

## Prepubertal ve pubertal dönemdeki çocukların ultrasonometrik kemik yoğunluğunun ölçülmesi ve bunu belirleyen faktörlerin değerlendirilmesi

Ahmet Oğuzhan Özen<sup>1</sup>, Berber Mustafa<sup>2</sup>, Nagihan Şen<sup>3</sup>

Hülya Ercan Sarıçoban<sup>2</sup>, Benal Büyükgebiz<sup>4</sup>

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi <sup>1</sup>Pediyatri Yardımcı Doçenti, <sup>2</sup>Pediyatri Öğretim Görevlisi, <sup>3</sup>Pediyatri Araştırma Görevlisi, <sup>4</sup>Pediyatri Profesörü

**SUMMARY:** Özen AO, Mustafa B, Şen N, Sarıçoban HE, Büyükgebiz B. (Department of Pediatrics, Yeditepe University Faculty of Medicine, İstanbul, Turkey). Ultrasound bone density measurements of prepubertal and pubertal children and factors determining bone mineral density. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2007; 49: 231-235.

Ultrasound bone measurement in healthy Turkish children and adolescents was evaluated. Relationships between pubertal status, anthropometry, physical activity, dietary intake of calcium and several parameters with bone mineral density (BMD) were analyzed. 36 prepubertal and 37 pubertal children participated in the study. Calculation of calcium intake was based on consumption of dairy products. 19.6% of children had a BMD z score below -2 and 40.9% had a BMD z score below -1. Only 28.8% of children had a dairy calcium intake above the recommended daily allowance (RDA). Children participating in sport activities more than 3 hours per week had better z score values. No relation was found between BMD and having a history of fracture, obesity and intake of gaseous drinks. There was no relation between calcium intake or BMD. We found that bone stiffness in children is determined by pubertal status and physical activity rather than by calcium intake.

*Key words: children, ultrasound bone density, factors.*

**ÖZET:** Sağlıklı Türk çocuklarında ultrasonometrik kemik yoğunluğu ölçümü ile kemik yoğunluğu parametrelerinin ölçülmesi ve kemik yoğunluğu ile puberte, antropometri, fiziksel aktivite, diyetle kalsiyum alımı gibi bazı parametrelerin ilişkisinin araştırılması amaçlandı. Otuz altı prepubertal ve 37 pubertal çocuk çalışmaya alındı. Kalsiyum alımları günlük süt ve süt ürünleri tüketimi sorgulanarak hesaplandı. Çocukların %19.6'sının kemik mineral dansitesi z skoru -2'nin, %40.9'unun -1'in altında olduğu bulundu. Çocukların yalnızca %28.8'i yeterli miktarda kalsiyum almaktaydı. Haftada üç saatten fazla spor yapan çocukların kemik dansite z skor değerleri anlamlı ölçüde daha yüksek bulundu. Kemik mineral dansitesi ile kemiklerde kırık öyküsü, obesite ve gazlı içecek tüketme arasında ilişki saptanmadı. Günlük tüketilen kalsiyumdan zengin besin miktarıyla kemik mineral dansitesi arasında ilişkili bulunmadı. Çalışmamızda kemik yoğunluğunu belirleyen en önemli faktörlerin puberte ve spor yapma olduğu görüldü.

*Anahtar kelimeler: çocuk, ultrasonometrik kemik yoğunluğu, belirleyen faktörler.*

Kemik mineralizasyonu ve doruk kemik kitlesinin belirlenmesinde genetik özellikler, ırksal farklılıklar ve gonadların durumu gibi bazı özelliklerin yanısıra beslenme ve fiziksel aktivite gibi çevresel faktörlerin de rolü olduğu bilinmektedir<sup>1</sup>. Bazı çalışmalar iskelet

mineralizasyonunda kalsiyumun rol oynadığını göstermemekteyse<sup>1-4</sup> de diğer birçok çalışma kalsiyumun iskelet mineralizasyonunda rol oynadığını göstermektedir<sup>5-10</sup>. Düşük kalsiyum alımının gerek çocukluk döneminde<sup>11</sup>, gerekse hayatın ilerleyen dönemlerinde<sup>12,13</sup> kemiklerde

kırık riskini artırdığı bildirilmiştir. İskelet mineralizasyonunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi osteoporozun etkili bir şekilde önlenmesi için oldukça önemlidir.

Dual-enerji absorpsiyometri (DXA) yöntemi kemik yoğunluğu ölçümünde hem çocuklarda hem de erişkinlerde yaygın olarak kullanılmakla beraber kantitatif ultrason tekniği alternatif bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır. Radyasyonla karşılaşma gerektirmemesi ve kemiğin yapısı ile ilgili bilgi sağlaması bu yöntemin en önemli avantajlarıdır<sup>14</sup>. Bu yöntem mekanik kemik gücüne katkı sağlayan kemik özelliklerini ölçmektedir<sup>15</sup>. Ayrıca ultrason parametrelerinin trabeküler oryantasyona dayandığı gösterilmiştir<sup>16</sup>. Bu veriler kırık riskini belirleyen, kemiğin biyomekanik özelliklerine ait bilgi sağlamaktadırlar. Bu çalışmada sağlıklı Türk çocuklarında ultrasonometrik kemik yoğunluğu ölçümü yöntemi ile kemik yoğunluğu ölçümü yapıldı. Çocukların antropometrik ölçümleri yapıldı ve süt ürünleri aracılığıyla günlük kalsiyum alımları hesaplandı. Pubertal gelişim, antropometri, günlük alınan kalsiyum miktarı, fizik aktivite gibi parametreler ile kemik yoğunluğu arasındaki ilişki araştırıldı.

### Materyal ve Metot

İstanbul'da yaşayan, ilkökul ikinci ve üçüncü sınıfta öğrenim gören (prepubertal) ve lise ikinci sınıfta okuyan (pubertal) sağlıklı çocuklara anket formu dağıtıldı. İlkokul öğrencilerinin anket formları aileleri tarafından dolduruldu. Lise öğrencileri ise anket formlarını kendileri doldurdu. Kronik bir hastalığı olan çocuklar çalışma dışı bırakıldı. İlkokul ikinci ve üçüncü sınıfta öğrenim gören 36 öğrenci ve lise ikinci sınıfta öğrenim gören 37 öğrenci çalışmaya katıldı. İlkokul öğrencileri prepubertal grubu lise

öğrencileri ise pubertal grubu temsil etmekteydi. Tüm öğrencilerin kemik yoğunluğu ölçümleri ve antropometrik ölçümleri aynı araştırmacılar tarafından yapıldı. Fizik aktiviteleri "Haftada kaç saat düzenli spor yapıyorsunuz?" ve "Ne çeşit sporlar yapıyorsunuz?" soruları sorularak belirlendi. Boy uzunlukları 0.5 cm duyarlı stadyometre ile, vücut ağırlıkları elektronik tartı ile ölçüldü. Vücut kitle indeksi (VKİ) vücut ağırlığı (kg)/boy uzunluğunun karesi (m<sup>2</sup>) formülü kullanılarak hesaplandı. Yaş ve cinsiyete göre VKİ persentilleri hesaplandı. Diyetle günlük kalsiyum alımı, üç günlük diette süt ve süt ürünleri (yoğurt, peynir) tüketimi sorularak hesaplandı. Prepubertal çocuklar için günlük 800 mg, pubertal çocuklar için günlük 1300 mg kalsiyum alımı yeterli kabul edildi.

Kemik yoğunluğu ölçümleri Sunlight Omnisense Pediatric Version 2.0.1 copyright © 2002 yazılımı ile kalibrasyon yapıldıktan sonra radiusa yapıldı. Toplam 61 çocuğun kemik yoğunluğu ölçümleri elde edildi. SOS (Speed of Sound) ve z skoru değerleri ölçülerek kaydedildi. Z skoru -1'den düşükse osteopeni, -2'den düşükse ciddi osteopeni olarak adlandırıldı. Kemik yoğunluğu z skoru ve SOS değerleri ile günlük kalsiyum tüketimi, VKİ, gazlı içecek içme sıklığı, spor yapma sıklığı, puberte ve ailede osteoporoz öyküsü arasındaki ilişki araştırıldı. Sayısal veriler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verildi. Farkların anlamlılığı çift taraflı t-testi kullanılarak değerlendirildi. P değeri 0.05'ten küçükse anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Ortalama yaşları  $8.2 \pm 0.6$  yıl olan 36 prepubertal ve ortalama yaşları  $16.6 \pm 0.7$  olan 37 pubertal öğrenci çalışmaya alındı (Tablo I). Çocukların %19.6'sının kemik yoğunluğu ölçümleri z skor

**Tablo I.** Prepubertal ve pubertal çocuklarda yaş, antropometrik ölçümler, kemik yoğunluğu z skor ve SOS değerleri ve günlük kalsiyum alımları

	Prepubertal çocuklar		Pubertal çocuklar	
	Erkek	Kız	Erkek	Kız
N	17	19	19	18
Yaş (yıl)	$8.3 \pm 0.5$	$8.2 \pm 0.6$	$16.6 \pm 0.7$	$16.6 \pm 0.8$
Boy (cm)	$132.6 \pm 4.9$	$132.3 \pm 9.4$	$175.3 \pm 6.8$	$160.3 \pm 5.8$
Ağırlık (kg)	$34.8 \pm 6.2$	$33.1 \pm 9.2$	$81.1 \pm 15.2$	$54.7 \pm 7.1$
Vücut kitle indeksi persentili	$82.6 \pm 22.5$	$75.8 \pm 20.3$	$80.2 \pm 24.0$	$54.7 \pm 24.5$
Z skor	$-1.08 \pm 1.55$	$-1.821 \pm 1.64$	$-0.129 \pm 0.99$	$0.282 \pm 0.92$
SOS (m/sn)	$3684.65 \pm 155.78$	$3598.89 \pm 190.83$	$3831.00 \pm 103.25$	$4016.82 \pm 96.05$
Günlük kalsiyum alımı (mg)	$798.2 \pm 405.5$	$627.2 \pm 305.6$	$943.8 \pm 594.8$	$662.2 \pm 449.0$

değerleri -2'nin altında, %40.9'unun z skor değerleri ise -1'in altında bulundu. Günlük kalsiyum alımları hesaplandığında çocukların ancak %28.8'inin süt ürünleri ile yeterli miktarda kalsiyum aldıkları görüldü (ilkokul çocuklarında 800 mg/gün, adolesanlarda 1300 mg/gün).

Günlük kalsiyum alımı ile kemik yoğunluğu z skoru değerleri ve SOS değerleri arasındaki ilişki araştırıldı. Gerek prepubertal çocuklarda gerekse pubertal çocuklarda yeterli kalsiyum alımı ile z skor ve SOS değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı. Cinsiyete göre kemik yoğunluğu ölçümü değerlendirildiğinde kız öğrencilerin %46.7'sinin kemik yoğunluğu z skor değeri -1'den, %23.3'ünün -2'den düşükken erkek çocukların %35.5'inin z skor değeri -1'den, %16.1'inin ise -2'den düşük bulundu ( $p>0.05$ ). Pubertenin kemik yoğunluğuna etkisi araştırıldığında prepubertal öğrencilerin %34'ünün z skor değerleri -2'den düşükken, pubertal öğrencilerin tamamının z skoru -2'den büyük bulundu ( $p<0.001$ ). Yine aynı gruplar karşılaştırıldığında prepubertal öğrencilerin %60'ının z skor değerleri -1'den düşükken bu oran pubertal öğrenciler için %15.4 bulundu ( $p<0.001$ ). Prepubertal çocukların z skor ve SOS ortalamaları pubertal olanlara göre anlamlı derecede düşük bulundu ( $p<0.001$ ). Fiziksel aktivitenin kemik yoğunluğuna etkisi araştırıldığında haftada üç saatten az spor yapanların z skor ve SOS değerleri haftada üç saat ve daha fazla spor yapanlara göre anlamlı olarak daha düşük bulundu. Herhangi bir kemikte kırık öyküsü olması, ailede osteoporoz olması, fazla kilolu olma ve fazla miktarda gazlı içecek içme ile kemik yoğunluğu z skor değerleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı (Tablo II).

### Tartışma

Çalışmamızda çalışma grubunda her beş çocuktan birinin kemik yoğunluğu z skoru değerlerinin -2'den düşük olduğu görülmüştür. Ancak bu öğrencilerin hepsinin ilkokul öğrencileri olduğu dikkati çekmiştir. Çalışmamızda diyet öyküsü sorgulanarak hesaplanan günlük kalsiyum alımının yeterli olup olmamasının kemik yoğunluğunu belirlemediği görülmüştür. Farklı coğrafi bölgelere ait benzer çalışmalarda pubertal gelişim ve vücut ağırlığının kemik yoğunluğunu belirleyen en önemli faktörler olduğu, günlük kalsiyum alımı ve fizik aktivitenin ise anlamlı ölçüde kemik yoğunluğuna etki etmediği gösterilmiştir<sup>2</sup>. Boot ve arkadaşları<sup>17</sup>

ise kemik yoğunluğunu etkileyen en önemli faktörün kızlarda Tanner evre, erkeklerde ise vücut ağırlığı olduğunu bulmuştur. Lonzer ve arkadaşları<sup>5</sup> yaş, Tanner evre, vücut ağırlığı, boy uzunluğu ve VKİ'nin kemik yoğunluğu ile doğru orantılı olduğunu, kalsiyum alımı ve fiziksel aktivitenin ise ilişkisiz olduğunu bildirmişlerdir. Katzman ve arkadaşları<sup>3</sup> ile Glastre ve arkadaşları<sup>4</sup> yaptığı çalışmalar da diyetle kalsiyum alımının kemik yoğunluğu ile ilişkisini göstermemiştir. Bu çalışmaların hepsi DXA ölçümlerine dayanan çalışmalardır. Ultrason yöntemiyle kemik yoğunluğu ölçümünü araştıran bir çalışmada da kemik yoğunluğunu belirleyen en önemli faktörlerin pubertal durum ve vücut ağırlığı olduğu, kalsiyum alımının ise kemik yoğunluğuna anlamlı etkisinin olmadığı bildirilmiştir<sup>1</sup>.

Kemik kitlesinin yaklaşık %33-60'sının adolesan dönemde boy uzamasının hızlandığı dönemde edinildiği bildirilmiştir<sup>18,19</sup>. Kemik kitlesinin bu dönemde en yüksek derecede artırılması osteoporozun önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bizim çalışmamızda kemik yoğunluğuna etki eden en önemli faktörlerin puberte ve fiziksel aktivite olduğu görülmüştür. Daha önce yapılan bir metaanalizde düzenli bir egzersiz programının osteoporozu önlemede veya tedavi etmede etkili bir rol oynadığı gösterilmiştir<sup>20</sup>. Lehtonen-Veromaa ve arkadaşları<sup>21</sup> çalışmasında peripubertal kız çocuklarında fiziksel aktivite ile ultrason kemik parametreleri arasında zayıf ancak istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Çocuklarda ultrason kemik yoğunluğu ölçümüne dayanan ve atletleri, jimnastikçileri ve koşucuları içeren diğer çalışmalarda da kemik yoğunluğuna fiziksel aktivitenin etki ettiği gösterilmiştir<sup>21,22</sup>. Düzenli fiziksel aktivitenin sitokin düzeylerini düşürerek osteoklast stimülasyonunu azalttığı ve kemik kaybını azalttığı öne sürülmüştür<sup>23</sup>. Kemik hücrelerinin prostaglandin E2 ve prostaglandin I2 düzeylerini mekanik baskı altındayken artırdıkları böylece kemik oluşumunu uyardıkları bilinmektedir<sup>24</sup>. Daha önce yapılmış bir çalışma aynı zamanda kalsiyum dengesini sağlayan kalsitriol düzeylerinin fizik aktivite arttıkça arttığını göstermiştir<sup>25</sup>. Kemikler üzerindeki mekanik stres fizyolojik bazı değişikliklere yol açmakta; doğrudan veya dolaylı olarak kemik kalitesini iyileştirmektedir<sup>26</sup>.

Literatürde oldukça fazla miktarda veri kalsiyumun optimal tepe kemik kitlesi oluşturmada ve böylece osteoporozun önlenmesi veya ertelenmesinde

**Tablo II.** SOS ve z skor değerlerinin farklı parametrelere göre karşılaştırılması

Parametre	SOS (m/sn)	p	Z Skor	p
<i>Puberte</i>				
Prepubertal	3639.3±178.07	<0.001	-1.47±1.61	<0.001
Pubertal	3912.8±135.94		0.05±0.96	
<i>Fiziksel aktivite</i>				
Haftada üç saatten az spor yapanlarda	3689.8±221.45	0.019	-1.33±1.74	0.013
Haftada üç saat ve daha çok spor yapanlarda	3815.1±180.52		-0.34±1.21	
<i>Gazlı içecek içme</i>				
Hiç gazlı içecek içmeyenlerde	3749.5±231.53	>0.05	-0.85±1.83	>0.05
Sıklıkla gazlı içecek içenlerde	3751.9±207.48		-0.84±1.52	
<i>Cinsiyet</i>				
Kız	3752.1±260.28	>0.05	-1.05±1.74	>0.05
Erkek	3750.7±151.8		-0.65±1.39	
<i>Vücut kitle indeksi</i>				
Fazla kilolu (VKİ>85. persentil)	3717.8±214.87	>0.05	-0.97±1.73	>0.05
Fazla kilolu değil	3783.9±204.15		-0.73±1.42	
<i>Günlük kalsiyum alımı</i>				
Yeterli kalsiyum alanlarda*	3628.3±169.01	>0.05	-1.63±1.33	>0.05
Yetersiz alanlarda	3802.9±221.42		-0.52±1.64	

\*Günlük kalsiyum alımı prepubertal öğrencilerde 800 mg, pubertal öğrencilerde 1300 mg yeterli kabul edildi.

muhtemel bir rolü olduğu üzerinde durmaktadır<sup>27-29</sup>. Çalışmamızda çocukların süt ve süt ürünleri ile günlük kalsiyum alımları hesaplandığında tüm öğrencilerin ancak %28.8'inin süt ürünleri ile yeterli miktarda kalsiyum aldıkları görüldü (ilkokul çocuklarında 800 mg/gün, adolesanlarda 1300 mg/gün). Genel olarak erkeklerin kızlardan daha fazla kalsiyumdan zengin besin tükettikleri görülmüştür. Yalnızca prepubertal erkek çocukların günlük kalsiyum alımı ortalamaları ihtiyaçlarını karşılayacak düzeydeyken özellikle pubertal kız öğrencilerin ortalama kalsiyum alımlarının ihtiyaçlarının çok altında olduğu görülmüştür. Diğer ülkelerden bildirilen çalışmalara bakıldığında Chan<sup>7</sup> 6-8 yaş grubunda günlük kalsiyum alımının ortalama 1075±368 mg olduğunu, Ruiz ve arkadaşları<sup>2</sup> ise Tanner ever 1'deki çocukların kalsiyum alımlarının 800-862 mg/gün olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizde 6-16 yaş grubu çocuklarda yapılan bir çalışmada ise Tanner evresine bakılmaksızın çocukların %87'sinin günlük kalsiyum alımının 601-1000 mg arasında olduğu hesaplanmıştır<sup>30</sup>. Verilerimize bakıldığında toplumumuzda özellikle kız öğrencilerde ve pubertal çocuklarda kalsiyum alımını artırmaya yönelik girişimler yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak kemik yoğunluğuna etki eden en önemli faktörün puberte olduğu, bunun yanı sıra haftada üç saatten az spor yapanların

kemik yoğunluğunun daha düşük olduğu görülmüştür. Erkek çocukların kemik yoğunluk ölçümlerinin kız çocuklara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Toplumumuzda kemik sağlığının korunması ve gelecekteki osteoporoz sıklığının azaltılması için preadolesan ve adolesan dönemden itibaren çocukların günlük kalsiyum alımını ihtiyaçlarını karşılayacak düzeye çıkarmaya ve daha fazla spor yapmaya teşvik etmek oldukça önemlidir.

#### KAYNAKLAR

1. Cvijetic S, Baric IC, Bolanca S, Juresa V, Ozegovic DD. Ultrasound bone measurement in children and adolescents. Correlation with nutrition, puberty, anthropometry, and physical activity. J Clin Epidemiol 2003; 56: 591-597.
2. Ruiz JC, Mandel C, Garabedian M. Influence of spontaneous calcium intake and physical exercise on the vertebral and femoral bone mineral density of children and adolescents. J Bone Miner Res 1995; 10: 675-682.
3. Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, Marcus R. Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. J Clin Endocrinol Metab 1991; 73: 1332-1339.
4. Glastre K, Braillon P, David L, Cochat P, Meunier PJ, Delmas PD. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy x-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. J Clin Endocrinol Metab 1990; 70: 1330-1333.
5. Lonzer D, Imrie R, Rogers D, Worley D, Licata A, Secic M. Effects of heredity, age, weight, puberty, activity and calcium intake on bone mineral density in children. Clin Pediatr (Phila) 1996; 35: 185-189.

6. Lloyd T, Andon MB, Rollings N, et al. Calcium supplementation and bone mineral density in adolescent girls. *JAMA* 1993; 270: 841-844.
7. Chan G. Dietary calcium and bone mineral status of children and adolescents. *Am J Dis Child* 1991; 145: 631-634.
8. Eastell R, Jones N, Barker ME. Milk intake and bone mineral acquisition in adolescent girls: randomised, controlled intervention trial. *BMJ* 1997; 315: 1255-1260.
9. Gunnes M, Lehmann EH. Physical activity and dietary constituents as predictors of forearm cortical and trabecular bone gain in healthy children and adolescents: a prospective study. *Acta Paediatr Jpn* 1996; 85: 19-25.
10. Goulding A, Cannan R, Williams SM, Gold EJ, Taylor RW, Lewis-Barned NJ. Bone mineral density in girls with forearm fractures. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 143-148.
11. Caulfield LE, Himes JH, Rivera JA. Nutritional supplementation during early childhood and bone mineralization during adolescence. *J Nutr* 1995; 125: 1104S.
12. Heaney RP. Nutrition and Risk for Osteoporosis. San Diego: Academic Pres, 1996.
13. Chan GM, Hess M, Hollis J, Book LS. Bone mineral status in childhood accidental fractures. *Am J Dis Child* 1984; 138: 569-570.
14. Kaufman JJ, Einhorn TA. Ultrasound assessment of bone. *J Bone Miner Res* 1993; 8: 517-525.
15. Duquette J, Lin J, Hoffman A, Houde J, Ahmadi S, Baran D. Correlations among bone mineral density, broadband ultrasound attenuation, mechanical indentation testing, and bone orientation in bovine femoral neck samples. *Calcif Tissue Int* 1997; 60: 181-186.
16. Gluer CC, Wu CY, Genant HK. Broadband ultrasound attenuation signals depend on trabecular orientation: an in vitro study. *Osteoporos Int* 1993; 3: 185-188.
17. Boot AM, Ridder MA, Pols HA, Krenning EP, Muinck Keizer-Schrama SM. Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82: 57-62.
18. Bonjour JP, Chevalley T, Ammann P, Slosman D, Rizzoli R. Gain in bone mineral mass in prepubertal girls 3.5 years after discontinuation of calcium supplementation: a follow-up study. *Lancet* 2001; 358: 1208-1212.
19. Theintz G, Buchs B, Rizzoli R, Slosman et al. Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents: evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75: 1060-1065.
20. Ernst E. Exercise for female osteoporosis: a systematic review of randomised clinical trials. *Sports Med* 1998; 25: 359-368.
21. Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Kautianen H, Heinonen OJ, Viikari J. Influence of physical activity on ultrasound and dual-energy x-ray absorptiometry bone measurements in peripubertal girls: a cross sectional study. *Calcif Tissue Int* 2000; 66: 248-254.
22. Daly RM, Rich PA, Klein R. Influence of high impact loading on ultrasound bone measurements in children: a cross-sectional report. *Calcif Tissue Int* 1997; 60: 401-404.
23. Dixon AS. Health of nation and osteoporosis. *Ann Rheum Dis* 1992; 51: 914-918.
24. Lanyon LE. Using functional loading to influence bone mass and architecture: objectives, mechanisms, and relationship with estrogen of the mechanically adaptive process in bone. *Bone* 1996; 18: 37S-43S.
25. Bell N, Godson RN, Henry DP, Shary J, Epstein S. The effects of muscle-building exercise on vitamin D and mineral metabolism. *J Bone Miner Res* 1988; 3: 369-373.
26. Novotny R, Daida YG, Grove JS, Acharya S, Vogt TM, Paperny D. Adolescent dairy consumption and physical activity associated with bone mass. *Prev Med* 2004; 39: 355-360.
27. Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2003; 32: 39-63.
28. Johnston CC, Miller JZ, Slemenda CW, et al. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *N Engl J Med*. 1992; 327: 82-87.
29. Baran D, Sorensen A, Grimes J, et al. Dietary modification with dairy products for preventing vertebral bone loss in premenopausal women: a three-year prospective study. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; 70: 264-270.
30. Türker G, Babaoğlu K, Gedikbaşı D, et al. Factors affecting bone health in children: a preliminary study in Kocaeli. *Turk J Med Sci* 2002; 32: 43-48.