

DERLEME: OSTEOPOROZ VE FİZİKSEL AKTİVİTE

Cengizhan ÖZGÜRBÜZ*

ÖZET

Preventif tıpta fiziksel aktivitenin geniş uygulama alanı vardır. Bazı kronik hastalıkların tedavisinde egzersizlerden de yararlanılır. Egzersizin temelinde hareket dizileri yatar. Osteoporozun tedavi ve önlenmesinde bu hareket dizilerinden bazıları daha etkilidir. Egzersizin süresi, şiddeti, sıklığı ve harekete katılan kas kitlesi önem taşır. Kas-iskelet sistemi yaşam boyunca kendisine gelen uyarılara yanıt veren dinamik bir yapıya sahiptir. Ancak, kişinin biyolojik yaşı, sağlık durumu ve spor alışkanlığı alınacak yanıtı etkiler. Korunma açısından, pubertenein sonuna kadarki dönemde çok yönlü ve vücut ağırlığını taşıyan egzersizler özellikle etkili görünmektedir. Orta yaşlara kadar sağlıklı erişkinlerde de benzer egzersizler etkilidir. Postmenopozal kadınlarda propriyoseptif ve kuvvet egzersizlerine önem verilmelidir. İleri yaşlarda ise yürüme ve hafif jimnastik hareketleri bile etkili olabilmektedir. Osteoporotik olanlarda, fraktür gibi komplikasyonu bulunanlarda ve çok yaşlılarda egzersiz süresini kısaltmak ve sıklığını azaltmak gerekir. Kuvvet çalışmaları en ağır vakalarda izometrik egzersizlerle başlar, durum elverdiğinde ise progresif dirençli egzersizlere geçilir. Özellikle yaşlı kişilerde mobilitenin artması ile osteoporozla karşı olumlu etkinin yanısıra ağrı eşliğinin yükselmesi, daha bağımsız yaşayabilecek duruma gelmesi, grup halinde yapılan egzersizlerde sosyalleşmenin artması ve hayat kalitesinin yükselmesi çok önemli yararlarıdır.

Anahtar sözcükler: Osteoporoz, prevansiyon, fiziksel aktivite, egzersiz

SUMMARY

REVIEW: OSTEOPOROSIS AND PHYSICAL ACTIVITY

The use of physical activity is widely accepted in preventive medicine practice. Therapeutic exercises are especially beneficial in supporting the treatment of some chronic diseases. The choice of

* Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

appropriate and effective exercises in the treatment and prevention of osteoporosis is crucial. The duration, intensity, frequency, and the involved muscle mass are to be taken into account in exercise prescription, which are basically a combination of movement patterns. The musculo-skeletal system is in continuous interaction with the environment. It is a very dynamic system with a high adaptive capacity. The response to stimuli depends on the biological age, health, and sports activity experience of the individual. Weight bearing activities with different movement patterns like ball games are accepted to be more effective in the prevention of osteoporosis, especially when performed till the end of puberty. This type of activity seems to be also effective in the middle-aged. Proprioceptive and strength exercises are important in supporting postmenopausal women. In elderly people, though progressive resistance exercises are very effective, even walking and simple gymnastics can be beneficial in more sedentary cases. Less intensive exercise of shorter duration has to be performed by people with advanced stage osteoporosis with or without previous fracture complication. Strength exercises can be fulfilled isometrically in critical cases. Particularly in older people, enhanced mobility is not only a very effective means in the therapy of osteoporosis, but also a factor in decreasing pain sensation. The increased independence of the subject provides better life quality.

Key words: *Osteoporosis, prevention, physical activity, exercise*

GİRİŞ

Osteoporoz, kemik dansitesinin azalması ve kırılabilirliğinin artması ile karakterize bir hastalıktır. Kas sistemi de bundan etkilenmektedir. Kas kütlesinin ve kas kuvvetinin osteoporozla azaldığı gösterilmiştir (30,49). Osteoporoz tedavisinin temel amacı hastanın hayat kalitesini yükseltmek ve kırıklardan korumaktır. Kişinin hayatını bağımsız idame etmesini sağlayarak ve ağrılarını azaltarak hayat kalitesini korumak mümkündür. Fraktürlerden korunmak için tüm lokomotor sistemi hedef alarak yaklaşılmalıdır. Kemik yoğunluğunu arttırmaya veya en azından geriletmemeye, kas kuvvetini arttırmaya ve bu kuvvetin bir fonksiyonu olan propriyosptif kapasite ve dengeyi korumak veya geliştirmeye yönelik önlemler alınmalıdır.

Hedef lokomotor sistemin fonksiyonel durumudur. Kas iskelet sistemi son derece dinamik bir yapıya sahip olup kullanılmadığı zaman gerileme gözlenir. İmmobilizasyonla veya yerçekimsiz ortamda kemik dansitesi

azalır (35,42,52,58,59,68). Daha önce egzersiz ile elde edilmiş olan dansite artışları da inaktiviteyle kaybedilmektedir (22).

Kemik, yapısal iç organizasyonunu doğrudan kendisi üzerine etki eden lokal kuvvetlere göre gerçekleştirir. İçsel faktörler arasında kas kontraksiyonu, dışsal faktörler arasında ise yer çekimi ve dinamik basınç veya çekme kuvvetleri yer alır. Bu etkileşimler kısaca “hareket” olarak tanımlanabilir ve lokomotor sistemin fonksiyonelliğini koruması için hareket gereklidir. Fonksiyonu arttırmak için ise “egzersiz” gereklidir.

Tedaviye yönelik egzersizlerin genel etkilerinden hipertansiyon, koroner kalp hastalığı, diyabet, depresyon ve obezite gibi hastalıklarda yararlanır. Locomotor sistem biraz farklı yanıt verir. Kullanılan kas ve kemiklerde lokal etki ön plandadır. Bir ekstremitenin diğerine göre daha fazla kullanıldığı sporlarda bu etki daha belirgindir (21,24). Kemik dansitesi özellikle yüklenen eklemlerde daha yüksek olur (26,27,28,29). Karmaşık hareket dizilerinde vücut stabilizasyonuna yönelik sekonder kas kontraksiyonları nedeniyle ana hareketin dışında kalan bölgelerde de olumlu etkilerin gözlenmesi mümkündür (41,51).

Çocuklukta fiziksel aktivitenin önemi

Pubertenin sonlanması ile kemik gelişimi %98 tamamlanmaktadır. Kemik kütlesi genelde 20-40 yaşlarda sabit kalmakta ve 40-45 yaşlardan sonra yılda yaklaşık %0.5-1 azalmaktadır (44). Kemikte zirve kütle pubertenin sonuna kadar yapılan fiziksel aktiviteler ile birincil olarak belirlendiği için prevansiyona daha çocukluk döneminde başlanmalıdır. Kriska ve ark. postmenopozal kadınlarda özellikle 14-21 yaşlarda yapmış oldukları fiziksel aktivitelerin kemik boyutlarıyla anlamlı ilişki gösterdiğini bildirmektedir (34). Başka retrospektif çalışmalarda da (14,34,43) çocukluk ve gençlikteki aktivite düzeyi ile erişkinlikte ölçülen radius ve calcaneus kemik dansiteleri arasında pozitif korrelasyon saptanmıştır Joakimson ve ark. ise genç yaşlarda yapılan düzenli sporun ileri yaşlarda femur boynu fraktürü riskini azalttığını ifade etmişlerdir (23).

Fiziksel aktivitenin tüm çocukluk boyunca kas-iskelet sistemini olumlu etkilediğini ve bazı çalışmalara göre bu etkinin özellikle kızlarda puberteye girerken daha da belirgin olduğu gözlenmektedir (6,38,46,47). Vücut ağırlığının taşındığı sporlar daha etkili bulunmuştur. Yüzme ve bisiklet gibi genel kondisyonu olumlu etkileyen sporların kemik dansitesine etkileri daha az olmaktadır (9,12). Benzer bir şekilde, 5-14 yaş çocuklarda vücut ağırlığının taşındığı sporlarda (basketbol, futbol,

beyzbol gibi oyun sporlarında) radius ve femur kemik mineral dansiteleri ile anlamlı ilişki gözlemiştir; yüzme ve bisiklette ise anlamlı ilişki saptamamışlardır. Dikkat çeken bir bulgu da annelerin aktivite seviyesi ile çocukların femur ve lomber vertebra kemik dansiteleri arasında belirlenen anlamlı pozitif korrelasyondur (62). Çocuklar ilk yaşlarında ebeveynlerini örnek alırlar. Spor yapan anne ve babanın çocuğu da spora daha kolay başlar.

Çocuklarda kemik dansitesine olumlu etki açısından faydalı egzersizleri özetlemek gerekirse; çok yönlü ve vücudu taşıyan oyun sporları daha etkili görünmektedir. Çocukluk döneminde yapılan sporun ayrıca bir alışkanlık haline gelmesi ile erişkinlikte de daha kolay ve düzenli spor yapmak mümkün olmaktadır.

Prevansiyon ve tedavide fiziksel aktivitenin yeri

Erişkinlerde durum çocuklardan biraz farklıdır. Sağlıklı kişilerde, doğal yaşlanmaya bağlı olan kemik kaybını egzersiz ile azaltmak veya var olanı korumak primer amaçtır. Genel aktivite düzeyinin lomber vertebra üzerine pozitif etkisini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (1,25,53,64,71). Gün boyu yapılan total aktivitenin (günlük yürüyüş mesafesi, merdiven çıkma, ev işleri, sportif aktiviteler, vs.) femur boynu fraktür insidansına etkili olduğu bildirilmektedir (17).

Çok farklı spor branşlarında (uzun mesafe, oyun sporları, bisiklet, ağırlık, bale, nonspesifik aktiviteler) incelenen kişilerde lomber vertebra dansite değerleri kadınlarda en yüksek ağırlık çalışanlarda, oyun sporları yapanlarda ve nonspesifik aktivite yapanlarda saptanmıştır. Femura ilişkin değerler ise özellikle oyun sporları yapanlarda daha yüksek çıkmıştır. Erkeklerde en yüksek değerler sırasıyla oyun sporları, ağırlık çalışmaları, nonspesifik aktiviteler, uzun mesafe koşuları ve bisiklet sporlarında bulunmuştur (7).

Anlaşılabileceği gibi çok yönlü aktiviteler (atlama, hızlanma, ani durma, ani yön değiştirmeler, vs.) kemiği daha kuvvetli uyarılmaktadır. Özellikle atlama ve benzeri hareket dizilerinin genç kadınlarda kemik zirve kütlelerini daha fazla etkilediği bildirilmektedir (3,66). Ağırlık ve kuvvet antrenmanları da çok etkili olmasına rağmen, femur boynu dansitesi çok yönlü hareket dizilerine sahip aktivitelerde (atlama, sıçrama, vs.) daha belirgin şekilde etkilenmektedir (31). Vücut ağırlığını taşıyan ama tek yönlü olan aktiviteler de etkili olmakla birlikte, kemiği aynı ölçüde uyarılmamaktadır (20).

Egzersiz kronik etkilerinden faydalanmak için belli bir sıklığın ve sürenin altına düşmemek gerekir. Düzenli egzersiz yapmayanlarda elde edilen sonuçlar daha düşük bulunmaktadır (70). Yukarıda önerilen fiziksel aktiviteleri haftada en az 3-4 defa yapmak gereklidir. Kemiklere çok yönlü yüklenme açısından aerobik yapmak yürümeye göre daha etkilidir (69). Yürümek gibi düşük şiddetli aktivitelerin kemik yapısına etkileri ise literatürde farklı yorumlanmaktadır (10,13,19,33,57).

Anaerobik eşiğe yakın yapılan hızlı yürüyüşlerin etkili olabileceği düşünülmektedir (19). Platen, sadece yürümenin yetmediğini, haftada 3-4 kez hızlı yürüyüşün veya aerobik/dans aktivitelerinin maksimal kalp atımının %60-80'i ile 45-60 dk süreyle yapılmasını tavsiye etmektedir (50). Anaerobik eşiğe yakın submaksimal aktiviteler haftada 3-4 defa ve en az 45 dk yapıldığında, yürümek gibi tek yönlü hareket dizileri dahi olsalar, lomber vertebra ve femurda etkili olabilmektedir. Sağlıklı erişkinler için çok yönlü yüklenme profilindeki ve vücut ağırlığını taşıyan sporlar öncelikle önerilmektedir.

Postmenopozal kadınlar ve yaşlılarda yaklaşım

Postmenopozal kadınlarda ve yaşlılarda başka faktörler de göz önüne alınmalıdır. Dinamik kas kuvvetinde 50-70 yaş arasında anlamlı bir gerileme olmaktadır (36). Kas kuvvetinde bu düşüşe koordinasyonun bozulması da eşlik eder. Kalça fraktürlerinin %90'ı, vertebra fraktürlerinin üçte biri ve distal radius fraktürlerinin hemen hepsinin düşme sonucu meydana geldiği vurgulanmaktadır (15). İlerleyen yaşla birlikte artan kemik kaybı, dengenin bozulması ve koordinasyonun azalması önemli problem oluşturur. Bu yaş grubunda kuvvet çalışmaları daha da önem kazanır.

Osteoporozlu kadınların kas kuvvetleri artritli ve osteopenili kadınlardan özellikle karın, sırt ve kalça fleksörlerinde daha düşük bulunmuştur (30). Genel durumu uygun olanlarda progresif dirençli egzersizlerin ileri yaşlarda bile etkili olduğu gösterilmiştir (11,16,18,45,60). Kas kuvvetinin artmasıyla birlikte kemik kitlesinin de olumlu etkilendiği, dengenin ve mobilitenin arttığı gösterilmiştir (2). Haftada bir veya iki kez yapılan progresif dirençli egzersizler ile nöromüsküler performans ve kuvvet artışı gerçekleşmektedir (65,67).

Leg press kuvveti ile L2-L4, femur başı ve Ward üçgeni kemik dansiteleri arasında anlamlı korrelasyonun bulunması (56); el kavrama kuvvetinin radius dansitesinin iyi bir göstergesi olduğunun belirlenmesi (5), düzenli kuvvet çalışmalarının önemini vurgulamaktadır. Prospektif,

rastlantısal ve kontrollü bir çalışmada sırt ekstansörlerinin çalıştırılması ile vertebral kırık riskinin azaldığı bildirilmektedir (61). Özellikle bacak ekstansör ve fleksör kuvvetleri ile düşme arasında ilişki saptanmıştır (55). Kuvvet çalışmaları kişinin genel durumuna uygun yapılmalıdır. Mobilitesi fazla olmayanlarda izometrik çalışmalar tercih edilmelidir. Çok ileri yaşlarda ılımlı egzersizlerin bile etkili olduğu bir gerçektir (54,63). Hafif cimmastik hareketleri, yürümek ve izometrik kuvvet çalışmaları ile olumlu yanıt alınabilmektedir.

Basit denge ve propriyoseptif egzersizlerle düşme riskini azaltmak mümkündür (8,48). Omurganın müsküler stabilizasyonunun artması hissedilen ağrıların azalmasına katkıda bulunabilir. En az bir omurga fraktürü bulunan ve son üç yılda ağrılı olan postmenopozal kadınlarla yapılan bir çalışmada haftada ikişer defa birer saatlik denge ve izometrik gövde kuvvet egzersizleri ile ağrılarda azalma tespit edilmiştir (39). Egzersiz ile ağrı eşliğinin arttığını da unutmamak gerekir (32).

Fraktür riski taşıyan kişilerde mobilitayı kontrollü bir şekilde arttırmak ana amaçtır. Ani hareketlerden kaçınmak gerekir. Omurgaya fazla yük bindiren hareketler (örneğin fleksiyonla birlikte rotasyon hareketi) yaptırılmamalıdır. Basit izometrik kuvvetlendirme egzersizlerinin, basit denge egzersizlerinin, hafif jimnastik hareketlerinin ve yürüyüşün haftada 2-3 defa uygulanması yeterli olmaktadır. Sadece yürüme egzersizleri yapanlarda dahi günlük aktivite düzeyi artmaktadır. Çok ileri yaşlarda bile müsküloskeletal sistem egzersizlere yanıt vermektedir.

Anlatılan egzersizler doğru egzersiz prensiplerine uygundur. Ancak kişinin özel durumuna göre bireysel egzersiz reçeteleri oluşturulmalıdır. Özellikle egzersizin şiddeti çok önemlidir. Genç yaşlarda aşırı motivasyon ile yapılan egzersizler aşırı yüklenmeye bağlı hasarlara yol açabilir (37,40). Prevansiyon ve tedaviye yönelik fiziksel aktivitelerin hiç bir zaman ileri performans düzeyi gerektirmediği unutulmamalıdır. Sonuçta her yaş düzeyine, sağlık durumuna, bedensel özelliklere ve kişisel motivasyona uygun önleyici veya tedavi edici egzersiz programlarının uyarlanması mümkündür. Önemli olan bu programlarda önerilenleri düzgün ve düzenli uygulamaktır. Lokomotor sistem dinamik bir yapıdır: kullanılmadığı zaman geriler, uygun kullanıldığı zaman gelişir, yanlış kullanıldığı zaman ise sakatlanır.

KAYNAKLAR

1. Aloia JF, Vaswani AN, Yeh JK, Cohn SH: Premenopausal bone mass is related to physical activity. *Arch Intern Med* **148**: 121-3, 1988.

2. Aniansson A, Rundgen A, Sparlin L: Evaluation in functional capacity in activities of daily living in 70-year-old men and women. *Scand J Rehab Med* **12**: 145-54, 1980.
3. Basse E, Ramsdale S: Increase in femoral bone density in young women following high-impact exercise. *Osteoporos Int* **4**: 72-5, 1994.
4. Berard A, Bravo G, Gauthier P: Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal woman. *Osteoporos Int* **7**: 331-7, 1997.
5. Beverly MC, Rider TA, Evans MJ, Smith R: Local bone mineral response to brief exercise that stresses the skeleton. *BMJ* **299**: 233-5, 1989.
6. Bradney M, Pearce G, Naughton G, et al: Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength. A controlled prospective study. *J Bone Miner Res* **13**: 1814-21, 1998.
7. Brewer V, Meyer BM, Keele MS, Upton SJ, Hagan RD: Role of exercise in prevention of involutional bone loss. *Med Sci Sports Exerc* **15**: 445-9, 1983.
8. Campell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM: Randomised controlled trial of a general practise programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* **315**: 1065-9, 1997.
9. Cassell C, Benedict M, Specker B: Bone mineral density in elite 7- to 9 yr-old female gymnasts and swimmers. *Med Sci Sports Exerc* **28**: 1243-6, 1996.
10. Cavanaugh DJ, Cann CE: Brisk walking does not stop bone loss in postmenopausal women. *Bone* **9**: 201-4, 1988.
11. Charette S, McEvoy L, Pyka G, et al: Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J Appl Physiol* **70**: 1912-26, 1991.
12. Courteix D, Lespessailles E, Peres SL, Obert P, Germain P, Benhamou CL: Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. *Osteoporos Int* **8**: 152-8, 1998.
13. Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, et al: Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med* **332**: 767-73, 1995.
14. Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC: Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* **56**: 579-86, 1992.
15. Francis JB Jr, Sinaki M, Grabois M, et al: Health professional's guide to rehabilitation of the patient with osteoporosis. *Osteoporos Int* **14(Suppl 2)**: 1-22, 2003.
16. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, et al: Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* **64**: 1038-44, 1988.

17. Gregg EW, Cauley JA, Seeley DG, Ensrud KA, Bauer DC: Physical activity and osteoporotic fracture risk in older women. *Ann Int Med* **129**: 81-8, 1998.
18. Hakkinen K, Pakarinen A: Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged elderly males and females. *Acta Physiol Scand* **150**: 211-9, 1994.
19. Hatori M, Hasegawa A, Adachi H, et al: The effect of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* **52**: 411-4, 1993.
20. Heinonen A, Oja P, Kannus P, Sievanen H: Bone mineral density in female athletes representing sports with different characteristics of the skeleton. *Bone* **17**: 197-203, 1995.
21. Huddleston AL, Rockwell D, Kulund DN, Harrison RD: Bone mass in lifetime tennis athletes. *JAMA* **244**: 1007-9, 1980.
22. Iwamoto J, Yeh JK, Aloia JF: Effect of deconditioning on cortical and cancellous bone growth in the exercise trained young rats. *J Bone Miner Res* **15**: 1842-9, 2000.
23. Joakimsen RM, Magnus JH, Fonnebo V: Physical activity and predisposition for hip fractures: a review. *Osteoporos Int* **7**: 503-13, 1997.
24. Jones HH, Priest JD, Hayes WC, Tichenor CC, Nagel DA: Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone Joint Surg* **59**: 204-8, 1977.
25. Kanders B, Dempster DW, Lindsay R: Interaction of calcium nutrition and physical activity on bone mass in young women: *J Bone Miner Res* **3**: 145-9, 1988.
26. Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ: Bone mineral density in professional ballet dancers. *Bone Mineral* **21**: 163-9, 1993.
27. Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ: Bone mineral density in weightlifters. *Calcif Tissue Int* **52**: 212-5, 1993.
28. Karlsson MK, Linden C, Karlsson C, Johnell O, Obrant K, Seeman E: Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. *Lancet* **355(9202)**: 469-70, 2000.
29. Karlsson MK, Magnusson H, Karlsson C, Seeman E: The duration of exercise is a regulator of bone mass. *Bone* **28**: 128-32, 2001.
30. Kemmler W, Riedel H: Körperliche Belastung und Osteoporose. Einfluss einer 10 monatigen Interventionsmassnahmen auf ossaere unde extraossaere Risikofaktoren einer Osteoporose. *Dtsch Z Sportmed* **49**: 270-7, 1998.
31. Kohrt WM, Snead DB, Slatopolsky E, Birge SJ Jr: Additive effects of weight-bearing exercise and estrogen on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* **10**: 1303-11, 1995.

32. Koltyn KF: Analgesia following exercise: a review. *Sports Med* **29**: 85-98, 2000.
33. Krall EA, Dawson-Hughes B: Walking is related to bone density and rates of bone loss. *Am J Med* **96**: 20-6, 1994.
34. Kriska AM, Sandler RB, Cauley JA, LaPorte RE, Hom DL, Pambianco G: The assessment of historical physical activity and its relation to adult bone parameters. *Am J Epidemiol* **127**: 1053-63, 1988.
35. Krölnner B, Toft B: Vertebral bone loss: unheeded side effect of therapeutic bed rest. *Clin Sci* **64**: 537-40, 1983.
36. Larson EB: Exercise, functional decline and frailty. *J Am Geriatr Soc* **39**: 635-6, 1991.
37. Leichter I, Simkin A, Margulies JY, et al: Gain in mass density of bone following strenuous physical activity. *J Orthop Res* **7**: 86-90, 1989.
38. MacKelvie KJ, McKay HA, Petit MA, Moran O, Khan KM: Bone mineral responses to a 7-month randomized controlled, school-based jumping intervention in 121 prepubertal boys: associations with ethnicity and body mass index. *J Bone Miner Res* **17**: 834-44, 2002.
39. Malmros B, Mortensen L, Jensen MB, Charles P: Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. *Osteoporos Int* **8**: 215-21, 1998.
40. Margulies JY, Simkin A, Leichter I, et al: Effect of intense physical activity on the bone-mineral content in the lower limbs of young adults. *J Bone Joint Surg* **68**: 1090-3, 1986.
41. Markus R, Drinkwater B, Dalsky G, et al: Osteoporosis and exercise in women: *Med Sci Sports Exerc* **24**: 301-7, 1992.
42. Mazess RB, Whedon GD: Immobilization and bone. *Calc Tissue Int* **35**: 265-7, 1983.
43. McCulloch, Bailey DA, Houston CS, Dodd BL: Effects of physical activity, dietary calcium intake and selected lifestyle factors on bone density in young women. *Can Med Assoc J* **1**: 221-7, 1990.
44. Minne HW: Pathophysiologie der Osteoprose. *Dtsch Z Sportmed* **46(Sonderheft)**: 47-8, 1995.
45. Morganti CM, Nelson ME, Fiatarone MA, et al: Strength improvements with 1 year of progressive resistance training in older women. *Med Sci Sports Exerc* **27**: 205-10, 1993.
46. Morris FL, Naughton GA, Gibbs JL, Carlson JS, Wark JD: Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: positive effects on bone and lean mass. *J Bone Miner Res* **13**: 1814-21, 1998.
47. Petit MA, McKay HA, MacKelvie KJ, Khan KM, Beck TJ: A randomized school-based jumping intervention confers site and maturity-specific benefits on bone structural properties in girls: a hip structural analysis study. *J Bone Miner Res* **7**: 363-72, 2002.

48. Pfeifer K, Ruhleder M, Brettmann K, Banzer W: Effekte eines koordinationsbetonten Bewegungsprogramms zur Aufrechterhaltung der Alltagsmotorik im Alter. *Dtsch Z Sportmed* **52**: 129-34, 2001.
49. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW: Vitamin D and muscle function: a review. *Osteoporos Int* **13**: 187-94, 2002.
50. Platen P: Mobilitaet, Fitness und Osteoporoseentstehung. Körperliche Belastung und Knochenmasse. *Dtsch Z Sportmed* **46(Sonderheft)**: 48-56, 1995.
51. Pocock NA, Eisman JA, Gwinn T, et al: Muscle strength, physical fitness, and weight but not age predict femoral neck bone mass. *J Bone Min Res* **4**: 441-8, 1989.
52. Rambaut PC, Goode AW: Skeletal changes during space flight. *Lancet* **2(8463)**: 1050-2, 1985.
53. Recker RR, Davies KM, Hnders SM, Heaney RP, Stegman MR, Kimmel DB: Bone gain in young adult women. *JAMA* **268**: 2403-8, 1992.
54. Ringe JD: Osteoporosepraevention durch Gymnastik im höheren Lebensalter. *Zeit Geriatrie* **1**: 86-90, 1988.
55. Rutherford OM: Is there a role for exercise in the prevention of osteoporotic fractures? *Br J Sports Med* **33**: 378-86, 1999.
56. Ryan AS, Treath MS, Hunter GR, et al: Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* **62**: 295-9, 1998.
57. Sandler RB, Cauly JA, Hom DL, Sashin D, Kriska AM: the effects of walking on the cross-sectional dimensions of the radius in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* **41**: 65-9, 1987.
58. Schneider VS, Mc Donald J: Skeletal calcium homeostasis and countermeasures to prevent disuse osteoporosis. *Calcif Tissue Int* **36(S1)**: 151-4, 1984.
59. Schulthies L: The mechanical control system of bone in weightless spaceflight and in aging. *Exp Gerontol* **26**: 203-14, 1991.
60. Shephard RJ: The scientific basis of exercise prescribing for the very old. *J Am Geriatr Soc* **38**: 62-70, 1990.
61. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, et al: Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* **30**: 836-41, 2002.
62. Slemenda CW, Miller JZ, Hui SL, Reister TK, Johnston CC Jr: Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *J Bone Miner Res* **6**: 1227-33, 1991.
63. Smith EL Jr, Reddan W, Smith PE: Physical activity and calcium modalities for bone mineral increase in aged women. *Med Sci Sports Exerc* **13**: 60-4, 1981.

64. Stillmann RJ, Lohmann TG, Slaughter MH, Massey BH: Physical activity and bone mineral content in women aged 30 to 85 years. *Med Sci Sports Exerc* **18**: 576-80, 1986.
65. Taaffe DR, Pruitt L, Pyka G, Guido D, Marcus R: Comparative effects of high- and low-intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. *Clin Physiol* **16**: 381-92, 1996.
66. Taaffe DR, Robinson T, Snow C, Marcus R: High-impact exercise promotes bone gain in well-trained female athletes. *J Bone Miner Res* **12**: 255-60, 1997.
67. Taaffe DR, Duret C, Wheeler S, Marcus R: Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *J Am Geriatr Soc* **47**: 1208-14, 1999.
68. Unthoff HK, Jaworsky ZFG: Bone loss in response to long-term immobilization. *J Bone Joint Surg* **60B**: 420-9, 1978.
69. White MK, Martin RB, Yeater RA, Butcher RL, Radin EL: The effects of exercise on the bones of postmenopausal women. *Int Orthop* **7**: 209-14, 1984.
70. Williams JA, Wagner J, Wasnich R, Heilbrun L: The effect of long-distance running upon appendicular bone mineral content. *Med Sci Sports Exerc* **16**: 223-7, 1984.
71. Zylstra S, Hopkins A, Erk M, Hreshchyshyn MM, Anbar M: Effect of physical activity on lumbar spine and femoral neck bone density. *Int J Sports Med* **10**: 181-6, 1989.

Yazışma için e-mail adresi: cengizhan.ozgurbuz@ege.edu.tr