. Yetişkin yürüyüşünde farklı olarak destek fazı sırasında dizlerde artmış fleksiyon, artmış pelvik rotasyon ve kalça rotasyonu görülür. 3 yaşına kadar fazla olan pelvik obliklik zamanla azalır (110). Yürüyüş sırasında diğer eklem hareket aralıkları yetişkin değerlerine yaklaşmıştır. 3-5 yaş aralığında adım

uzunluğunun arttığı ve yürüyüşün hız kazandığı görülmektedir. Zaman-mesafe parametrelerindeki bu değişimin kas-iskelet sistemindeki büyüme ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (107). Bipedal yürüyüşün kritik fazı olan destek fazının yüzdesi limitliyen 4 yaşına kadarki süreçte azalarak yetişkin değerlerine yaklaşır (107). Yaklaşık 7 yaşından itibaren çocuklarda yetişkin benzeri yürüme paterni gözlemlenmektedir (108). Normal yetişkin yürüyüş paterninin karakteristik özellikleri yakın destek yüzeyi, basınç merkezinde minimal osilasyonlarla beraber akıcı hareketler ve respirokol kol salınımlarıdır (12).

Yürüme, nöromotor kontrolü etkileyen fizyolojik değişimlerden, vücut segmentlerinin gelişiminden, eklemlerin hareket eksenleri ve vücut segmentlerindeki rotasyonlardan ve postürden etkilenmektedir (102,103).

#### 4.5.2. Yürümenin terminolojisi

Yürüyüşün genel terimleri aşağıdaki gibidir (108).

**Yürüyüş periyodu:** Bir ayağın yerle temasını takiben aynı ayağın ikinci kez yerle teması arasındaki olayları kapsamaktadır.

**Destek süresi:** Bir ayağın topuk vuruşu ile aynı ayağın parmak kalkışı arasında geçen süredir.

**Salınım süresi:** Bir ayağın parmak kalkışı ile aynı ayağın topuk vuruşu arasında geçen süredir.

**Adım süresi:** Bir ayağın topuk vuruşu ile karşı ayağın topuk vuruşu arasında geçen süredir (sn).

**Adım uzunluğu:** Tek bir adımın uzunluğu olup bir ayağın topuk vuruşu ile karşı taraf ayağın topuk vuruşu arasındaki mesafedir.

**Adım genişliği:** Her iki ayağın topuk vuruşu veya yere ilk temas ettikleri noktalar arasındaki medio-lateral uzaklıktır.

**Çift adım uzunluğu:** Bir ayağın topuk vuruşu ile aynı ayağın topuk vuruşu arasındaki mesafedir.

**Çift destek süresi:** Her iki ayağın aynı anda yerde olduğu süredir.

**Yürüyüş hızı:** Yürürken birim zamanda katedilen mesafedir.

**Tempo (kadan):** Bir dakika içinde atılan adım sayısıdır.

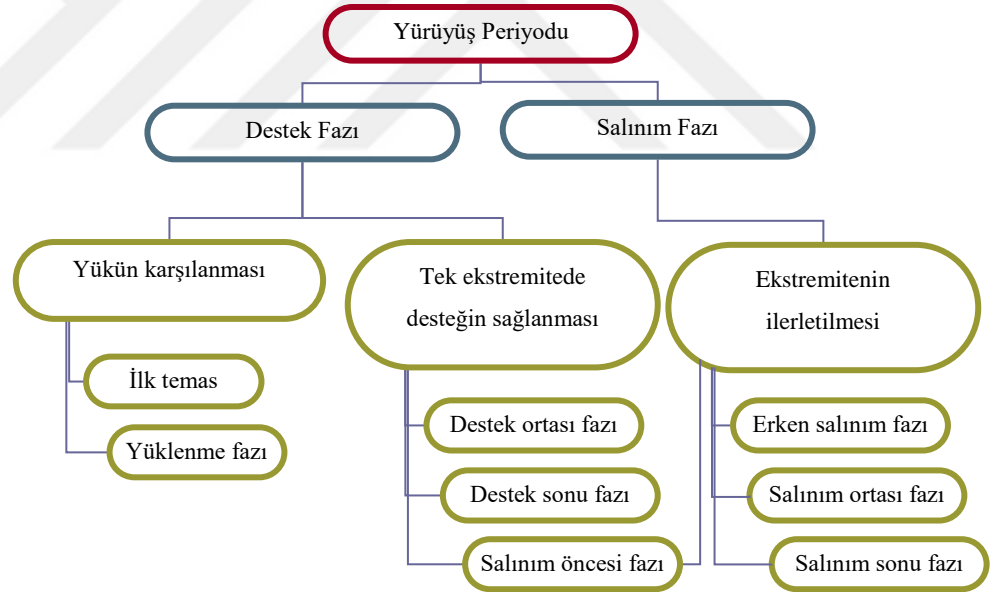
**Kinematik analiz:** Hareketin her üç düzlemde eklem açılarının, hızının ile ivmelerin kuvvetten bağımsız olarak ölçülmesidir.

**Kinetik analiz:** Harekete neden olan yerçekimi, yer reaksiyon kuvveti, eklem gücü ve momenti gibi kuvvetlerin incelenmesidir.

**Yer reaksiyon kuvveti (YRK):** Yürüyüş sırasında ayağın yerle temas halinde olduğu durumda yerin ayağın tepkisine karşı oluşturduğu kuvvettir.

#### 4.5.3. Yürümenin fazları

Yürüme periyodu, tanımlayıcı ve analitik olması adına destek (stance) fazı ve salınım (swing) fazı olmak üzere iki faza ayrılmıştır (111). Bu periyot boyunca yükün karşılanması, tek ekstremitede desteğin sağlanması ve ekstremitenin ilerletilmesi olmak üzere 3 ana görev gerçekleşir (Şekil 4-1).



Şekil 4-1: Yürüyüş periyodu fazları, alt fazları ve ana görevleri (102).

##### 4.5.3.1. Destek fazı

Destek fazı, ayağın yerle temas halinde olduğu faz olup yürüme siklusünün ortalama %60'ını oluşturmaktadır. Bu fazda stabilite için ayağın yerde stabil olması, alt ekstremité hareketlerinin normal olması, gövde stabilitesinin ve vücut dengesinin

sağlanmış olması önemlidir (102). Destek fazı; ilk temas, yüklenme fazı, orta duruş, duruş fazı sonu ve salınım öncesi olmak üzere 5'e ayrılır (102,103,111).

**İlk temas (%0-%2):** Topuk vuruşuyla başlayan bu faz aynı zamanda çift destek periyodunun da başlangıcıdır. Bu fazda ayak bileği nötral pozisyonda, diz ekstansiyonda ve kalça yaklaşık 30° fleksiyondadır (102). YRK, ayak bileğinin arkasından, diz ve kalça eklemi önünden geçer.

**Yüklenme fazı (%2-%10):** İlk teması takiben hızla bacağa yük aktarıldığı ve şokun absorbe edilerek kas aktivasyonu ile stabilitenin sağlandığı fazdır. Bu fazda ayak bileği 10° plantarfleksiyonda, diz eklemi 15-20° fleksiyonda ve kalça eklemi 20° fleksiyondadır. YRK, ayak bileği ve diz eklemlerinin arkasından, kalça eklemine önünden geçer.

**Destek ortası fazı (%10-%30):** Tek destek fazının başlangıcıdır. Karşı ekstremitenin salınım fazına geçince başlar. Ayak bileği 5° dorsifleksiyonda, diz eklemi ekstansiyonda iken kalça eklemi nötral veya yaklaşık 10° ekstansiyondadır. YRK, ayak bileği merkezinin önünden geçerken diz eklemine arkasından önüne doğru yer değiştirir. Kalça eklemine merkezinden veya hafif arkasından geçer. Bu fazda gövde ve ekstremitenin stabilitesi önemlidir.

**Destek sonu fazı (%31-%50):** Tek destek fazının son kısmıdır. Topuk kalkışı ile başlar, diğer ekstremitenin topuk vuruşu ile tamamlanır. Ayak bileği 10° dorsifleksiyonda, diz eklemi ekstansiyonda ve kalça eklemi 20° hiperekstansiyondadır. YRK, kalça eklem merkezinin arkasından, diz ve ayakbileği eklem merkezlerinin önünden geçer. Destek fazındaki ayak üzerinden stabil bir şekilde gövde ve ekstremitenin ilerletilmesi gerçekleşir.

**Salınım öncesi fazı (%50-%62):** Çift destek fazı olup ekstremitenin salınım fazına hazırlar. Karşı ekstremitenin topuk vuruşu ile başlar, aynı ekstremitenin parmak kalkışı ile tamamlanır. Ayak bileği 20° plantar fleksiyonda, diz eklemi 40° fleksiyonda ve kalça eklemi 20° hiperekstansiyondadır. YRK, kalça ve diz eklem merkezinin arkasından, ayak bileği eklem merkezinin önünden geçer.

#### 4.5.3.2. Salınım fazı

Salınım fazı, ayağın yerle temasının kesildiği ve havada olduğu süreyi kapsamaktadır. Yürüme siklüsünün ortalama %40'ını oluşturur. Bu fazda ayağın öne

ilerletilebilmesi için destek fazındaki ekstremitenin stabil olması ve ekstremitenin diziliminin uygun olması, salınım fazında olan ekstremitede ayak bileği dorsifleksiyonu, kalça ile diz fleksiyonu yeterli olmalı ve vücut dengesi kontrolü olmalıdır (102,103). Salınım fazı; salınım öncesi, salınım ortası ve salınım sonu olmak üzere 3'e ayrılır (102).

**Erken salınım fazı (%62-%75):** Salınım fazının 1/3' lük başlangıç kısmıdır. Salınım fazındaki ekstremitenin karşı ekstremitenin aynı hizaya gelmesine kadar sürer ve salınım fazının hızlanma fazını oluşturur. Parmak kalkışından itibaren ekstremitenin rölatif bir kısalık kazanarak bacak öne ilerletilir. Ayak bileği eklemi 5° plantar fleksiyonda, diz eklemi 60-70° fleksiyonda ve kalça eklemi 20° fleksiyondadır.

**Salınım ortası fazı (%75-%87):** Salınım fazındaki ekstremitenin karşı ekstremitenin aynı hizaya gelmesiyle başlar ve öne ilerletilmesi sırasında tibianın vertikal olarak konumlandığı pozisyonda sonlanır. Ayak bileği eklemi nötralde, diz eklemi 30° fleksiyonda ve kalça eklemi 20-30° fleksiyondadır.

**Salınım sonu fazı (%87-%100):** Salınım fazının yavaşlama fazını oluşturur. Salınım ortasının sonundan başlayarak aynı ekstremitenin topuk vuruşuyla sonlanır. Ayak bileği nötral pozisyonda, diz eklemi ekstansiyonda ve kalça eklemi 30° fleksiyondadır.

#### 4.5.4. Yürümenin değerlendirilmesi

Yürümenin değerlendirilmesi; fonksiyon kaybı veya tanının doğrulanması, yürüyüş bozuklukları ve kompensasyon mekanizmalarının belirlenmesi, çözüm önerilerinin geliştirilmesi, tedavi planının çizilmesi, tedavi öncesi ve sonrası farklılıkların belirlenmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve sonuçlara göre tedavinin modifiye edilmesi için yapılmaktadır (111,112). Yürüme, gözleme dayalı veya kantitatif yürüyüş analizleriyle değerlendirilebilmektedir. Günlük uygulamalarda sıklıkla gözlemsel yürüme analizi kullanılmasına karşın yöntemin daha karmaşık yürüme parametrelerinin tanımlamakta yetersiz olması nedeniyle, objektif veriler sağlayan kantitatif yürüme analizleri kullanılması önerilmektedir (103).

Kantitatif yürüyüş analizi; zaman-mesafe ölçümlerini, kinematik ve kinetik analizi, taban basıncını ve elektromiyografik ölçümleri içermektedir. Üç boyutlu hareket analizi sistemleri, optoelektronik sistemlerle verilerin alınarak 2 boyutlu

koordinatlarla elde edilen verilerin 3 boyutlu uzaysal konum bilgisine dönüştürülmesinde kullanılmaktadır. Bu sistemler, donanımlı ekipman gerektirdiği ve yüksek maliyetli olması nedeniyle yaygın kullanılamamaktadır.

Yürümenin kinematik analizi için alt ekstremitenin için belirli noktalarına yansıtıcı belirteçler yerleştirilmektedir. Bu şekilde üç düzlemdeki ekstremité pozisyonları, eklem açıları, doğrusal-açısal hız ve ivmeleri ölçülebilmektedir. Yürümenin kinetik analizi için kuvvet platformları kullanılarak vektörel, antero-posterior ve medio-lateral yönlerde ağırlık merkezi, YRK ve rotatör momentlerin vektörleri belirlenerek alt ekstremitenin agonist ve antagonist net internal ve eksternal momentleri ile güçleri hesaplanır (113). Laboratuvar ortamında kinetik verilerin alınabilmesi için deneğin kuvvet platformuna basması gereklidir. Platform yerinin yürüyen kişi tarafından bilinmesi durumunda yürüyüşünü değiştirmeye çabalaması veya bilinmemesi nedeniyle ayağın platforma göre ayarlanması gibi çeşitli zorluklara sahiptir (41,42).

#### **4.5.4.1. Femoral anteversiyon artışı ve yürüme**

FAA, başta transvers plan olmak üzere sagittal ve koronal planda yürüme biyomekaniğini etkileyen patolojik değişimlere yol açmaktadır (91). Yürümenin zaman ve mesafe parametrelerine bakıldığında ise FAA olan çocukların duruş ve salınım süresi zamanları ile adım uzunlukları azalmakta, kadansı artmaktadır (42).

Yürümenin kinematik parametrelerine bakıldığında ise; anterior pelvik tilt ve pelvik rotasyon artışı, ortalama kalça internal rotasyon ile sagittal plan kalça hareket açıklığı artışı, ortalama diz fleksiyon, tepe dorsifleksiyon ve ayak internal progresyon açısından artma olarak bildirilmiştir (42,81,114,115).

#### **4.5.4.2. Pes planovalgus ve yürüme**

Pes planovalgusu (PPV) olan ve normal ayak postürüne sahip yetişkinler ve çocukların yürüme parametreleri arasında farkların olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (116). Çalışmalar statik değerlendirmelerin üç boyutlu yürüme sırasında eklemlerde gerçekleşen hareketlerin tahmininde limitli olduğunu bildirmiştir (81,116,117).

Orta ve yüksek şiddette PPV' si olan çocukların adım uzunlukları, kadansı ve hızı anlamlı olarak daha azdır. Semptomatik PPV'li çocukların yürüme hızında ve alt ekstremitte fiziksel aktivite performansında azalma görülmektedir. 2-6 yaş arası çocuklara yapılan yürüme analizi sonuçlarında PPV'si olan çocukların yürüme hızı, dakikada attıkları adım sayısı ve adım uzunluğunun daha az olduğu bildirilmiştir (42,117) .

Frontal ve horizontal planda ayaklarda anlamlı, dizde ise hafif olmak üzere eksternal rotasyon ve abduksiyon varken kalça ekleminde ise anlamlı farklılık görülmemiştir (117). PPV ayakta destek fazının ortasında artan hareketliliğe karşı stabilite sağlayabilmek adına ayak arkasında plantar fleksiyon artışı olduğu görülmektedir (81). İtme fazında ayak bileği tepe plantar fleksiyon momenti ve destek fazı ortasında invertör mometi, normal ayağın kinematik verilerine göre yüksek bulunmuştur (116). Frontal planda, topuk vuruşunu takiben normal ayaklarda evertör moment, PPV ayaklarda ise invertör moment görülmektedir (116).

MLA' sı düşük ve normal olan çocuklarda yapılan yürüme analizi sonuçlarında, duruş fazı ve salınım fazı sonunda PPV'si olan çocuklarda kalçada 6-7° eksternal rotasyon ve ilk temasta diz valgusu artış tespit edilmiş, bunun dışında ayakbileği ve diğer planlardaki diz kinematiğinde anlamlı fark bulunamamıştır (81).

Pohtat ve ark. PPV'li çocukların yürüme analizinde dorsifleksiyonda azalma, ayağın ön bölümünde abduksiyon, topukta tibiaya göre internal rotasyon artışı ve progresyon açısından eksternal yönde artış tespit edilmiştir (81,118).



## 5. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın etik yönden uygunluğu, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 31.10.2018 tarihli ve 1458 sayılı kurul onayı ile alınmıştır.

### 5.1. Katılımcılar

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'ndan alınan izinler doğrultusunda bu çalışma, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yürüme Analiz Laboratuvarı'nda Ocak - Kasım 2019 tarihleri arasında yürütülmüştür.

Akalan ve ark.'nın çalışması kriter alınarak; hata miktarı 0.05, gücü 0.80 iken gerekli olan minimum femoral anteverسیون artışı olan çocuk sayısı 21 olarak belirlenmiştir (42).

Çalışma öncesinde çocuklara ve velilere yapılan bilgilendirmeyi takiben velilere bilgilendirilmiş gönüllü onay formu imzalatılmıştır.

#### 5.1.1. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Çalışmamızda, tabanlık kullanımının yürüme sırasında oluşturduğu biyomekanik etkilerinin tanımlanması amacıyla Tabanlık Grubu (TG); TG'den elde edilen verilerin yorumlanması ve karşılaştırılması konusunda referans sağlaması adına Referans Grubu (RG) olmak üzere 2 grup oluşturulmuştur. Grupların dahil edilme ve dışlanma kriterleri aşağıdaki gibidir.

TG'ye dahil edilme kriterleri:

1. 7-15 yaş arasında olmak
2. Femoral anteverسیون açılarının Trokanterik Prominens Açık Testi (TPAT)'ne göre 20°nin üzerinde olması
3. Kalça internal rotasyon açısı 60°nin üzerinde olması
4. Ayak Postür İndeksi değeri tabanlıksız (çiplak ayak) 5'ten büyük olması
5. Ayak Postür İndeksi değeri tabanlık ile 4'ten küçük olması

6. Mevcut tabanlıklarını en az 1 ay süreyle kullanan ve tabanlık tedavisi en az 2 yıldır devam ediyor olmak

RG'ye dahil edilme kriterleri:

1. 7-15 yaş arasında olmak
2. Femoral anteversiyon açılarının TPAT'e göre 20°' den küçük olması
3. Ayak Postür İndeksi değeri (çıplak ayak) 5' ten küçük olması
4. Nörolojik ve kas iskelet sistemi problemi olmamak ve normal gelişimini sürdürmek

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

1. Nörolojik ve/veya kas iskelet sistemi problemleri
2. Yürümeye engel olacak ortopedik problemler
3. Koopere olunamaması
4. Rijit pes planus ve ortopedik anomaliler

## 5.2. Değerlendirme Ölçütleri

Katılımcıların dahil edilme kriterlerine uyma durumları, alt ekstremitte fiziksel değerlendirmeleri yapılarak değerlendirildi. Tüm değerlendirmeler aynı fizyoterapist tarafından gerçekleştirildi.

- Alt ekstremitenin fiziksel değerlendirmesi
  - Eklem hareket açıklığı
  - Kas kısalıkları
  - Rotasyonel profil
- Ayak postürü
  - Ayak Postür İndeksi (API-6)
- Hipermobilete
  - Beighton test
- Üç boyutlu yürüme analizi

### 5.2.1. Fiziksel değerlendirme

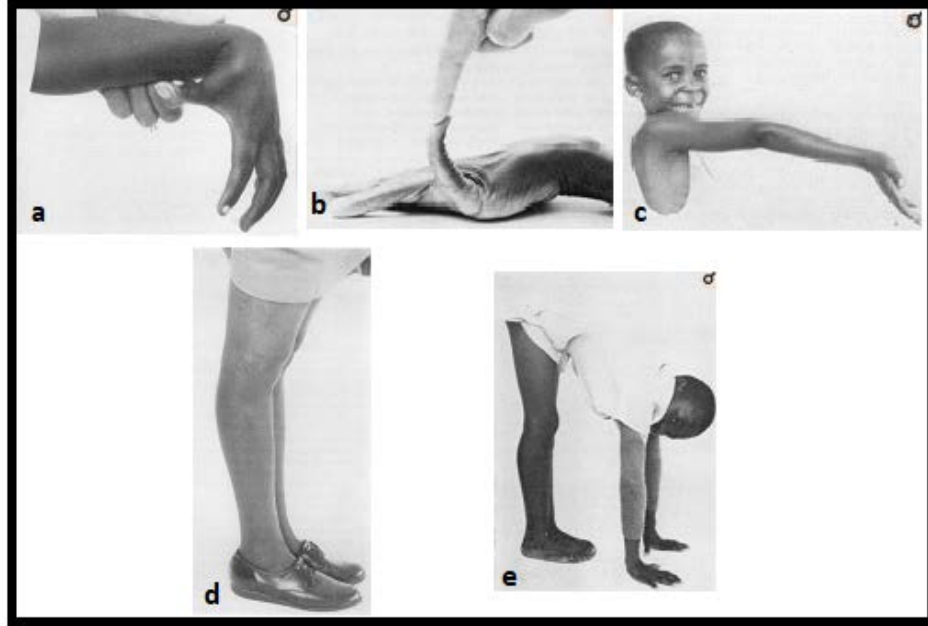
Tüm katılımcıların bilateral olarak sırtüstü yatış pozisyonunda 0° ve 90°de ayak bileği dorsifleksiyon eklem hareket açıklığı (EHA); yüzüstü pozisyonda kalça internal ve eksternal rotasyon EHA, femoral anteversiyon açısı (TPAT) açısı ve uyluk - ayak açısı gonyometre ile pasif olarak değerlendirildi (119). TPAT açısı, yüzüstü yatar pozisyonda değerlendirilen taraf diz 90° fleksiyonda iken trokanter majörün lateralde palpe edilmesi, daha sonra bu noktanın yere paralel olduğu durumdaki tibianın koronal planda kat ettiği açının ölçülmesiyle bulundu. Uyluk-ayak açısı ise yüzüstü yatar pozisyonda değerlendirilen taraf diz 90° fleksiyonda, ayak bileği nötralde iken femur ile kalkaneus eksenleri arasında kalan açının ölçülmesiyle tespit edildi. Eksternal rotasyon yönüne pozitif, internal rotasyon yönüne ise negatif değer verildi.

Kalça fleksör, diz fleksör ve plantar fleksör kaslarının kısalık değerlendirmesi sırasıyla Thomas test (120), popliteal açı (121) ve ayak bileği dorsifleksiyon EHA ölçümleri ile yapıldı (122,123). Thomas testi, katılımcı sırtüstü yatarken bir taraf kalça ve dizin fleksiyona getirilmesi ile karşı taraf kalçada oluşan fleksiyon derecesinin ölçülmesiyle; popliteal açı ise sırtüstü yatarken bir taraf kalça ve dizin 90° fleksiyonda pozisyonlanması ve pasif olarak dizin ekstansiyona getirilmesi ile yere dik hat arasında kalan açının ölçülmesiyle gerçekleştirildi.

3 boyutlu yürüme analizi için gereken kilo, boy, bacak boyu ölçümleri ile pelvis, diz ve ayak bileği eklem çap ve pelvis yükseklik ölçümleri kaydedildi.

Katılımcıların ligaman laksitesi “Beighton test” kullanılarak değerlendirildi (124). Beighton test, çocuklarda ligaman laksitesinin değerlendirilmesi için kullanılan geçerli bir testtir (119). Bu testte, el başparmağının ön kola pasif olarak değmesi (a), beşinci metakarpofalangeal eklemının pasif 90° ekstansiyona gelmesi (b), dirsek eklemının pasif olarak 10° ve üzeri hiperekstansiyona gelmesi (c), diz eklemının pasif olarak 10° ve üzeri hiperekstansiyona gelmesi (d) ile katılımcı ayakta iken dizleri tam ekstansiyonda öne eğildiğinde avuç içlerinin yere değmesi (e) değerlendirilmektedir (Resim 5-1). Bu testte yapılabilen parametrelere 1, yapılamayan parametrelere ise 0 değeri verilerek test sonucu hesaplanır 5 yaşından

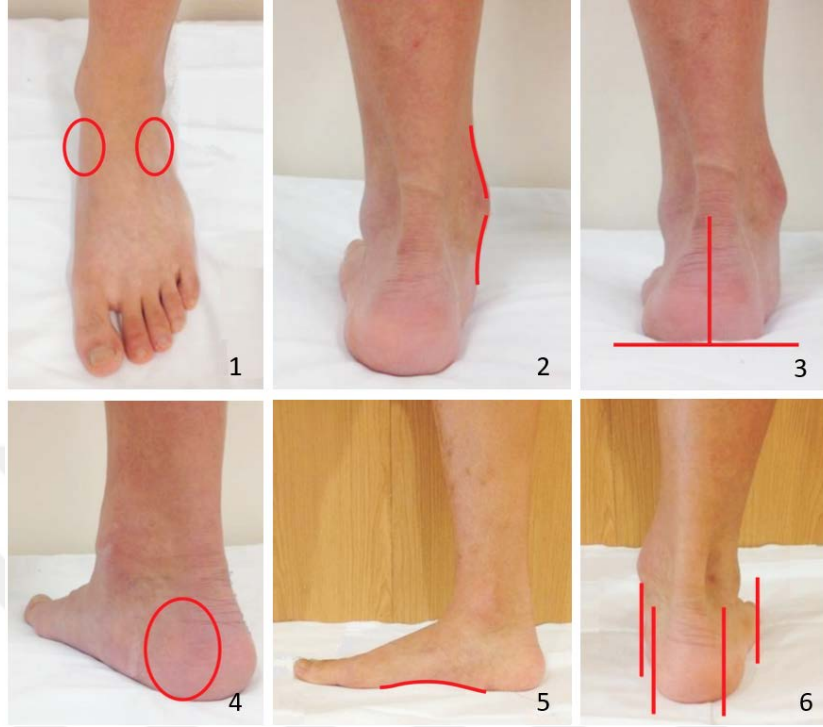
büyük çocuklarda 9 puan üzerinden 5 ve üzerinde puan alınması hipermobilité varlığı yönündedir (125).



**Resim 5-1:** Beighton testi (119).

Ayak postürünün statik analizi 6 maddeden oluşan “Ayak Postür İndeksi 6 (API-6)” ile değerlendirildi API-6, 7-16 yaş arası pediatrik ayaklarda uygulanabilir basit, hızlı ve güvenilir bir metottur (126). Katılımcıların ayakları arasındaki genişlik pelvis genişliği kadar ayarlanmış ve kalçaları nötral pozisyondayken destek almadan karşıya bakarak ayakta durmaları istendi. İki ayağa da eşit yük verildiği durumda talus başının medio-lateral palpasyonu (1), lateral malleolün altındaki ve üstündeki eğimin azalması veya artması (2), kalkaneusun inversiyonu veya eversiyonu (3), talonavikular eklem bölgesindeki balonlaşma veya çukurlaşma (4), MLA’ nın yapısı (5) ve ayak önünün ayak arkasına göre abduksiyonu veya adduksiyonu (6) değerlendirilerek +2 (ayağın valgus yönü) ile -2 (ayağın varus yönü) arasında puanlandı (Resim 5-2). API-6’ye göre alınan skorlar sırasıyla 0 to +5 arasında normal ayağı, +6 to +9 arası PPV’yi ve +10 to +12 arası ileri PPV’yi göstermektedir (87). Her iki gruptaki çocuklara çıplak ayak yapılan değerlendirmenin ardından Tabanlık Grubu’ndaki çocukların ayaklarının altına kendi tabanlıkları ayağa tam uyum sağlayacak şekilde yerleştirildi ve API-6 skoru tekrar kaydedildi. Tabanlıklı ve

tabanlıksız şekilde kaydedilen API-6 skorları, katılımcıların çalışmaya dahil edilmesi kriterleri için önem taşımaktadır.



Resim 5-2: Ayak Postür İndeksi - 6 (127).

### 5.2.2. Tabanlıklar

Çalışmaya tabanlık tedavisi en az 2 yıldır devam etmekte olan ve mevcut tabanlıklarını en az 1 aydır kullanan FAA ve PPV'si olan çocuklar dahil edilmiştir. Bunun nedeni tabanlığın uzun dönem etkilerini inceleyen çalışmalarda en az 2 yıl tabanlık kullanım koşulu aranması (128) ve tabanlıkların yenilenmiş olma ihtimaline karşı en az 1 ay süre giyilerek tabanlıklara adaptasyonun sağlanmış olmasıdır.

Tabanlıkların hepsi son zamanlarda tabanlık üretiminde yaygın olarak kullanılan CAD/CAM (Computer-aided design and manufacturing) teknolojisi kullanılarak aynı protez-ortez uygulama merkezinde yapılmıştı (129,130). Çocuğun ayağının dijital ölçüsü alınarak ayağa özel işlenen ve çocuğun ağırlığına göre farklı sertlikte etilen-vinil-asetat (EVA) kullanılarak yapılan bu tabanlıklar, ayağa tam temas sağlayarak subtalar eklemi nötralde desteklemekteydi. API-6 skoru 6'nın üzerinde olan çocukların ayaklarına yerleştirilen tabanlıklar ile API-6 skorunun

normal kabul edilen deęer olan 4 ve altına dūřmesi çocuęun çalıřmaya dahil edilmesinde etkiliydi (Resim 5-3).

TG'deki ocukların TG-1 ve TG-2 yūrūyūřleri ile API-6 skorları çocukların mevcut tabanlıkları ile deęerlendirildi.

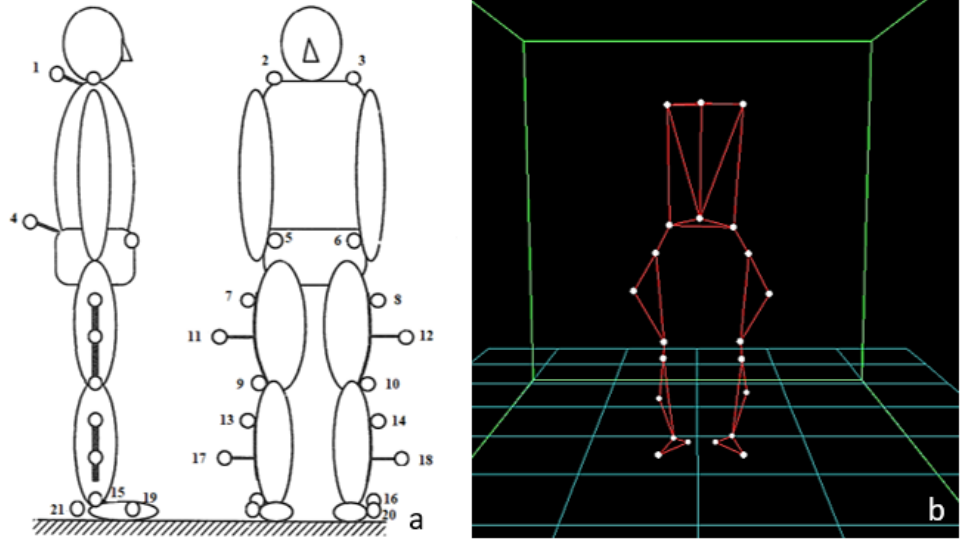


**Resim 5-3:** Tabanlıksız ve tabanlıklı ayak postūrleri

### **5.2.3. Yūrūme analizi**

Üç boyutlu yūrūme analizi, alınan izinler sonrasında İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakūltesi, Yūrūme Analizi Laboratuvarı'nda gerçekleřtirildi.

TG'deki ocukların TG-1 ve TG-2 yūrūyūřleri ile RG'nin normal yūrūyūřlerinin kinematik ve kinetik parametrelerinin nicel olarak deęerlendirilmesi ve karřılařtırılabilmesi adına tūm katılımcılara 3 boyutlu yūrūme analizi yapıldı. Analiz öncesinde ışığa duyarlı 22 adet yansıtıcı belirteç, Davis ve ark.larının protokolüne uygun olarak yapıřkan bantlarla anatomik noktalara yerleřtirildi (131). Yansıtıcı belirteçlerin yerleřtirildięi bu noktalar; C7 spinal proses çıkıntısı, saę ve sol akromiyon, sakrum seviyesi, saę ve sol spina iliaca anterior superior (SIAS), saę ve sol trokanter majör, saę ve sol lateral tibial kondil, saę ve sol trokanter majör-lateral tibial kondil arası, saę ve sol fibula bařı, saę ve sol lateral malleol, saę ve sol fibula bařı- lateral malleol arası, saę ve sol 5. metatars bařı ile saę ve sol kalkaneustur (řekil 5-1). Literatürde, bu protokolün çocuklarda uygulanabilirlik yönünden avantajlı olduęu bildirilmiřtir (132).



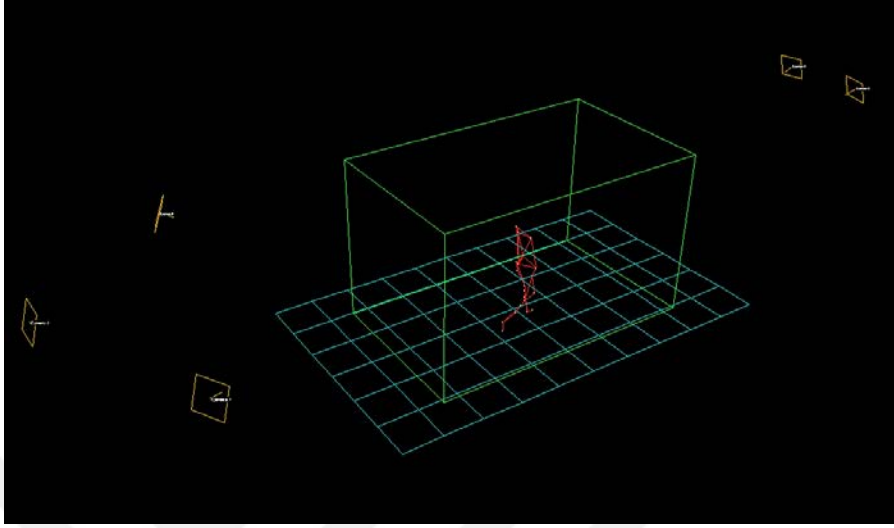
**Şekil 5-1:** Yansıtıcı belirteçler. a) yerleşimi, b) sistemdeki görüntüsü

Tabanlığın değerlendirilmesi için yürüme analizinin ayakkabı ile yapılması gerekliliği ancak ayakkabının yürüme parametrelerini anlamlı olarak etkilemesi nedeniyle tüm katılımcılar tarafından giyilmesi üzere standart bir ayakkabı modeli belirlendi (133). Seçilen ayakkabının, PPV ayak için önerildiği gibi güçlendirilmiş topuk sayacı ve medial orta taban takviyesine sahip olmasına dikkat edildi (134). Ayakkabılar, Davis protokolüne göre 5. metatarsa yerleştirilmesi gereken yansıtıcı belirteçlerin ayağın kendisine temas etmesine fırsat verebilmesi adına, ayakkabının bütünlüğü etkilenmeyecek şekilde delindi (Şekil 5-4). Tüm katılımcılar, 34-40 numaraları arasında temin edilen aynı model ayakkabılardan ayak numaraları ile uyumlu olan numaraları giyerek yürüdü.



**Resim 5-4:** Standart olarak belirlenen ayakkabılar

Katılımcılardan 8 metrelik yürüme parkurunda yürüme istenerek yürüme verileri, 5 optoelektronik kamera ve 2 kuvvet platformu içeren 3 boyutlu bilgisayarlı analiz sistemi ile (ELITE2002; BTS, Milan, İtalya) kaydedildi (Şekil 5-2).



Şekil 5-2: Modelin sistemdeki görüntüsü

Yansıtıcı belirteçlerin yerleşimini takiben eklem merkezlerinin ve segment koordinatlarının belirlenmesi için ilk olarak çıplak ayak ayakta duruş sırasında statik kayıt alınarak kalibrasyon yapıldı. Belirteçlerin konumları bu kalibrasyona göre değerlendirilerek yerleri belirlendi ve sabitlendi. Çıplak ayakla kalibrasyon sırasında yapıştırılmış olan topuk belirteçi işaretlendi. Ayakkabı giyildikten sonra bu işaret baz alınarak topuk belirteci ayakkabı üzerinden kalibrasyon için tekrar yapıştırıldı ve son kalibrasyon gerçekleştirildi. Kalibrasyonu takiben topuk belirteci tekrar çıkarılarak katılımcılardan ayakkabı ile yürüme istendi. Ayakkabıya alışması için zaman verilen katılımcıların rahat yürüyüp yürümedikleri konusunda ailelerinden geribildirim alındı. Her iki grup için farklı protokoller takip edildi.

TG'nin yürüme analizi önce tabanlıksız sonra tabanlı olmak üzere aynı gün yapıldı. Öncelikle çocuklardan tabanlıksız durumda normal hızda yürüme istendi ve her iki ayak için 8'er sıklıkla kaydedildi. Normal hızda yürürken kaydedilen yürüme verileri işlenerek çocukların normal yürüyüş hızı ve kadansı (1 dakikadaki adım sayısı) tespit edildi. Ardından çocuğun tabanlıkları aynı ayakkabıya yerleştirildikten sonra, tabanlıksız yürüyüşünden tespit edilen çocuğun ortalama



kadans değeri metronom (bpm) ile açılarak sesli uyaran olarak çocuğa dinletildi. Çocuktan dinlediği ritme uyarak yürümesi istendi ve bu sürede tabanlığa alışması sağlandı. Ardından tabanlıklı yürüme kaydı alındı. Tabanlığın biyomekanik parametrelere direkt etkisini göstermeyi amaçlayan çalışmamızda tabanlıklı ve tabanlıksız yürüme hızları arasında fark olmaması gerektiğinden geliştirilen bu yöntem ile her iki durumda yürüyüşün birbirine yakın tempoda olması, böylelikle benzer hızda yürümenin sağlanması hedeflendi.

RG'ye yürüme analizi bir kez yapıldı. Katılımcılardan normal hızda yürümeleri istendi ve her iki ayak için 8'er siklus kaydedildi. Bu gruptan alınan veriler FAA ve PPV'si olan çocukların sağlıklı yaşlılarından farklı olan parametrelerinin tespit edilmesinde ve tabanlılık ile değişen parametrelerin yorumlanmasında kullanıldı.

Sonuçta ilgili yürüme analizi parametreleri; yürüyüşün temporospatial parametreleri, üç planda pelvis, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin kinematik ve kinetik değerleri olarak belirlendi.

#### **5.2.4. İstatistiksel Analiz**

Çalışmanın bağımsız değişkeni tabanlılık kullanım durumu iken, bağımlı değişkenleri üç planda pelvis, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin kinematik değerleri ve ayak postür indeks (API-6) skoruydu.

Çalışmanın istatistiksel analizinde "IBM SPSS Statistics Version 25" istatistik programı kullanıldı. Yürüme analizi ve fiziksel değerlendirme parametrelerinin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorow-Smirnow testleri) kullanılarak incelendi.

TG'ye dahil edilen FAA ve PPV'si olan çocukların TG-1 ve TG-2 yürüyüşlerinin RG'den farklı olan fiziksel ve yürüme parametreleri arasındaki farklar parametrik durumda independent t-test ile non-parametrik durumda ise Mann Whitney U testi ile; TG'nin TG-1 ve TG-2 yürüme parametreleri arasındaki farkları parametrik durumda eşli t-test ve non-parametrik durumda Wilcoxon testleri kullanılarak incelendi. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirildi. Beighton skoru ve fiziksel değerlendirme değerleri arasında ilişki Pearson korelasyon testi kullanılarak değerlendirildi ve sonuçlar Cohen sınıflamasına göre yorumlandı (134).

## 6. BULGULAR

### 6.1. Demografik ve Fiziksel Değerlendirme Bulguları

Çalışmaya Tabanlılık Grubu'nda (TG) 7' si kız, 4' ü erkek olmak üzere 11 çocuk; Referans Grubu (RG)' nda 5' i kız, 5' i erkek olmak üzere 10 çocuk olmak üzere toplamda 21 çocuk dahil edildi. Grupların demografik ve fiziksel değerlendirme bulguları ve farkları Tablo 6-1'de verilmiştir. TG'deki çocukların yaş ortalaması  $10,27 \pm 1,95$  yıl, RG'deki çocukların yaş ortalaması  $10,90 \pm 1,1$  yıl idi. Dahil edilme kriterleri arasında bulunan ortalama bilateral API-6 skoru, TPAT ve kalça internal rotasyon açısı değerleri TG ve RG olmak üzere sırasıyla 7,09 ve 2,5 ,  $27^\circ$  ve  $15,54^\circ$  ile  $63,72^\circ$  ve  $48,75^\circ$  bulundu, değerler istatistiksel olarak farklıydı ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 6-1: Çocukların demografik ve fiziksel değerlendirme bulguları ile arasındaki farklar**

PARAMETRELER		Tabanlılık Grubu (TG)	Referans Grubu (RG)	Fark
		Ort. $\pm$ Ss.	Ort. $\pm$ Ss.	p
Demografik veriler	Yaş (yıl)	$10,27 \pm 1,95$	$10,90 \pm 1,1$	0.11
	Kilo (kg)	$36,49 \pm 9,11$	$42,28 \pm 7,25$	<b>0.004*</b>
	Boy (cm)	$138,77 \pm 9,66$	$149,42 \pm 10,08$	0.06
Eklem Hareket Açıklıkları	Thomas testi ( $^\circ$ )	$7,41 \pm 6,26$	$6,63 \pm 5,57$	0.65
	Popliteal açı ( $^\circ$ )	$47,45 \pm 9,86$	$45,25 \pm 7,47$	0.4
	Kalça internal rotasyonu ( $^\circ$ )	$63,72 \pm 6,76$	$48,75 \pm 8,91$	<b>0.0*</b>
	Kalça eksternal rotasyonu ( $^\circ$ )	$35,18 \pm 9,38$	$28,54 \pm 12$	<b>0.04*</b>
	TPAT açısı ( $^\circ$ )	$27 \pm 5,66$	$15,54 \pm 3,92$	<b>0.0*</b>
	Uyluk-ayak açısı ( $^\circ$ )	$8,36 \pm 5,21$	$8,33 \pm 3,2$	0.98
	Ayak bileği dorsifleksiyon ( $0^\circ$ )	$35 \pm 8$	$23,25 \pm 9,33$	<b>0.0*</b>
	Ayak bileği dorsifleksiyon ( $90^\circ$ )	$34,86 \pm 11,28$	$27,86 \pm 9,88$	<b>0.03*</b>
	API-6 tabanlıksız skoru (bilateral)	$7,09 \pm 1,87$	$2,5 \pm 0,51$	<b>0.0*</b>
API-6 tabanlıklılı skoru (bilateral)	$3,05 \pm 1,7$		0.16	
Beighton test skoru	$5,09 \pm 2,3$	$2,2 \pm 1,75$	<b>0.005*</b>	

TG: Tabanlılık Grubu yürüyüş verileri, RG: Referans grubu yürüyüş verileri

Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma

Normal dağılıma uygunluğa göre Independent t-test veya Mann-Whitney U testleri uygulanmıştır. \* $p \leq 0.05$

Fiziksel değerlendirme parametreleri arasındaki ilişkiler değerlendirildiğinde; kalça internal rotasyon açısı, TPAT, API-6 ve beighton skorları arasında pozitif yönde yüksek korelasyon bulundu ( $p<0.05$ )(Tablo 6-2).

**Tablo 6-2 : İlgili fiziksel değerlendirme bulguları arasındaki ilişkiler**

		U-A açısı	IR	ER	TPAT	API - 6	Beighton skoru
U-A açısı	Pearson	1	0.290	0.034	0.003	-0.013	-0.012
	Sig.		0.062	0.830	0.986	0.934	0.942
IR	Pearson	0.290	1	<b>.471**</b>	<b>.755**</b>	<b>.569**</b>	<b>.573**</b>
	Sig.	0.062		0.002	0.000	0.000	0.000
ER	Pearson	0.034	<b>.471**</b>	1	<b>.391*</b>	0.278	<b>.424**</b>
	Sig.	0.830	0.002		0.011	0.075	0.005
TPAT	Pearson	0.003	<b>.755**</b>	<b>.391*</b>	1	<b>.577**</b>	<b>.556**</b>
	Sig.	0.986	0.000	0.011		0.000	0.000
API - 6	Pearson	-0.013	<b>.569**</b>	0.278	<b>.577**</b>	1	<b>.608**</b>
	Sig.	0.934	0.000	0.075	0.000		0.000
Beighton skoru	Pearson	-0.012	<b>.573**</b>	<b>.424**</b>	<b>.556**</b>	<b>.608**</b>	1
	Sig.	0.942	0.000	0.005	0.000	0.000	

U-A açısı: uyluk-ayak açısı, API-6: ayak postür indeksi, TPAT: trokanter prominens açısı testi, IR: internal rotasyon, ER :eksternal rotasyon

Pearson korelasyon testi kullanılmıştır. \*\*  $p<0.001$ , \*  $p<0.05$

## 6.2. Temporospatal Parametrelerin Bulguları

Elde edilen temporospatal parametrelerin (TS) ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6-3'te, gruplar arasındaki TS değerleri arasındaki farklar ise Tablo 6-4'te gösterilmiştir.

TG'deki çocukların tabanlıksız (TG-1) ve tabanlıklılı (TG-2) yürüyüşlerinin TS parametreleri arasında anlamlı fark tespit edilmedi ( $p>0.05$ ).

TG-1'den elde edilen TS'lerden çift adım uzunluğu ve zamanı, adım uzunluğu ve hız değerleri RG'nin değerlerinden anlamlı olarak düşük iken adım genişliği anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $P<0.05$ ).

TG-2'den elde edilen TS'lerden çift adım uzunluğu ve zamanı ile adım uzunluğu RG'den anlamlı olarak düşük iken adım genişliği ve kadansı anlamlı olarak daha yüksekti ( $P<0.05$ ). TG-2 ve RG arasında hızlarda anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0.08$ ).

**Tablo 6-3: İlgili temporospatial parametrelerin bulguları**

Parametreler	Tabanlılık Grubu (TG 1)	Tabanlılık Grubu (TG 2)	Referans Grubu (RG)
	Ort. ± Ss.	Ort. ± Ss.	Ort. ± Ss.
Destek fazı süresi (% siklus)	58.64 ± 2.49	58.62 ± 2.81	59.15 ± 2.22
Salınım fazı süresi (% siklus)	41.36 ± 2.49	41.38 ± 2.8	40.85 ± 2.22
Çift destek fazı süresi (% siklus)	9.58 ± 3.25	9.58 ± 3.68	9.58 ± 3.25
Çift adım uzunluğu (mm)	1197.45 ± 134.44	1208.08 ± 154.47	1314.79 ± 117.78
Çift adım zamanı (ms)	1115.08 ± 104.82	1101.29 ± 99.43	1140.5 ± 100.53
Anterior adım uzunluğu (mm)	587.47 ± 82.12	590.46 ± 95.31	647.13 ± 73.25
Adım genişliği (mm)	115.83 ± 28.65	119.57 ± 22.07	92.25 ± 21.41
Kadans (adım sayısı/dk)	108.5 ± 9.39	109.84 ± 9.16	105.98 ± 8.75
Hız (m/sn)	1.08 ± 0.17	1.10 ± 0.19	1.15

TG-1: Tabanlılık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlılık Grubu tabanlılık yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma

**Tablo 6-4: İlgili temporospatial parametrelerin arasındaki farklar**

Parametreler	1 - 2	1 - 3	2 - 3
	p	p	p
Destek fazı süresi (% siklus)	0.9	0.08	0.09
Salınım fazı süresi (% siklus)	0.92	0.08	0.09
Çift destek fazı süresi (% siklus)	1	0.45	0.48
Çift adım uzunluğu (mm)	0.33	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
Çift adım zamanı (ms)	0.06	<b>0.0*</b>	<b>0.002*</b>
Anterior adım uzunluğu (mm)	0.67	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
Adım genişliği (mm)	0.24	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
Kadans (adım sayısı/dk)	0.2	0.12	<b>0.018*</b>
Hız (m/sn)	0.27	<b>0.007*</b>	0.08

1: Tabanlılık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, 2: Tabanlılık Grubu tabanlılık yürüyüş verileri 3: Referans grubu yürüyüş verileri  
1-2 : Normal dağılıyorsa eşli t-test, dağılımıyorsa wilcoxon testleri uygulanmıştır.  
1-3 ve 2-3 : Normal dağılıyorsa independent t-test, dağılımıyorsa Mann-Whitney U testleri uygulanmıştır.  
\*p≤0.05

### 6.3. Kinematik Parametrelerin Bulguları

TG'den elde edilen tabanlıksız (TG-1) ve tabanlılık (TG-2) yürüyüşler ile RG'den elde edilen serbest yürüyüşlerin kinematik verilerine ait ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6-5 ve Tablo 6-7'de, gruplar arasında farklar ise Tablo 6-6 ve Tablo 6-8'de gösterilmiştir. Pelvis, kalça, diz ve ayak bileğinin kinematik grafikleri ise Şekil 6-1, Şekil 6-2, Şekil 6-3 ve Şekil 6-4'te bulunmaktadır.

### **6.3.1. Tabanlık grubu tabanlıksız ve tabanlıklı yürüyüş bulgularının karşılaştırılması**

TG-1'in anterior pelvik tilt açıları TG-2'ye göre anlamlı olarak arttı ( $p<0.05$ ).

Sagittal plan kalça hareket açıklığı, maksimum ve ilk temasta anındaki kalça fleksiyonu tabanlık ile yürürken anlamlı olarak arttı, maksimum kalça internal rotasyonu anlamlı olarak azaldı ( $p<0.05$ ).

Frontal planda diz hareket açıklığı anlamlı olarak azalmış, destek fazında ortalama diz açısı varus yönünde değişmiş bulundu ( $p<0.05$ ). Sagittal plan diz hareket aralığı, ilk temasta ve destek fazında diz ekstansiyonu ve transvers planda destek fazı süresince ortalama diz internal rotasyonu anlamlı olarak azaldı ( $p<0.05$ ).

Sagittal plan ayak bileği hareket aralığı ve ortalama plantar fleksiyon anlamlı olarak arttı ve ayağın internal progresyonunda artış görüldü ( $p<0.05$ ).

### **6.3.2. Tabanlık grubu tabanlıksız yürüyüşü ve referans grubu bulgularının karşılaştırılması**

Siklus boyunca ve destek fazında anterior pelvik tilt ile sagittal plan pelvis hareket açıklıkları; maksimum pelvik rotasyon ile transvers planda pelvis hareket açıklıkları tabanlıksız yürüyüşlerde anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p<0.05$ ).

İlk temasta kalça fleksiyonu, ortalama kalça fleksiyon-ekstansiyon açısı, destek fazında kalça internal rotasyonu tabanlıksız yürüyüşte RG'ye göre yüksekken; maksimum kalça ekstansiyonu ve eksternal rotasyonu, sagittal ve transvers planlarda kalça hareket açıklıkları anlamlı olarak daha düşüktü ( $p<0.05$ ).

Destek fazında ortalama diz açısı RG'ye göre valgusta ve fleksiyonda tespit edildi. Frontal ve transvers planda diz hareket açıklığı anlamlı olarak daha yüksekti ( $p<0.05$ ).

Sagittal plan ayak bileği hareket açıklığı, maksimum, minimum değerleri ve ayağın progresyon açısı RG'den anlamlı olarak daha yüksekti ( $p<0.05$ ).

### **6.3.3. Tabanlılık grubu tabanlılık yürüyüşü ve referans grubu bulgularının karşılaştırılması**

Tabanlılık yürüyüş sırasında siklüs boyunca ve destek fazında anterior pelvik tilt, maksimum pelvik rotasyon ve transvers planda pelvis hareket açıklıkları RG'ye göre anlamlı olarak daha yüksekti ( $P<0.05$ ).

İlk temasta kalça fleksiyonu, ortalama kalça fleksiyon-ekstansiyon açısı, destek fazında kalça internal rotasyonu TG-2 yürüyüşte RG'ye göre daha yüksekken; maksimum kalça ekstansiyonu ve eksternal rotasyonu ile sagittal ve transvers planda kalça hareket açıklıkları anlamlı olarak daha düşüktü ( $p<0.05$ ).

Destek fazında ortalama ve maksimum fleksiyon diz açısı RG'ye göre yüksek bulundu. Diz hareket açıklığı frontal ve transvers planda yüksek, sagittal planda daha düşük bulundu ( $p<0.05$ ).

TG-2'de sagittal plan ortalama ayak bileği açısı RG'ye göre plantar fleksiyon yönünde; ayak progresyonu ise internal rotasyon yönünde daha yüksekti ( $p<0.05$ ).

**Tablo 6-5: Pelvise ait kinematik parametrelerin bulguları**

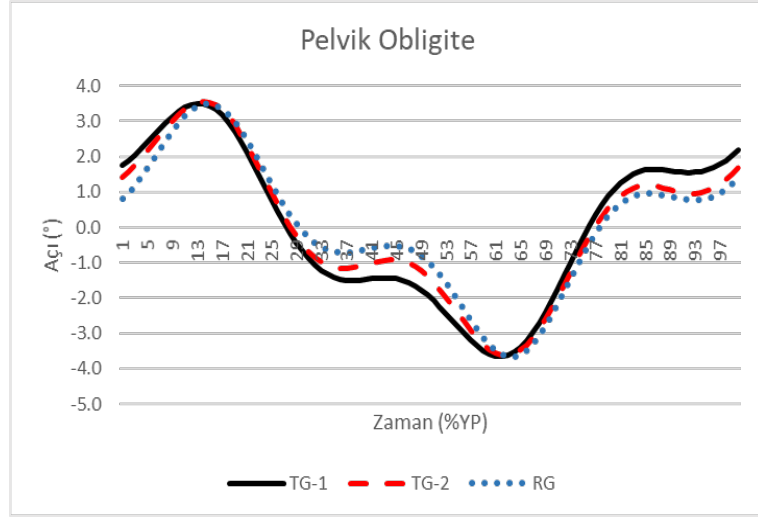
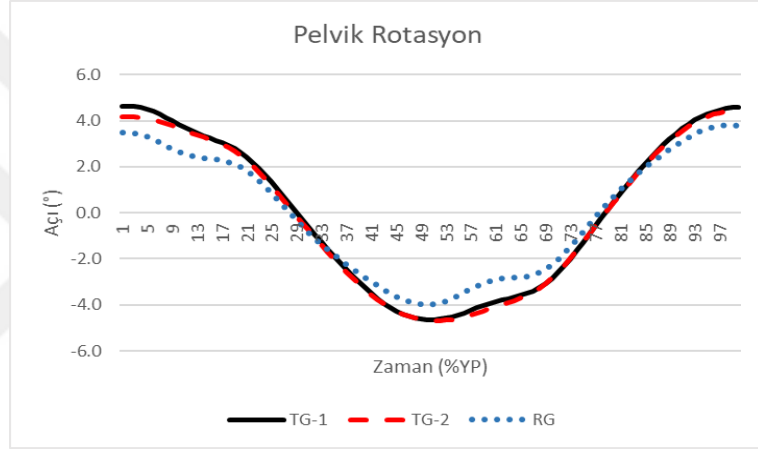
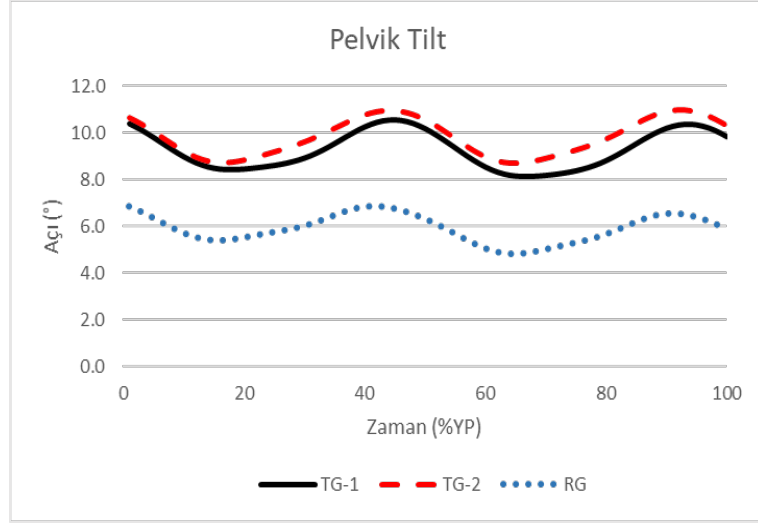
Parametreler		Tabanlılık Grubu	Tabanlılık Grubu	Referans Grubu
		(TG 1)	(TG 2)	(RG)
		Ort. ± Ss.	Ort. ± Ss.	Ort. ± Ss.
<b>Pelvik obliklik (°)</b>	Ortalama	0.05 ± 1.75	0.03 ± 1.93	0.04 ± 1.55
	Tepe pelvik elevasyon	4.25 ± 2.21	4.17 ± 2.27	3.88 ± 2.14
	Tepe pelvik depresyon	-4.12 ± 2.27	-4.03 ± 2.55	-3.98 ± 2.18
	Hareket açıklığı	8.37 ± 2.61	8.21 ± 2.96	7.87 ± 2.84
<b>Pelvik tilt (°)</b>	Ortalama	9.27 ± 4.34	9.79 ± 4.14	5.92 ± 3.7
	Destek fazındaki ortalama	9.4 ± 4.39	9.81 ± 4.16	6.1 ± 3.82
	Maksimum anterior tilt	11.94 ± 4.31	12.23 ± 4.13	8.22 ± 3.63
	Maksimum posterior tilt	7.04 ± 4.39	7.58 ± 4.31	3.84 ± 3.86
<b>Pelvik rotasyon (°)</b>	Hareket açıklığı	4.9 ± 1.33	4.64 ± 1.31	4.37 ± 1.39
	Ortalama	0.002 ± 3.38	12.58 ± 5.18	-0.061 ± 3.17
	Destek fazındaki ortalama	-0.18 ± 3.6	-0.11 ± 3.58	-0.39 ± 3.39
	Maksimum IR	6.77 ± 4.14	6.65 ± 4.48	5.4 ± 3.21
	Maksimum ER	-5.81 ± 4.43	-5.86 ± 4.63	-4.9 ± 3.81
Hareket açıklığı	12.58 ± 5.18	12.51 ± 5.26	10.30 ± 3.23	

TG-1: Tabanlılık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlılık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, IR: internal rotasyon, ER: eksternal rotasyon, Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma

**Tablo 6-6: Pelvise ait kinematik parametrelerin arasındaki farklar**

Parametreler		1 - 2	1 - 3	2 - 3
		p	p	p
<b>Pelvik obliklik (°)</b>	Ortalama	0.87	0.96	0.96
	Tepe pelvik elevasyon	0.57	0.18	0.3
	Tepe pelvik depresyon	0.62	0.62	0.85
	Hareket açıklığı	0.4	0.14	0.35
<b>Pelvik tilt (°)</b>	Ortalama	<b>0.02*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Destek fazındaki ortalama	0.1	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum anterior tilt	0.53	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum posterior tilt	<b>0.04*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
<b>Pelvik rotasyon (°)</b>	Hareket açıklığı	0.07	<b>0.002*</b>	0.11
	Ortalama	0.7	0.87	0.9
	Destek fazındaki ortalama	0.67	0.64	0.89
	Maksimum IR	0.74	<b>0.003*</b>	<b>0.01*</b>
	Maksimum ER	0.89	0.09	0.07
Hareket açıklığı	0.87	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	

1: Tabanlılık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, 2: Tabanlılık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri 3: Referans grubu yürüyüş verileri  
1-2: Normal dağılıyorsa eşli t-test, dağılımıyorsa wilcoxon testleri uygulanmıştır.  
1-3 ve 2-3: Normal dağılıyorsa independent t-test, dağılımıyorsa Mann-Whitney U testleri uygulanmıştır.  
\*p≤0.05



**Şekil 6-1:** Pelvise ait kinematik grafikleri. TG-1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, %YP: yürüyüş periyodu yüzdesi



**Tablo 6-7: Alt ekstremiteye ait kinematik parametrelerin bulguları**

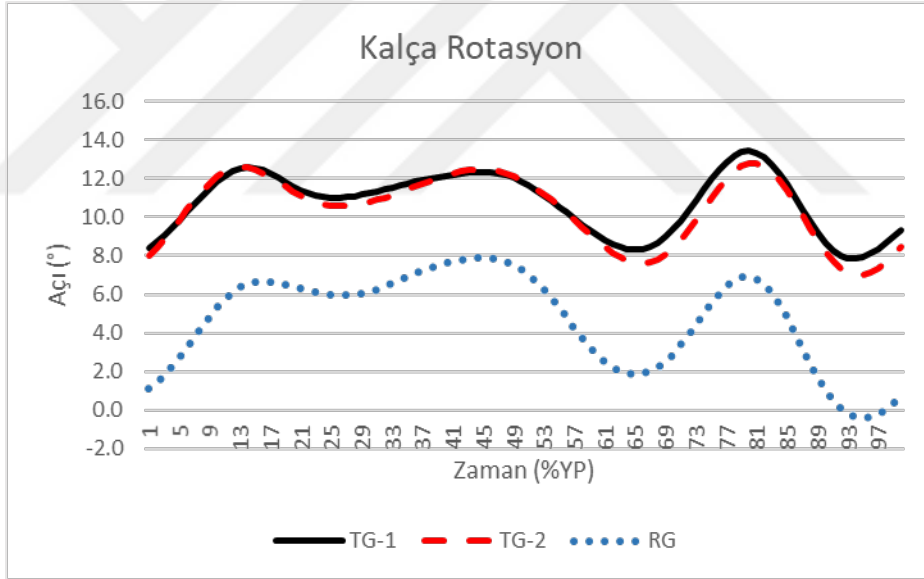
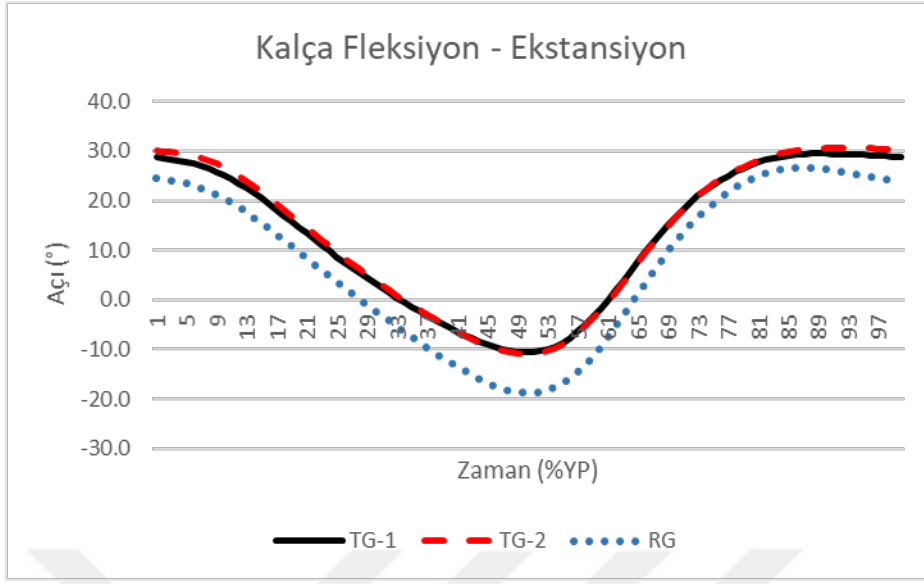
Parametreler		Tabanlılık Grubu	Tabanlılık Grubu	Referans Grubu
		(TG 1)	(TG 2)	(RG)
		Ort. ± Ss.	Ort. ± Ss.	Ort. ± Ss.
<b>Kalça flek-eks</b>	Ortalama	12.71 ± 5.39	13.24 ± 5.17	7.34 ± 4.53
	Maksimum flek	31.45 ± 5.72	32.63 ± 6.23	27.67 ± 5.27
	Maksimum eks	-11.09 ± 6.5	-11.4 ± 5.25	-19.12 ± 5.52
	Hareket açıklığı	42.54 ± 5.5	44.03 ± 5.64	46.8 ± 4.79
	İlk temas anında	28.83 ± 6.15	30.03 ± 6.7	24.53 ± 5.01
<b>Kalça rotasyon</b>	Ortalama	10.79 ± 6.68	10.44 ± 6.79	4.72 ± 5.43
	Destek fazında ortalama	11.37 ± 7.2	11.26 ± 7.26	5.97 ± 5.41
	Maksimum IR	16.80 ± 7.04	16.12 ± 7.53	10.82 ± 6.09
	Maksimum ER	4.87 ± 6.65	4.35 ± 6.86	-2.18 ± 6.02
	Hareket açıklığı	11.93 ± 3.34	11.76 ± 3.68	13.01 ± 3.5
<b>Diz varus-valgus</b>	Ortalama	5.51 ± 2.49	5.71 ± 2.57	5.14 ± 3.33
	Destek fazında ortalama	3.22 ± 2.35	3.62 ± 2.32	4.32 ± 3.31
	Maksimum varus	16.81 ± 5.32	16.51 ± 5.07	11.09 ± 4.79
	Maksimum valgus	-0.13 ± 2.63	0.25 ± 2.56	1.23 ± 3.39
	Hareket açıklığı	16.94 ± 5.82	16.25 ± 5.24	9.86 ± 3.6
<b>Diz flek-eks</b>	Ortalama	15.77 ± 6.07	15.91 ± 6.44	15 ± 4.60
	Destek fazında ortalama	5.7 ± 7.08	6.11 ± 7.75	3.47 ± 4.45
	Salınım fazında ortalama	29.67 ± 5.88	29.44 ± 5.71	30.93 ± 6.39
	Maksimum flek	58.76 ± 6.51	57.21 ± 6.29	58.98 ± 7.08
	Destek fazında minimum	-5.07 ± 6.11	-4.03 ± 7.29	-5.70 ± 4.22
	Hareket açıklığı	65.22 ± 5.62	62.51 ± 6.31	65.53 ± 5.69
<b>Diz rotasyon</b>	Ortalama	-2.81 ± 6.53	-0.35 ± 8.19	-2.15 ± 4.78
	Destek fazında ortalama	-7.84 ± 12.59	-8.33 ± 12.54	-5.82 ± 8.67
	Destek fazında ortalama	-5.27 ± 12.56	-6.36 ± 12.74	-5.65 ± 8.62
	Maksimum IR	3.79 ± 13.28	3.51 ± 13.48	4.72 ± 10.12
	Hareket açıklığı	26.62 ± 6.58	26.55 ± 7.43	20.23 ± 5.69
<b>Ayak bileği DF-PF</b>	Ortalama	-1.64 ± 5.03	-2.69 ± 5.71	-0.70 ± 3.83
	Maksimum DF	12.81 ± 5.31	10.08 ± 5.95	11.11 ± 4.05
	Maksimum PF	-16.61 ± 7.31	-15.98 ± 8.26	-14.2 ± 5.32
	Hareket açıklığı	29.42 ± 6.11	26.06 ± 5.52	25.32 ± 5.08
<b>Ayak progresyonu</b>	Destek fazında ortalama	-8.08 ± 4.96	-6.38 ± 5.48	-11.67 ± 4.09

TG-1: Tabanlılık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlılık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, flek: fleksiyon, eks: ekstansiyon, DF: dorsi fleksiyon, PF: plantar fleksiyon, IR: internal rotasyon, ER :eksternal rotasyon, Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma

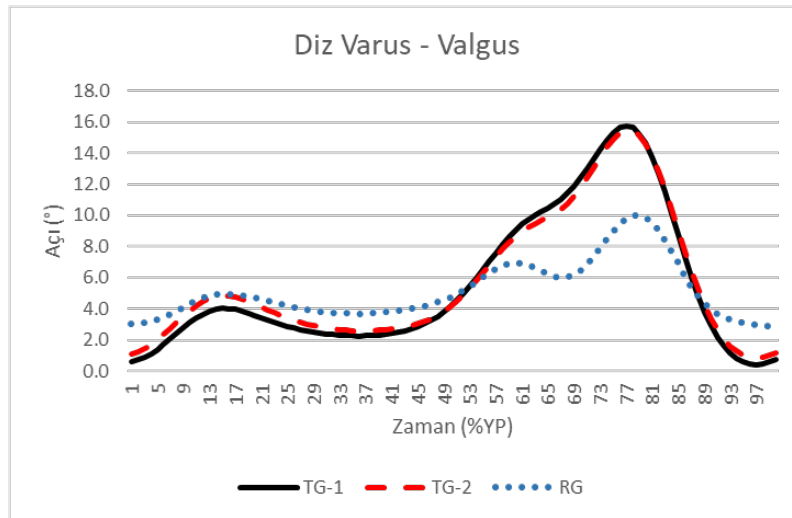
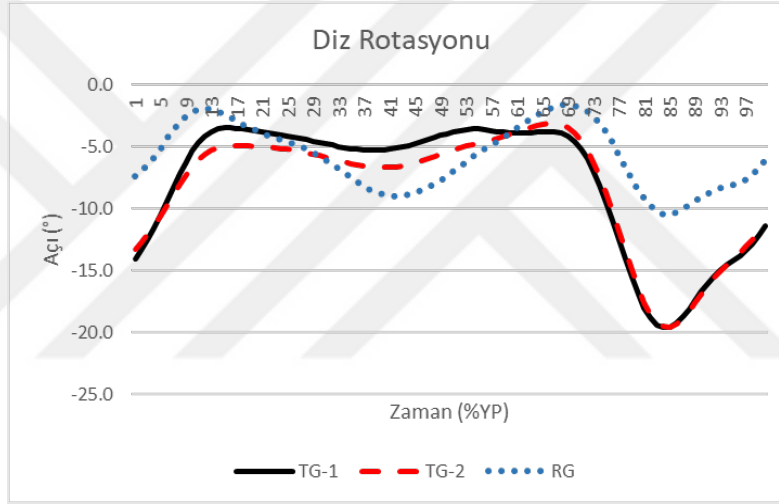
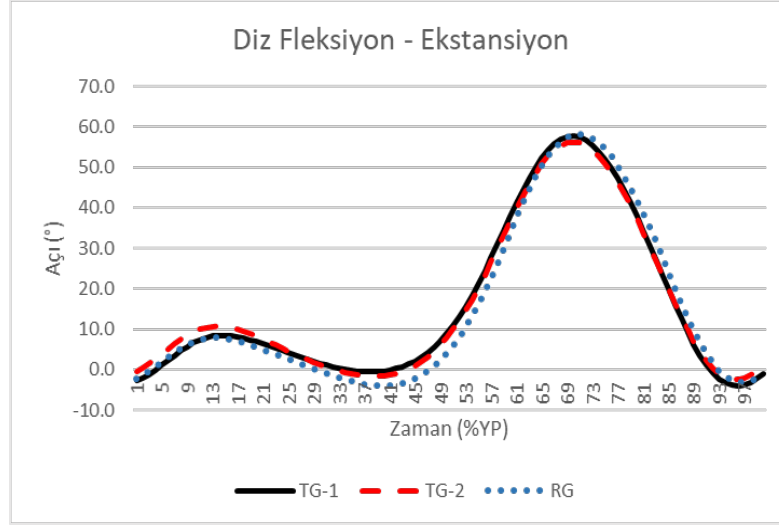
**Tablo 6-8: Alt ekstremiteye ait kinematik parametrelerin arasındaki farklar**

Parametreler		1 - 2	1 - 3	2 - 3
		p	p	p
<b>Kalça flek-eks</b>	Ortalama	0.07	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum flek	<b>0.006*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum eks	0.32	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Hareket açıklığı	<b>0.006*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	İlk temas anında	<b>0.018*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
<b>Kalça rotasyon</b>	Ortalama	0.09	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Destek fazında ortalama	0.64	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum IR	<b>0.005*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum ER	0.07	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Hareket açıklığı	0.29	<b>0.014*</b>	<b>0.005*</b>
<b>Diz varus-valgus</b>	Ortalama	<b>0.03*</b>	0.32	0.13
	Destek fazında ortalama	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	0.056
	Maksimum varus	0.19	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Maksimum valgus	<b>0.002*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.011*</b>
	Hareket açıklığı	<b>0.007*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
<b>Diz flek-eks</b>	Ortalama	0.61	0.25	0.19
	Destek fazında ortalama	0.28	<b>0.003*</b>	<b>0.01*</b>
	Salınım fazında ortalama	0.5	0.1	0.052
	Maksimum flek	<b>0.0*</b>	0.79	<b>0.03*</b>
	Destek fazında minimum	<b>0.01*</b>	0.34	<b>0.02*</b>
	Hareket açıklığı	<b>0.0*</b>	0.66	<b>0.0*</b>
	İlk temas anında	<b>0.0*</b>	0.36	0.17
<b>Diz rotasyon</b>	Ortalama	0.1	0.34	0.06
	Destek fazında ortalama	<b>0.004*</b>	0.46	0.87
	Maksimum IR	0.59	0.52	0.41
	Hareket açıklığı	0.88	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
<b>Ayak bileği DF-PF</b>	Ortalama	<b>0.0*</b>	0.09	<b>0.001*</b>
	Maksimum DF	<b>0.0*</b>	<b>0.006*</b>	0.07
	Maksimum PF	0.24	<b>0.003*</b>	<b>0.04*</b>
	Hareket açıklığı	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	0.27
<b>Ayak progresyonu</b>	Destek fazında ortalama	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>

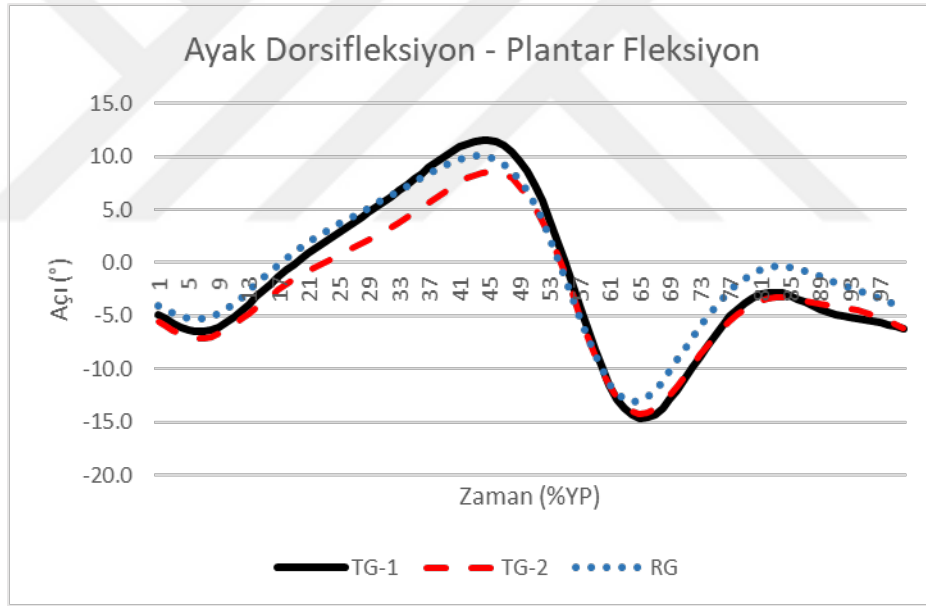
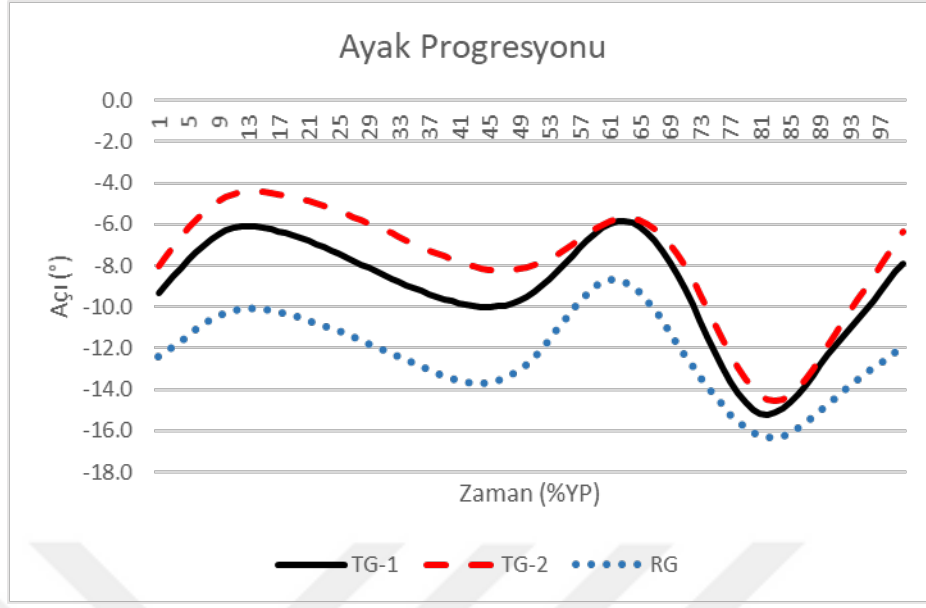
1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, 2: Tabanlık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri 3: Referans grubu yürüyüş verileri  
1-2: Normal dağılıyorsa eşli t-test, dağılmıyorsa wilcoxon testleri uygulanmıştır.  
1-3 ve 2-3: Normal dağılıyorsa independent t-test, dağılmıyorsa Mann-Whitney u testleri uygulanmıştır.  
\*p≤0.05



**Şekil 6-2:** Kalça eklemine ait kinematik grafikleri. TG-1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, %YP: yürüyüş periyodu yüzdesi



**Şekil 6-3:** Diz eklemine ait kinematik grafikleri. TG-1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, %YP: yürüyüş periyodu yüzdesi



**Şekil 6-4:** Ayak ve ayak bileği ekleminde ait kinematik grafikleri. TG-1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, %YP: yürüyüş periyodu yüzdesi

#### **6.4. Kinetik parametrelerin bulguları**

TG'den elde edilen TG-1 ve TG-2 yürüyüşleri ile RG'den elde edilen serbest yürüyüşlerin kinetik verilerine ait ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6-9'da, gruplar arasında farklar Tablo 6-10'da, grafikler ise Şekil 6-5'te gösterilmiştir.

##### **6.4.1. Moment parametrelerindeki değişiklikler**

RG'de kalçanın ortalama fleksiyon-ekstansiyon momenti, 1. tepe ekstansiyon ve 2. tepe ekstansiyon momentleri, tepe diz fleksiyon momenti değerleri TG-1 ve TG-2 yürüyüş değerlerinden anlamlı olarak farklı bulundu ( $p<0.05$ ).

Tepe plantar fleksiyon momenti ve tepe dorsi fleksiyon momentleri, TG'nin TG-1 ve TG-2 yürüyüşleri ile RG yürüyüşünde anlamlı olarak farklıydı ( $p<0.05$ ).

TG'de tabanlık ile yürüyüş sırasında yalnızca ayak bileği ekleminde anlamlı değişiklik olduğu, tepe dorsi fleksiyon momentinin azaldığı ve tepe plantar fleksiyon momentinin arttığı görüldü ( $p<0.05$ ).

**Tablo 6-9: İlgili moment parametrelerin bulguları**

Eklem (N*m/kg)		Tabanlık Grubu (TG 1) Ort. ± Ss.	Tabanlık Grubu (TG 2) Ort. ± Ss.	Referans Grubu (RG) Ort. ± Ss.
<b>Kalça</b>	Ortalama flek-eks momenti	-0.038 ± 0.09	-0.01 ± 0.08	-0.08 ± 0.08
	%0-30 tepe eks momenti	0.78 ± 0.3	0.86 ± 0.32	1.01 ± 0.38
	%30-60 tepe flek momenti	-0.58 ± 0.23	-0.61 ± 0.26	-0.84 ± 0.26
	Destek fazında ortalama abd-add	0.005 ± 0.74	0.06 ± 0.64	0.17 ± 0.69
<b>Diz</b>	Ortalama flek-eks momenti	-0.07 ± 0.09	-0.07 ± 0.08	-0.09 ± 0.08
	Tepe eks momenti	0.25 ± 0.16	0.24 ± 0.16	0.25 ± 0.16
	Tepe flek momenti	-0.5 ± 0.18	-0.51 ± 0.17	-0.64 ± 0.22
	%0-30 tepe flek momenti	0.22 ± 0.19	0.21 ± 0.19	0.2 ± 0.21
	%30-60 tepe eks momenti	0.12 ± 0.1	0.12 ± 0.09	0.15 ± 0.07
	%30-60 tepe flek momenti	-0.37 ± 0.21	-0.37 ± 0.18	-0.47 ± 0.16
	Destek fazında ortalama var-val	0.001 ± 0.4	0.04 ± 0.45	0.02 ± 0.39
<b>Ayak bileği</b>	Destek fazında ortalama DF-PF momenti	-0.12 ± 0.15	0.43 ± 0.17	0.58 ± 0.16
	Tepe PF momenti	0.24 ± 0.16	1.18 ± 0.27	1.42 ± 0.18
	Tepe DF momenti	-0.51 ± 0.18	-0.14 ± 0.08	-0.1 ± 0.1

TG-1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlık Grubu tabanlıklı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, flek: fleksiyon, eks: ekstansiyon, abd: abduksiyon, add: adduksiyon, var: varus, val: valgus, DF: dorsi fleksiyon, PF: plantar fleksiyon, Ort: Ortalama, Ss: Standart sapma

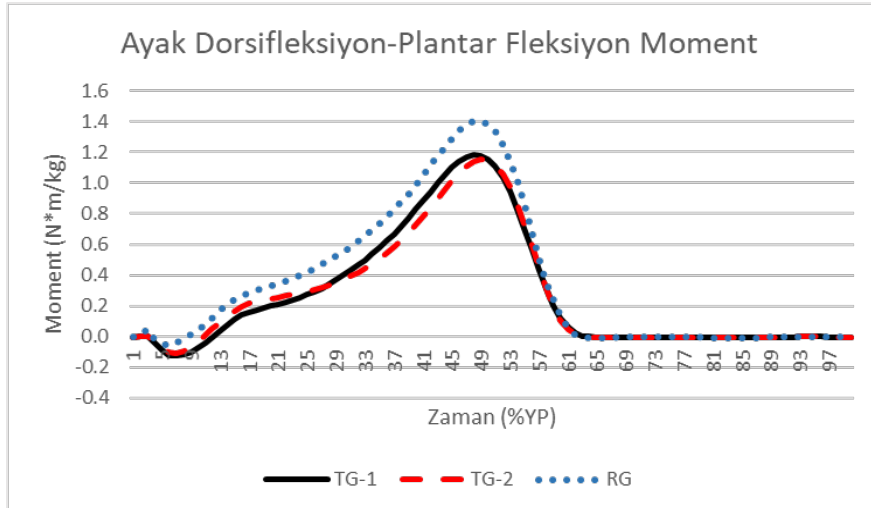
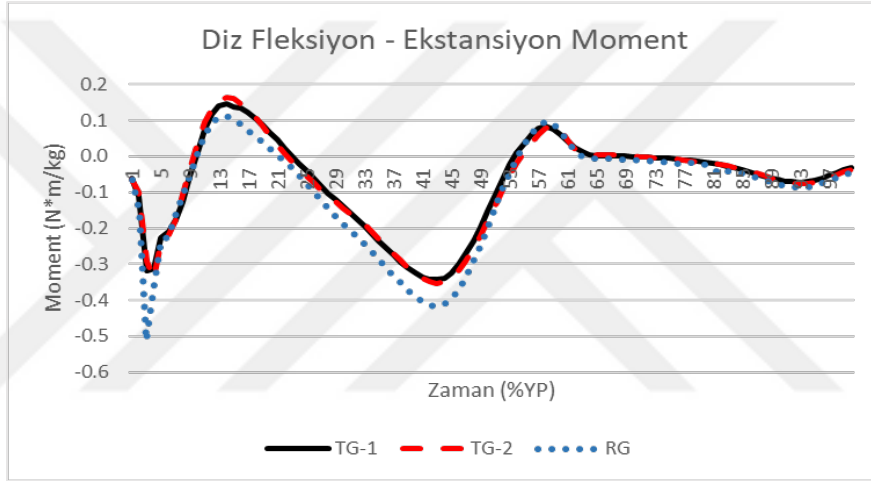
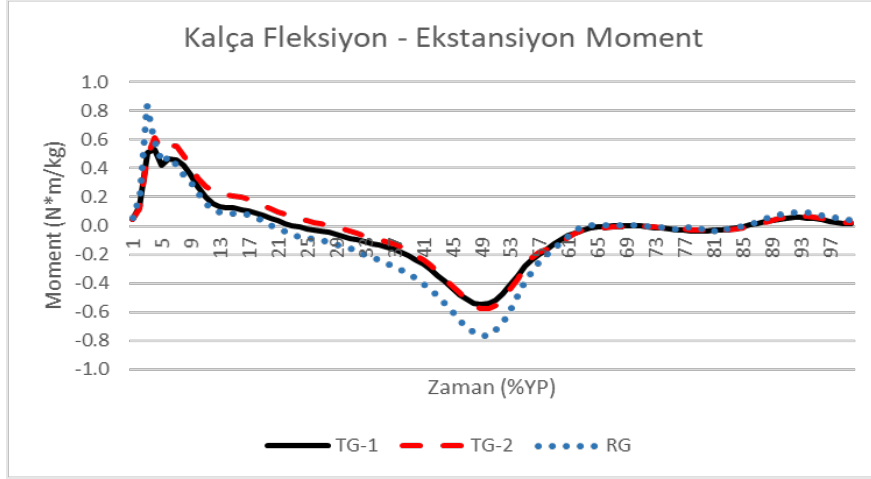
**Tablo 6-10: İlgili moment parametrelerin arasındaki farklar**

Eklem (N*m/kg)		1 - 2 p	1 - 3 p	2 - 3 p
<b>Kalça</b>	Ortalama flek-eks momenti	0.12	<b>0.003*</b>	<b>0.0*</b>
	%0-30 tepe eks momenti	0.08	<b>0.001*</b>	<b>0.02*</b>
	%30-60 tepe flek momenti	0.08	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Destek fazında ortalama abd-add	0.44	0.28	0.09
<b>Diz</b>	Ortalama flek-eks momenti	0.77	0.13	0.16
	Tepe eks momenti	0.06	0.98	0.8
	Tepe flek momenti	0.45	<b>0.0*</b>	<b>0.001*</b>
	%0-30 tepe flek momenti	0.83	0.65	0.75
	%30-60 tepe eks momenti	0.06	0.12	0.15
	%30-60 tepe flek momenti	0.95	<b>0.005*</b>	<b>0.002*</b>
	Destek fazında ortalama var-val	0.058	0.06	0.65
<b>Ayak bileği</b>	Destek fazında ortalama DF-PF momenti	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Tepe PF momenti	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>
	Tepe DF momenti	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>	<b>0.0*</b>

flek: fleksiyon, eks: ekstansiyon, abd: abduksiyon, add: adduksiyon, var: varus, val: valgus, DF: dorsi fleksiyon, PF: plantar fleksiyon

1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, 2: Tabanlık Grubu tabanlıklı yürüyüş verileri 3: Referans grubu yürüyüş verileri  
1-2: Normal dağılıyorsa eşli t-test, dağılmıyorsa wilcoxon testleri uygulanmıştır.

1-3 ve 2-3: Normal dağılıyorsa independent t-test, dağılmıyorsa Mann-whitney u testleri uygulanmıştır.  
\*p≤0.05



**Şekil 6-5:** Alt ekstremite sagittal plan moment grafikleri. TG-1: Tabanlık Grubu tabanlıksız yürüyüş verileri, TG-2: Tabanlık Grubu tabanlıklılı yürüyüş verileri RG: Referans grubu yürüyüş verileri, %YP: yürüyüş periyodu yüzdesi



## 7. TARTIŞMA

Femoral anteversiyon artışı (FAA) ve pes planovalgusu (PPV) olan çocuklarda alt ekstremitedeki internal rotasyon yönündeki moment artışı vücut biyomekaniğini etkileyerek aktiviteler sırasında eklemlerde anormal stres artışına yol açmaktadır. Bu çocuklarda subtalar eklemi nötralde destekleyen tabanlıklar kullanılarak ayakta artan pronasyon kontrol altına alınabilmektedir. FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlığın, ayak postürüne ve yürüme sırasında proksimal alt ekstremitte biyomekaniğine etkilerini sağlıklı yaşlılarıyla kıyaslayarak belirlemeyi amaçladığımız bu tezde FAA ve PPV'si olan çocukların yürüme kinematığı, tipik gelişimini sürdüren yaşlılarına göre üç planda da farklı olarak bulundu. Tabanlık kullanımının ise yürüme sırasında farklı olan bu parametrelerden bazılarını normal değerlere yaklaştırdığı bazılarını normal değerlerinden uzaklaştırdığı saptandı. Tabanlık Grubu ile Referans Grubu arasında benzer veya farklı bulunan parametreler literatür sonuçlarıyla karşılaştırılarak tartışıldı.

Radler ve ark. (2010), femoral ve tibial torsiyon ile transvers plan kinematığı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmasında, ilk temasta pelvis eksternal ve kalça internal rotasyonu ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına paralel olarak çalışmamıza dahil edilen FAA olan çocukların da pelvik rotasyon ve destek fazında kalça internal rotasyon parametreleri Referans Grubu'ndan farklı olarak daha yüksek bulunmuştur (135).

Literatürde FAA olan çocukların sağlıklı yaşlılarından farklı olarak pelvik rotasyon hareket açıklığı, kalça internal rotasyonu, ortalama diz fleksiyonu (114,115) tepe kalça fleksiyonu ve pelvik tilt değerlerinin yüksek, tepe kalça ekstansiyonu ve eksternal rotasyonu değerlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir (81). Bu çalışmalarda FAA ve sağlıklı yaşlıların yürüyüş hızları arasında anlamlı bir fark yoktur. Çalışmamızda Referans Grubu'ndaki çocukların Tabanlık Grubu'ndaki çocuklara göre daha hızlı yürüdüğü tespit edilmiştir. Yürüme hızının FAA ile etkilenmiş parametreler üzerinde ne kadar etkili olduğu tartışmalıdır. Bu duruma karşın elde edilen kinematik sonuçlar ise literatür ile benzerdir.

PPV'si olan çocuklarda yapılan yürüme analizi sonuçlarında ayak, ayak bileği ve diz eklemlerinde anlamlı kinematik değişikliklerin olduğunu ancak kalça eklemünde değişikliklerin görülmediğini bildirilmiştir (136). Diğer bir çalışmada ise bilateral PPV olması durumunda anterior pelvik tiltin ve ilk temasta kalça eksternal rotasyonunun arttığı gösterilmiştir [138]. Literatürden farklı olarak çalışmamıza dahil edilen FAA ve PPV'si olan çocukların yürüme kinematığında pelvis dahil olmak üzere her üç planda da değişiklikler gözlenmiştir. PPV ile FAA'nın birlikte görülmesi patolojik değişimleri arttırmış olabilir.

Yalnızca PPV'si olan çocuklarda ayak progresyon açısının normal ayak postürüne sahip çocuklara göre eksternalde olduğu (137), içe dönük yürüme nedenlerinden biri olan FAA'nın görüldüğü çocuklarda ise internalde olduğu bilinmektedir (114). Tabanlık Grubu'ndaki FAA ve PPV'si olan çocukların ayak progresyon açısının normal değerler arasında olmasına rağmen Referans Grubu'na göre anlamlı olarak internalde olduğu tespit edildi (53). Bu durum, çalışmanın katılımcı grubunda, FAA'nın oluşturduğu internal ayak progresyon açısının ayak valgus kompensasyonu ile giderilemediği sonucunu gösterebilir.

FAA olan çocuklarda yürüme sırasında ortalama anterior pelvik tilt değerini sağlıklı yaşlılarına benzer veya yüksek bulan çalışmalar mevcuttur. Bilateral PPV'si olan çocuklarda ise ortalama anterior pelvik tilt kontrol grubuna göre anlamlı olarak yüksektir (114). Çalışmamızda Tabanlık Grubu'ndaki çocukların tabanlıksız yürüyüşlerinde anterior pelvik tilt, Referans Grubu'ndan anlamlı olarak yüksekti. Anterior pelvik tiltteki bu artış, FAA ve PPV'nin birlikteliğinden kaynaklanıyor olabilir.

Literatüre benzer şekilde katılımcıların kalça internal rotasyon açısı, TPAT, API-6 ve beighton skorları arasında pozitif yönde yüksek korelasyon bulunmuştur (138). Bu durum FAA, ayak valgus postürü ve hipermobilité arasında neden sonuç ilişkisi olduğuna dair güçlü bir gösterge olabilir. Hipermobilité yüksek olan çocuklarda FAA ve ayak postür analizi yapmak klinikte yürüme problemlerinin önüne geçilmesinde yardımcı olabilir.

Nester ve ark., lateral veya medial kamanın en çok ayağı etkilediğini diz, kalça ve pelvis olan etkisinin minimal olduğunu vurgulamıştır (139). Literatürden farklı olarak çalışmamızda FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlık ile yürüyüşte

pelvis dahil olmak üzere birçok kinematik parametre değişmiştir. Ancak çalışmamızda tabanlığın tespit edilen farklarının anlamlılık düzeyi distalden proksimalde doğru azalmıştır.

FAA ve internal tibial torsiyonu olan çocuklarda tabanlığın biyomekanik etkilerini tanımlayan bir çalışmada destek fazında kalça ve diz internal rotasyonunun azaldığı ancak sagittal planda kinematik değişiklikler olmadığı belirtilmiştir (140). Sonuçlarımız, tabanlık ile yürüme sırasında maksimum kalça internal rotasyonu ve ortalama diz internal rotasyonunun aynı şekilde azaldığını, ancak farklı olarak alt ekstremitte sagittal plan açıları da değişim olduğunu tespit etmiştir. Tabanlık ile yürürken kalça ekleminin hareket açıklığının artması ve diz ekleminin hareket açıklığının azalması Referans Grubu verilerinden uzaklaşıldığını, ayak bileği hareket açıklığını azalması ise Referans Grubu verilerine yaklaşıldığını göstermiştir. Tabanlık ile ayak bileğinde azalan hareket açıklığının diz ekleminin hareket açıklığını etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

Alt ekstremitte dizilim bozukluğu olan yetişkinlerde biyomekanik ayak ortezinin anterior pelvik tilti ve tepe kalça fleksiyonu arttırdığı gösterilmiştir (141). Çalışmamızda da Tabanlık Grubu'nun tabanlıksız durumda yüksek olan anterior pelvik tiltinin tabanlık kullanılmasıyla daha da arttığı tespit edilmiştir. FAA ile ilişkili olan kalça internal rotasyonunun tabanlık kullanımı ile azalması, asetabulum ile önde olan femur başının stabilitesinin sağlanabilmesi için anterior pelvik tilt artışı ile kompanse edilmiş olabilir. FAA ve PPV birlikteliğinde tabanlığın alt ekstremitte dizilimini düzenlerken anterior pelvik tilt artışına neden olması konusunda dikkatli olunmalıdır. Bu çocukların fizyoterapi programları kapsamında tabanlık uygulamasına ek olarak core stabilizasyonuna yönelik egzersizler eklenerek koruyucu önlemler alınabilir.

Subtalar eklemin pronasyonu kapalı kinetiğin etkisi nedeniyle dizde internal rotasyon momenti oluşturmaktadır (60). Tabanlık Grubu'nda medial arkı destekli tabanlıkların kullanılarak subtalar eklemin nötrale alınması destek fazında diz internal rotasyonunu anlamlı olarak azaltarak Referans Grubu verilerine yaklaştırmıştır. Bu durum plantar fleksörlerin daha etkin kullanımını sağlayarak itme fazında plantar fleksiton momentini arttırmış olabilir.

Mouri ve ark. (2019), FAA olan çocuklarda MLA destekli tabanlıkların internal ayak progresyonunu azaltarak kontrol grubuna yaklaştırdığını bildirmiştir (60). Ancak Mouri'nin kullandığı tabanlık medial ve lateral kesim seviyeleri birbirinden farklı ve kullanıldığı materyal daha sert şekilde tasarlanmıştır. Çalışmamızda ise kullanılan tabanlıklar subtalar eklemi nötrale getirmek ve normal dizilimi sağlamak amacıyla. Tabanlık Grubu'ndaki çocuklarda MLA destekli tabanlıkların eksternal ayak progresyonunu anlamlı olarak azalttığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni çocukların önceki gruptan farklı olarak valgus ayak postürüne sahip olması ve tabanlıklarla subtalar eklem nörtralde desteklenmesi (API-6' nın anlamlı olarak azaltılması) ile FAA'ya bağlı artmış kalça internal rotasyonunun doğrudan ayak progresyonuna yansımaları olabilir.

Tabanlık Grubu'nun tabanlıkla yürüyüşü sırasında yalnızca ayak bileği sagittal plan kinetik parametreleri etkilenmiştir. Tepe plantar fleksiyon momenti tabanlıkla anlamlı olarak artarak Referans Grubu değerlerine yaklaşmıştır. Bu durum subtalar eklem nötrale geldiğinde aktivite kalitesini arttıran plantar fleksörlerin tabanlık ile daha etkin kullanıldığının bir göstergesi olabilir (142).

Yürüme ve koşma gibi aktivitelerin, kişinin alışkın olması nedeniyle kendi ayakkabılarıyla analiz edilmesi önerilmektedir. Buna karşın farklı ayakkabılarla gerçekleştirilen yürüme analizlerinde sonuçların bu durumdan etkilendiği de bilinmektedir (143,144). Bu nedenle analizlerde standardize bir ayakkabıyla gerçekleştirilmesi önemlidir. Çalışmamızda standardize edilen bir modele ait farklı numaralarda ayakkabılar temin edilmiş ve tüm katılımcıların yürüme analizleri ayak numarasına uygun olarak seçilerek gerçekleştirilmiştir. Farklı numaraların mevcut olması, tabanlıkla giyilen ayakkabıların tabanlıksız duruma göre büyük gelme durumunu da önlemiştir. İleriki çalışmalarda ayakkabının standardize edilmesi ayakkabıdan kaynaklanan yürüme değişikliklerinin önüne geçebilir.

Üç boyutlu yürüme analizi, çeşitli protokollere uygun olarak palpe edilen anatomik noktalara yansıtıcı belirteçlerin yerleştirilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Ayakkabı ile yapılan hareket analizi çalışmalarında yansıtıcı belirteçlerin sıklıkla ayakkabı üzerinden yerleşimi, ayakkabı ve ayak arasında göreceli hareket nedeniyle güvenilirliği azaltmaktadır (145). Bu nedenle çalışma kapsamında standart olarak belirlenen ayakkabıların 5. metatars bölgesinden açılan pencereler ile yansıtıcı belirteçlerin protokole uygun olarak doğrudan cilt üzerine yerleştirilmesi

sağlanmıştır. Bu pencereler metodolojinin standart tamamlanması için elzemdir. Böylece yansıtıcı belirteçlerin ayakkabıya yerleştirilerek ayakkabının kıvrılmasından ve form değişikliklerinden kaynaklı yalancı yürüme analiz değişikliklerinin önüne geçilebilmiştir. Ancak ayakkabıda açılan bu pencerelerin çocuğun yürüyüşünde bir değişiklik oluşturmadığı görülmesine rağmen ileriki çalışmalarda ayakkabıda yapılan değişikliklerin ayakkabının temel özelliklerine etkilememesine dikkat edilmelidir.

Yürüme hızındaki farklılıklar, yürümenin kinematik ve kinetik parametrelerini etkilemektedir (146). Çeşitli çalışmalarda katılımcıların yavaş yürümesiyle dinamik stabilitenin bozulduğu ve çift destek fazının arttığı tespit edilmiştir (147). Tabanlık kullanımı durumunda da yürüme hızı ve adım uzunluğu artmaktadır (140,148). FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlığın doğrudan etkilediği biyomekanik parametreleri tanımlamayı amaçlayan çalışmamızda geliştirilen yöntem ile tabanlı ve tabanlıksız yürüyüş hızları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Metronom ile verilen sesli geribildirim çocuğun tabanlıksız normal yürüyüşünden elde edilmesi, çocuğun ayarlanan ritimle uyumlu olması ve yürümesini kolaylaştırmıştır. Çalışmamızda her iki yürüyüşün temporo-spatial verileri arasında anlamlı değişiklik tespit edilmemesi de bu yöntemin yürüme bandı gibi hızı sabitleyebilecek enstrümanların bulunmadığı durumlarda kullanılabileceğini düşündürmektedir. Bu metodolojinin değişik amaçlarla yapılan yürüme çalışmalarına bir ışık olacağı düşünülmektedir.

Sonuçlar yorumlanırken önemsenmesi gereken bir diğer durum ise çocuklarda yürüme parametrelerini etkileyebildiği bilinen hipermobilitedir (149). Çalışmamızda, Tabanlık Grubu'nun Beighton skoru Referans Grubu'ndan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Bu nedenle çalışma grubunun genişletilerek sonuçlarda var ise hipermobilitenin etkisinin araştırılması faydalı olabilir.

Yapısal rotasyonel dizilimin ölçülmesinde en doğru sonucu veren görüntüleme yöntemi Bilgisayarlı Tomografi (BT) olmasına rağmen BT bulguları yürüme bozukluklarıyla zayıf korelasyon göstermektedir (138). Rotasyonel mekanizmalar, yürüme dinamiğini kompensasyonlarla etkilediğinden statik ölçümler ile tespit edilememektedir. Statik yöntemlerin, yürümenin dinamik komponentlerinin analizinde yetersiz kalması sebebiyle özellikle rotasyonel osteotomi cerrahiler planlanırken üç boyutlu yürüme analizi kullanılması önerilmiştir (104,150). Literatürde FAA ve PPV varlığında yürümenin kinematik ve kinetik parametrelerini

ayrı ayrı inceleyen ve tartışan yayınlar mevcuttur. FAA ve PPV birlikteliğinde görülen yürüme bozukluklarını tanımlayan çalışma noksanlığı görülmektedir. Çalışmamız, FAA ve PPV birlikteliğinin tipik gelişimini sürdüren çocuklara göre anlamlı olarak farklı bulunan yürüme parametrelerini üç boyutlu yürüme analizi ile tanımlayarak literatüre katkı sağlamıştır.

Çalışmamız, CAD/CAM teknolojisi ile üretilmiş kişiye özel tabanlıkların FAA ve PPV'si olan çocuklarda tabanlığın ayağın statik postürüne ve yürüme parametrelerine etkisini inceleyen ilk çalışmadır. Tabanlık yapımında kullanılan bu materyal, yürüme sırasında esnemiş ve taban ile temasını yitirmiş olabilir. Ancak ayağın yürüme sırasında tabanlıkla ilişkisini gösteren MRI, BT, x-ray gibi teknolojiler oldukça pahalıdır ve özel koşullarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda statik ayak postür indeksi ile subtalar eklemi nötrale getirdiği düşünülen tabanlığın yürüme sırasında da bu etkisini devam ettirdiği varsayılmıştır.

Hareket analizi sistemlerinin laboratuvar ortamında yapılması, uygulama sırasında vücuda sabitlenen ekipmanların yarattığı anormal his, ortamın günlük yaşam ortamından farklı olması ve etraftan alınan geri bildirimler nedeniyle normal yürüyüşün ve hızının etkilemesi uygulama sırasındaki limitasyonlardandır (151). Özellikle pediatrik grupta çocuk ile koopere olunması aynı zamanda yürüyüşün doğal kaydının alınabilmesi için dikkat dağıtan uyaranların ortamda bulunması yürüyüşü etkileyebilir.

## 8. SONUÇ

Femoral anteversiyon artışı (FAA) ve pes planovalgusu (PPV) olan çocukların transvers plan pelvis hareket açıklığı, kalça internal rotasyonu, ortalama diz fleksiyonu, tepe kalça fleksiyonu ve anterior pelvik tilti tipik gelişimlerini sürdüren yaşlarına göre anlamlı olarak yüksek; tepe kalça ekstansiyonu ve eksternal rotasyonu değerleri ise anlamlı olarak düşük bulunmuştur. Bu çocuklarda CAD/CAM teknolojisi ile çocuğa özel üretilmiş subtalar eklemi nötralde destekleyen tabanlıkların kullanılmasıyla farklı olan parametrelerden destek fazında diz internal rotasyonu ve valgusu anlamlı olarak azalarak normale yaklaşmıştır. Bunun dışında maksimum kalça internal rotasyonu, diz ve ayak bileği sagittal plan hareket açıklığı ise azalmış ancak normal değerlere ulaşmakta yetersiz kalmıştır. FAA ve PPV'si olan çocuklarda artmış olan anterior pelvik tilt, sagittal plan kalça hareket açıklığı ve ayak internal progresyonutabanlık ile yürüyüş sırasında artarak normal değerlerden uzaklaşmıştır.

Yürüme bozukluğu olan çocuklarda tabanlık kullanımı kolay ve etkili bir araç olup tedaviyi desteklemektedir. Tabanlık, FAA ve PPV'si olan çocuklarda artan subtalar pronasyonunun kontrol altına alınmasına ve alt ekstremitte diziliminin düzenlenerek proksimal eklemlerin tekrarlayan patolojik kuvvetlerden korunmasına fayda sağlayabilir. Tabanlık kullanan FAA ve PPV'si olan çocuklarda Referans Grubu değerlerinden uzaklaşan internal ayak progresyonu ve anterior pelvik tilt parametreleri konusunda dikkatli olunmalı ve koruyucu önlemler alınmalıdır.

## 9. KAYNAKLAR

1. Mooney JF. Lower Extremity Rotational and Angular Issues in Children. *Pediatric Clinics of North America*. 2014;61:1175–83.
2. Jones S, Khandekar S, Tolessa E. Normal Variants of the Lower Limbs in Pediatric Orthopedics. *International Journal of Clinical Medicine*. 2013;4:12–7.
3. Rerucha CM, Dickison C, Baird DC. Lower Extremity Abnormalities in Children. *American family physician*. 2017;96(4).
4. Jacquemier M, Glard Y, Pomeroy V, Viehweger E, Jouve J-L, Bollini G. Rotational profile of the lower limb in 1319 healthy children. *Gait & posture*. 2008;28(2):187–93.
5. Cheng JCY, Chan PS, Chiang SC, Hui PW. Angular and rotational profile of the lower limb in 2,630 chinese children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1991;11:154–61.
6. Hsu EY, Schwend RM, Julia L. How many referrals to a pediatric orthopaedic hospital specialty clinic are primary care problems? *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2012;32:732–6.
7. Gelberman RH, Cohen MS, Desai SS, Griffin PP, Salamon PB, O'Brien TM. Femoral anteversion. A clinical assessment of idiopathic intoeing gait in children. *Journal of Bone and Joint Surgery [Br]*. 1987;69:75–9.
8. Rethlefsen SA, Healy BS, Wren TAL, Skaggs DL, Kay RM. Causes of intoeing gait in children with cerebral palsy. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 2006;88(10):2175–80.
9. Lincoln TL, Suen PW. Common rotational variations in children. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2003.
10. Dimeglio A, Stanitski CL. Growth in pediatric orthopaedics. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2001.
11. Bonneau N, Simonis C, Seringe R, Tardieu C. Study of femoral torsion during prenatal growth: Interpretations associated with the effects of intrauterine pressure. *American Journal of Physical Anthropology*. 2011;145(3):438–45.
12. Kliegman RM, Bonita, Stanton, Geme J St., Schor NF. *Nelson Textbook of*



- Pediatrics, 20th edit. In: Nelson Textbook of Pediatrics, 20th edit. 2015.
13. Gruskay JA, Fragomen AT, Rozbruch SR. Idiopathic Rotational Abnormalities of the Lower Extremities in Children and Adults. *JBJS reviews*. 2019;7(1):1–15.
  14. Lee MC, Eberson CP. Growth and Development of the Child's Hip. *Orthopedic Clinics of North America*. 2006.
  15. AD S, VH A, S P, A P, ASD S, M H. Femoral Neck Anteversion and Neck Shaft Angles: Determination and their Clinical Implications in Fetuses of Different Gestational Ages. *Malaysian Orthopaedic Journal*. 2017;9(2):33–6.
  16. Jouve JL, Glard Y, Garron E, Piercecchi MD, Dutour O, Tardieu C, et al. Anatomical study of the proximal femur in the fetus. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*. 2005;14(2):105–10.
  17. Guidera KJ, Ganey TM, Keneally CR, Ogden JA. The embryology of lower-extremity torsion. *Clinical orthopaedics and related research*. 1994;(302):17–21.
  18. Fabry G, MacEwen GD, Shands AR. Torsion of the femur. A follow up study in normal and abnormal conditions. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 1973;
  19. Li YH, Leong JCY. Intoeing gait in children. 1999;5(4):360–6.
  20. Staheli LT. Torsional deformity. *Pediatric Clinics of North America*. 1977;24(4):799–811.
  21. Kong M, Jo H, Lee CH, Chun S-W, Yoon C, Shin H. Change of Femoral Anteversion Angle in Children With Intoeing Gait Measured by Three-Dimensional Computed Tomography Reconstruction: One-Year Follow-Up Study. *Annals of rehabilitation medicine*. 2018;42(1):137.
  22. Bruce WD, Stevens PM. Surgical correction of miserable malalignment syndrome. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2004;24(4):392–6.
  23. Ker RF, Bennett MB, Bibby SR, Kester RC, Alexander RM. The spring in the arch of the human foot. *Nature*. 1987;325:147–9.
  24. Standring S. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. Elsevier Health Sciences; 2015.
  25. Bolgla LA, Malone TR. Plantar Fasciitis and the Windlass Mechanism: A Biomechanical Link to Clinical Practice. *Journal of Athletic Training*.

- 2004;39(1):77–82.
26. Akalan NE, Temelli Y. Temel Kinezyo-mekanik Klinik Örnekli Anlatım. İstanbul Tıp Kitabevi; 2017.
  27. Olson TR, Seidel MR. The evolutionary basis of some clinical disorders of the human foot: A comparative survey of the living primates. *Foot and Ankle*. 1983;3(6):322–41.
  28. Fritz B, Mauch M. Foot development in childhood and adolescence. In: *Handbook of Footwear Design and Manufacture*. 2013.
  29. Walther M, Herold D, Sinderhauf A, Körger H, Kleindienst F, Krabbe B. Anforderungen an den Kindersportschuh vor dem Hintergrund der Entwicklung des Kinderfußes. *Fuß& Sprunggelenk*. 2005;3(1):23–33.
  30. Maier E, Killmann M. *Kinderfuß und Kinderschuh: Entwicklung der kindlichen Beine und Füße und ihre Anforderungen an fußgerechte Schuhe*. Verlag Neuer Merkur GmbH; 2003.
  31. Dars S, Uden H, Kumar S, Banwell HA. When, why and how foot orthoses (FOs) should be prescribed for children with flexible pes planus: a Delphi survey of podiatrists. *PeerJ*. 2018;16(6).
  32. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1994;14(1):83–5.
  33. García-Rodríguez A, Martín-Jiménez F, Carnero-Varo M, Gómez-Gracia E, Gómez-Aracena J, Fernández-Crehuet J. Flexible flat feet in children: a real problem? *Pediatrics*. 1999;103(6):84.
  34. Dare DM, Dodwell ER. Pediatric flatfoot: Cause, epidemiology, assessment, and treatment. *Current Opinion in Pediatrics*. 2014.
  35. Uden H, Scharfbillig R, Causby R. The typically developing paediatric foot: How flat should it be? A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2017.
  36. Cornell MS. The hip in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1995;37(1):3–18.
  37. RYDER CT, CRANE L. Measuring femoral anteversion; the problem and a method. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1953;35(2):321–8.
  38. Kate BR. Anteversion versus torsion of the femoral neck. *Acta Anatomica*.

- 1976;94(3).
39. Staheli LT. Torsional deformity. *Pediatric Clinics of North America*. 1986;
  40. Staheli LT, Duncan WR, Schaefer E. Growth alterations in the hemiplegic child: a study of femoral anteversion, neck-shaft angle, hip rotation, CE angle, limb length and circumference in 50 hemiplegic children. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*. 1968;60:205–12.
  41. Stambough JB, Davis L, Szymanski DA, Smith JC, Schoenecker PL, Gordon JE. Knee Pain and Activity Outcomes after Femoral Derotation Osteotomy for Excessive Femoral Anteversion. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2018;38(10):503–9.
  42. Akalan NE, Temelli Y, Kuchimov S. Discrimination of abnormal gait parameters due to increased femoral anteversion from other effects in cerebral palsy. *HIP International*. 2013;23(5):492–9.
  43. Arnold AS, Delp SL. Internal rotation gait: A compensatory mechanism to restore abduction capacity decreased by bone deformity? *American Society of Mechanical Engineers, Bioengineering Division (Publication) BED*. 1996;
  44. Leblebici G, Akalan E, Aпти A, Kuchimov S, Kurt A, Onerge K, et al. Increased femoral anteversion-related biomechanical abnormalities: lower extremity function, falling frequencies, and fatigue. *Gait and Posture*. 2019;
  45. Bacak I, Akalan NE, Aпти A, Leblebici G, Kuchimov S, Ozdinciler AR, et al. Increased femoral anteversion related biomechanical abnormalities: Posture and trunk symmetry. *GAIT AND POSTURE*. 2017;57(1):341–2.
  46. Gulan G, Matovinović D, Nemeč B, Rubinić D, Ravlić-Gulan J. Femoral neck anteversion: Values, development, measurement, common problems. *Collegium Antropologicum*. 2000;24(2):521–7.
  47. Naqvi G, Stohr K, Rehm A. Proximal femoral derotation osteotomy for idiopathic excessive femoral anteversion and intoeing gait. *SICOT-J*. 2017;3(49).
  48. Kaneko M, Sakuraba K. Association between femoral anteversion and lower extremity posture upon single-leg landing: Implications for anterior cruciate ligament injury. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013;25(10):1213–7.
  49. Davids JR, Benfanti P, Blackhurst DW, Allen BL. Assessment of femoral anteversion in children with cerebral palsy: Accuracy of the trochanteric

- prominence angle test. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;
50. Tomczak RJ, Guenther KR, Rieber A, Mergo P, Ros PR, Brambs HJ. MR imaging measurement of the femoral antetorsional angle as a new technique: Comparison with CT in children and adults. *American Journal of Roentgenology*. 1997;
  51. Lee S, Choi KS, Jeung IS, Lee JE, Yang SM, Lee SM. Physical Examination and Computed Tomography in Children with Toe in Gait. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 2011;35(1):61–6.
  52. Warnock AM, Raducanu R, DeHeer PA. Lower Extremity Pediatric History and Physical Examination. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*. 2013.
  53. Staheli LT, Corbett M, Wyss C, King H. Lower-extremity rotational problems in children. Normal values to guide management. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 1985;67(1):39–47.
  54. Ruwe PA, Gage JR, Ozonoff MB, DeLuca PA. Clinical determination of femoral anteversion. *The Journal of Bone and Joint Surgery Am*. 1992;
  55. Cibulka MT. Determination and significance of femoral neck anteversion. *Physical therapy*. 2004;84(6):550–8.
  56. Putz C, Wolf SI, Geisbüsch A, Niklasch M, Döderlein L, Dreher T. Femoral derotation osteotomy in adults with cerebral palsy. *Gait and Posture*. 2016;49:290–6.
  57. Wren TAL, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: Influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2005.
  58. Õunpuu S, DeLuca P, Davis R, Romness M. Long-term effects of femoral derotation osteotomies: An evaluation using three-dimensional gait analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;
  59. Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IMC. Hip Strength in Females with and without Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2003;33(11):671–6.
  60. Mouri H, Kim WC, Arai Y, Yoshida T, Oka Y, Ikoma K, et al. Effectiveness of medial-wedge insoles for children with intoeing gait who fall easily. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2019;65(1):9–15.
  61. Redmond AC. The effectiveness of gait plates in controlling in-toeing

- symptoms in young children. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2000;
62. Munuera P V., Castillo JM, Dominguez G, Lafuente G. Orthotic devices with out-toeing wedge as treatment for in-toed gait in children. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2010;100(6):472–8.
  63. Carr JB, Yang S, Lather LA. Pediatric Pes Planus: A State-of-the-Art Review. *PEDIATRICS*. 2016;137(3).
  64. Fabry G. Clinical practice: Static, axial, and rotational deformities of the lower extremities in children. *European Journal of Pediatrics*. 2010.
  65. Kehr PH, Karger C. John Herring (ed): Tachdjian’s pediatric orthopaedics, 4th edn. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2009;
  66. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasian L. Pediatric flexible flatfoot; Clinical aspects and algorithmic approach. *Iranian Journal of Pediatrics*. 2013;23(3):247–60.
  67. Evans AM, Rome K. A cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2011.
  68. Chen J-P, Chung M-J, Wang M-J. Flatfoot Prevalence and Foot Dimensions of 5– to 13-Year-Old Children in Taiwan. *Foot & Ankle International*. 2009;
  69. Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*. 2003;12(2):141–6.
  70. Ledl T, Kotz R, Hauser G, Sluga M, Pfeiffer M. Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children. *PEDIATRICS*. 2006;118(2):634–9.
  71. Tenenbaum S, Hershkovich O, Gordon B, Bruck N, Thein R, Derazne E, et al. Flexible pes planus in adolescents: Body mass index, body height, and gender-an epidemiological study. *Foot and Ankle International*. 2013;
  72. Chen KC, Yeh CJ, Tung LC, Yang JF, Yang SF, Wang CH. Relevant factors influencing flatfoot in preschool-aged children. *European Journal of Pediatrics*. 2011;170(7):931–6.
  73. Myerson MS. Adult Acquired Flatfoot Deformity.: Treatment of Dysfunction of the Posterior Tibial Tendon. *JBJS*. 1996;78(5):780–92.

74. Heil B. Lower Limb Biomechanics Related to Running Injuries. Physiotherapy (United Kingdom). 1992;
75. Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. *Physician and Sportsmedicine*. 1981;9(5):47–58.
76. Franco AH. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Physical therapy*. 1987;
77. Simkin A, Leichter I, Giladi M, Stein M, Milgrom C. Combined Effect of Foot Arch Structure and an Orthotic Device on Stress Fractures. *Foot & Ankle International*. 1989;
78. Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait and Posture*. 2007;25(1):127–34.
79. Bird AR, Bendrups AP, Payne CB. The effect of foot wedging on electromyographic activity in the erector spinae and gluteus medius muscles during walking. *Gait and Posture*. 2003;18(2):81–91.
80. Harris EJ, Vanore J V., Thomas JL, Kravitz SR, Mendelson SA, Mendicino RW, et al. Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2004;43(6):341–73.
81. Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL. Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2001;21(3):378–82.
82. Napolitano C, Walsh S, Mahoney L, McCrea J, C. N, S. W, et al. Risk factors that may adversely modify the natural history of the pediatric pronated foot. *Clinics in podiatric medicine and surgery*. 2000;17(3):397–417.
83. Villarroya MA, Esquivel JM, Tomás C, Moreno LA, Buenafé A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: Footprints and radiographic study. *European Journal of Pediatrics*. 2009;168(5):559–67.
84. Yalçın N, Esen E, Kanatlı U, Yetkin H. Medial longitudinal arkin değerlendirilmesi: dinamik plantar basınç ölçüm sistemi ile radyografik yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44(3):241–5.
85. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 1987;

86. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1995;
87. Evans AM, Nicholson H, Zakarias N. The paediatric flat foot proforma (p-FFP): Improved and abridged following a reproducibility study. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2009;
88. Rome K, Ashford RL, Evans A. Non-surgical interventions for paediatric pes planus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2010;7(7).
89. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability, and Plantar Pressure in Pes Planus. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2019;
90. Sudhakar S, Veena Kirthika S, Padmanabhan K, Ramachandran S, Senthil Nathan C V., Mohan Kumar G, et al. Efficacy of plantar short foot muscle exercise among middle distance runners: A single blind randomized controlled, pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2018;
91. Desmyttere G, Hajizadeh M, Bleau J, Begon M. Effect of foot orthosis design on lower limb joint kinematics and kinetics during walking in flexible pes planovalgus: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics*. 2018.
92. Cheung RTH, Chung RCK, Ng GYF. Efficacies of different external controls for excessive foot pronation: A meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2011;
93. Leung AKL, Mak AFT, Evans JH, Bung AKL. Biomechanical gait evaluation of the immediate effect of orthotic treatment for flexible flat foot. *Prosthetics and Orthotics International*. 1998;22:25–34.
94. Telfer S, Abbott M, Steultjens MPM, Woodburn J. Dose-response effects of customised foot orthoses on lower limb kinematics and kinetics in pronated foot type. *Journal of Biomechanics*. 2013;
95. Kosashvili Y, Fridman T, Backstein D, Safir O, Ziv YB. The Correlation between Pes Planus and Anterior Knee or Intermittent Low Back Pain. *Foot & Ankle International*. 2008;29(9):910–3.
96. Zammit G V., Payne CB. Relationship between positive clinical outcomes of foot orthotic treatment and changes in rearfoot kinematics. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2007;97(3):207–12.

97. Castro-Méndez A, Munuera P V., Albornoz-Cabello M. The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: A randomized, double-blinded, clinical trial. *Prosthetics and Orthotics International*. 2013;37(5):384–90.
98. Hsieh RL, Peng HL, Lee WC. Short-term effects of customized arch support insoles on symptomatic flexible flatfoot in children. *Medicine (United States)*. 2018;
99. Genova JM, Gross MT. Effect of foot orthotics on calcaneal eversion during standing and treadmill walking for subjects with abnormal pronation. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2000;30(11):664–75.
100. Wenger DR, Mauldin D, Speck G, Morgan D, Lieber RL. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. 1989;71(6):800–10.
101. Youn KJ, Ahn SY, Kim BO, Park IS, Bok SK. Long-term effect of rigid foot orthosis in children older than six years with flexible flat foot. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2019;43(2):224–9.
102. Perry J, Burnfield JM. *Gait analysis: normal and pathological function*. 2nd. Thorofare, NJ: Slack Incorporated. 2010;
103. Erbahçeci F, Bayramlar K, editors. *Yürüyüş*. Hipokrat Kitapevi; 2018.
104. Zafiroopoulos G, Prasad KSRK, Kouboura T, Danis G. Flat foot and femoral anteversion in children-A prospective study. *Foot*. 2009;19(1):50–4.
105. Rodriguez N, Volpe RG. *Clinical Diagnosis and Assessment of the Pediatric Pes Planovalgus Deformity*. Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. 2010.
106. Jafarnezhadgero AA, Madadi Shad M, Ferber R. The effect of foot orthoses on joint moment asymmetry in male children with flexible flat feet. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2018;22(1):83–9.
107. Sutherland D. *The development of mature gait*. Gait and Posture. 1997.
108. Keen M. *Early Development and Attainment of Normal Mature Gait*. JPO Journal of Prosthetics and Orthotics. 2006;
109. Sutherland D, Olshen R, Biden E. *The development of mature walking*. Cambridge University Press; 1988.
110. Todd FN, Lamoreux LW, Skinner SR, Johanson ME, St RH, Moran SA, et al. *Variations in the gait of normal children. A graph applicable to the*



- documentation of abnormalities. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1989;71(2):196–204.
111. Gage JR, Schwartz MH, Koop SE, Novacheck TF. The Identification and Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy. *Clinis in Developmental Medicine*. 2009.
  112. Yavuzer G. Three-dimensional quantitative gait analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2009;43(2):94–101.
  113. Sutherland DH. The evolution of clinical gait analysis part III - Kinetics and energy assessment. *Gait and Posture*. 2005.
  114. Bruderer-Hofstetter M, Fenner V, Payne E, Zdenek K, Klima H, Wegener R. Gait deviations and compensations in pediatric patients with increased femoral torsion. *Journal of Orthopaedic Research*. 2015;33(2):155–62.
  115. Alexander N, Legnick H, Studer K, Payne E, Klima H, Wegener R. P 001 – Sagittal plane gait deviations in adolescent patients with increased femoral antetorsion. *Gait and Posture*. 2018;
  116. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clinical Biomechanics*. 2004;
  117. Twomey DM, McIntosh AS. The effects of low arched feet on lower limb gait kinematics in children. *Foot*. 2012;
  118. Kothari A, Dixon PC, Stebbins J, Zavatsky AB, Theologis T. The relationship between quality of life and foot function in children with flexible flatfeet. *Gait and Posture*. 2015;41(3):786–90.
  119. Beighton P, Solomon L, Soskolne CL. Articular mobility in an African population. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1973;
  120. Malanga GA, Mautner K. *Musculoskeletal Physical Examination E-Book: An Evidence-Based Approach*. Elsevier Health Sciences; 2016.
  121. Magee DJ. *Orthopedic Physical Assessment Enhanced Edition*. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2006.
  122. Boone DC, Azen SP, Lin CM, Spence C, Baron C, Lee L. Reliability of goniometric measurements. *Physical Therapy*. 1978;58(11):1355–60.
  123. King HA, Staheli LT. Torsional Problems in Cerebral Palsy. *Foot & Ankle International*. 1984;
  124. Smits-Engelsman B, Klerks M, Kirby A. Beighton score: A valid measure for

- generalized hypermobility in children. *Journal of Pediatrics*. 2011;158(1):119–23.
125. Van der Giessen LJ, Liekens D, Rutgers KJM, Hartman A, Mulder PGH, Oranje AP. Validation of Beighton Score and prevalence of connective tissue signs in 773 Dutch children. *Journal of Rheumatology*. 2001;28(12):2726–30.
  126. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2009;21(2):26.
  127. Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2015;39(1):10–7.
  128. Choi JY, Hong WH, Suh JS, Han JH, Lee DJ, Lee YJ. The long-term structural effect of orthoses for pediatric flexible flat foot: A systematic review. *Foot and Ankle Surgery*. 2019;
  129. Xu R, Wang Z, Ren Z, Ma T, Jia Z, Fang S, et al. Comparative Study of the Effects of Customized 3D printed insole and Prefabricated Insole on Plantar Pressure and Comfort in Patients with Symptomatic Flatfoot. *Medical Science Monitor*. 2019;12(25):3510–9.
  130. Khodaei B, Saeedi H, Jalali M, Farzadi M, Norouzi E. Comparison of plantar pressure distribution in CAD–CAM and prefabricated foot orthoses in patients with flexible flatfeet. *Foot*. 2017;33:76–80.
  131. Davis RB, Öunpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science*. 1991 Oct;10(5):575–87.
  132. Lythgo N, Wilson C, Galea M. Basic gait and symmetry measures for primary school-aged children and young adults whilst walking barefoot and with shoes. *Gait and Posture*. 2009;30(4):502–6.
  133. Nawoczenski DA, Janisse DJ. Foot orthoses in rehabilitation - What's new. *Clinics in Sports Medicine*. 2004.
  134. Muller K, Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Technometrics. 1989;
  135. Akalan NE, Aпти A, Kuchimov S, Leblebici G, Onerge K, Bilgili F, et al. P19: Increased femoral anteversion related biomechanical abnormalities: Gait and hyper mobility. *Gait & Posture*. 2017;

136. Svoboda Z, Honzikova L, Janura M, Vidal T, Martinaskova E. Kinematic gait analysis in children with valgus deformity of the hindfoot. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2014;16(3):89–93.
137. Pothrat C, Authier G, Viehweger E, Rao G. Multifactorial gait analysis of children with flat foot and hind foot valgus deformity. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*. 2013;16(sup1):80–1.
138. Radler C, Kranzl A, Manner HM, Höglinger M, Ganger R, Grill F. Torsional profile versus gait analysis: Consistency between the anatomic torsion and the resulting gait pattern in patients with rotational malalignment of the lower extremity. *Gait and Posture*. 2010;32(3).
139. Nester CJ, Van Der Linden ML, Bowker P. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. *Gait and Posture*. 2003;
140. Mabuchi A, Kitoh H, Inoue M, Hayashi M, Ishiguro N, Suzuki N. The Biomechanical Effect of the Sensomotor Insole on a Pediatric Intoeing Gait. *ISRN Orthopedics*. 2012;
141. Kim SH, Ahn SH, Jung GS, Kim JH, Cho YW. The effects of biomechanical foot orthoses on the gait patterns of patients with malalignment syndrome as determined by three dimensional gait analysis. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;
142. Ekin Akalan N, Kuchimov S, Apti A, Temelli Y, Oren M, Nene A. Does clinically measured ankle plantar flexor muscle strength or weakness correlate with walking performance in healthy individuals? *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2018;31(6):1201–9.
143. Lewinson RT, Worobets JT, Stefanyshyn DJ. Control conditions for footwear insole and orthotic research. *Gait and Posture*. 2016;148:99–105.
144. Kluge F, Krinner S, Lochmann M, Eskofier BM. Speed dependent effects of laterally wedged insoles on gait biomechanics in healthy subjects. *Gait and Posture*. 2017;
145. Reinschmidt C, Van Den Bogert AJ, Lundberg A, Nigg BM, Murphy N, Stacoff A, et al. Tibiofemoral and tibiocalcaneal motion during walking: External vs. Skeletal markers. *Gait and Posture*. 1997;
146. Schwartz MH, Rozumalski A, Trost JP. The effect of walking speed on the gait of typically developing children. *Journal of Biomechanics*. 2008;

147. McDermott P, Wolfe E, Lowry C, Robinson K, French HP. Evaluating the immediate effects of wearing foot orthotics in children with Joint Hypermobility Syndrome (JHS) by analysis of temporospatial parameters of gait and dynamic balance: A preliminary study. *Gait and Posture*. 2018;60:61–4.
148. Seo KC, Park KY. The effects of foot orthosis on the gait ability of college students in their 20s with flat feet. *Journal of Physical Therapy Science*. 2014;26(10):1567–9.
149. Akalan NE, Karaca G, Aпти A, Kuchimov S, Bilgili F, Temelli Y, et al. O 098 – Distinguishing the influences of increased femoral anteversion from hypermobility during walking for neurologically intact individuals. *Gait and Posture*. 2018;
150. Sonia J, Nadia L, Manel A, Samia F, Mohamed BR, Walid O, et al. Children Flat Foot and Lower Limb Rotational Profile: A Cross-Sectional Descriptive Study. *Open Journal of Orthopedics*. 2015;05(10):326–35.
151. Simon SR. Quantification of human motion: Gait analysis - Benefits and limitations to its application to clinical problems. *Journal of Biomechanics*. 2004;37(12):1869–80.

## 10.EKLER

### Hasta Takip Formu

Femoral Anteversiyon Artışı ve Pes Planovalgusu Olan Çocuklarda Tabanlık Kullanımının Yürümeye Etkisi

#### Katılımcı Bilgileri:

Hastanın Adı Soyadı:

Cinsiyet:

Doğum Tarihi:

Dominant Taraf:

Boy \_\_\_\_\_ Kilo \_\_\_\_\_

#### SİAS genişliği

	Sağ	Sol
Kalça yüksekliği	Sağ	Sol
Diz çapı	Sağ	Sol
Ayak bileği çapı	Sağ	Sol
Bacak boyu uzunluğu	Sağ	Sol

#### Beighton Testi

	Sağ	Sol
Pasif 5. MKP $\geq$ 90° ekstansiyonu	1	1
Pasif olarak baş parmağın ön kola değiştirilmesi	1	1
Pasif olarak dirseğin $\geq$ 10° ekstansiyona getirilmesi	1	1
Pasif olarak dizin $\geq$ 10° ekstansiyona getirilmesi	1	1
Aktif olarak ayaktaayken ellerin yere değiştirilmesi	1	
<b>Toplam</b>		

#### FPI-6

SAĞ	önce	sonra
Talus başı palpasyonu		
Lateral malleol altındaki ve üstündeki eğimin incelenmesi		
Kalkaneusun inversiyonu/eversiyonu		
Talonavikular eklem bölgesindeki balonlaşma		
Medial longitudinal ark yapısı		
Ön ayağın arka ayağa göre abduksiyonu/adduksiyonu		
<b>TOPLAM</b>		
SOL	önce	sonra
Talus başı palpasyonu		
Lateral malleol altındaki ve üstündeki eğimin incelenmesi		
Kalkaneusun inversiyonu/eversiyonu		
Talonavikular eklem bölgesindeki balonlaşma		
Medial longitudinal ark yapısı		
Ön ayağın arka ayağa göre abduksiyonu/adduksiyonu		
<b>TOPLAM</b>		

### Hasta Takip Formu

Femoral Anteversiyon Artışı ve Pes Planovalgusu Olan Çocuklarda Tabanlık Kullanımının Yürümeye Etkisi

Hareket	Sağ	Sol
<b><u>Kalça:</u></b>		
<i>Fleksiyon</i>	___	___
Thomas Test	___	___
Internal Rot	___	___
External Rot	___	___
Anteversiyon	___	___
<b><u>Diz:</u></b>		
Popliteal Açı	___	___
Thigh Foot açısı	___	___
<b><u>Ayak Bileği:</u></b>		
Dorsifleksiyon		
diz @ 90°	___	___
diz @ 0°	___	___

## 11.ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Sayı : 1458  
Konu: Prof. Dr. Nazif EKİN AKALAN hk.

Tarih : 31.10.2018

Sayın Prof. Dr. Nazif EKİN AKALAN  
İstanbul Kültür Üniversitesi

İlgi : İstanbul Kültür Üniversitesinin 10/10/2018 tarihli yazısı

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Arş. Gör. Halenur EVRENDİLEK' in yürüteceği 2018/376 dosya numaralı "Femoral Anteversiyon Artışı ve Pes Planovalgusu Olan Çocuklarda Tabanlık Kullanımının Yürümeye Etkisi" başlıklı çalışma kurulumuzun 26/10/2018 tarih ve 18 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. A.Yağız ÜRESİN  
İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar  
Etik Kurul Başkanı

Eki: İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Karar Formu

## 12.ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı	Halenur	Soyadı	Evrendilek
Doğum Yeri	Fatih	Doğum Tarihi	13.09.1993
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	
E-mail	halenurevrendilek@gmail.com	Tel	

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Lisans	İstanbul Üniversitesi	2017
Lise	Çapa Anadolu Öğretmen Lisesi	2011

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Araştırma Görevlisi	İstanbul Kültür Üniversitesi	2017 -

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	Çok iyi	İyi	İyi

\* Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

Yabancı Dil Sınav Notu <sup>□</sup>								
YÖKDİL	YDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
87,5	63,75							

<sup>□□□</sup>Başarılmış birden fazla sınav varsa, tüm sonuçlar yazılmalıdır

<sup>□□</sup>KPDS: Kamu Personeli Yabancı Dil Sınavı; YDS: Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı; IELTS: International English Language Testing System; TOEFL IBT: Test of English as a Foreign Language-Internet-Based Test TOEFL PBT: Test of English as a Foreign Language-Paper-Based Test; TOEFL CBT: Test of English as a Foreign Language-Computer-Based Test; FCE: First Certificate in English; CAE: Certificate in Advanced English; CPE: Certificate of Proficiency in English

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	86,42	81,83	76,11

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office Word	Çok iyi
Microsoft Office Excel	Çok iyi
Microsoft Office Power Point	Çok iyi

\*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin



### **Uluslararası ve Ulusal Yayınları/Bildirileri/Sertifikalari/Ödülleri/Diğer**

ERTÜRK GAMZE, AKEL BURCU SEMİN, KARACA GÜLSAH, ÖNERGE KÜBRA, EVRENDİLEK HALENUR, AKALAN NAZİF EKİN, APTI ADNAN (2019). Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğrencilerinin Öğretim Üyesi Memnuniyeti ve Ders Memnuniyeti Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.

1. Uluslararası SABAK Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5471632)

ÖNERGE KÜBRA, AKEL BURCU SEMİN, ERTÜRK GAMZE, KARACA GÜLSAH, EVRENDİLEK HALENUR, AKALAN NAZİF EKİN, APTI ADNAN (2019). Ders ve Öğretim Üyesi Memnuniyetinin Öğrenci Başarısına Etkisi. 1. Uluslararası SABAK Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5471662)

KARACA GÜLSAH, AKEL BURCU SEMİN, ERTÜRK GAMZE, ÖNERGE KÜBRA, EVRENDİLEK HALENUR, AKALAN NAZİF EKİN, APTI ADNAN (2019). Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Ders Öğrenim Çıktılarının, Öğrencilerin Derslerden Kazandığı Bilgiler ile Uyumunun Değerlendirilmesi.

1. Uluslararası Sabak Kongresi (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5471641)

EVRENDİLEK HALENUR, AKALAN NAZİF EKİN, ÖNERGE KÜBRA, KARACA GÜLSAH, ERTÜRK GAMZE, BİLGİLİ FUAT (2019). Femoral anteversiyon artışı olan çocuklarda hipermobilité, kas kuvveti ve 3 boyutlu yürüme analizi parametreleri arasındaki ilişki. 1. Balkan Protez Ortez Sempozyumu (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5505974)

EVRENDİLEK HALENUR, AKALAN NAZİF EKİN, BİLGİLİ FUAT, MERİÇ EMRE, KUCHIMOV SHAVKAT, ÖNERGE KÜBRA (2019). Does hip flexor muscle weakness cause stiff-knee gait in longterm after medial open reduction surgery for children with developmental dislocation?. ESMAC 2019, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.10.016> (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın

ERTÜRK GAMZE, AKALAN NAZİF EKİN, ÖNERGE KÜBRA, EVRENDİLEK HALENUR, KARACA GÜLSAH (2019). Investigation of the relationship between selective voluntary motor control and static balance in cerebral palsy. Annual Meeting of the European Societyfor Movement Analysis in Adults and Children, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.025> (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:5506001)

BİLGİLİ FUAT, AKALAN NAZİF EKİN, EVRENDİLEK HALENUR, KUCHIMOV SHAVKAT, MERİÇ EMRE, ÖNERGE KÜBRA (2019). Are There Any Changes in Gait Analysis After Bilateral Medial Open Reduction in DDH? – A preliminary study. ESMAC 2019, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.204> (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:5506104)

EVRENDİLEK HALENUR, AKALAN NAZİF EKİN, ÖNERGE KÜBRA, KARACA GÜLSAH, ERTÜRK GAMZE, BİLGİLİ FUAT (2019). Correlations between hypermobility, muscle strength and 3D gait parameters in children with increased femoral anteversion. ESMAC 2019, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.10.015> (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:5506106)

KARACA GÜLSAH, AKALAN NAZİF EKİN, EVRENDİLEK HALENUR, ÖNERGE KÜBRA, KUCHIMOV SHAVKAT, ERTÜRK GAMZE, BİLGİLİ FUAT (2019). Investigation of the effects of hallux extension on lower extremity biomechanics during walking. Annual Meeting of the European Societyfor Movement Analysis in Adults and Children-2019, Doi: [10.1016/j.gaitpost.2019.07.244](https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.07.244) (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:5506000)

EVRENDİLEK ERKAN, EVRENDİLEK HALENUR, TELCI EYYUB (2018). İstanbul'daki Protez-Ortez Yapım Ve Uygulama Merkez Sorumlularının, Protez-Ortez Eğitiminin Ve Stajyerlerinin Niteliği Hakkındaki Görüşleri. 10. ULUSLARARASI PROTEZ-ORTEZ KONGRESİ (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4469780)

AKALAN NAZIF EKIN,KARACA GÜLSAH,APTI ADNAN,KUCHIMOV SHAVKAT,BILGILI FUAT,TEMELLI YENER,LEBLEBICI GÖKÇE,ÖNERGE KÜBRA,ERTÜRK GAMZE,EVRENDILEK HALENUR (2018). Distinguishing the Influences of Increased Femoral Anteversion from Hypermobility during walking for neurologically intact individuals. the European Society of Movement Analysis for Adults and Children (Tam Metin Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:4469714)

SARDOGAN CANSU,AKALAN NAZIF EKIN,BILGILI FUAT,SERT RUKIYE,LEBLEBICI GÖKÇE,ÖNERGE KÜBRA,EVRENDILEK HALENUR (2018). What is the effect on the popliteal angle of femoral anteversionincreased in healthy individuals?. 27th Annual Meeting of European Society of Movement Analysis in Adults And Children, 65, 470-472., Doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.07.064 (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:4792433)

EVRENDILEK HALENUR,AKALAN NAZIF EKIN,SERT RUKIYE,KARACA GÜLSAH,ERTÜRK GAMZE,BILGILI FUAT,PAULO LUCARELI (2018). Describing the influences of using insoles on gait parameters in children with increased femoral anteversion and pes-planovalgus: plot study. 27th Annual Meeting of the European Society for Movement Analysis in Adults and Children (Tam Metin Bildiri/Poster)(Yayın No:4469720)

Best Presentation Award, TRAKYA ÜNİVERSİTESİ, 2019