

## OKUL ÇAĞI ÇOCUKLARINDA BEDENİN ÜST VE ALT KISIMLARININ BÜYÜMESİ II-ALT TARAF UZUNLUĞU VE ALLOMETRİK BÜYÜME\*

Doç. Dr. İzzet DUYAR\*\*

### ÖZET

Okul çağındaki ülkemiz çocuklarının alt taraf uzunluğu değerlerini saptamak ve bu değişkenin allometrik gelişimini incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada daha önce yapılmış olan iki araştırmanın verileri kullanıldı. Bu araştırmalardan ilki Saatçioğlu tarafından yapılmış olup 7-11 yaş dilimlerini kapsamaktadır. İkinci araştırma Duyar'a aittir ve 12-17 yaş dilimlerini içermektedir. Sözü edilen araştırmalar üst sosyoekonomik kesimde yer alan ailelerin çocukları üzerinde gerçekleştirilmiş ve yedi coğrafi bölgeyi temsil eden yedi il seçilmiştir. Bu iki araştırmanın yüzdelik değerleri dördüncü dereceden polinom yardımıyla düzleştirilmiş ve yeni yüzdelik değerler elde edilmiştir. Allometrik incelemeler, vücudun alt ve üst tarafının büyüme hızındaki artış ve yavaşlamanın aynı anda olmadığını, aksine birinin hızlandığı dönemde diğersinin yavaşladığını ortaya koymaktadır. Allometri katsayılarındaki değişim, bedenin üst ve alt kısımlarının boya katkı hızlarının cinsel olgunlaşma döneminde (özellikle boy büyüme doruğuna ulaşıldığı dönemde), eşitlendiği izlenimini uyandırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Fiziksel büyüme, antropometri, alt taraf uzunluğu, allometri, vücut oranları, büyüme hızı doruğu.

**ABSTRACT:** *Growth of The Upper And Lower Parts of Body In Turkish Schoolchildren and Youths: II-Lower Limb Length And Allometric Changes During The Adolescent Growth Period.*

The smoothed percentiles of leg length (iliospinal height) for school-aged Turkish children and youths were reconstructed by using Saatçioğlu's and Duyar's data. These two studies have been carried out on high socioeconomic and cultural level in seven cities, each representing a modelity in the seven geographical regions of Turkey. While Saatçioğlu's study consist of 7-11-year-old primary school children, in Duyar's investigation

adolescents aged between 12 through 17 have been measured. The data of these studies were smoothed by 4th degree of polinomials and the changes in body proportions were examined by regressing the log leg length on the log of the standing height. Regression (allometric) coefficients show that the pattern of proportional changes with growth is not the same, i.e., when upper part of the body increases faster, the lower part increases slower and it reverse at the next age. Regression coefficient for upper and lower parts of the body closes to 1.0 during puberty, especially in peak height velocity.

**Key Words:** Physical growth; anthropometry, leg length allometry, body proportions, peak height velocity.

### GİRİŞ

Oturma yüksekliği ve alt taraf (bacak) uzunluğunun boya oranı büyüme dönemi boyunca sürekli değişir. Örneğin doğumda bacağın boya oranı yaklaşık 1/4 iken, ileriki yaşlarda bacağın daha hızlı büyümesi nedeniyle sözü edilen oran belirgin biçimde artar ve yetişkinlikte yaklaşık 1/2'ye ulaşır. Vücudun değişik bölümlerinin farklı hızlarda büyümesi allometrik büyüme olarak tanımlanır. Buna karşılık izometrik büyüme terimi, vücudun değişik bölümlerinin aynı hızlarda büyümesini ifade eder ve bir anlamda allometrin karşıtıdır. İzometrik büyümede orantılı bir gelişme söz konusu olduğu için, büyüme dönemleri itibarıyla morfolojide (vücudun oranlarında) değişim meydana gelmez.

Büyüme dönemi boyunca bedenin alt ve üst kısımlarının birbirlerine ve boya oranı için "olağan" gelişmenin ne olduğu çocuk sağlığı ve oksoloji uzmanlarıncı merak edilen bir konudur. Bu ilginin en başta gelen nedeni, gelişim bozukluklarının ve bazı hastalıkların vücut oranlarının etkilediği yönünde bazı bulguların olmasıdır. Bu bulgulara dayanarak kimi araştırmacılar, gelişim bozukluklarının berlenmesinde ve hastalıkların tanısında vücut oranlarının yardımcı bir öge olarak kullanılabileceğini öne sürmektedirler (1,2).

\* Bu çalışma, III. Ulusal Anatomi Kongresi'nde (5-9 Eylül 1995, İzmir) bildiri olarak sunulmuştur.

\*\*Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Fizik antropoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi.

Bu araştırmada öncelikle, toplumumuzda okul çağı çocuklarının alt taraf uzunluğu (iliospinal yükseklik) büyümesi ele alınarak bu değişkene ilişkin yüzdelik (persentil) değerleri oluşturulmaya çalışılmaktadır. İkinci aşamada, oturma yüksekliği ve alt taraf uzunluğunun boya oranının yaşla birlikte değişimi allo-metri kuralları çerçevesinde incelenmektedir.

### ARAŞTIRMA YÖNTEMİ VE ARAÇLARI

Toplumumuz için alt taraf uzunluğu yüzdelik değerlerini oluşturmada daha önce yapılmış olan iki araştırmanın verileri kullanıldı. Bu araştırmalar sırasıyla Saatçioğlu (3) ve Duyar'a (4) ait olup, sözü edilen çalışmalarda örneklem, üst sosyoekonomik düzeye mensup bireylerden oluşmaktadır. Bu araştırmalarda her yaş diliminde 200 (100 erkek, 100 kız) öğrenci ölçülmüş ve bireyler yedi ilden kota örneklemesi uyarınca seçilmiştir. Örneklem oluşturulması, bireylerin seçimi, ölçülen grubun sosyoekonomik özellikleri ve diğer istatistiksel işlemler bu yayınlarda ayrıntılı biçimde verilmiştir (3,4).

Alt taraf uzunluğu, her iki çalışmada da IBP (International Biological Programme) tarafından belirlenen ilkelere sadık kalınarak ölçülmüştür (5). Ölçüm sırasında, birey, antropometre tahtasında ayakta durarak ve her iki bacağına eşit ağırlık verecek şekilde dik durmaktadır. Alt taraf uzunluğu, antropometrenin yatay kolunun sekirgen (ilium) kemiğinin ön üst dikenini (spina iliaca anterior superior) üzerine getirilmesiyle ölçülmüş ve okunan değerler milimetrik olarak kaydedilmiştir.

Yukarıda sözü edilen iki araştırmanın yüzdelik değerleri dördüncü dereceden polinomla düzgünleştirilmiş (smoothing) ve yeni yüzdelik değerler elde edilmiştir. Dördüncü dereceden polinom şu şekilde yazılabilir (6):

$$y=b_0+b_1t+b_2t^2+b_3t^3+b_4t^4$$

Eşitlikte y alt taraf uzunluğuna karşılık gelirken, t yaşı b polinom katsayısını ifade etmektedir. İstatistiksel hesaplamalar ve düzgünleştirme işlemlerinde Statgraphics paket programından yararlanılmıştır.

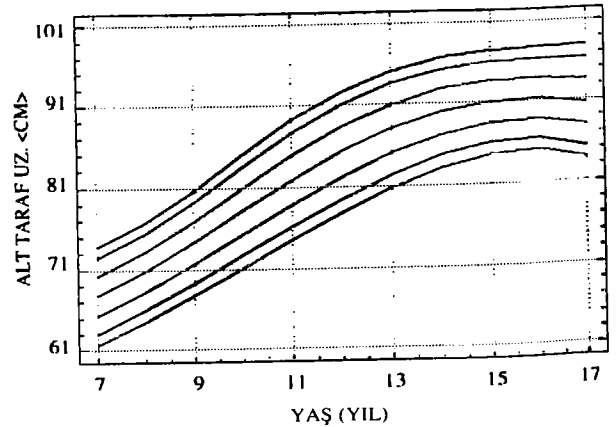
Oturma yüksekliği ve alt taraf uzunluğunun boya göre gelişiminin incelenmesinde genel allometri eşitliği kullanılmıştır:  $y=ax^b$ . Her iki tarafın logaritması alındığında eşitlik  $\log y=\log a+b(\log x)$  haline dönüşür. Eşitlikte y oturma yüksekliği ya da alt taraf uzunluğuna, x boya karşılık gelmektedir. Regresyon katsayısı, yani b, allometrik eşitlikte ele alınan değişkenin yaşla birlikte boya katkısının bir önceki yaşa göre azalışını ya da artışını ifade eder:  $b<1$  ise, ele alınan

değişkenin boya olan katkısının azaldığı;  $b>1$  ise, değişkenin boya olan oranının arttığı,  $b=1$  ise, incelenen değişkenin boya olan katkısında herhangi bir değişimin olmadığı anlamına gelir. Yukarıdaki hesaplamalar için ham veriler gereklidir; dolayısıyla allo-metrik değerlendirmeler yalnızca 12-17 yaşları arasındaki çocuklar üzerinde yapılabilmektedir.

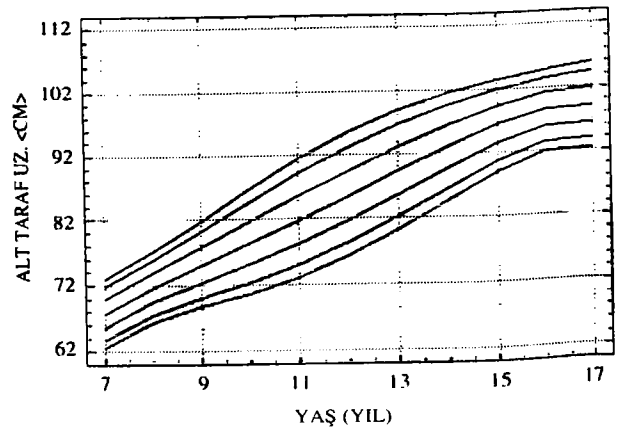
### BULGULAR

Alt taraf uzunluğuna ilişkin düzgünleştirilmiş yüzdelik değerler Tablo 1'de sunulmuştur. Burada yaş dilimleri buçukluk sisteme göre yer almaktadır; sözge-lişi, 12 yaş dilimini 11.50-12.49 yaşındaki bireyler oluşturmaktadır ve 12± şeklinde gösterilmektedir. Alt taraf uzunluğunun yüzdelik büyüme eğrileri ise Şekil 1a ve 1b'den izlenebilir.

Oturma yüksekliği ve alt taraf uzunluğunun oransal ilişkilerini ortaya koymak amacıyla hesaplanan allo-



Şekil 1a. Okul Çağı Türk Çocuklarında Dördüncü Dereceden Polinomla Düzgünleştirilmiş Alt Taraf Uzunluğu Yüzdelik (Y5, Y10, Y25, Y50, Y75, Y90, Y95) Değerleri; Kızlar.



Şekil 1b. Okul Çağı Türk Çocuklarında Dördüncü Dereceden Polinomla Düzgünleştirilmiş Alt Taraf Uzunluğu Yüzdelik (Y5, Y10, Y25, Y50, Y75, Y90, Y95) Değerleri; Erkekler.

**Tablo 1. Okul Çağı Çocuklarında Dördüncü Dereceden Polinomla Düzgünleştirilmiş Alt Taraf Uzunluğu Yüzdeler Değerleri (cm)\***

Yaş (yıl)	Yüzdeler Değerler						
	5	10	25	50	75	90	95
<i>Kızlar</i>							
7±	61.60	62.95	65.22	67.73	70.73	72.49	73.83
8±	64.54	65.94	68.23	70.73	73.20	75.40	76.70
9±	67.76	69.25	71.69	74.35	76.98	79.31	80.69
10±	71.15	72.73	75.34	78.20	81.02	83.54	85.04
11±	74.57	76.20	78.93	81.93	84.90	87.56	89.14
12±	77.84	79.49	82.24	85.27	88.27	90.97	92.58
13±	80.77	82.38	85.05	88.00	90.93	93.55	95.12
14±	83.12	84.64	87.18	89.95	92.74	95.22	96.70
15±	84.61	86.04	88.45	91.05	93.69	96.05	97.46
16±	84.95	86.30	88.70	91.24	93.87	96.27	97.71
17±	83.79	85.16	87.82	90.56	93.48	96.27	97.92
<i>Erkekler</i>							
7±	62.55	63.70	65.63	67.76	69.87	71.75	72.86
8±	66.36	67.53	69.49	71.67	73.85	75.81	76.98
9±	68.71	70.09	72.42	75.05	77.75	80.24	81.77
10±	70.71	72.34	75.14	78.34	81.66	84.77	86.70
11±	73.11	74.96	78.14	81.78	85.58	89.17	91.39
12±	76.30	78.26	81.62	85.48	89.47	93.22	95.54
13±	80.30	82.26	85.58	89.34	93.20	96.79	98.98
14±	84.79	86.62	89.69	93.13	96.59	99.73	101.62
15±	89.06	90.71	93.43	96.42	99.37	101.99	103.52
16±	92.08	93.55	95.98	98.64	101.23	103.51	104.84
17±	92.43	93.86	96.29	99.01	101.78	104.30	105.83

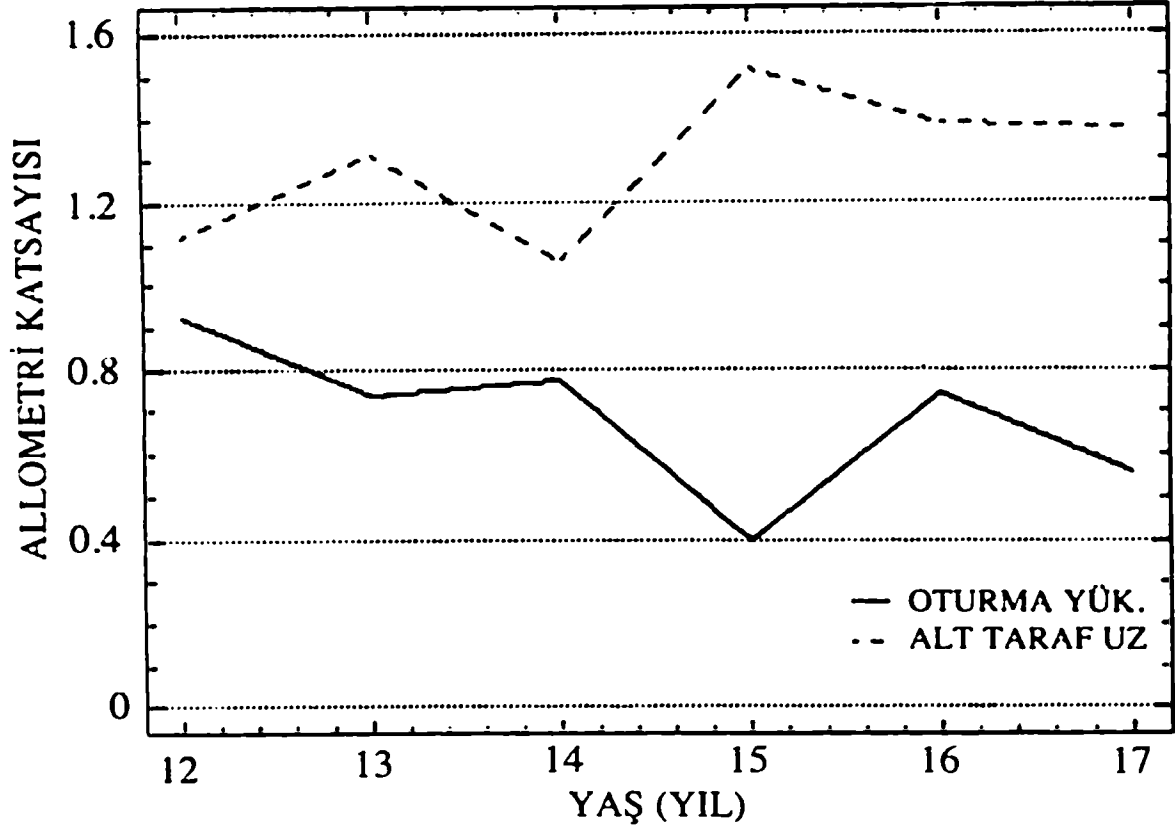
\* Kaynak : 7-11 yaş dilimleri Saatçioğlu (3); 12-17 yaş dilimleri Duyar'dan (4) alınmıştır.

**Tablo 2. Oturma Yüksekliği ve Alt Taraf Uzunluğunun Boya Göre Oransal Değişimini Gösteren Allometri Katsayısının Ergenlik dönemi Boyunca Değişimi**

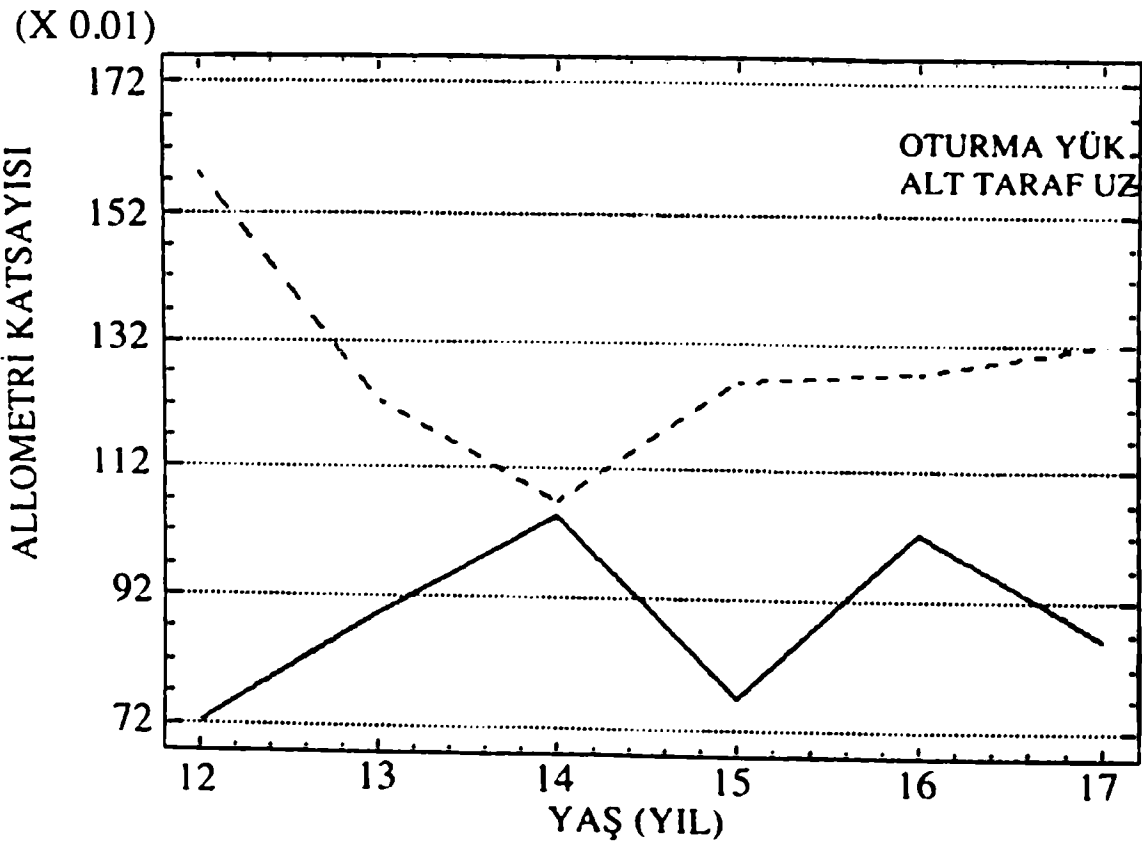
Yaş (yıl)	Erkekler		Kızlar	
	Oturma yük.	Alt taraf uz.	Oturma yük.	Alt taraf uz.
12	0.723	1.583	0.925	1.115
13	0.895	1.228	0.736	1.313
14	1.046	1.068	0.772	1.057
15	0.768	1.261	0.397	1.520
16	1.026	1.275	0.746	1.385
17	0.863	1.320	0.560	1.373

meti katsayıları Tablo 2'de sunulmaktadır. Burada dikkati çeken iki nokta, alt taraf uzunluğunun boya

olan katısındaki artış hızının hemen tüm yaş dilimlerinde oturma yüksekliğinden daha fazla olmasıdır.



**Şekil 2a. Ergenlik Çağındaki Kızlarda Oturma Yüksekliği ve Alt Taraf Uzunluğunun Boya Göre Allometrik Değişimi.**



**Şekil 2b. Ergenlik Çağındaki Erkeklerde Oturma Yüksekliği ve Alt Taraf Uzunluğunun Boya Göre Allometrik Değişimi.**

Bu durum her iki cinsiyet için de geçerlidir. Alt taraf uzunluğu ve oturma yüksekliğine ilişkin allometri katsayılarının karşılaştırılması Şekil 2a ve 2b'de gösterilmektedir. Kızlarda, b katsayısı, bacak uzunluğu için yaşla birlikte artma, alt taraf uzunluğunda ise azalma eğilimi içerisindedir.

## TARTIŞMA

Alt taraf uzunluğunun oturma yüksekliğine oranla çevresel koşullardan daha fazla etkilendiği son yıllarda ağırlık kazanan bir görüştür. Greulich (7) ile Tanner ve ark. (8)'nin bulguları bu görüşe önemli dayanaklar sağlamaktadır. Buna ek olarak, yaşama biçimi ve beslenme açısından farklılık gösteren gruplarda yapılan araştırmalarda da aynı doğrultuda sonuçlara ulaşılmıştır (9). Benzer şekilde, Türkiye'de yapılan antropometrik incelemelerde yaşam koşullarının iyileşmesine koşut olarak, alt taraf uzunluğunun boya oranını arttırdığı bulunmuştur (10,11).

Bedenin alt kısmının çevresel etmenlere daha duyarlı olduğunun gündeme gelmesiyle birlikte akla şu soru takılmaktadır: Bacağı oluşturan kısımlardan uyluk (femur) ve baldır (tibia ve fibula) bu gelişmeden aynı derecede mi etkilenmektedir? Şu an için bu soruya kesin bir yanıt verilmemekle birlikte bazı çıkarımlar yapmak olasıdır. Örneğin, Feldesman ve ark. (12)'nin 51 farklı etnik gruba ait olan 13000 iskelet üzerinde yaptığı araştırmanın bulgularına göre, yetişkin insanda uyluk kemiğinin boya oranı yaklaşık sabittir (%26.74). Feldesman (13), bu değer hem cinsiyetler arasında, hem de incelenecek etnik gruplar arasında önemli bir farklılık göstermediğini vurgulamaktadır. Araştırmacılar inceledikleri iskeletleri beyaz, siyah ve Asyalılar olarak üç gruba ayırdıklarında, Asya ve Avrupa kökenli gruplar arasında istatistiksel açıdan fark olmadığını, siyahların bu gruplardan biraz farklı değerler verdiğini, ancak bu farklılığın istatistiksel anlamlılık düzeyinin düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu bulgulara dayanarak Feldesman (13), femurun boya oranının insan grupları arasında belirgin ayrımlar göstermediğini a priori olarak ileri sürmektedir.

Ülkemizde yapılan ve uzun kemik radyografilerinden yola çıkarak boy hesaplama regresyon denklemini oluşturmayı amaçlayan bir çalışmanın bulguları yukarıdaki görüşleri destekler niteliktedir. Sağır (14) tarafından gerçekleştirilen bu araştırmanın bulgularına göre, uyluk kemiğinin boya oranı erkekler için %26.88 (n=31) iken aynı oran kadınlar için %26.08/n=27)'dir.

Feldesman tarafından dile getirilen bu görüş doğru ise, "toplum(lar) içi" ve olasılıklar "toplumlar arası"ndaki oransal farklılıkların önemli ölçüde baldır uzunluğundan kaynaklandığı sürebilir. Değişik bir şekilde ifade edersek, çevresel etmenler daha çok baldır (tibia ve fibula) üzerinde etkili oluyor gibi görülmektedir. Elimizdeki çalışmada uyluk ve baldır uzunlukları ele alınmadığı için bu konuda herhangi bir yorum yapmak mümkün değildir. İleride yapılacak ayrıntı çalışmaların bu konuya ışık tutacağı beklenmektedir.

Bu araştırmanın bulguları ışığında, allometrik büyümenin sosyoekonomik faktörlerden etkilenip etkilenmediği sorusuna yanıt vermek olanaksızdır. Bu sorunun yanıtı için alt ve orta sosyoekonomik düzeylerden elde edilecek verilere gereksinim vardır. Ancak, allometri katsayılarından yola çıkarak, alt uzunluğu ve oturma yüksekliği büyümesinin aynı anda hızlanıp yavaşlamadığı söylenebilir. Daha açık bir ifadeyle, değişkenlerden biri hızlanırken diğerinin büyüme hızı yavaşlamakta, arkasından ikinci değişkenin bü-

yüme hızı artarken birinci değişkenin büyümesinde bir yavaşlama gözlenmektedir. Bu noktada, incelenen değişkenlerin ritmik hızlanma ve yavaşlama sürelerinin ne kadar olduğu sorusu gündeme gelmektedir. Araştırmamızda yıllık zaman dilimi kullanıldığı için bu süre 1 yıl gibi görünmektedir; ancak daha kısa dönemlerde bu dalgalanmaların olabileceği de gözardı edilmemelidir.

Oturma yüksekliği ve alt taraf uzunluğunun boya katkılarındaki değişimi ortaya koyan allometri katsayıları incelendiğinde, oransal değişim ile boy büyüme doruğu ve cinsel olgunlaşma arasında bazı ilişkilerin olduğu görülmektedir. Şekil 2a, kızların yaklaşık 11.5-12 yaşında, Şekil 2b ise erkeklerin 14 yaş civarında allometri katsayılarının 1.0'e ulaştığını, yani incelenen her iki değişkenin boya katkılarının eşitlendiğini ortaya koymaktadır. Onat (15) tarafından İstanbul'da iki farklı sosyoekonomik düzeydeki (SED) kızlar üzerinde yapılan uzunlamasına (longitudinal) büyüme araştırmasının sonuçlarına göre, kızlarda boy büyümesi 12.36 yaşında doruğa ulaşmaktadır. Söz konusu değer Kolej ve Silivri (yani üst ve orta-alt SED) gruplarının ortalaması olup, araştırmada, ele alınan grupların büyüme doruğuna ulaşma yaşı ayrı ayrı verilmemiştir. Ancak, üst SED'de yer alan kızların daha erken geliştikleri, dolayısıyla daha erken yaşta büyüme doruğuna ulaştıkları bilinmektedir. Çalışmamızın verilerinin de üst SED'e mensup çocuklardan elde edildiği gözönüne alınırsa, boy büyüme doruğu ile allometrik eşitliğin gerçekleştiği yaşın ne denli yakın ilişki gösterdikleri daha iyi anlaşılır.

Öte yandan, bilgilerimize göre, erkeklerin boy büyüme doruğuna ulaşma yaşı kızlardan yaklaşık olarak iki yıl daha geçtir (16). Nitekim elinizdeki çalışmanın bulgularına göre, erkeklerde allometri katsayısının 1.0'e eşitlendiği yaş kızlardan yaklaşık iki yıl sonradır. Dolayısıyla, boyu oluşturan iki ana bileşenin oransal değişimi ve bunların boya katkılarının eşitlenmesi ile cinsel gelişim ve özellikle de boy büyümesi doruk yaşı arasında yakın ilişkilerin olduğu söylenebilir. Bu tür ilişkilerin aydınlatılmasında, kesitsel tipteki araştırmalardan çok uzunlamasına (longitudinal) araştırmaların yararlı olduğu unutulmamalıdır.

#### KAYNAKAR

1. Preece MA Pan H, Ratcliffe SG. Auxological aspects of male and female puberty. *Acta Paediatr Suppl* 383:11-13, 1992.
2. Rodda CP Body proportions in patient with homozygous  $\beta$ -thalassemia. *Acta Paediatr, Suppl* 406:107-108, 1994.

3. Saatçioğlu A. Growth Standards for 7 to 11-Year-Old Turkish Children, Publication of the University of Kuopio, Kuopio, 1988.
4. Duyar İ. 12-17 Yaşlarındaki Çocukların Büyüme Standartları. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayınlanmamış Doktora Tezi), 1992.
5. Weiner JS, Lourie JA (ed) *Practical Human Biology*. Academic Press, London 34. 1981.
6. Hauspie RC. Mathematical models for the study of individual growth patterns. *Rev Epidem et Sante Publ*, 37:461-476, 1989.
7. Greulich WW. A comparison of the physical growth and development of American born and native Japanese children. *Am J Phys Anthropol*, 15:489-515, 1957.
8. Tanner JM, Hayashi T, Preece MA, Cameron N. Increase in length of leg relative to trunk in Japanese children and adults from 1957 to 1977: comparison with British and with Japanese Americans. *Ann Hum Biol*, 9:411-243, 1982.
9. Malina RM. Ratios and derived indicators in the assessment of nutritional status. *anthropometric Assessment of Nutritional Status*. (Ed. Himes. J.H) Wiley-Liss, New York, 151-171. 1991.
10. Çiner R. Türk kadınlarının antropolojisi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 12:161-204, 1960.
11. Duyar İ. Ankara'da yaşayan çocukların bazı antropometrik ölçülerinde 1950-1986 yılları arasında gözlenen değişimler. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi* 12:1-13, 1995.
12. Feldesman MR, Kleckhen JG, Lundy JK. The femur/stature ratio and estimates of stature in mid-to late-Pleistocene fossil hominids. *Am J Phys Anthropol*, 83: 359-72, 1990.
13. Feldesman MR. Femur/stature ratio and estimates of stature in children. *Am J Phys Anthropol* 87: 447-459, 1992.
14. Sağır M. Uzun Kemik Radyografilerinden Boy Hesaplama Formüllerinin Oluşturulması. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (yayınlanmamış yüksek lisans tezi)*, 54-55. 1994.
15. Onat T. İstanbul kızlarında Ergenlik Çağında Büyüme Seksüel Gelişme ve Kemik Olgunlaşması ve Bunların Birbirleriyle İlişkileri. *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fak. Yay. No 33, İstanbul, 190. 1975.*
16. Marshall WA, Tanner JM. Puberty. *Human Growth: A Comprehensive Treatise*, Vol. 2. (Ed. Falkner, F., Tanner, JM.) 2nd ed. Plenum Press, New York, 171-209. 1986.