



ARAŞTIRMA MAKALESİ  
RESEARCH ARTICLE

CBU-SBED, 2023, 10(2): 119-126.

## Kinematik Analiz ile Belirlenen İçe Dönük ve Dışa Dönük Adım Açısı Bozukluklarının Bazı Anaerobik Güç Testlerine Etkisi

### The Effect of In-Toeing and Out-Toeing Step Angle Disorders Determined by Kinematic Analysis on Some Anaerobic Strength Tests

Serdar Şerare<sup>1\*</sup>, Ömer Şenel<sup>1</sup>, Serkan Hazar<sup>2</sup>, Özhan Pazarıcı<sup>3</sup>, Betül Akyol<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ankara Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Antrenman ve Hareket Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye..

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Spor ve Sağlık Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye

<sup>3</sup>Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Adana, Türkiye.

<sup>4</sup>Malatya İnönü Üniversitesi Spor Bilimler Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

serdarserare@windowslive.com, osenel@gazi.edu.tr, hazarserkan@cumhuriyet.edu.tr, dr.pazarci@gmail.com, betul.akyol@inonu.edu.tr

ORCID: 0000-0001-8167-2121

ORCID: 0000-0003-0364-9799

ORCID: 0000-0002-0428-4499

ORCID: 0000-0002-2345-0827

ORCID: 0000-0002-3836-1317

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Serdar Şerare

Gönderim Tarihi / Received:05.03.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 29.05.2023

DOI: 10.34087/cbusbed.1249832

#### Öz

**Giriş ve Amaç:** İnsanlar da patolojik olmayan ayak deformiteleri sık görülmektedir ve birçok sporcuda rastlanması muhtemeldir. Bu çalışmanın amacı içe dönük (İDA) ve dışa dönük (DDA) ayak adım açısı bozukluklarının bazı anaerobik güç parametrelerine etkilerini tespit etmektir.

**Gereç ve Yöntemler:** Kadın ve erkek katılımcı grupları, kinematik analiz ve kesitsel tarama yöntemi ile belirlenerek gruplara ayrılan, 18-25 yaş aralığında, lisanlı spor yaşantısı bulunmayan bireylerden oluşmaktadır. Bağımsız ayak gruplarına Anaerobik Güç Testlerinden olan Dikey Sıçrama Testi, Çift Ayak Yatay Sıçrama Testi ve Tek Ayak Penta Beşli Sıçrama Testi uygulandı. Bağımsız ikiden fazla grubun parametrik test ile karşılaştırması Anova varyans analizi ve Tukey (postoc) testleri ile gerçekleştirildi.

**Bulgular:** Dikey sıçrama testin de erkek DDA ve İDA grupları arasında anlamlı farklılık bulunmazken, kadın DDA grubunun değeri İDA grubuna göre anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Penta beşli sıçrama testinde erkek grupları arasında DDA grubunun değeri İDA grubuna göre anlamlı bulunurken, kadın grupları arasında DDA grubunun değeri hem İDA hem de normal adım (NA) grubuna göre anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Sonuç:** Dikeye yapılan anaerobik sıçramalarda DDA açısı bozukluğuna sahip ayaklar'ın İDA açısı bozukluğuna sahip ayaklara göre dikeyde daha iyi anaerobik güç ürettikleri tespit edildi. İleri doğru ardışık gerçekleşen anaerobik hareketlerde DDA açısı bozukluğuna sahip ayakların, NA ve İDA açısı bozukluğuna sahip ayaklara göre daha iyi anaerobik güç ürettikleri tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** Anaerobik güç testleri, Dışa dönük adım, İçe dönük adım, Kinematik analiz.

#### Abstract

**Objective:** Non-pathological foot deformities are common in humans and are likely to be detected in many athletes. The purpose of the present study was to determine the effects of In-Toeing (TOE-IN) and Out-Toeing (TOE-OUT) foot step angle disorders on some anaerobic power parameters.

**Materials and Methods:** The female and male participant groups consisted of individuals between the ages of 18-25, who did not have a licensed sports experience, determined by kinematic analysis and cross-sectional scanning method and were divided into groups. Vertical Jump Test, Double-Leg Horizontal Jump Test, and Single-

Leg Penta Five-Jump Test, which are Anaerobic Strength Tests, were applied to independent foot groups. The comparison of more than two independent groups with parametric test was performed with Anova Analysis of Variance and Tukey (Post-Hoc) Tests.

**Results:** Although no significant differences were detected between the male TOE-OUT and TOE-IN groups in the Vertical Jump Test, the value of the female TOE-OUT group was found to be significant compared to the TOE-IN group ( $p<0.05$ ) and the value of the TOE-OUT group was found to be significant among the male groups in the Penta Five-Jump Test compared to the TOE-IN group, and the value of the TOE-OUT group among the female groups was found to be significant compared to both the TOE-IN and the Normal Step (NS) groups ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** It was found that feet with TOE-OUT angle disorder produced better anaerobic power vertically than feet with TOE-IN angle disorder in Vertical Anaerobic Jumps. It was determined in Forward Sequential Anaerobic Movements that the feet with TOE-OUT angle disorder produced better anaerobic power than the feet with NS and TOE-IN angle disorders.

**Keywords:** Anaerobic strength tests, In-toeing, Kinematic analysis, Out-toeing.

## 1. Giriş

İnsanoğlu fiziksel, fizyolojik ve psikolojik olarak iyi olduğunda sağlıklıdır [1]. Maksimum seviyede bir fiziksel aktivite için sağlıklı bir fiziksel yapı gereklidir [2]. Fiziksel uygunluk bir fiziksel aktiviteyi az yorgunluk ile maksimum seviyede gerçekleştirebilme kapasitesidir [3]. Fiziksel aktivite sırasında yürüme ve koşma mekaniğinin sorunsuz bir şekilde işlemesi için 1. ve 2. motor nöronlarının, kas tonusunun, ekstrapiramidal ve denge koordinasyonu ile ilgili sistemlerin sağlam olması gerekmektedir. Koşarken kalça ve dizin fleksiyonu, ayak bileğinin ise dorsifleksiyonu arttıkça eklemlerin hareket açıklığı da artar [4]. Sistemler ile anatomik ve fizyolojik deformiteler yürümeyi ve koşmayı olumsuz etkiler [5]. Olumsuz etkilenen ayak mekaniği ise aerobik ve anaerobik enerji tüketimini artırır [6]. Aerobik ve anaerobik tüm egzersizler için kas iskelet sistemi ve motor performansın önemli olduğu kadar hareketi sağlayan ayakların yapısı ve şekilleri de oldukça önemlidir.

Ortopedi bilimince birçok ayak adım açısı bozuklukları tanımlanmıştır [7]. İnsan yürürken ve koşarken iki ayağının arasından geçen çizgi yürüyüş aksı, ayak başparmağının yanındaki parmak ile kalkaneus'un yan tarafını birleştiren çizgi ise ayak aksıdır. Ayak aksı ile yürüyüş aksı arasındaki açının çok küçülmesi ya da aşırı büyümesi sonucu oluşan bozukluklar yürüyüş adım açısı bozukluklarıdır. Ayak parmaklarının aşırı içe dönüklüğü içe dönük, ayakların aşırı dışa dönüklüğü dışa dönük adım açısı bozukluklarıdır [8]. Patolojik nedenleri ise dışa dönük; kalçanın içe veya dışa rotasyonu, femoral veya tibial torsiyon veya ayağa ait metatarsus adduktus (Ayak ve Ayak bileği) deformitelerinden oluşmaktadır. İçe dönük ise; kalçanın aşırı eksternal rotasyonu, kalça kontraktürü, tibianın aşırı eksternal rotasyonu ve femurun aşırı dış rotasyonu deformitelerinden oluşmaktadır [9]. Ayağın aşırı rotasyonu yer reaksiyonunun geçtiği yeri ve bu da ekstremitenin aşırı içe dönük ya da dışa dönük olmasına yol açmaktadır [10].

İnsanların ergenlik dönemleriyle başlayan yaşlanma süreçleri organlarını ve sistemleri etkilemektedir. Aktif yaşamdaki hareketlilik nedenli yaşlanma süreçleri kas ve anatomik yapılarını etkileyerek

deformikasyonlara neden olabilmektedir [11]. Farklı yaş grupları üzerinde yapılan bir çalışmada 18 ila 45 yaş aralığındaki bireylerin %10'unda ayak deformitesi görülmüştür [12]. Li ve Leong [1999] dışa dönük ayaklara içe dönük ayaklardan daha az rastlandığını ve ayak deformitelerinin kalıcı ve aşırı olanlarının genetik muhtemel bir ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir [13]. Literatür incelendiğinde popülasyonun %40'ında görülebilen ayak deformitelerine [14] birçok branştaki sporcularda rastlanması muhtemeldir. Ayrıca içe ve dışa dönük yürüyüş adım açısı bozukluklarının anaerobik güç üretmedeki etkileri, anaerobik ve aerobik performanstaki başarıları üzerine çalışmalara az rastlanmaktadır.

Sürekli gelişmekte olan spor popülasyonunun da antrenörler yeni antrenman yöntemleri ve yeni bilgiler arayışı içindedir. Bu nedenle sporcularının biyolojik, anatomik, fizyolojik ve mekanik özelliklerini bilmelidirler. Toplumda ve spor kuruluşlarında içe dönük adım açısı bozukluğu ve dışa dönük adım açısı bozukluğu hakkında az bilgi bulunmaktadır. Bu bozuklukların Anaerobik güç üretimine vereceği cevapların bilinmesi antrenman bilimciler için önemlidir.

Bu çalışmayla içe dönük adım açısı bozukluğu ve dışa dönük adım açısı bozukluğunun anaerobik güç testlerine vereceği cevapları tespit etmek amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Katılımcılar ve Yasal Prosedürler:

Çalışma Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 26.06.2022 tarih ve 587 karar nolu onayı ile Helsinki bildirgesine bağlı kalınarak yapılmıştır. \*GPower 3.1 ile yapılan güç analizinde  $\alpha 0,005$   $\beta= 1-\beta= 0,90$  alındığında her grup için en az 12 birey alınmasına karar verildi ve testin gücü  $P= 0,9968$  bulundu. Çalışmaya dahil edilme kriteri olarak (uygulanan bilgi formu ile tespit edilen) son bir yıl içerisinde nörolojik, hormonal ve eklem rahatsızlık, ayak problemleri nedeniyle dinlenirken, yürürken ya da koşarken herhangi bir ağrısı bulunmama, adolesen ve yetişkin çağlarında 18-25 yaş aralığında olma, aktif olarak lisanlı spor yaşantısı

bulunmama kriter olarak belirlenmiştir. Katılımcı grupları, gönüllü onam formunu okudukları ve onayladıktan sonra belirlendi. Gruplar kesitsel tarama yöntemi ile ayak yürüyüş görüntüleri alınıp, bilgisayar ortamına taşınması sonrası ortopedi alanında uzman kişi tarafından Kinova analiz programı ile belirlendi [15]. Ayak taraması ve anaerobik testler Cumhuriyet Üniversitesi spor salonunda gerçekleştirildi. Ayak yürüyüş görüntüleri alınarak gerçekleşen ayak taramamızda 198 erkek 167 kadın toplam 365 bireyin ayak analizi yapılmış ve katılımcı grupları tamamlanmıştır. Katılımcılardan 15 birey lisanslı sporcu olduğu için, 2 birey kinematik analizden sonra kendi isteği ile çalışmadan çekildiği için, 1 bireyde ise sakatlık problem oluştuğu için toplam 18 katılımcı çalışmadan çıkartılmıştır. Toplam 347 gönüllü katılımcının arasından 12 içe dönük adım, 12 dışa dönük adım gruplarına ayrıldıktan sonra taban problemleri bulunmayan 12 normal adım kadın ve erkek grupları ise tesadüfi yöntemle belirlenmiştir.

### 2.2. Demografik ölçümler:

Katılımcıların boy uzunluğu (BU) 1 milimetre hassasiyetinde ölçüm yapabilen Bosch (made in Germany) marka boy ölçerde, vücut ağırlığı (VA) ölçümleri, Felix Magro marka 100 gram hassasiyetindeki terazide ölçüldü. Vücut Kitle indeksi (VKİ) Dünya sağlık örgütü (WHO) 'nün belirlemiş olduğu vücut ağırlığının, boy uzunluğunun karesine bölünmesi ( $\text{kg/m}^2$ ) formülüyle belirlendi [16].

### 2.3. Kinematik Analiz:

Kinematik analizler iki aşamada gerçekleştirildi. İlkinde ayak görüntüleri alınırken ikincisinde bilgisayar ortamına taşınan görüntülerin kinematik analizleri yapıldı. İçe dönük adım açısı ve dışa dönük adım açısı bozuklukları, bilgisayar ortamına taşınan yürüyüş görüntülerinin, video yazılımı olan kinova analiz programında adım açılarının hesaplanması ile gerçekleştirildi.

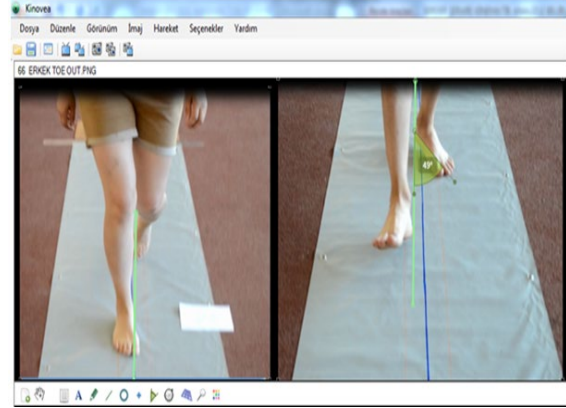
#### 2.3.1. Yürüyüş Görüntülerinin Kayıt Edilmesi:

Katılımcılardan düz bir zeminde serili bulunan, yürüyüş bandı üzerinde, eklemlerin gözükmeye izin veren kısa bir kıyafetle yürümeleri istendi. Yürüyüş sırasında, 5 metre uzaklıkta önde (frontal düzlem) ve 1 metre yükseklikte bulunan tripodla sabitlenmiş 14,2 etkin piksel sayısına, 4608x3072 azami çözünürlüğe sahip olan NIKON D3100 (Made in Thailand) model marka kamera ile kısa süreli video çekimleri alındı. Alınan video görüntüleri HI-LEVEL (Made in Turkey) marka 64 GB hafıza kartı ile bilgisayar ortamına aktarıldı [17].

#### 2.3.2. Kinova Analiz Programında Adım Açılarının Kinematik Analizi:

Video görüntüleri PC ortamında video analiz yazılımı olan Kinova kinematik analiz programında analiz edildi [15]. Kinova kinematik analiz programında ayak ve zemin üzerine çizgiler çizildi. İlk çizgi bireyin yürüme yönüne gösteren iki ayağının tam ortasından geçen yürüyüş aksı çizgidir. İkincisi ise

başparmağın yanındaki ikinci parmak ile kalkaneus'un iç yan tarafını birleştiren yürüyüş aksı çizgisidir. Yürüyüş aksı ve ayak aksı çizgileri arasındaki açı ölçüldü ve adım açısı belirlendi [18]. Kalkaneusun iç kenarı ile yürüyüş aksı arasındaki mesafe (adım genişliği) ortalama 5–6 cm dir. Adım genişliği değişebilmekle olmakla, adım açısı 20° den daha fazla ise dışa dönük adım (DDA), 3°den daha küçük ise içe dönük adım (İDA) olarak kabul edildi [19].



**Şekil 1.** Kinova analiz programında in-toeing ve out-toeing adım açılarının kinematik analizi

### 2.4. Anaerobik Egzersiz Test:

Tüm katılımcılar biyolojik ritimlerinden doğabilecek performans farklılıklarını önlemek için günün aynı saatinde, benzer koşullarda, kapalı alanda ve tartan zeminde performans sergilediler.

#### 2.4.1. Dikey Sıçrama Testi (DST):

Katılımcılardan özel olarak imal edilmiş dikey sıçrama sehpasının önünde ayaklar birleşik ve vücutları dik pozisyonda durdular. Daha sonra ayakları ve topukları yerden kalkmadan kollarını yukarı kaldırarak uzanabildiği en yüksek noktaya uzatmaları istendi. Maksimum parmak uçlarının temas ettiği nokta santimetre olarak ölçüldü ve başlangıç noktası olarak belirlendi. Daha sonra deneklerin oldukları yerde dizlerini 90° bükmelerine izin verilerek çift ayak ile maksimum güçleriyle dikeye sıçrayarak mümkün olan en yüksek noktaya temas etmeleri istendi. Katılımcıların dikey sıçraması ile temas ettikleri en yüksek nokta, başlangıç noktasındaki derecelerden cm olarak çıkartıldı ve katılımcıların net olarak dikey sıçrama dereceleri olarak ölçüldü. DST iki defa tekrar ettirilerek en iyi derece skor olarak kabul edildi [20].

#### 2.4.2. Çift Ayak Yatay Sıçrama Testi (YST):

Testte, katılımcılardan zemindeki düz çizginin üzerinde parmak uçları çizgiyi geçmeyecek şekilde beklemeleri istendi. Daha sonra katılımcıların kollar geride, dizleri hafif bükük ve gövde hafif öne eğik bir pozisyonda iken sadece yayınma hareketi yapmalarına izin verilerek çift ayak ile sıçrayabildikleri en uzak mesafeye sıçramaları istendi. Sıçrama sonrası gerideki ayaklarının kalkaneus hizasından ölçüm yapıldı. İki defa tekrar

ettikleri YST sonunda en iyi sonuç YST değeri olarak alındı [21].

#### 2.4.3. Penta (beşli) Sıçrama Testi (PST):

Katılımcılardan ayak kalkaneuslar'ının arka kısımlarını duvara yaslamaları istendi. Start komutuyla ileri doğru atacakları tek ayak ile 5 kez ardışık sıçramaları stendi. 5. sıçramanın bittiği noktada gerideki ayağın kalkaneus hizasından ölçüm yapıldı. Sıçramaları sonrasındaki mesafe başlangıç çizgisinden cm olarak çıkartıldı. 2 defa tekrar edilen sıçramalar sonunda elde edilen en iyi skor cm cinsinden PST değeri olarak kayıt edildi [22].

#### 2.5. İstatistiksel Metot:

Dağılımların normal olup olmadığı Kolmogorov Smirnov testi ile belirlendi ve parametrik bir test

uygulanması gerektiğine karar verildi. Bağımsız ikiden fazla grubun karşılaştırması varyans analizi Anova ve Tukey (postoc) testleri ile gerçekleştirildi. Yapılan istatistikler için SPSS 25. İstatistik programı kullanılarak anlamlılık düzeyi  $p<0.05$  olarak kabul edildi.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Bulgular

Tablo 1 de bağımsız erkek ve kadın guruplarının demografik parametrelerinin dağılımları normallik göstermekle erkek bağımsız guruplarının yaş, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi değişkenleri arasında anlamlı farklılık görülmezken, kadın bağımsız guruplarının sadece yaş değişkeninde anlamlı farklılık vardır ( $p<0.05$ ) (Tablo1).

**Tablo 1.** Çalışma popülasyonunun tanımlayıcı istatistikleri

Ayak Adım Açısı Bozuklukları Bağımsız Grupları					
	Erkek İDA (n=12)	Erkek NA (n=12)	Erkek DDA (n=12)		
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	F	P
Yaş(Yıl)	20,66±1,96	19,16±1,69	19,58±1,67	2,256	,121
BU (cm)	177,33±6,00	179,58±9,77	174,17±7,80	1,385	,264
VA(kg)	68,25±10,60	72,33±10,45	66,50±5,91	1,256	,298
VKİ	21,08±2,35	22,08±2,46	21,75±1,65	,649	,529
	Kadın İDA (n=12)	Kadın NA (n=12)	Kadın DDA (n=12)		
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	F	P
Yaş(Yıl)	19,58±1,66	20,08±1,83	20,33±1,55	,843	,439
BU(cm)	164,83±5,27	165,75±6,28	166,67±4,57	,343	,712
VA(kg)	57,41±6,08	56,66±5,72	57,00±6,09	,048*	,954
VKİ	20,66±1,49	20,25±1,81	20,08±2,31	,298	,744

SS: Standart sapma

Tablo 2 de Erkek İDA, NA ve DDA bağımsız guruplarının DST ve YST sonuçlarında guruplar arasında anlamlı farklılık bulunmazken, PST anlamlı farklılık görülmüştür ( $p<0.05$ ). Kadın İDA, NA, ve

DDA bağımsız guruplarının YST sonuçlarında guruplar arasında anlamlı farklılık bulunmazken, DST ve PST sonuçlarında guruplar arasında anlamlı farklılık görülmüştür ( $p<0.05$ ). (Tablo 2).

**Tablo 2.** Ayak adım açısı deformiteleri İDA, NA, DDA bağımsız erkek ve kadın guruplarının DST, YST ve PST sonuçlarına ilişkin anova istatistiksel sonuçları

Ayak Adım Açısı Deformiteleri Bağımsız Grupları					
Erkek			Kadın		
Değişkenler	F	P	Değişkenler	F	ANOVA
DST Guruplar arası	2,916	,068	DST Guruplar arası	3,755	,034*
YST Guruplar arası	2,954	,066	YST Guruplar arası	1,584	,220
PST Guruplar arası	4,063	,026*	PST Guruplar arası	6,768	,003*

\* $p<0,05$

Tablo 3 de Ayak adım açısı deformiteleri bağımsız erkek İDA, NA ve DDA gruplarının DST ve YST karşılaştırmalarında DDA grubunun değerleri NA ve İDA dan, NA grubu da İDA den yüksek ölçülse de İDA, NA ve DDA gruplarının DST ve YST değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. PST

karşılaştırmalarında ise DDA ile NA arasında anlamlı farklılık bulunamazken, DDA grubunun PST İDA gurubundan anlamlı derece yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). (DDA  $971\pm 104,19$ , NF  $918,75\pm 103,57$ , İDA  $860,25\pm 77,56$ ). (Tablo3).

**Tablo3.** Ayak adım açısı deformiteleri İDA, NF ve İDA erkek gruplarının dikey sıçrama, çift ayak yatay sıçrama ve penta sıçrama testi sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

Ayak Adım Açısı Deformiteleri İDA, NA, DDA Erkek Grupları						
Değişkenler	Bağımsız gruplar	N	Ortalama $\pm$ SS (mm)	(Min-Maks)	P	Std. Er.
DST	İDA	12	43,66 $\pm$ 3,79	38,00-50,00	,941	2,01
	NA	12	44,33 $\pm$ 5,44	38,00-54,00		
	İDA	12	43,66 $\pm$ 3,79	38,00-50,00	,080	2,01
	DDA	12	48,166 $\pm$ 5,35	38,00-56,00		
	NA	12	44,33 $\pm$ 5,44	38,00-54,00	,153	2,01
	DDA	12	48,166 $\pm$ 5,35	38,00-56,00		
YST	İDA	12	179,12 $\pm$ 19,22	148,00-219,00	,184	8,66
	NA	12	194,75 $\pm$ 21,56	160,00-231,00		
	İDA	12	179,12 $\pm$ 19,22	148,00-219,00	,068	8,66
	DDA	12	199,17 $\pm$ 22,73	155,00-233,00		
	NA	12	194,75 $\pm$ 21,56	160,00-231,00	,867	8,66
	DDA	12	199,17 $\pm$ 22,73	155,00-233,00		
PST	İDA	12	860,25 $\pm$ 77,56	740,00-990,00	,307	39,15
	NA	12	918,75 $\pm$ 103,57	775,00-1144		
	İDA	12	860,25 $\pm$ 77,56	740,00-990,00	,020*	39,15
	DDA	12	971 $\pm$ 104,19	859,00-1142,00		
	NA	12	918,75 $\pm$ 103,57	775,00-1144	,375	39,15
	DDA	12	971 $\pm$ 104,19	859,00-1142,00		

\* $p<0,05$

Tablo 4 de Ayak adım açısı deformiteleri bağımsız kadın İDA, NA ve DDA gruplarının DST sonuçları karşılaştırıldığında NA ve İDA gurupları arasında anlamlı farklılık bulunmazken, DDA grubunun DST değeri İDA grubuna göre anlamlı bulunmuştur ( $p<0.05$ ). (DDA  $39,666\pm 3,05$ , İDA  $35,2500\pm 5,31$ ). YST karşılaştırmalarında DDA grubunun YST değeri NA ve İDA gruplarından, NA'ın YST değeri de İDA dan yüksek ölçülse de aralarında anlamlı farklılık bulunmamıştır. YST karşılaştırmalarında NA ve İDA gruplarının YST değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmazken, DDA grubunun YST değeri hem NA hem de İDA dan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). (DDA  $906,20 \pm 90,85$ , NA  $793,42\pm 85,30$ , İDA  $775,50\pm 105,69$ ). (Tablo 4).

### 3.2. Tartışma

Çalışmamızdaki tüm grupların vücut kitle indeks değerlerinin dünya sağlık örgütü verilerine göre normal olduğu ve literatürdeki çalışmalarla benzer olduğu görülmektedir [23-24]. Literatürde ayak adım açısı bozukluklarını araştıran antrenman bilimi ile ilişkili çalışma yok denecek kadar azdır. Çalışmamızın yürüyüş adım açısı bozukluklarından olan İDA ve DDA bağımsız gruplarına uyguladığımız DST, YST ve PST test ölçümleri ise orijinallik içermektedir. Literatürdeki çok az sayıda yapılmış çalışmaları incelediğimizde ayak parmaklarının içe dönük ve dışa dönük basmasının birçok nedeni bulunmaktadır. Genel olarak kalçanın aşırı rotasyonu ile femoral ve tibial torsiyonun neden olduğu bilinmektedir [6].

**Tablo 4.** Ayak adım açısı deformiteleri İDA, NA ve DDA kadın gruplarının dikey sıçrama, çift ayak yatay sıçrama ve penta sıçrama testi sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

Ayak Adım Açısı Deformiteleri İDA, NA, DDA Kadın Grupları					
Değişkenler	Bağımsız gruplar	Ortalama ± SS (mm)	(Min-Maks)	P	Std. Er.
DST	İDA	35,2500±5,31	26,00-42,00	,922	1,73
	NA	35,916±4,10	28,00-42,00		
	İDA	35,2500±5,31	26,00-42,00	,041*	1,73
	DDA	39,666±3,05	34,00-44,00		
	NA	35,916±4,10	28,00-42,00	,094	1,73
	DDA	39,666±3,05	34,00-44,00		
YST	İDA	160,83±20,68	127,00-197,00	,515	6,76
	NA	168,34±14,32	142,22-197,00		
	İDA	160,83±20,68	127,00-197,00	,199	6,76
	DDA	172,75±13,85	154,00-196,00		
	NA	168,34±14,32	142,22-197,00	,793	6,76
	DDA	172,75±13,85	154,00-196,00		
PST	İDA	775,50±105,69	600,00-920,00	,888	38,51
	NA	793,42±85,30	710,00-974,00		
	İDA	775,50±105,69	600,00-920,00	,005*	38,51
	DDA	906,20±90,85	777,00-1117,00		
	NA	793,42±85,30	710,00-974,00	,016*	38,51
	DDA	906,20±90,85	777,00-1117,00		

\*p<0,05

Tibial torsiyon, tibianın uzunca eksenini etrafında distal eklem hattının proksimal eklem hattına göre transvers planda fizyolojik olarak yer değiştirmesidir. Proksimal ve distal tibial eklem yüzeyleri arasındaki açı ise tibial torsiyon açısıdır [25]. Aşırı eksternal tibial torsiyon, ayak parmaklarının dışarı dönmesine neden olurken, artan iç tibial torsiyon, ayak parmaklarının içeri dönmesine neden olmaktadır [26].

Bireylerin ergenlik döneminden itibaren aktif yaşam süreçlerindeki hareketlilikten kaynaklı zorlanmaları ise kas ve anatomik sistemleri olumsuz etkileyebilmektedir [11]. Nitekim Habelt ve ark. yaptıkları çalışmada spor aktiviteleri sırasında adolesan yaralanmalarının en sık futbol branşında olduğu, bu yaralanmaların %25,27'sinin üst ekstremitelerde %68,71'nin ise alt ekstremitelerde gerçekleştiği, alt ekstremitelerde ise en sık diz (% 29,79) ve ardından da ayak bileği eklemine (% 24,02) gerçekleştiği sonucuna ulaşmışlar [27]. Bununla beraber Bayrak ve ark. yaptıkları çalışmada düzenli antrenmanlı elit futbolcuların sedanterlere göre tibial torsiyon açılarının sağ ayaklarında farklılık görülmezken, sol ayaklarında anlamlı farklılık görülmüştür (p<0,05) [28]. Bizim çalışmamızda içe dönük adım ve dışa dönük adım katılımcı gruplarının lisanslı aktif spor yaşantısı bulunmayan bireyler olmasına rağmen genetik olanlar

hariç, doğuştan yetişkinliğe kadar aktif yaşamlarında rekreasyonel olarak katıldıkları egzersizlerde neye ve ne kadar maruz kaldıkları bilinmemekle birlikte aktif yaşam süreçlerinin ayaklarını içe dönük ve dışa dönük olarak şekillendirmiş olmaları muhtemeldir. Patolojik olmayan DDA'ya sahip hem erkek hem de kadın gruplarımızın İDA ve NA sahip bireylere göre ileri doğru ardışık olarak gerçekleşen momentlerde daha iyi anaerobik güç üretmeleri, DDA ayaklı bireylerin İDA ve NA'lı bireylere göre daha aktif ve mücadeleci bir yaşam sürdürdüklerini göstermekle DDA'nın futbol gibi bir çok anaerobik seviyede uygulan spor branşlarında görülebileceği düşünülmektedir. (PST sonuçları Erkek (cm) DDA 971±104,19, NA 918,75±103,57, İDA 860,25±77,56 (Tablo3), Kadın DDA 906,20±90,85, NA 793,42±85,30, İDA 775,50±105,69) (Tablo 4). Bej ve Kundu aerobik kapasite ve kinematik özelliklerin yürüme hızı ile ilişkisini inceledikleri çalışmada, elit seviyedeki 10 genç erkek yürüme yarışçısının yarış esnasında topuk temasları, orta kısmın temasları ve ilerleyen bacağın parmak ucu temaslarını kinematik analizle değerlendirmişler. İDA fazındaki diz açısı ile performans arasında yüksek derecede korelasyon ("r" değeri 0.742), topuk teması ve orta kısmın teması fazında ise düşük dereceli bir negatif korelasyon tespit etmişler. (r = -

0.489& -0.406) [29]. Bej ve Kundu'nun yaptıkları çalışmasının ve bizim çalışmamızın sonucuna göre İDA'lı bireylerin yürüme gibi aerobik sistemle gerçekleştirilen submaksimal seviyedeki egzersizlerde daha başarılı olabilmektedirler. Ayrıca Stoutenberg (2005) de ise ayak parmakların içe dönük basmanın vastus lateralis ve vastus medialis kasının aktivitelerini artıracağını, ayak parmaklarını dışa dönük basmanın rektus femoris aktivitelerini artıracağını bildirmişlerdir [30].

#### 4. Sonuç

Sonuç olarak temel hareket becerilerinden dikeye yapılan anaerobik sıçramada, dışa dönük adım açısı bozukluğuna sahip ayaklar ile normal adım açısına sahip ayaklar arasında anlamlı bir fark bulunmazken, dışa dönük adım açısı bozukluğuna sahip ayakların içe dönük adım açısı bozukluğuna sahip ayaklara göre dikeyde daha iyi anaerobik güç ürettikleri ortaya konmuştur.

Yataya yapılan anaerobik sıçramada, dışa dönük adım açısı, içe dönük adım açısı ve normal adım açısına sahip olmanın yataya yapılan sıçramada olumlu ya da olumsuz etkisi görülmemiştir.

İleri doğru ardışık olarak gerçekleştirilen anaerobik sıçramalarda ayak adım açısı deformitelerinden dışa dönük adım açısına sahip ayakların normal ve içe dönük adım açısına sahip ayaklara göre daha iyi anaerobik güç ürettikleri ortaya konurken, normal adım açısına sahip ayak ve içe dönük adım açısına sahip ayaklar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Dışa dönük adım açısına sahip ayakların anaerobik güç üretmedeki başarısı farklı çalışmalarla desteklenerek anaerobik sistemlerin uygulandığı rekabet ve dayanıklılık gerektiren spor branşlarındaki rastlanma oranına bakılırsa dışa dönük adım açısına sahip ayakların, içe ve normal adım açısına sahip ayaklara göre başarısının tesadüf mü yoksa sportif yaşamla şekillenebilen bir deformitemi olduğu ortaya konacaktır.

#### 5. Teşekkür ve Bilgilendirme

Çalışmanın gerçekleşmesine destek veren Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığına ve Tıp Fakültesi Ortopedi Anabilim Dalı Başkanlığına teşekkür ederiz.

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

#### Referanslar

1. Ferguson, B, ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription, 2014, *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 58(3), 328.
2. Günay, M, Cicioğlu, H, Şıktar, E, Şıktar E, Çocuk, kadın, yaşlı ve özel gruplarda egzersiz. Gazi Kitabevi, Ankara, 2018.
3. Ortega, F. B, Ruiz, J. R, Castillo, M. J, Sjöström, M, Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health, 2008, *International journal of obesity*, 32(1), 1-11.
4. Dugan, S. A, Bhat, K. P, Biomechanics and analysis of running gait, 2005, *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 16 (3):609-10.
5. Jankovic, J, Nutt, J. G, Sudarsky, L, Classification, diagnosis, and etiology of gait disorders, 2001, *Advances in Neurology*, 87, 119-133.
6. Alsancak, S, Yürüyüş terminolojisi, 2015, *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 14(2), 5.

7. Korkmaz, M. F, AÇAK, M, Düz S, Yüksekliği ayarlanabilir tabanlığın düztabanlık tedavisine etkisi, 2018, *The International Journal of Educational Researchers*, 9(5), 35-39.
8. Cibulka, M.T, Winters, K, Kampwerth, T, McAfee, B, Payne, L, Roeckenhaus, T, Ross, S. A, Predicting foot progression angle during gait using two clinical measures in healthy adults, A preliminary study, 2016, *International journal of sports physical therapy*, 11(3), 400.
9. Accadbled, F, Cahuzac, J. P, In-toeing and out-toeing, 2006, *La revue du praticien*, 56(2), 165-171.
10. Levine, D, Richards, J, Whittle, M. W, Whittle's dait analysis, 2012, *Elsevier health sciences*, 67-82.
11. Yaman, H, Yaşlılarda sporun fizyolojik fonksiyon kaybına etkisi, 2003, *Geriatry*, 6(4), 142-146.
12. Hill, C. L, Gill, T. K, Menz, H. B, Taylor, A. W, Prevalence and correlates of foot pain in a population-based study: the North west adelaide health study, 2008, *Journal of foot and ankle research*, 1(1), 1-7.
13. Li, Y. H, Leong, J. C. Y, Intoeing gait in children, 1999, *Hong Kong Medical Journal*, 5, 360-6.
14. Subotnick, S. I, The biomechanics of running: implications for the prevention of foot injuries, 1985, *Sports Medicine*, 2, 144-53.
15. Kinovea Analiz Programı. <https://www.kinovea.org/>, 2020 (Erişim 01.09.2020).
16. Nuttall, F. Q, Body mass index: obesity, 2015, BMI, and health: a critical review. *Nutrition Today*, 50 (3), 117.
17. Gage, J.R, Deluca, P.A, Renshaw T.S, Gait analysis: principles and applications with emphasis on its use in cerebral palsy, 1996, *Instructional course lectures*, 45,491-507.
18. Hisham, N. A, Nazri, A. F. A, Madete, J, Herawati, L, Mahmud, J, Measuring ankle angle and analysis of walking gait using kinovea, *Internationa Medical Device and Technology Conference, Malaysia, 2017*, 427-4-248.
19. Nourai, M.H, Fadaei, B, Rizi, A.M, In-toeing and out-toeing gait conservative treatment; hip anteversion and retroversion:10-year follow-up, 2015, *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University Of Medical Sciences*, 20(11), 1084.
20. Aragón L. F, Evaluation of four vertical jump tests: Methodology, reliability, validity, and accuracy, 2000, *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 4(4), 215-228.
21. Maulder, P, Cronin, J, Horizontal and vertical jump assessment: Reliability, symmetry, discriminative and oreditive ability, 2005, *Physical Therapy in Sport*, 6(2),76.
22. Yüksek, S, Eroğlu, H, Kayaklı koşu yıldız millî takımının bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin incelenmesi 2011, *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Derisi*, (13),15.
23. Lee, J.H, Cynn, H.S, Yoon, T. L, Choi, S. A, Kang, T. W, Differences in the angle of the medial longitudinal arch and muscle activity of the abductor hallucis and tibialis anterior during sitting short-foot exercises between subjects with pes planus and subjects with neutral foot, 2016, *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 29(4) 811.
24. Ünver, B, Keklik S. S, Yıldırım, T, Bek, N, Pes planusun distal ve proksimal alt ekstremitte biyomekanik parametreleri ve bel ağrısı üzerine etkilerinin incelenmesi, 2019, *Türkiye Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 30(2), 122.
25. Fabry, G, Cheng, L. X, Molenaers, G, Normal and abnormal torsional development in children, 1994, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (302), 22-26.
26. Abadie, P, Galaud, B, Michaut, M, Fallet, L, Boisrenoult, P, Beaufile, P, Distal femur rotational alignment and patellar subluxation: a CT scan in vivo assessment, 2009, *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 95(4), 267-271.
27. Habelt, S, Hasler, C.C, Steinbrück, K, Majewski, M, Sport injuries in adolescents, 2011, *Orthopedic reviews*, 3(2).
28. Bayrak, A, Kurgulu, G. B, Yargıcı M.P, Tuncer İ, The comparison of tibia torsion angles between elite athletes and sedentary people, 2018, *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 20(3), 137-139.
29. Bej, D.K, Kundu, B. Analysis of aerobic power and swing characteristics in young male race walkers, 2020, *American Journal of Sports Science*, 8(3), 66.
30. Stoutenberg, M, Pluchino, A. P, Ma, F, Hocter, J. E, Signorile, J. F, The impact of foot position on electromyographical activity of the superficial quadriceps muscles during leg extension, 2005, *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 931-938.

<http://edergi.cbu.edu.tr/ojs/index.php/cbusbed> isimli yazarın CBU-SBED başlıklı eseri bu Creative Commons Atıf-GayriTicari4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

