

## Sporcularda Alt Ekstremitte Asimetrisi İle Antrenman Geçmişi Arasındaki İlişki\*

Berna Ertuğrul<sup>1</sup>, Derya Atamtürk<sup>2</sup>, Fırat Koç<sup>3</sup>, İzzet Duyar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Araştırma Görevlisi ve İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Doktora Öğrencisi

<sup>2</sup>Doç.Dr., İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Paleoantropoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

<sup>3</sup>Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Antropolog

<sup>4</sup>Prof.Dr., İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü Fiziki Antropoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

### Özet

İleri düzeydeki biyomekanik streslerin kemik dokuda artışa neden olduğu bilinmektedir. Biyomekanik streslerin kemik dokuda yarattığı etkileri ortaya koymanın güvenilir metotlarından biri bilateral asimetri düzeylerini belirlemektir. Bu çalışmada antrenman geçmişi (yıl), haftalık antrenman sıklığı ve saatinin tibia simetrisi üzerinde yarattığı etkiler amatör sporcular üzerinde incelenmiştir. Araştırma grubu futbol, basketbol, hentbol ve voleybol sporlarıyla ilgilenen 72 erkek ve 54 kadın sporcudan oluşturulmuştur. Her bireyin bilateral tibia uzunlukları ölçülmüş, yönel asimetri (YA) ve asimetrik sapma yüzdeleri (ASY) hesaplanmıştır. Bulgulara göre, iki cinsiyette de tibia uzunlukları YA sergilemektedir. YA ve ASY açısından cinsiyetler arasında bir fark yoktur. Çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre, antrenman geçmişi (yıl) ile ASY arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkarken, haftalık antrenman sıklığı ve saati ile ASY arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Sonuç olarak, amatör atletlerde antrenman geçmişi arttıkça tibia uzunluğu açısından gözlenen asimetrisinin arttığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yönel asimetri, biyomekanik stres, antrenman geçmişi

### Relationship between lower extremity asymmetry and training history in athletes

#### Abstract

Extreme biomechanical pressures are known to have an incremental effect on bone tissue. One method of testing the effects of mechanical loading on bone is through the analysis of bilateral asymmetries. The present study examined the relationship between tibial asymmetry and training frequency (days and hours per week) and history (years) in amateur athletes. The sample was comprised of 72 male and 54 athletes from Turkey. The subjects included football, basketball, volleyball and handball players. Bilateral tibia lengths were measured in all participants and for asymmetry analysis, directional (DA) and relative (RA) asymmetries were computed. According to results, tibia length displayed right-bias directional asymmetry in each sex. There were no significant differences between DA and RA values for each sex. Multiple regression analysis showed that there were positive association between training history (year) and tibial RA in male and female athletes; but there were no relationship between training frequency both RA and DA values. As a conclusion, it could be said that level of bilateral asymmetry of tibia length increases in parallel to increases in training history in amateur athletes.

**Key words:** Directional asymmetry, biomechanical stress, training history

\* Bu çalışma 20-28 Ağustos 2016 tarihleri arasında Zagreb'te (Hırvatistan) düzenlenen 20th Congress of the European Anthropological Association'da poster bildiri olarak sunulmuştur.

## Giriş

Sportif aktivite ve bedensel yapı arasındaki ilişkiler, çoğu zaman fiziksel aktivitenin beden bileşimi ve yoğunluğu üzerindeki etkileri ele alınarak incelenmiş bir konudur. Yoğun fiziksel aktivitenin kas miktarını artırmanın yanı sıra deri altı yağ miktarını da azalttığı uzun zamandan beri bilinmektedir. Öte yandan kas ve yağ dokusunun sportif performansla doğrudan ilişkili olması, ayrıca, fiziksel aktivite ve beslenme biçimine hızlı tepkiler vermesi, beden bileşimi çalışmalarını kinantropometrik çalışmaların odağına taşımıştır (bkz. Ackland ve ark., 2012). Ancak, iskelet sistemi de sanılanın aksine sadece büyüme sürecinde değil—kas ve yağ dokusu gibi—büyümenin sonlandığı erişkinlik döneminde de oldukça dinamik bir yapıya sahiptir. Kemik doku fiziksel ve mekanik etmenlere karşı bazı yapısal adaptasyonlar sergileyerek, stresin yarattığı etkilere göre şekil değiştirebilir niteliktedir. Wolff Yasası olarak bilinen bu kurala göre, özellikle uzun kemiklere ait dokular fiziksel ve mekanik bir stresle karşılaştığında, içbükey alanlarında yeni kemik hücreleri üreterek, dış bükey alanlarında ise hücre eksilterek direnç oluştururlar (Chamay ve Tschantz, 1972).

Mekanik streslerin uzun kemikler üzerinde yarattığı etkiler bilateral asimetriler incelenerek ortaya konulabilir (Palmer and Strobeck, 2003). Topluluk düzeyinde en sık rastlanan asimetri tipleri dalgalanan asimetri (DA) ve yönel asimetri (YA). Dalgalanan asimetri, küçük ve rastgele asimetrik sapmaları tanımlarken YA, bilateral simetrik yapılarda bir tarafın daha büyük olma durumudur. Örneğin %90 oranında sağ elini kullanma eğilimine sahip insan toplumlarında üst ekstremitelerde bulunan anatomik yapılar çoğu zaman sağ tarafta daha büyüktür (Purves ve ark. 1994; Steele, 2000).

Yönel asimetriler, yoğun fiziksel aktivite nedeniyle biyomekanik baskılara maruz kalan sporcularda daha belirgin biçimde gözlenmektedir. Örneğin, tenis oyuncularını raketi devamlı olarak aynı elleriyle kullandıkları için kullandıkları taraf mekanik baskıdan dolayı irileşir. Öte yandan rodeocular ve beyzbolcularda da sürekli aynı ellerini kullanmalarından dolayı özellikle dirsek kemikleri ve ulnanın distal ucu mekanik baskıdan dolayı irileşir (Claussen, 1982; Jones ve ark. 1977). Sürekli mekanik baskıya maruz kalan kemik dokunun sadece şekli değil, mineral yoğunluğu da değişir (bkz. Kontulainen ve ark. 2003).

Sporcularda yoğun fiziksel aktivitenin bilateral simetrik yapılar üzerinde yarattığı etkiler, çoğunlukla üst ekstremiteler incelenerek ele alınmış bir konudur (bkz. Claussen, 1982; Jones ve ark. 1977; Kontulainen ve ark. 2003). Ancak vücudun taşıyıcı kemikleri olan alt ekstremiteler sürekli fiziksel aktiviteden dolayı daha fazla biyomekanik baskı altında kalmaktadır. Diz eklemine girdiği üst kısmı geniş, alt üçte bire kadar daralan, sonra ayak bileği eklemine doğru tekrar genişleyen prizmoid

şekle sahip olan tibia kemiği, dizi ayak bileğine bağlayan güçlü ve kütleli bir kemiktir. Femur kemiğinden sonra vücudun en kütleli uzun kemiği olmasının yanı sıra tibia, gövde ağırlığını tek başına taşıyabilecek özelliktedir. Bu nedenle alt ekstremitelerde yer alan uzun kemikler arasında en fazla biyomekanik stres bu kemik üzerinde toplanmıştır. Dolayısıyla, sportif aktivitenin tibia boyutlarında yönel asimetrinin artması yönünden bir etkiye sahip olması beklenir. Ancak bu konuda sporcular üzerinde yürütülmüş herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, antrenman geçmişi ve sıklığının tibia simetrisi üzerinde ne tür etkiler yarattığını ortaya koymaktır.

## Yöntem ve Araçlar

Sportif aktivitenin tibia simetrisi üzerinde ne tür etkiler oluşturduğunu belirlemek için yaşları 18-28 arasında değişen futbol, basketbol, voleybol ve hentbol sporları ile ilgilenen toplam 126 (72 erkek, 54 kadın) amatör sporcu inceleme kapsamına alınmıştır (Tablo 1). Sporcular Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu'nda eğitim gören öğrencilerden ve şehrin farklı amatör kulüplerinde spor yapan lisanslı bireylerden seçilmiştir.

**Tablo 1.** İncelenen sporcuların cinsiyetlere ve branşlara göre dağılımı

	Kadınlar		Erkekler		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
Futbol	10	18,5	50	64,9	60	47,6
Basketbol	9	16,7	10	13,9	19	15,2
Hentbol	16	29,6	10	13,9	26	20,6
Voleybol	19	35,2	2	2,8	21	16,6
Toplam	54	42,8	72	57,1	126	100,0

Bireylerin ağırlık, boy ve tibia uzunlukları IBP (International Biological Programme)'nin önerdiği tekniklere göre ölçülmüştür (Cameron ve ark., 1981). Ağırlık ölçüsü bireyin üzerinde minimum düzeyde kıyafet varken (genellikle şort ve tişört) 0,1 kg hassasiyetle, boy uzunluğu ve tibia uzunluğu ise milimetrik olarak Martin tipi antropometre ile ölçülmüştür. Bilateral tibia ölçümleri kör ölçüm tekniği ile alınmıştır. Buna göre bireylerden sırasıyla sağ tibia uzunluğu, ağırlık, boy uzunluğu ve son olarak sol tibia uzunluğu ölçümleri alınmıştır. Böylelikle sağ ve sol tibia aynı anda ölçülmediği için daha objektif bir ölçümün alınması sağlanmaya çalışılmıştır (bkz. Palmer ve Strobeck, 2003). Asimetri çalışmalarında ölçüm hatası varyansının, taraflar arası sapma varyansından belirgin biçimde düşük olması gereklidir (Palmer and Strobeck, 1986; Swaddle ve ark. 1995). Bu sebeple bilateral ölçümlerin güvenilirliğini test etmek için her bireyin sağ ve sol tibiaları iki kez ölçülmüş, ölçüm hatası analizi için iki yönlü mixed model ANOVA (bireyler [random] \* taraflar [fixed]) kullanılmıştır (Palmer ve Strobeck, 2003).

Bireylerin haftalık antrenman gün ve saatleri ile kaç yıldır aktif olarak sporla ilgilendiklerine ilişkin bilgiler anket formuna kaydedilmiştir. Cinsiyetler arasında gözlenen farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile test edilmiş, YA için “sağ – sol,” asimetrik sapma yüzdesi (ASY) için ise “ $\sqrt{(\text{sağ} - \text{sol})^2 / ((\text{sağ} + \text{sol}) / 2)}$ ” formülleri kullanılmıştır. Tibia uzunluğunda yönel asimetrisinin olup olmadığı one-sample t testi ile denetlenmiş, haftalık antrenman saati, sıklığı ve antrenman geçmişinin (yıl) tibia simetrisi üzerine etkisi çoklu regresyon analizi ile test edilmiştir. Bu analizde, bağımlı değişken (tibia simetrisi) üzerinde eş zamanlı etkili olan birden fazla bağımsız değişkenin (ağırlık, boy, antrenman sıklığı, antrenman geçmişi) kümülatif etkisi süzülerek, bağımlı değişken üzerinde en etkili bağımsız değişken belirlenmiştir. Bütün istatistiksel işlemler için SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır.

## Bulgular

İncelenen grupta yer alan erkek ve kadın sporculara ait tanımsal istatistikler Tablo 2’de yer almaktadır. Tabloya göre, cinsiyetler yaş ortalaması, BKİ, haftalık antrenman günü ve saati açısından fark taşımazken, ağırlık, boy ve antrenman geçmişi (yıl) açısından erkeklerin daha yüksek değerler sergilediği göze çarpmaktadır.

**Tablo 2.** Erkek ve kadın sporcuların yaş ve fiziksel özellikleri ile antrenman verilerinin karşılaştırılması.

	Erkekler		Kadınlar		F
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	
Yaş	22,10	2,23	22,25	1,92	0,168
Ağırlık	70,93	10,94	58,22	7,87	52,460***
Boy	173,11	5,56	161,23	5,65	138,895***
BKİ	23,65	3,41	22,45	3,37	3,844
Haftalık antrenman saati	7,54	3,54	7,33	4,67	0,810
Haftalık antrenman günü	3,31	1,65	2,98	1,55	1,255
Antrenman geçmişi (yıl)	7,19	4,00	5,11	3,55	9,187**

Bilateral tibia uzunluğuna ait tekrarlı ölçümlere uygulanan iki yönü mixed model ANOVA sonuçlarına göre (Tablo 3), taraflar arası sapma varyansı ölçüm hatası varyansından anlamlı biçimde yüksektir ( $F_{1,125} = 6,758$ ,  $P < 0.001$ ). Ölçüm hatası varyansı toplam varyansın %14,8’ini oluşturmaktadır (Taraf x Birey etkileşimi). Öte yandan Tablo 2’ye göre, incelenen grupta sağ ve sol tibiaların anlamlı biçimde yönel asimetri sergilediği de gözlenmektedir ( $F_{1,125} = 22,760$ ,  $P < 0.001$ ).

**Tablo 3.** İki yönlü mixed model ANOVA (bireyler [random] \* taraflar [fixed]) sonuçları

		Otalama kare	F	P	$\eta_p^2$
Taraf (Yönel asimetri)	Hipotez	102,240	22,760	0,0001	0,154
	Hata	4,492			
Birey	Hipotez	2107,472	469,153	0,0001	0,998
	Hata	4,492			
Taraf*Birey	Hipotez	4,492	6,758	0,0001	0,770
	Hata	0,665			

**Tablo 4.** Erkek ve kadın sporcularda sağ ve sol tibia uzunlukları, yönel asimetri (YA) ve asimetrik sapma yüzdelerinin (ASY) karşılaştırılması

	Erkek		Kadın		F
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	
Sağ tibia (mm)	381,1	17,24	348,2	15,44	122,460***
Sol tibia (mm)	379,9	16,93	347,6	15,36	121,131***
Tibia/boy	2,20	0,06	2,16	0,07	9,839**
YA <sup>1</sup>	<sup>a</sup> 1,16***	2,16	<sup>a</sup> 0,56*	2,04	2,530
ASY <sup>2</sup>	0,020	0,015	0,017	0,013	0,780

1 = sağ-sol, 2 =  $\sqrt{(\text{sağ} - \text{sol})^2 / ((\text{sağ} + \text{sol}) / 2)}$ , \* $P < 0,05$ , \*\* $P < 0,01$ , \*\*\* $P < 0,001$ ,

a = T testine göre YA düzeyi anlamlıdır.

Tablo 4'te yer alan bulgulara göre, sağ ve sol tibialar erkek sporcularda belirgin biçimde daha uzundur. Erkekler daha uzun boylu oldukları için (bkz. Tablo 2) tibia uzunlukları boya göre düzeltilmiş (tibia/boy), ancak söz konusu farkın anlamlılığını koruduğu gözlenmiştir.

YA bulgularına göre, her iki cinsiyette de sağ tibia sol tibiaya göre anlamlı biçimde daha uzundur. Öte yandan ASY değerine göre erkeklerdeki asimetri düzeyi %2, kadınlarda ise %1,5 iken, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

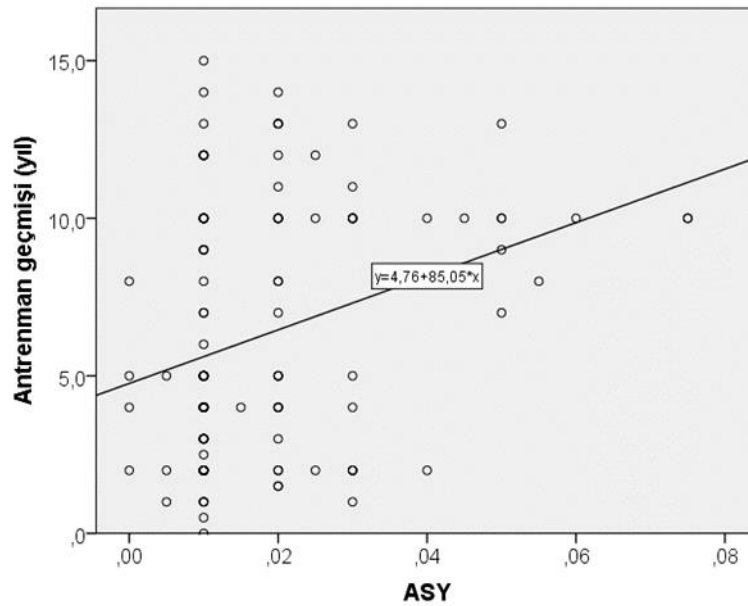
Haftalık antrenman saati, haftalık antrenman sıklığı, antrenman geçmişi (yıl) ile tibia asimetrisi arasındaki ilişkiye yönelik yapılan çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 5-6'da, serpilme grafikleri ise Şekil 1-3'te görülmektedir. Şekillerde de görüldüğü gibi antrenman geçmişi (yıl) arttıkça tibia asimetrisi de belirgin biçimde -her iki cinsiyette de- artış gözlenmektedir. Her iki cinsiyetin birarada değerlendirildiği Tablo 5'e göre, diğer tüm değişkenlerin etkisi kontrol altına alındığında, antrenman geçmişi ile tibia asimetrisi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Cinsiyetler ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise—gene diğer değişkenlerin etkisi kontrol altına alındığında—antrenman geçmişinin tibia simetrisi üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Tablo 6).

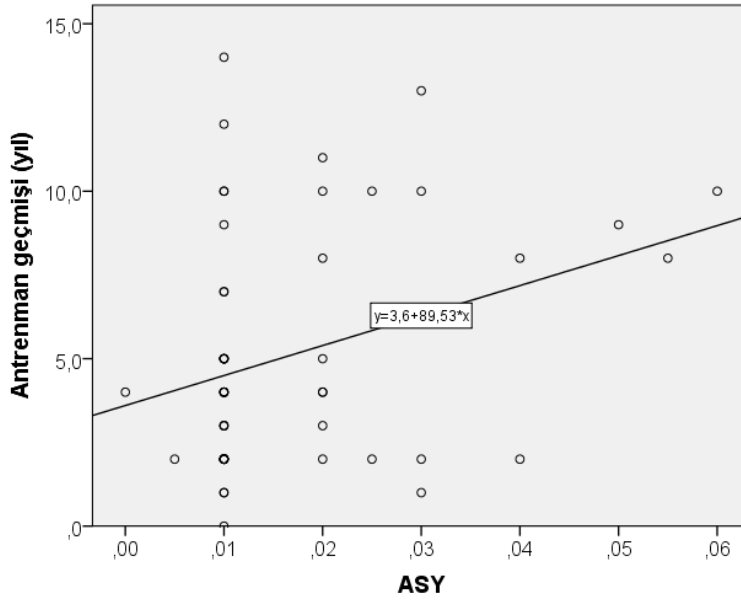
**Tablo 5.** Çoklu regresyon analizine ait kısmi korelasyon katsayıları

Genel ( $R^2 = 0,117$ )	Beta	Kısmi Korelasyon	t
Yaş	-0,034	-0,036	-0,394
BKİ	-0,114	-0,119	-1,316
Antrenman saati	-0,105	-0,089	-0,981
Antrenman sıklığı	0,084	0,071	0,775
Antrenman geçmişi	0,314	0,313	3,609***

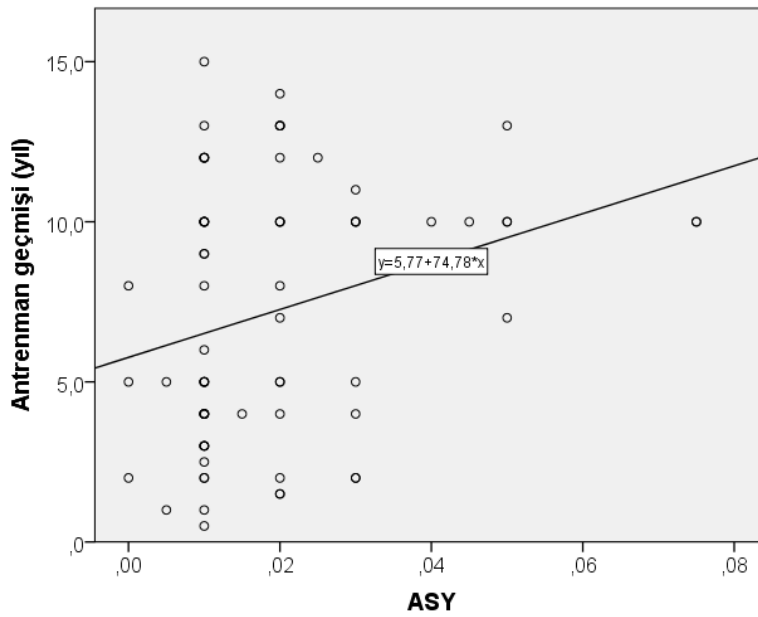
\*\*\* $P < 0,001$ **Tablo 6.** Erkek ve kadın sporcularda çoklu regresyon analizine ait kısmi korelasyon katsayıları

Erkekler ( $R^2 = 0,140$ )	Beta	Kısmi Korelasyon	t
Yaş	0,100	0,102	0,833
BKİ	-0,119	-0,124	-1,018
Antrenman saati	-0,207	-0,176	-1,452
Antrenman sıklığı	0,192	0,166	1,367
Antrenman geçmişi	0,267	0,268	2,258*
Kadınlar ( $R^2 = 0,160$ )	Beta	Kısmi Korelasyon	t
Yaş	-0,231	-0,237	-1,689
BKİ	-0,058	-0,058	-0,406
Antrenman saati	-0,004	-0,003	-0,020
Antrenman sıklığı	-0,061	-0,048	-0,334
Antrenman geçmişi	0,319	0,312	2,274*

\* $P < 0,05$ **Şekil 1.** Sporcularda (erkekler ve kadınlar) antrenman geçmişi (yıl) ile asimetrik sapma yüzdesi (ASY) arasındaki ilişki



**Şekil 3.** Kadın sporcularda antrenman geçmişi (yıl) ile asimetrik sapma yüzdesi (ASY) arasındaki ilişki



**Şekil 2.** Erkek sporcularda antrenman geçmişi (yıl) ile simetrik sapma yüzdesi (ASY) arasındaki ilişki

## Tartışma ve Sonuç

Bilateral simetrik organlarda gözlenen simetri düzeyi, bireyin gelişimsel streslere ne ölçüde dayanıklı olduğunun dolaylı bir göstergesidir. Yapılan çalışmalar, yüksek düzeyde gelişimsel ve mekanik streslere maruz kalan bireylerin bedensel açıdan daha asimetrik olduğunu ortaya koymaktadır

(Livshits ve Kobylansky, 1991). Bu çalışmanın bulguları, antrenman geçmişi eskiye doğru uzadıkça sporcularda tibia uzunluğunda ortaya çıkan asimetrinin de arttığını ortaya koymaktadır.

Önceki satırlarda da vurgulandığı gibi, sportif aktivitenin bedensel simetriye etkileri daha çok üst ekstremiteler üzerinde incelenmiş bir konudur. Sürekli tek taraflı mekanik stresin etkin olduğu raket sporları, uzun ve kısa süreli mekanik streslerin kemik simetrisi üzerinde yarattığı etkileri ortaya koyma potansiyelini barındırması nedeniyle önemlidir. İlk olarak Jones ve arkadaşları (1977)'nin profesyonel tenis oyuncularını üzerinde yürüttükleri araştırmada, raketi kullandıkları kollarındaki humerusun kortikal kalınlığının, diğer tarafa oranla erkeklerde %34,9, kadınlarda ise %28,4 oranında arttığı tespit edilmiştir. Öte yandan, büyümenin erken evrelerinde tenis sporuna başlayan bireylerin humerus gövde ve epikondilinde ortaya çıkan asimetrinin daha da belirginleştiği görülmektedir (Kannus ve ark. 1995, Kontulainen ve ark. 2003). Kontulainen ve arkadaşları (2003)'nin farklı yaşlarda tenis oynamaya başlayan sporcular ile tenis oynamayan kontrol grubu üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, erken yaşta tenise başlayan grupta iki kol arasında gözlenen humerus gövdesi kortikal kalınlığı asimetri düzeyinin %19,6 olduğu, bu oranın ileri yaşlarda tenise başlayanlarda %9,4, sedanter grupta ise %3 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir (Kontulainen ve ark., 2003). Aynı çalışmada, humerusun distal eklemine ortaya çıkan doku artışının kortikal bölgeye göre daha düşük düzeyde seyrettiği anlaşılmıştır. Yapılan çalışmalar, eklem yüzeylerinin mekanik streslere karşı daha dayanıklı olduğunu, bu nedenle düşük düzeylerde bilateral asimetri sergilediğini ortaya koymaktadır (Frost, 1999; Hamrick, 1999).

Sivas ilinde amatör kulüplerde spor yapan bireyler üzerinde yürütülen bu çalışmada, her iki cinsiyette de antrenman geçmişi arttıkça tibia uzunluğunda gözlenen asimetri düzeyinin belirginleştiği görülmektedir. Ancak haftalık antrenman gün ve saatinin tibia simetrisi üzerinde bir etkisi yoktur. Bu çalışmada dikkat çeken bir diğer bulgu, incelenen grupta sağ tibianın sola göre daha uzun olduğudur. Ancak literatürde yer alan pek çok çalışma, üst ekstremitelerde sağ tarafa ait ölçülerin, alt ekstremitelerde ise sol tarafa ait ölçülerin daha büyük olduğuna işaret etmektedir (Auerbach ve Ruff, 2006). Çapraz (cross) asimetri olarak bilinen bu durum, daha çok sporcu olmayan bireyler üzerindeki gözlemlere dayanmaktadır (bkz. Auerbach ve Ruff, 2006; Çuk ve ark., 2002). Van Dongen ve arkadaşları (2014)'nin 178 fetüs üzerinde yürüttükleri çalışmada, incelenen fetüslerin üst ekstremitelerinin sağ, alt ekstremitelerinin ise sol tarafta büyük olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, çapraz asimetrilerin biyomekanik streslerden çok, genetik nedenleri olduğunu düşündürmektedir. İncelediğimiz grupta gözlenen tibia asimetrisinin çapraz asimetri kuralına uymamasının nedeni ise, sportif aktiviteden kaynaklı ekstra mekanik yüklenmelerin tibia üzerinde yarattığı etkilerle açıklanabilir.



Öte yandan simetrik bir vücuda sahip bireylerin, daha uzun boylu ve atletik olduğu (Manning ve Pickup, 1998, Özener, 2010; Özener ve Ertuğrul, 2011), simetrik sporcuların ise atletik performans ve sportif başarılarının daha yüksek olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur (Longman ve ark., 2011; Trivers ve ark., 2013). Manning ve Pickup (1998) tarafından 50 orta mesafe koşucusu üzerinde yürütülen bir çalışmada, 800 ve 1500 metreyi en kısa sürede koşan sporcuların daha simetrik kulak ve el parmak uzunluklarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada ise Longman ve arkadaşları (2011) 76 erkek ve 70 kadın sporcunun kürek ergometresinde gösterdikleri performansları incelemişler ve dalgalanan asimetri düzeyleri düşük olan sporcuların atletik performanslarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, alt ekstremiteleri daha simetrik olan kısa mesafe koşucularının atletik başarılarının daha yüksek olduğunu ortaya koyan çalışmalar da vardır. Trivers ve arkadaşları (2014)'nın Jamaikalı elit sprinterler üzerindeki çalışmasında ayak bileği ve diz genişliği ölçüleri daha simetrik olan atletlerin daha hızlı koştukları gözlenmiştir. Aynı ekip tarafından gene Jamaikalı atletler üzerinde yürütülen longitudinal bir çalışmada ise, büyüme sürecinde simetrik alt ekstremitelere sahip çocukların, erişkinliğe ulaştıklarında daha iyi sprinterler oldukları ortaya konulmuştur. Bu bulgular, simetrik bir vücudun atletik başarının tahmininde önemli bir gösterge olabileceğini düşündürmektedir (Trivers ve ark., 2013, 2014).

Çalışmamızdan elde edilen bulgulara dönecek olursak, amatör sporcularda spor geçmişi geriye uzandıkça tibia asimetrisinde gözlenen artış ne anlama gelmektedir? Öncelikle bu bulgu, sportif aktivitenin sadece üst ekstremitelerde değil, tibia uzunluğu üzerinde de bilateral asimetrinin artması yönünde etki oluşturduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla sportif aktiviteden kaynaklı biyomekanik baskılar, vücudun taşıyıcı kemiği olan tibia üzerinde de etkindir. Atletik performans ve simetri arasındaki ilişkiye yönelik çalışmaların bulguları ise, gerek fizyolojik, gerekse mekanik streslere maruz kalsalar da, bedensel simetrilerini koruyabilen sporcuların atletik açıdan daha başarılı olduklarını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, başarılı sporcuların spor deneyimleri ne kadar geçmişe uzanırsa uzansın, ne ölçüde mekanik streslere maruz kalırlarsa kalsınlar daha simetrik bir vücuda sahip oldukları görülmektedir. Ancak çalışmamızda atletik performansın ölçümüne ilişkin bir veri yer almamaktadır. Dolayısıyla, artan asimetri düzeyi ile performans arasındaki ilişkiye yönelik yorum yapmak bu verilere dayalı olarak mümkün değildir.

Sonuç olarak, Sivas'ta yaşayan ve farklı amatör kulüplerde spor yapan bireyler üzerinde yürütülen bu çalışmaya göre, spora daha erken yaşlarda başlayan bireylerin tibia uzunluklarının daha asimetric olduğu, haftalık antrenman saati ve sıklığının ise söz konusu asimetrinin artışında etkili olmadığı görülmektedir. Öte yandan, sportif yüklenmelerin bilateral simetriler üzerinde yarattığı etkilerin yanı sıra, bedensel simetri ile atletik performans arasındaki ilişkilerin daha derinlemesine ele alınması gerektiği söylenebilir.

## Kaynakça

- Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, Müller W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Med* 42:227-249.
- Auerbach BM, Ruff CB. (2006). Limb bone bilateral asymmetry: Variability and commonality among modern humans. *J Hum Evol* 50: 203-218.
- Cameron N, Hiernaux J, Jarman S, Marshall WA, Tanner JM, Whitehouse RH. (1981). Anthropometry. Weiner JS, Lourie JA (ed): *Practical Human Biology*. London: Academic Press, 25–52.
- Chamay A, Tschantz P. (1972). Mechanical influences in bone remodeling: experimental research on Wolff's law. *J Biomech* 5:173-180.
- Claussen BF. (1982). Chronic hypertrophy of the ulna in the professional rodeo cowboy. *Clin Orthop Relat Res* 164:45-47.
- Čuk T, Leben-Seljak P, Štefančič M. (2001). Lateral asymmetry of human long bones. *Variabl Evol* 9:19-32.
- Frost HM. (1999). Joint anatomy, design and arthroses: insights of the Utah paradigm. *Anat Rec* 255:162–174.
- Hamrick MW. (1999). A chondral modeling theory revisited. *J Theor Biol* 201:201–208.
- Jones HH, Priest JD, Hayes WC, Tichenor CC, Nagel DA. (1977). Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone Joint Surg* 59-A:204-208
- Kannus P, Haapasalo H, Sankelo M, Sievanen H, Pasanen M, Heinonen A, Oja P, Vuori I. (1995). Effect of starting-age of physical activity on bone mass in the dominant arm of tennis and squash players. *Ann Int Med* 123:27-31.
- Kountulainen S, Sievanen H, Kannus P, Pasanen M, Vuori I. (2003). Effect of long-term impact-loading on mass, size and estimated strength of humerus and radius of female racket-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *J Bone Min Res* 18: 352-359.
- Livshits G, Kobylansky E. (1991). Fluctuating asymmetry as a possible measure of developmental homeostasis in humans: A review. *Hum Biol* 63:441-466.
- Longman D, Stock JT, Wells JC. (2011). Fluctuating asymmetry as a predictor for rowing ergometer performance. *Int J Sports Med*. 32:606-610.
- Manning JT, Pickup LJ. (1998). Symmetry and performance in middle distance runners. *Int J Sports Med* 19:205-209.
- Özener B, Ertuğrul B. (2011). Relationship between shortness of final body height and fluctuating asymmetry in Turkish young males. *Ann Hum Biol* 38:34-8.
- Özener B. (2010). Tall men with medium body fat mass percentage display more developmental stability. *Homo* 61:459-66.
- Palmer AR, Strobeck C. (1986). Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns. *Annu Rev Ecol Syst* 17:391-421.
- Palmer AR, Strobeck C. (2003). Fluctuating asymmetry analysis revisited. Polak M (ed): *Developmental Instability: Causes and Consequences*. Oxford University Press, 279-319.

- Purves D, White LE, Andrews TJ. (1994). Manual asymmetry and handedness. *Proceed Nat Acad Sci* 91:5030-5032.
- Steele J. (2000). Handedness in past human populations: Skeletal markers. *Laterality* 5:193-220.
- Swaddle JP, Witter MS, Cuthill IC. (1994). The analysis of fluctuating asymmetry. *Anim Behav* 48:986-989.
- Trivers R, Fink B, Russell M, McCarty K, James B, Palestis BG. (2014). Lower body symmetry and running performance in elite Jamaican track and field athletes. *PLoS One* 17;9(11): e113106.
- Trivers R, Palestis BG, Manning JT. (2013). The symmetry of children's knees is linked to their adult sprinting speed and their willingness to sprint in a long-term Jamaican study. *PLoS One* 19;8(8):e72244.
- Van Dongen S, Galis F, Broek CT, Heikinheimo K, Wijnaendts LCD, Delen S, Bots S. (2014). When right differs from left: Human limb directional asymmetry emerges during very early development. *Laterality* 5:591-601.