

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**BAYAN FUTBOLCULAR İLE SEDANTER BAYANLARIN KEMİK
MİNERAL YOĞUNLUKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali BAŞ

**TRABZON
Haziran, 2011**

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

BAYAN FUTBOLCULAR İLE SEDANTER BAYANLARIN KEMİK
MİNERAL YOĞUNLUKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Ali BAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Yüksek
Lisans Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Mustafa BAŞ

TRABZON
Haziran, 2011

KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

**Bu çalışma Jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 07/07/2011**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Halit SUIÇMEZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet PALANCI

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylanm.

**Doç. Dr. Haluk ÖZMEN
Enstitü Müdürü**

BİLDİRİM

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Ali BAŞ

07/07/2011

ÖNSÖZ

Bu araştırmada spor yapanlarla yapmayanların KMY değerlerinin incelenmesi, sporun KMY üzerindeki etkisini araştırmak topluma, beden eğitimcilere, spor eğitimcilerine ve antrenörlere katkı sağlamak amaç edinilmiştir. Bu çalışmanın hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen ve beni bu alana yönlendiren Kırıkkale üniversitesi BESYO müdürü sayın Prof. Dr. A. Ahmet DOĞAN'a, tezin hazırlanmasının her aşamasında emeği olan tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa BAŞ'a, istatistiksel analizlerde bana yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Mehmet PALANCI'ya, çalışmamın tasarlama aşamasında karşılaştığım her türlü problem karşısında benden desteğini esirgemeyen Gümüşhane Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Araştırma Görevlisi Elif AYDIN'a, yüksek lisans eğitimi boyunca katkılarını esirgemeyen Karadeniz Teknik Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nun değerli öğretim üyelerine, ölçümlerde her türlü yardımı sağlayan İdmanocağı spor kulübü bayan futbol takımı hocaları ve futbolcularına sonsuz teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Haziran, 2011

Ali BAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
ABSTRAC	IX
TABLOLAR LİSTESİ	X
KISALTMALAR LİSTESİ	XI
GİRİŞ.....	1-3

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER.....	4-33
1.1. Kalsiyum ve Fosfat Metabolizması	4
1.2. Kalsiyum Ve Fosfat Metabolizmasının Düzenlenmesi	5
1.2.1. Parathormon (Paratiroid Hormonu)	5
1.2.2. Kalsitriol (=1,25-dihidroksi-kolekalsiferol; D hormonu)	6
1.2.3. Kalsitonin	7
1.3. Kemiğin Yapısı	7
1.4. Kemik Oluşumu	9
1.5. Kemik Yapımını (Osteblastik Aktiviteyi) Gösteren Markerler	11
1.5.1. Kemiğe Spesifik Alkalen Fosfataz	11
1.5.2. Osteokalsin	11
1.5.3. Prokollajen Tip 1 Propeptidleri	12
1.5.4. Diğer Kemik Proteinleri	12
1.6. Kemik Yıkımını (Osteoklastik Aktiviteyi) Gösteren Biyomarkerlar	12
1.6.1. Tartrata Dirençli Asit Fosfataz	12
1.6.2. Tip 1 Kollajenin Çapraz Bağlı Telopeptidleri	13
1.6.3. Hidroksiprolin	13

1.6.4. Hidroksilizin Glikozidleri	14
1.6.5. Piridinolin Ve Deoksipiridinolin Çapraz Zincirleri	14
1.7. Kemik Büyümesi	15
1.8. Kemik Büyümesi Üzerine Etkili Hormonlar ve Faktörler	15
1.8.1. Büyüme Hormonu	16
1.8.2. Tiroid Hormonları	17
1.8.3. Cinsiyet Hormonları	17
1.8.4. Glukokortikoidler	18
1.8.5. Transforming Growth Faktör β (TGF- β Familyası)	19
1.8.6. Sitokinler	19
1.8.7. Tumor Nekroz Faktörü (TNF)	20
1.9. Kemik Mineral Yoğunluğu (KMY).....	20
1.9.1. Yaşın KMY Üzerine Etkisi	20
1.9.2. Cinsiyetin KMY Üzerine Etkisi	21
1.9.3. Kilo ve Boyun KMY Üzerine Etkisi	22
1.9.4. Sigara ve Alkolün KMY Üzerine Etkisi	24
1.9.5. Egzersizin KMY Üzerine Etkisi	26
1.10. Osteoporoz	30
1.11. KMY Ölçülmesinde Dansitometrik Yöntemler	30
1.11.1. Single Photon Absorbtiometri (SPA).....	31
1.11.2. Dual Photon Absorbtiometri (DPA).....	32
1.11.3. Single Energy X-Ray Absorbtiometri (SXA)	32
1.11.4. Dual Energy X-Ray Absorbtiometri (DEXA).....	32

İKİNCİ BÖLÜM

2. YÖNTEM	34-35
2.1. Deneklerin Seçimi	34
2.2. Anket Uygulanması	34
2.3. Kilo ve Boy Ölçülmesi	34
2.4. KMY Ölçümleri	34
2.5. İstatistiksel Analiz	35

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULGULAR	36-41
--------------------------	--------------

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. TARTIŞMA	42-46
--------------------------	--------------

4.1. Futbolcular ile Sedanterler Arasındaki KMY Farklılıkları	42
---	----

4.2. Yaşın KMY üzerindeki etkisi	44
--	----

SONUÇ VE ÖNERİLER	47
--------------------------------	-----------

YARARLANILAN KAYNAKLAR	49
-------------------------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ	59
-----------------------	-----------

ÖZET

Bayan Futbolcular ile Sedanter Bayanların Kemik Mineral Yoğunluklarının Karşılaştırılması

Bu çalışmanın amacı, aktif olarak futbol oynayan bayanlar ile sedanter bayanların kemik mineral yoğunluğu (KMY) arasında anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmaktır.

Çalışmaya, yaşları 18 ile 27 arasında değişen gönüllü 18 bayan futbolcu ve 18 sedanter bayan katılmıştır. Deneklerin hiçbirinde alkol ve uyuşturucu madde bağımlılığı, kemik hastalığı ve steroid ilaç öyküsü yoktu. KMY ölçümleri, dual energy x-ray absorbtometri yöntemi ile iki bölgeden (bel omurgası ve sol femur) yapıldı. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için SPSS paket programı kullanılmıştır.

Aktif olarak spor yapan bayan futbolcuların bel omurgası ve sol femur KMY leri sedanter bayanlarınkinden daha anlamlı olarak büyük bulundu.

Bu bulgular doğrultusunda sporun, dolayısıyla futbolun, sistemli- bilinçli ve düzenli olarak yapılması şartıyla KMY üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Hologic QDR-4500 cihazı, Kemik Dansitometresi İdmanocağı Futbol Kulübü

ABSTRACT

Comparison of Bone Mineral Densities Sedentary Woman With Woman Footballers

The purpose of this study, sedentary women with women playing football as active bone mineral density (BMD) to investigate whether there is a significant difference.

The study, 18 women volunteers ranging in age from 18 to 27 players and 18 sedentary women participated. None of the subjects of alcohol and drug addiction, bone disease and had no history of steroid medication. BMD measurements with dual energy x-ray absorptiometry method in two sites (lumbar spine and left femur) was performed. SPSS program was used for the evaluation of the obtained data.

Actively involved in sports and female soccer players of the left femur BMD lumbar spine was significantly larger than found sedentary.

These findings are in line with the sport, so football, done systematically and regularly-conscious show that the condition has significant influence on BMD.

Key Words: Hologic QDR-4500 device, Bone Densitometer, İdmanocağı Football Club

TABLolar LİSTESİ

<u>Tablo Nr.</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa Nr.</u>
1	Futbolcu ve Sedanterlerin KMY ölçümlerinin Mean Rank- Mean Değerlerini Dağılımı	36
2	Deneklerin Yaş Değişkenlerine Göre KMY Ölçümlerinin Mean Rank- Mean Değerlerinin Dağılımı	37
3	Deneklerin Kilolarına Göre KMY Ölçümlerinin Mean Rank- Mean Değerlerinin Dağılımı	39
4	Deneklerin Boylarına Göre KMY Ölçümlerinin Mean Rank- Mean Değerlerinin Dağılımı	40

KISALTMALAR LİSTESİ

KMY : Kemik Mineral Yoğunluğu

KMİ : Kemik Mineral İndeksi

GİRİŞ

İnsanların hareket etme ve atlama gibi bazı kabiliyetlerini gerçekleştirmeleri; kaslar, kemikler ve kemikler arasında bağlantıyı sağlayan eklemlerin uyum içinde çalışmasıyla gerçekleşir. Yüzyılımızın getirdiği teknolojik imkânlar, yaşam kalitesini artırırken insanlara az hareketli, sedanter ve kolay bir yaşam biçimi sunmuştur. Böylece Osteoporoz ve sonuçlarından etkilenen insan sayısı giderek artmaktadır (Candeğer,1997: 451-459). Osteoporoz düşük kemik kitlesi (osteopeni) ve kemik dokusunun yapısal bozukluğu ile karakterize ve bunun sonucu kemik kırılabilirliğinde artış ve kırık riskine yatkınlık ile seyreden sistemik bir iskelet hastalığıdır (Gülçin, Hürriyet, Nurdan, Selma,1998: 17-21). Osteoporozda en ciddi problemi oluşturanlar kalça fraktürleridir ve bunlar hem erkekler hem de kadınlarda debilite ve mortalitede önemli ölçüde artışa neden olurlar (Nordström, Lorentzon, 1997: 332-337). Düşük kemik kitlesine bağlı olarak omurga ve kalça kırıklarının oluşma sıklığı yaşla üssel olarak artar (Simith, Gilligan,1991: 50-54). Altmışbeş yaşındaki kadınların 1/3' ünün vertebra kırıkları olacağı ve yaşam boyu kalça kırığı riskinin beyaz kadınlarda %16 ve erkeklerde %5 olacağı belirlenmiştir (Oral, 1997: 4-7).

Vücut ağırlığımızın yaklaşık olarak % 17'sini oluşturan ve insan vücudunda bu kadar önemli bir yere sahip olan kemikleri oluşturan kemik dokuyu incelediğimizde, kemiklerin; mineralize ekstrasellüler matriks ve kemik hücrelerinden meydana geldiğini görürüz. Kemikler vücudun en sert yapılarından biri olmasına rağmen dinamik bir dokudur ve kendisine uygulanan kuvvetlere göre şeklini değiştirebilmektedir (Tüzün, 2003: 9-10; Arıncı, Elhan, 2001, Özden, 1994).

Böylece osteoporozun hem kendisi hem de önemli komplikasyonu olan kırıkların tedavisi için yapılan harcamaların ve iş gücü kaybının maliyeti yüzyılımızda ülkelerin önemli sorunu olarak gündeme gelmiştir. Örneğin ABD' de bu maliyetin yılda 6-8 milyar dolar olduğu ve bu rakamın giderek artmasının beklendiği bildirilmiştir. Bu nedenlerden dolayı osteoporoz en önemli halk sağlığı sorunlarından biridir (Simith, Gilligan, 1991: 50-

54). Trilyonlarla ifade edilebilecek ekonomik yük ve önemli morbidite ve mortalite gibi sonuçlara neden olan osteoporozun günümüzde yaşlı nüfusun artmasıyla birlikte gittikçe fazlalaşacağı göz önüne alınırsa, fraktürler oluşmadan önce yüksek riskli bireylerin belirlenerek osteoporozun önlenmesi büyük önem kazanmaktadır (Göksoy, 1997: 447-483).

Kemik kitlesinin en önemli göstergesi kemik mineral yoğunluğu (KMY)' dur (Göksoy, 1997:447). KMY, çocukluk, adölesan dönem ve erişkinliğin erken yaşları süresince pik (maksimum) düzeye ulaşıncaya kadar artar (Boot, Ridder, Pols, 1997: 57-62). Pik KMY' nin kazanılma yaşı, kişinin cinsiyeti, iskelet bölgesi ve kemiğin tipine (trabeküler veya kortikal olmasına) göre farklılık göstermekle birlikte 16 ile 30 yaşları arasında değişmektedir (Nordström, Lorentzon, 1997: 332; Milinarsky, Fischer, Giadrosich, Casonova, 2003: 8; Halioua, Anderson, 1989: 41). Genç yaşlarda kazanılan pik kemik kitlesi ileriki yaşlarda sahip olunacak kemik kitlesinin ve dolayısıyla osteoporoz gelişip gelişmeyeceğinin en önemli belirleyicilerinden biridir (Düppe, Gardsell, Johnel, 1997:97). Çünkü pik kemik kitlesinin büyüklüğü oranında, bu kitlede osteoporozu yol açacak kadar bir azalma olması olasılığı düşmektedir. Diğer bir ifadeyle, pik değer ne kadar yüksek olursa kemik kitlesinde osteoporozu neden olacak derecede bir kayıp o kadar daha zor meydana gelmektedir. Bu nedenle, osteoporozu bağlı olarak oluşan kırıkların önlenmesinde en önemli ve etkili faktörlerden birinin erken erişkinlik döneminde kemik mineral yoğunluğunun pik düzeye çıkartılması olduğu düşünülmekte (Halioua, Anderson, 1989: 41) ve kemik kaybının önlenmesine adölesan yaşlarında başlanması tavsiye edilmektedir (Lee, Long, Risser, 1995: 61).

Genç yaşlarda pik KMY' nin elde edilmesi ve ileri yaşlarda kemik kitlesindeki azalma hızının belirlenmesinde genetik faktörler en önemli role sahiptirler (Valimaki, Karkkainen, Lamberg,1994: 230-235). Bununla beraber bazı risk faktörleri (hareketsizlik, sigara, alkol, düşük vücut ağırlığı gibi) pik KMY' yi azaltıp, kemik kaybını artırırken, bazı faktörler olumlu etkiye sahiptirler (Peker, Füzün, Küçüktaş, Özaksoy, Akalın, Biçer, 1996: 229-233; Akgün, Akarırmak, Tüzün, 1997: 273-277). Pik KMY' yi artıran ve kemik kitlesindeki azalmayı önleyen veya en azından yavaşlatan bu faktörlerin başında egzersiz gelmektedir (Pirnay, Bodeux, Crielaard, Franchimont, 1987:331-335; Nordstöm, Thorsen, Lorentzon, 1996:402-408). Sporcular ve uzun süreli egzersiz yapanlarda özellikle egzersiz

sırasında mekanik yüklenmenin olduğu bölgelerde daha fazla olmak üzere kemik kitlesi %10-40 fazla olmaktadır (Yalıman, Galenos, 1998:27-33). Hatta "normal yaşam tarzı" sınırları içindeki yüksek fiziksel aktivite düzeyinin bile KMY üzerinde pozitif etkiye sahip olabileceği ileri sürülmüştür (Düppe, Gardsell, Johnell, 1997:97-103).

Egzersiz kemik kitlesi üzerine olan faydalı etkilerinin elde edilebilmesi için, kemiğe ağırlık yükleyici olması gerekmektedir (Fiore, Dieli, Vintaloro, Gibilaro, Gricone, Cottini, 1996:121-124; Fiore, Cottini, Fargetta, Salvo, Foti, 1991:77-83). Yüzme, bisiklet gibi kemik üzerine ağırlık yüklemeyen sporların KMY üzerine fazla etkisi olmadığı bildirilmiştir (Dook, James, Henderson, Price, 1997:291-296; Rico, Revilla, Villa, Gomez-Castresana, Buergo, 1993:278-281). Diğer yandan dinamik egzersizlerin (kısa mesafeli koşu, jimnastik gibi) iskelet üzerine daha yük bindirici olmalarından dolayı, dayanıklılık sporlarına (örneğin uzun mesafeli koşu) göre kemik dansitesi üzerine daha büyük etkiye sahip oldukları gösterilmiştir (Heinrich, Going, Pamentor, Perry, Boyden, Lohman, 1990:558-562; Robinson, Snow-Harter, Taaffe, Gillis, Shaw, Marcus, 1995:26-35).

Bu çalışmanın amacı; aktif spor yapan bayanlar ile sedanter bayanların sol femur ve bel omurgası KMY'leri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını araştırmaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

1.1. Kalsiyum ve Fosfat Metabolizması

Kalsiyum hücre fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli role sahip bir iyonudur. Vücut ağırlığının %2' sini oluşturur; bunun % 99' u kemiklerde ve %1' i vücut sıvısındadır. Serum total kalsiyum konsantrasyonu normalde 2,3-2,7 mmol/l dir. Bunun yaklaşık %60' ı serbestçe filtre olabilir (kapiller duvardan, böbrek glomerüllerinden); filtrasyona uğrayabilen kalsiyumun 4/5' i iyonize kalsiyum, 1/5' i kompleks şeklindedir (kalsiyum fosfat, kalsiyum sitrat, vb.). Geri kalan % 40' ı proteine bağlıdır ve bu nedenle filtrasyona uğrayamaz. Proteine bağlı olma derecesi kanın pH' ına bağlıdır. Alkalozda artar, asidozda azalır (her pH ünitesi başına yaklaşık 0,21 mmol/L Ca^{+2}). Bu durum alkalozda (örneğin hiperventilasyonda) tetani oluşumunu açıklar (Despopoulos, Silbernagl, Çavuşoğlu, 1997:254-258).

Vücutta fosfat dengesi kalsiyum ile yakından ilişkilidir, ancak tamamen kalsiyum ile düzenlenmez. Günlük fosfat alımı yaklaşık 1,4 g olmakla beraber bunun ancak 0,9 g' ı barsaklardan emilir ve böbrekler tarafından tekrar atılır. Normalde serum fosfat konsantrasyonu 0,8-1,4 mmol/L' dir. Kalsiyum fosfatın çözünürlüğü düşüktür. Kalsiyum fosfatın bir çözeltide çökmesi Ca^{++} ve PO_4^{-3} konsantrasyonlarının çarpımına (çözünürlük çarpımı) bağlıdır. Bu çarpım belirli bir değere ulaştığında çözelti doygunluğa ulaşır ve bu değer üzerinde kalsiyum fosfat çöker. Vücutta kalsiyum fosfat başlıca kemiklerde depolanır, ancak çok arttığı durumlarda başka yerlerde de depolanır. Hastaya fosfat çözeltisi infüze edilirse, serumda kalsiyum konsantrasyonu azalır çünkü çözünürlük çarpımı çok arttığından kalsiyum fosfat kemiklerde (veya diğer yerlerde) depolanır. Aksine, serum fosfat konsantrasyonu azaldığında, kalsiyumun kemiklerden serbestlenmesi sonucu hiperkalsemi gelişir (Despopoulos, Silbernagl, Çavuşoğlu, 1997:254-258).

Kalsiyum dengesini korumak için, kalsiyum alımı ve kaybı uyumlu olmalıdır. Kalsiyum alımı 12-35 mmol/gün' dür. Normal şartlarda, bunun yaklaşık 9/10' u dışkıyla, geri kalanı da idrarla vücuttan atılır (Despopoulos, Silbernagl, Çavuşoğlu, 1997:254-258).

Gebelik ve laktasyon sırasında yüksek oranda kalsiyum alımı gereklidir. Fetüs, plasenta aracılığı ile anneden yaklaşık 625 mmol kalsiyum alırken, süt yapımı içinde anneden 2000 mmol kadar kalsiyum alınır. Kalsiyum eksikliği, gebelik sırasında veya sonrasında çok sık rastlanan bir durumdur (Despopoulos, Silbernagl,Çavuşoğlu, 1997:254-258).

1.2. Kalsiyum Ve Fosfat Metabolizmasının Düzenlenmesi

Serum kalsiyum ve fosfat konsantrasyonları kalsiotropik hormonlar (parathormon, kalsitriol -aktif Vit D₃- ve kalsitonin) tarafından sıkı bir şekilde düzenlenir (Cunningham, Segre, Slatopolsky, Avioli, 1985:598-601;Klausen, Breum, Sorensen, Schifter, Sonne, 1993:205-208).

1.2.1. Parathormon (Paratiroid Hormonu)

Parathormon, paratiroid bezlerinde yapılan 84 amino asitli polipeptid yapısında bir hormondur (Despopoulos, Silbernagl, Çavuşoğlu, 1997:254-258). Etkisini ikincil haberci mekanizması üzerinden gösterir (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Parathormon salgısı ve dolayısıyla serumdaki konsantrasyonu esas olarak hücre dışı sıvısı kalsiyum konsantrasyonu ile düzenlenir. Kalsiyum konsantrasyonu düştüğü zaman paratiroid bezinden hormon salgısı uyarılırken, arttığında ise tersi etki gözlenir (Salvasen, Johansson, Foxdal, Wide, Piehl-Aulin, Ljunghall, 1994:256-261).

Parathormon, kemiklerde osteoklastları uyurarak bu hücrelerden kemik reabsorbsiyonuna neden olan enzim ve asitlerin salgılanmasına, böylece kalsiyum ve beraberinde fosfatın kana serbestlemesine neden olur. Diğer taraftan barsaklardan kalsiyum ve fosfat emilmesini artırır (bu etkisini D vitaminini aktifleştirmek suretiyle gösterir). Bir de böbreklerden kalsiyum geri emilmesini artırır, ancak burada fosfat atılmasını sağlar. Parathormonun net etkisi hiperkalsemi ve hipofosfatemidir (parathormonun böbreklerden

fosfatı arttırıcı etkisi fosfat ile ilgili diğer etkilerinden üstündür (Salvasen, Johansson, Foxdal, Wide, Piehl-Aulin, Ljunghall, 1994:256-261).

1.2.2. Kalsitriol (=1,25-dihidroksi-kolekalsiferol; D hormonu)

Kalsitriol vitamin D₃ (kolekalsiferol)' ün aktif şeklidir. Kolekalsiferol normal olarak deride güneş ışınlarının etkisiyle 7-dehidrokolesterolden oluşur. Böylece yeterli derecede güneş ışınlarına maruz kalan bir kişide dışarıdan D vitamini alınmasına ihtiyaç kalmaz (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

D vitamininin etkilerinin ortaya çıkması için önce inaktif bir madde olan kolekalsiferolün aktifleşmesi gerekir. Kolekalsiferol önce karaciğerde 25-hidroksikolekalsiferole çevrilir. Bu basamak kendini sınırlar. Oluşan 25-hidroksikolekalsiferol feedback inhibisyon ile daha fazla çevrilmeyi engeller. Bu inhibisyon iki yönden önemlidir: (i) D vitamininin depolanmasını sağlar (aktif D vitamini birkaç hafta içinde vücuttan uzaklaştırılır, oysa inaktif şekliyle karaciğerde aylarca depolanabilir) ve (ii) aşırı etkilerin ortaya çıkmasını önler. Nihai aktifleşme, parathormonun etkisiyle böbreklerde gerçekleşir; burada D vitamininin aktif şekli olan 1,25- (OH)₂- kolekalsiferol (kalsitriol) oluşur (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

Kalsitriolün en önemli etkisi barsaklardan kalsiyumun emilmesidir. Bu etkisini barsak epitel hücrelerinde kalsiyumun taşınmasını sağlayan protein moleküllerinin oluşumunu sağlayarak gösterir. Kalsitriol, barsak epitel hücrelerinden fosfat difüzyonunu da artırır (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

Diğer taraftan kalsitriol yokluğunda parathormonun rezorpsiyon yapıcı etkisi büyük ölçüde azalır. Kalsitriol ayrıca parathormonun böbreklerden kalsiyum emilimini artırıcı etkisini güçlendirir (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

1.2.3. Kalsitonin

Kalsitonin, tiroid bezi parafoliküler hücrelerinden (C hücreleri) salgılanan bir hormondur. Kalsiyumun kemiklerde depolanmasını sağlamak ve böbreklerden atılmasını artırmak suretiyle kan kalsiyum konsantrasyonunu düşürür (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

Kalsitonin salgısı kalsiyumlu besinler alındıktan sonra uyarılarak, yemek sonrası kan kalsiyum konsantrasyonunun yükselmesini engeller. Ancak, kalsiyum kanda azalınca parathormon salgısının artmasıyla bu etki bastırıldığı için, kalsitonin etkisi kısa sürelidir. Bu yüzden kalsitoninin kan kalsiyum düzeyini kontrol etmede rolü küçüktür. Kalsiyum emilimi ve depolanması hızlı olduğu için, çocuklarda kalsitonin etkisi daha belirgindir (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

1.3. Kemiğin Yapısı

Kemik, kollajen bir matriks (osteoid) içinde depolanmış minerallerden, özellikle de hidroksiapatit olarak bilinen kalsiyum fosfat kristallerinden ve matriksin çevrelediği çeşitli hücre tiplerinden oluşmuş özel bir bağ dokusudur (Vander, Sherman, Juciano, 1994:546-551). Matriks ve hücreler kemiğin organik kısmını, mineraller ise inorganik kısmını oluştururlar (Sepici, 1997:442-446). Kemik ağırlığının %30' unu matriks ve %70' ini mineral tuzları oluşturur. Bununla beraber yeni oluşan kemikte, matriksin yüzde oranı tuzlara göre daha fazla olabilir (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Kemik hücrelerinin kemik ağırlığına katkıları ise çok küçüktür (Vander, Sherman, Juciano, 1994:546-551). Kemik matriksinin büyük bir kısmı kollajen ve nonkollajen proteinler, kalanı da hücre dışı sıvısı ve proteoglikanlardan (özellikle kondroitin sülfat ve hiyalüronik asit) oluşmuş zemin maddesinden ibarettir (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Kollajen proteinlerinin en çok bulunması tip I kollajen, nonkollajenlerin en önemlisi ise osteokalsindir (Ganong, 1995:352-364). Kemiğin organik matriksinde başlıca kalsiyum fosfat tuzları, ayrıca sodyum, magnezyum, bikarbonat, potasyum ve florid iyonları depolanır (Sepici, 1997:442-446; Akhan, Büyükören, 1998:21-23).

Kollajen lifler kemiğe kuvvetli bir gerilme direnci sağlarken, kemik tuzları kemiğe sertlik kazandırır. Kompakt kemiğin her bir kollajen lifi, uzunluğu boyunca her 640 Å' da

bir tekrarlayan segmentlerden oluşur. Hidroksiapatit kristalleri lif segmentlerine bitişiktir ve onlara sıkıca bağlıdır. Bu yakın bağlanma kemikte yırtılmayı önler, yani kristal ve kollajenin yerlerinden ayrılmasını engeller; bu da kemiğe gerekli direnci sağlar. Ayrıca birbirlerine komşu kollajen liflerinin segmentleri birbirlerinin üzerlerini örterek hidroksiapatit kristallerinin duvar tuğlaları gibi dizilmelerini sağlar. Kemiğin kollajen lifleri, tendonlardaki lifler gibi büyük bir gerilme direncine sahiptirler. Kalsiyum tuzları da mermerin fiziksel özelliklerine benzer şekilde sıkışmaya karşı büyük bir dirence sahiptir. Bu kombine özelliklere kollajen lifler ve kristaller arasındaki bağların da eklenmesiyle kemik yapısı gerilme ve sıkışmaya karşı büyük bir dirence direnç kazanır. Böylece kemikler betonarme inşaata benzer şekilde yapılmaktadır. Gerçekten kemiğin sıkışmaya karşı direnci betonarme yapıdan bile daha güçlü, gerilmeye karşı direnci ise ona yakındır (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

Kemiklerin çoğu, kemik iliği boşluğunu çevreleyen ve boşluklarla ayrılmış kemik iplikçiklerinden meydana gelmiş bir iç tabaka (trabeküler veya spongioz -süngerimsi-kemik) ve bunun etrafındaki daha yoğun bir dış tabakadan (kortikal veya kompakt kemik) yapılmıştır. Kortikal kemiği de en dışarıdan periost denen ince bir tabaka sarar (Ganong, 1995:352-364). Süngerimsi kemik kısa, yassı kemiklerin büyük bir kısmını ve uzun kemiklerin epifizlerini oluşturur. Uzun kemiklerin diafizleri ise büyük oranda kompakt yapıya sahiptir (Tortora, Anagnostakos, 1987:120-131). Süngerimsi kemikte besin maddeleri kemik hücre dışı sıvısından trabekülaya difüze olur. Fakat kompakt kemikte besin maddeleri Havers kanalları içinde bulunan kan damarları aracılığıyla sağlanır (Ganong, 1995:352-364).

Kemik, sert yapısı ve değişmez görünümünün aksine, bileşenleri sürekli yenilenen ve metabolik olarak aktif olan canlı bir organdır (Pirnay, Bodeux, Crielaard, Franchimont, 1987:331-335). Kemiğin metabolik aktivitesi kemik yüzeylerinde gelişir. Her kemiğin periosteal, intrakortikal (Havers ve Volkmann kanallarını içerir), endokortikal ve trabeküler olmak üzere dört yüzeyi vardır. Kortikal kemiğin metabolik aktivitesi trabeküler kemiğe göre daha düşüktür, çünkü total iskelet kitlesinin dörtte üçünü oluşturmasına karşın total kemik yüzeylerinin ancak üçte birine sahiptir. Diğer taraftan, trabeküler kemik total iskelet kitlesinin dörtte birini oluşturmasına rağmen, kemik yüzeylerinin üçte ikisini içerdiği için hayat boyu metabolik olarak son derece aktiftir (Sepici, 1997:442-446).

Tüm kemik hacminin %2-3' ünü kemik hücreleri oluşturur. Kemik dokusunda 3 çeşit hücre bulunur: Osteoblastlar, osteoklastlar ve osteositler (Akhan, Büyükören, 1998: 21-23).

Metabolik olarak çok aktif olup kemik yapımından sorumlu olan osteoblastlar periosteum altında ve Haversian kanallarının civarında kümeler halinde bulunurlar (Noyan, 1996:1046-1048). Kemik iliği ve endosteal tabakadaki öncül hücrelerden kaynaklanan osteoblastlar, oldukça difransiyedirler ve mitoz göstermezler. Ekstrasellüler matriks için kollajen, osteokalsin, osteonektin ve alkalin fosfataz sentez ederler; matriks mineralizasyonunda çok önemli bir role sahiptirler (Sepici, 1997:442-446).

Osteoklastlar, çok çekirdekli dev hücreler olup, kandaki monositlerden köken alırlar. Endosteal kemik yüzeylerinde ve Haversian kanallarında genellikle tek tek bulunurlar (Sepici, 1997:442-446). Kristalleri çözen hidrojen iyonları ve osteoidi sindiren hidrolitik enzimler salgılayarak önceden oluşmuş kemiği yıkarlar (Vander, Sherman, Juciano, 1994:546-551).

Osteoblastlar yeni şekillenen kemik doku ile sarıldıklarında osteositlere dönüşürler (Vander, Sherman, Juciano, 1994:546-551). Etraflarını çevreleyen boşluklar içinde bulunan osteositler birbirlerine ve yüzeyde kalan osteoblastlara yaygın bir kanal sistemi ile bağlanmışlardır. Parathormon tarafından uyarıldıkları zaman, kemik matriksini eriterek kemikten hücre dışı sıvısına kalsiyum iyonlarının serbestlemesine neden olurlar (Bullock, Boyle, Wang, Ajello, 1984:352-356).

1.4. Kemik Oluşumu

Kemik, bone-remodelling (kemiğin yeniden şekillenmesi) denen bir işlemle oluşturulur. Bu olay osteoklastların kemiği yıktıkları bölgede osteoblastların yeni matriks sentezlemeleri ve bunun kalsifikasyonu şeklinde gerçekleşir. Bu yıkım (veya rezorpsiyon) ve yapım (veya depolanma; kalsifikasyon) işlemleri yaşam boyunca sürekli olarak birbirini takip eder (Vander, Sherman, Juciano, 1994:546-551).

Kemik rezorpsiyonu osteoklastların hemen bitişinde başlar. Osteoklastların villus benzeri uzantıları kemik içine doğru girerek proteolitik enzimler ve bazı asitler (sitrik ve laktik asitler, vb.) salgırlarlar. Lizozomlardan serbestleyen proteazlar kemiğin organik maddelerini parçalarken, mitokondria ve salgı veziküllerinden serbestleyen asitler kemik tuzlarını eritirler. Villuslar aracılığıyla fagositoz ile osteoklastların içine alınan kollajen ve mineral parçacıkları osteoklastlarca sindirilirler (Noyan, 1996:1046-1048). Daha sonra aynı bölgede kemik yapımı başlar. Osteoblastlar tarafından kollajen ve zemin maddesi salgılanır. Bunların oluşturduğu doku içine osteoblastlar da tutunur. Birkaç gün içinde kalsiyum tuzları kollajen iplikleri üzerine çökmeye başlar (Ganong, 1995:352-364). Osteoblastlarda bulunan alkale fosfataz, fosfat esterlerini hidrolize eder. Bu reaksiyon ile serbest kalan fosfat osteoblastlar civarında fosfat derişimini artırır ve kalsiyum fosfat çöker (Noyan, 1996:1046-1048). Böylece öteki dokular gibi kemik dokusu da sürekli yenilenir; bir yılda trabeküler kemiklerin ortalama 1/5' i, kompakt kemiklerin ortalama 1/25' i yenilenir (Ganong, 1995:352-364).

Kemikte depolanmanın olabilmesi için kemiğin fiziksel strese maruz kalması gerekir, çünkü kemik depolanması kemiğin taşımak zorunda olduğu sıkışma yüküyle orantılıdır (Guyton, Hall, 1996:985-1001).Örneğin sporcuların kemikleri sporcu olmayalarınkine göre daha ağırdır (Emslander, Sinaki, Muhs, 1998:1151-1160).Daha yüksek vücut ağırlığına sahip olanların kemik mineral yoğunlukları diğer kişilerinkine göre daha yüksek bulunmaktadır (Yamada, Mizuno, Kotaki, Otsuji, 1997:393-404;Reid, Ames, Evans, 1992:45-51). Ayrıca kişi bir bacağı alıda olduğundan öteki bacağı ile yürüyorsa birkaç hafta içinde alıdaki bacak inceler ve kalsifikasyon yüzde 30' a iner. Halbuki öteki bacak normal kalsifikasyonla kalınlığını korur (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Yine yerçekimsiz ortamda yaşayan astronotlarda kemik mineral içeriğinde azalma olmaktadır (Pirnay, Bodeux, Crielaard, Franchimont, 1987:331-335).Kemik stresi belirli koşullarda kemiğin şeklini de etkiler. Örneğin, bacağın uzun kemiği ortasından kırılıp, açı yapacak şekilde iyileşiirse, aının i tarafındaki sıkışma stresi kemik depolanmasını artırırken aının basınca uğramayan tarafında ise rezorpsiyonun fazlaľařtıęı görülür. Böylece yıllar sonra aının i tarafındaki kemik depolanması ve dışta incilmesiyle kemik hemen hemen düzleşi; bu durum özellikle, kemiğin yeniden şekillenmesinin hızlı olduğu çocukluk çağında görölmektedir (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

1.5. Kemik Yapımını (Osteoblastik Aktiviteyi) Gösteren Markerler

Kemik yapımını gösteren markerler dört başlık altında inceleyebiliriz.

1.5.1. Kemiğe Spesifik Alkalen Fosfataz

Kemik oluşumunun serumda ölçülen göstergelerinden biri, kemiğe-özgün alkalen fosfatazdır. Bu madde osteoblastların sitoplâzma membranında bulunur ve osteoblastik etkinlik sırasında salgılanır (Kayaalp, 1998:1337-1339).Deminerlizasyon, Paget hastalığı, primer hiperparatiroidizm, osteomalasi, tirotoksikoz ve metastatik kanserlerde plazma alkalen fosfataz konsantrasyonu artarken, hipotiroidizmde azalır (Gülbaba, 1997:496-498).

1.5.2. Osteokalsin

Osteoblast aktivitesinin özgün belirleyicilerinden biri de, K vitaminine bağımlı gama-karboksi glutamik asitli protein olan ve kemik Gla proteini olarak da adlandırılan osteokalsindir (Kayaalp, 1998:1337-1339; Nishiyama, Tomoeda, Takao, Higuchi, 1988:150-154). Sadece kemiğe ve diş minesine özgü, 49 aminoasitten oluşan küçük bir protein olan osteokalsin, kemikte en çok bulunan nonkollajen proteinlerden biridir (total kemik proteininin %1-2 'sini meydana getirir) ve küçük bir kısmı (% 0,01) kan dolaşımına verilir (Fujimura, Ashizawa, Watanabe, 1997:656-660;Sindel, 1997:16-22). Yetişkinlerde kan dolaşımındaki osteokalsin düzeyi $9,4 \pm 2,6$ ng/ml dir. Çocuklarda bu düzeyin, erişkinlere göre 3-4 kat arttığı gözlenmiştir (Gülbaba, 1997:496-498). Günlük osteokalsin düzeyindeki değişim izlendiğinde, osteokalsin konsantrasyonunun sabah saatlerinde en düşük düzeyde bulunduğu daha sonra giderek yükseldiği ve akşam saatlerinde en yüksek değerlere ulaştığı bildirilmiştir. Dolaşımdaki osteokalsin düzeylerinin osteoporoz, Paget hastalığı, primer ve sekonder hiperparatiroidizm, kemik metastazları ve böbrek yetersizliğinde arttığı bildirilmiştir (Endres, Rude, 1994:1887-1973).Hipoparatiroidi, hipotiroidi, Cushing sendromu, multiplmyelom, glukokortikoid tedavisi ve östrojen kullanımında osteokalsin düzeyi düşer (Sindel, 1997:16-22).

1.5.3. Prokollajen Tip 1 Propeptidleri

Osteoblastların kemik matriksine kollajen fibrilleri salgılamasının hızını yansıtan serum Tip I prokollajen karboksi terminal propeptidi düzeyi de kemik yapımının diğer bir göstergesidir (Kayaalp, 1998:1337-1339). Tip I kollajen kemiğin organik matriksinin %90'ını oluşturur. Prokollajen adı verilen öncü molekül olarak sentez olur (Enders, Rude, 1994:1887-1973). Molekül ağırlığı yaklaşık 100 KD dır. Serumda, prokollajen I karboksi peptid (PICP) olarak ölçülür (Gülbaba, 1997:496-498). Dolaşımdaki seviyesi kemik yapımının biokimyasal belirleyicisi olarak kullanılmakla birlikte, deri, tendon ve dişler gibi diğer dokularda da değişen miktarlarda oluşması nedeniyle kemik yapımının spesifik belirleyicisi olarak kabul edilmez (Sindel, 1997:16-22).

1.5.4. Diğer Kemik Proteinleri

Diğer kemik proteinlerinden osteonektin ve kemik sialoprotein II, osteoblastlar tarafından salgılanan iki önemli kemik proteini ve potansiyel olarak kemik yapımı belirleyicisidirler. Ancak trombositler de bu proteinlerden önemli miktarlarda içerdiklerinden serumda ölçülen seviyeyi etkilerler (Sindel, 1997:16-22).

1.6. Kemik Yıkımını (Osteoklastik Aktiviteyi) Gösteren Biyomarkerlar

Kemik yıkımı belirleyicileri, genel olarak, iki gruba ayrılır. Birinci grup, osteoklast fonksiyonunu belirler ki bu grupta tartrata dirençli asit fosfataz bulunur. İkinci grup ise kemik matriksinin yıkım ürünlerinden meydana gelir. Hidroksipolin, galaktozil, hidroksilizin, pridinolin/deoksipridinolin ve tip 1 kollajen çapraz bağlı telopeptidleri ikinci grupta yer alır (Sindel, 1997:16-22).

1.6.1. Tartrata Dirençli Asit Fosfataz

Asit fosfataz primer olarak kemikte, ayrıca prostat, trombositler, eritrositler ve dalakta bulunan lizozomal bir enzimdir. Tartrata dirençli asit fosfataz (TRAP), osteoklastlarda bol miktarda bulunur ve dolaşıma katılır. Bu nedenle osteoklast fonksiyonunun bir belirleyicisi olarak kabul edilmektedir. MultipI myeloma, Paget

hastalığı, metastatik kemik hastalıkları gibi kemik döngüsü artışı ile seyreden çeşitli kemik hastalıklarında ve kadınlarda ooforektomi sonrası serum TRAP seviyesi yükselir. Menopoz sonrası osteoporotik kadınlarda, yüksek performansta likit kromatografi (HPLC) yöntemi ile ölçülen serum TRAP seviyesinde artış bulunabilir. Ancak pridinolin/ deoksidridinolin ve galaktozil hidroksilizin gibi diğer kemik yıkımı belirleyicileri kadar hassas değildir, bu yüzden rutin kullanımı önerilmemektedir (Sindel, 1997:16-22).

1.6.2. Tip 1 Kollajenin Çapraz Bağlı Telopektidleri

Tip 1 kollajen karboksiterminal çapraz bağlı telopeptid (ICTP), tip 1 kollajende yani büyük miktarı kemikte yer alır, ancak yeni sentezlenen kollajenden de kaynaklanabilir. RIA yöntemi kullanılarak ölçülen serum ICTP değerleri böbrek fonksiyonlarından kolaylıkla etkilenebildiğinden kemik hastalığı olmadığı halde hafif böbrek yetmezliğinde bile yüksek bulunabilir. Bu nedenle çok hassas olmayan bir kemik yıkımı belirleyicisi olarak kabul edilir. Multiple myelomada osteolitik kemik yıkımının spesifik bir göstergesidir (Sindel, 1997:16-22).

Tip 1 kollajenin amino terminal çapraz bağlı telopeptidi (INTP) ve tip 1 kollajenin çapraz bağlı N- telopeptidi (NTX) büyük oranda kemikte bulunurlar. 24 saatlik idrar örnekleri toplanarak, ELISA yöntemi ile seviyeleri belirlenir. Son yıllarda kemik yıkımı belirleyicisi olarak NTX ile yapılan çalışmalar çoğunluktadır (Sindel, 1997:16-22).

1.6.3. Hidroksiprolin

Kollajen dokuda bulunan ve aminoasit yapısında olan hidroksiprolin (HP), kollajen yıkımı sırasında serbestlenir. Serbest HP kollajen sentezinde tekrar kullanılamaz. Total hidroksiprolinin %10' u idrara geçerek bu yolla atılır, % 90' ı ise karaciğerde metabolize olur (Gülbaba, 1997:496-498).

Hidroksiprolin kemik yıkımı dışında, renal ve hepatik fonksiyonların sonucu olarak da oluşabilir. Üriner hidroksiprolin konsantrasyonunun et ve balık diyetinde de arttığı gözlenmiştir. Ayrıca, cilt ve kıkırdak dokudaki kollajen yıkımlarında ve akut enfeksiyonlarda da üriner hidroksiprolin artar. Bu nedenlerden dolayı kemik yıkım hızının

takibinde üriner hidroksiprolin atılımı yeterince duyarlı ve özgün bulunmamaktadır (Endres, Rude, 1994:1887-1973).

Yüksek kemik döngüsü olan hastalıklarda (paget hastalığı, osteomalazi, hiperparatiroidi, hipertiroidi, multipl myeloma, kemik metastazları ve renal osteodistrofi gibi), ayrıca kemik döngüsünün arttığı pubertede ve menapozun ilk dönemlerinde idrar HP seviyesi yüksek bulunur. Kemik yıkımını baskılayan ilaçların kullanımında HP seviyesi azalır, bu nedenle tanıdan çok tedavinin etkinliğini değerlendirmede önemli bir belirleyicidir (Sindel, 1997:16-22).

1.6.4. Hidroksilizin Glikozidleri

Hidroksiprolin gibi hidroksilizin de kollajen ve diğer kollajenöz proteinlerde bulunan bir amino asittir. Kollajen sentezi sırasında lizinin değişimi ile galaktozil hidroksilizin ve glukozil hidroksilizin olmak üzere iki şekilde oluşurlar (Sindel, 1997:16-22).

1.6.5. Piridinolin Ve Deoksipiridinolin Çapraz Zincirleri

Piridinolin (PYD) ve deoksipiridinolin (DPD), kemik için spesifik olan kollajenin iki çapraz zincirinden meydana gelir. Deoksipiridinolin çapraz bağları, kollajen dokusundaki toplam çapraz bağların %21' ini oluşturur. Kollajen matriks yapımı tamamlandıktan sonra, kollajen fibrillerinin arasında bulunan bu moleküller fibril yıkımı sonrasında ortaya çıkarlar (Gül Baba, 1997:496-498). PYD kemik ve kırıkta, DPD ise sadece kemikte bulunur. Osteokalsine benzer şekilde günlük değişim ritimleri vardır. Gece ve sabaha karşı en yüksek düzeydedirler, sabah 8-11 arası % 30 azalır, öğleden sonra ise en düşüktürler. PYD ve DPD osteoporoz, Paget hastalığı, primer hiperparatiroidi, hipertiroidi ve malign hiperkalsemi gibi kemik döngüsünün artışı ile karakterize metabolik kemik hastalıklarında kemik yıkımının hassas belirleyicileridir. DPD ossöz dokular için PYD' ye göre daha spesiftir. İdrar PYD ve DPD' si çocuklarda erişkinlerden daha yüksek miktarlarda bulunur. Menapozda da % 50 - 100 artış gösterir ve östrojen tedavisi ile premenopozal değerlerin altına düşer (Sindel, 1997:16-22).

1.7. Kemik Büyümesi

İki tür kemik gelişimi (ossifikasyon) vardır: Direkt olarak fibröz membranların üzerinde veya içinde oluşan intramembranöz ossifikasyon (kafatası kemikleri ve klavikular bu yolla oluşur) ve kıkırdak içinde oluşan endokondral ossifikasyon (bu yolla daha çok uzun kemikler oluşur (Tortora, Anagnostakos, 1987:120-131)).

Endokondral ossifikasyon, uzun kemiklerin kemik uçlarındaki epifizlerin gövdeden ayrıldığı yerde bulunan epifiz kıkırdaklarından boyca büyümesidir. Çocuk büyüdükçe, epifiz tarafındaki kıkırdak hücreleri mitozla çoğalırlar. Bu arada diafiz (kemik gövdesi) tarafındaki kıkırdak hücreleri kemik hücrelerine dönüşürler (Tortora, Anagnostakos, 1987:120-131). Böylece gövde uzar ve epifizler giderek birbirinden daha uzaklaşır. Aynı zamanda epifiz kıkırdağının kendisi giderek tükenir, böylece geç adölesan döneme kadar daha fazla büyümeyi sağlayacak hiçbir ilave epifiz kıkırdağı kalmaz. Bu sırada her iki uçta gövde ve epifizler arasında kemik kaynaşması olur ve bu nedenle kemik boyunda daha fazla büyüme gerçekleşemez (Ganong, 1995:352-364).

Intramembranöz ossifikasyon, periostta ve kemik boşluklarında bulunan osteoblastların eski kemik yüzeylerinde yeni kemik depolaması ile gerçekleşir. Bu arada kemikteki osteoklastlar eski kemiği ortadan kaldırır. Depolanma hızı yıkım hızından daha fazla olduğu zaman kemik kalınlığı artar. Büyüme hormonu osteoblastları kuvvetle uyarır. Bu nedenle, büyüme hormonu özellikle membranöz kemiklerin hayat boyu genişlemesini sağlayabilir. Örneğin çene kemiklerinin büyümesi adölesan dönemden sonra bile uyarılabilir ve alt çene ile alt dişlerin öne doğru çıkmasına neden olur. Aynı şekilde kafa kemiklerinin kalınlığının artması gözler üzerindeki kemik çıkıntıların büyümesine yol açar (Ganong, 1995:352-364).

1.8. Kemik Büyümesi Üzerine Etkili Hormonlar ve Faktörler

Kemik büyümesine hormonları ve faktörleri yedi başlık altında inceleyebiliriz.

1.8.1. Büyüme Hormonu

Büyüme hormonu, vücutta bütün dokularda hücrelerin büyümesini ve çoğalmasını artırır. Bütün vücut hücrelerini etkilediği için somatotrop hormon (somatotropin) adı da verilmiştir. En belirgin etkileri kemiklerin büyümesini sağlamak, hücrelerde protein yapımını ve depolanmasını artırmak, kan şekerini yükseltmek ve yağ dokusundan yağ asitlerini serbestleterek enerji kaynağı olarak kullanılmalarnını sağlamaktır (Kayaalp, 1998:1337-1339).

Büyüme hormonunun kemik büyümesini sağlayıcı etkisi kemikler üzerindeki çok yönlü etkilerinin sonucunda oluşur. Bu hormon kemik büyümesine neden olan kondrositik ve osteojenik hücrelerin çoğalma hızını artırır, bu hücreler tarafından protein depolanmasını uyarır ve kondrositleri osteojenik hücrelere dönüştürerek yeni kemik depolanmasına neden olur. Büyüme hormonu epifiz kırırdağının tüm büyüme aşamalarını ve dolayısıyla uzun kemiklerin büyümesini uyarır. Ancak epifizler diafizle birleştikten sonra büyüme hormonunun kemik boyunu daha fazla uzatma yeteneği yoktur (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Büyüme hormonu eksikliği olan çocuklara ekzojen hormon verilmezse beklenen büyümenin ancak %50-66' sı gerçekleşebilir (Soliman, El Banna, Abdel Fattah, El Zalabani, Ansari, 1998:541-548).

Büyüme hormonu in vitro kondrosit kültürlerine uygulandığında kondrositlerde büyüme ve çoğalma görülmez. Ancak sağlam hayvana enjekte edilen büyüme hormonu aynı hücrelerde çoğalma ve büyümeye neden olur. Bu yüzden büyüme hormonunun kemik büyümesi üzerine olan etkilerinin somatomedinler üzerinden gerçekleştiği düşünülmektedir. Yani, büyüme hormonunun kemik ve kırırdağ büyümesi üzerindeki etkileri direkt olmayıp, somatomedinlerin sentezini uyarmak suretiyle dolaylı yoldan ortaya çıkmaktadır. Nitekim büyüme hormonu salgılanmasında eksiklik bulunmayan Afrika pigmelerinde (Lorain cüceliği), cüceliğin sebebi kalıtsal olarak somatomedin sentezinin yapılamamasıdır (Guyton, Hall, 1996:985-1001).

Somatomedinler, büyük oranda karaciğerde yapılan ve kemik büyümesinin tüm safhalarını hızlandırıcı güçlü bir etkiye sahip olan küçük protein molekülleridir. Büyüme üzerindeki birçok etkileri insülinin büyüme üzerindeki etkilerine benzediği, için bunlara

insülin benzeri büyüme faktörleri de denir (Guyton, Hall, 1996:985-1001). İnsanlarda IGF'lerin II tipi izole edilmiştir, IGF-I ve IGF-II. Bunlar benzer biyolojik özelliklere sahip olmakla birlikte, IGF-I (somatomedinC)daha etkilidir (Sepici,1997:442-446). Plazma somatomedin düzeyleri büyüme hormonu salgısını hipotalamus üzerinden feedback mekanizma ile kontrol ederler; düşük IGF-I üretimi GHRH' yı uyarırkenIGF-I' in kanda artması somatostatin salgılatır. Nitekim Afrika pigmelerinde plazma büyüme hormonu düzeyleri yüksek bulunmaktadır (Ganong, 1995:352-364).

1.8.2. Tiroid Hormonları

Tiroid hormonları normal büyüme ve iskelet gelişimi için gereklidir. Gelişme çağındaki bireylerde büyüme, esas olarak büyüme hormonunun etkisi altında gerçekleşir, fakat tiroid hormonları bulunmadığı takdirde büyüme hormonunun etkinliği azalır. İntrauterin dönemde ve bebeklikte gelişen hipotiroidizm, cücelik ve geri zekâlılıkla karakterli kretinizme neden olur (Kayaalp, 1998:1337-1339). Tiroid hormonları büyüme hormonunun dokulardaki etkilerini kuvvetlendirir Tiroid hormonlarının yokluğunda büyüme hormonunun sekresyonu baskılanır (Ganong, 1995:352-364).Bu etkileşme, tiroid hormonlarının hedef hücrelerde büyüme hormonu reseptörlerinin yapımını artırmalarına bağlı olabilir (Kayaalp, 1998:1337-1339).

1.8.3. Cinsiyet Hormonları

Erkek çocuklarda ergenlik sırasındaki hızlı büyüme, esas olarak testosteron salgılanmasındaki artmaya bağlıdır. Bu olayda büyüme hormonunun katkısı ikinci derecededir. Testosteron salgısının artması muhtemelen hipotalamusu etkileyerek ön hipofizden büyüme hormonu salgılanmasının artmasına neden olur. Ergenlikten önce yıllık boy uzaması oldukça sabit kalır; çocuk yılda ortalama 4-5 cm uzar. Ergenliğin başlaması ile boy uzaması birden hızlanır; bir kaç yıl süresince boy, yılda yaklaşık 7-8 cm uzar. Bu durum, testosteron etkisi altında, kemiklerde uzamanın hızlanmasına bağlıdır. Bundan sonra epifiz plakları kemikleşmeye başlar. Büyüme birkaç yıl daha, fakat yavaşlamış olarak (yılda 1-2 cm) devam eder. Sonra epifiz plaklarının kemikleşmesi tamamlanır ve büyüme durur (Kayaalp, 1998:1337-1339).

Ergenlik sırasında kızlarda uzun kemiklerde boy uzamasının hızlanması büyüme hormonu yanında kısmen östrojenlerin etkisine bağlıdır (Kayaalp, 1998:1337-1339). Östrojenler osteoblastları uyararak kemik matriksinin yapımını ve depolanmayı artırır (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Örneğin liseli Japon kızlarda yapılan bir çalışmada menarş yaşı 10-11 olanların henüz adet görmemiş olanlarınkinden anlamlı olarak yüksek KMY değerlerine sahip olduğu bulunmuştur (Yamada, Mizuno, Kotaki, Otsuji, 1997:393-404). Ancak, bu nedenle, epifizlerin erken kapanmasına da yol açarlar. Bu etki erkekte testosteronun etkisine benzer ancak kadında çok daha kuvvetlidir. Sonuç olarak kadında büyüme olayı genellikle erkektekinden çok önce durur (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Östrojenler osteoblastları uyarırlar. Diğer taraftan, östrojenler interlökin-6 gibi kemik rezorpsiyonunun uyarılmasında rol oynayan sitokinlerin sentezini azaltarak kemik yıkımını önlerler (Sepici, 1997:442-446).

Menapoz sonrasında overlerden hemen hemen hiç östrojen salgılanmaz; sadece küçük miktarlarda östrojen dolaşımdaki androstenedionun aromatisasyonu ile oluşur (Ganong, 1995:352-364). Hormon eksikliği sonucunda, osteoblastik aktivite, kemik matriksi ve mineral depolanması azalır. Bazı kadınlarda bu etki son derece ciddi boyutlardadır ve osteoporozla sonuçlanır. Bu olay kemikleri çok zayıflatarak kırıklara özellikle vertebra kırıklarına yol açar. Bu nedenle menopoz sonrası dönemde kadınların çoğunda hormon replasman tedavisi gerekmektedir (Guyton, Hall, 1996:985-1001). Benzer olarak hipoöstrojenik kadınlarda omurga KMY' sinde anlamlı azalma saptanmıştır (Grimston, Tanguay, Gundberg, Hanley, 1993:867-872).

1.8.4. Glukokortikoidler

Glukokortikoid hormonların kalsiyum homeostazına fizyolojik koşullarda bir katkılarının olup olmadığı belli değildir. Ancak aşırı salgılanma halinde veya dozları arttırıldığında kemikler ve kalsiyum metabolizması üzerinde olumsuz etki gösterirler (Kayaalp, 1998:1337-1339). D vitamini antagonisti etkinlikleri vardır; kalsiyumun barsaklardan emilimini azaltırken, böbreklerden atılmasını artırır. Bu iki etki sonucunda, parathormon salgılanmasında sekonder bir artışa neden olurlar. Ayrıca böbreklerden fosfatın tübüler geri emilimini azaltırlar (Ganong, 1995:352-364).

Kemiklerde protein matriksinin sentezini inhibe ederler ve direkt etkileri ile osteoblastik etkinliği azaltırlar. Osteoklastik etkinliği ise gerek direkt olarak ve gerekse parathormon salgılanmasını artırıcı etkileri ile dolaylı olarak artırırılar. Bu olaylar sonucunda osteopeni (osteoporoz) gelişir (Kayaalp, 1998:1337-1339).Diğer yandan, strese neden olan durumlarda (uzun süreli enfeksiyonlar, vb) plazma kortizol düzeyinin yükselmesi, çocuklarda bu tür hastalıklarda oluşabilen büyüme geriliğinden kısmen de olsa sorumlu tutulmaktadır (Vander, Sherman, Juciano, Human, 1994:546-551).

1.8.5. Transforming Growth Faktör β (TGF- β Familyası)

Normal hücre metabolizmasının düzenlenmesinde TGF- β ' nin değişik etkileri bulunmaktadır. Polipeptid yapısında olan TGF- β gurupları kemik dahil birçok dokuda sentezlenirler ve osteoblastlardaki prekürsör hücre çoğalmasını uyarırlar. Ayrıca direkt etki ile kemiklerde kollajen sentezini de uyarırlar (Sepici, 1997:442-446). TGF- β gurupları aynı zamanda kemik rezorpsiyonunu azaltırlar. Parathormon gibi kemik rezorpsiyonunu hızlandıran hormonlar kemikten TGF- β salınımını artırırlar. Böylece kemik rezorpsiyonu baskılanır ve yeniden kemik yapımı başlatılır (Zerath, Holy, Douce, Guezenec, Chatard, 1997:1139-1145).

1.8.6. Sitokinler

Son yıllarda sitokinlerle ilgili bir çok araştırma yapılmış olup, ilgili oldukları biyolojik aktivitenin spesifik molekülleri ve reseptörleri tanımlanmış ve kullandıkları iletim mekanizmaları hakkında yeterli bilgiler elde edilmiştir. Osteotropik sitokinler kemik hücrelerine direkt tesir ederek hem normal hem de anormal kemik oluşumunda etkili olan, çoğunlukla peptid veya glukoprotein yapısında lokal faktörlerdir. Fizyolojik ve patolojik kemik rezorpsiyonunda rol oynadıkları belirlenmiştir. Kesin olmamakla beraber sitokin üretiminden osteoklastların sorumlu olduğu düşünölmektedir (Sepici, 1997:442-446).

Sitokin ailesinden olan interlökin 1 (IL-1), osteoklastları uyarmak suretiyle kemik yıkımını artırır. Osteoblastlar üzerine de kompleks etkileri vardır. Eğer devamlı verilirse, kemik oluşumunu engeller. İntermittant enjekte edildiğinde, önce geçici kemik rezorpsiyonunun geliştiği, bunu daha sonra uzamış kemik yapımının izlediği ve defektin

tamir edildiği görülmüştür. Yeterli dozlarda IL-1' in devamlı veya intermittant uygulanmasında hücre dışı sıvısında kalsiyum konsantrasyonu ilerleyici bir şekilde artar. Kronik inflematuvar dokunun kemiğe komşu olduğu tüm hastalıklarda IL-1' in ilişkisi vardır. Buna en iyi örnek romatoid artritteki osteolizdir. IL-1' in etkili olduğu hastalıklardan biri postmenapozal osteoporozdur. Çeşitli çalışmalarda östrojen eksikliğinde mononükleer hücrelerin çok miktarda IL-1 salgıladıkları gösterilmiştir. IL-6 ise multifonksiyonel bir sitokindir. Kemik üzerine diğer osteotropik sitokinlerden farklı olarak kendisine özel etkileri vardır. İnvitro ve invivo olarak rezorpsiyonda etkili diğer sitokin ve sistemik hormonların etkilerini artırır. IL-6' nın invivo rezorpsiyon üzerine tek başına etkisi orta derecededir (Sepici, 1997:442-446).

1.8.7. Tumor Nekroz Faktörü (TNF)

Hem hücre kültürlerinde hem de canlı deneklerde osteoklastik rezorpsiyonu uyarırlar. TNF osteoklast gelişiminin her kademesini uyarır. TNF' nin kemik oluşumunda görev alan hücreler üzerindeki etkisi halen yeterince araştırılmamıştır, ancak IGF-I' e benzemesi mümkündür (Sepici, 1997:442-446).

1.9. Kemik Mineral Yoğunluğu (KMY)

Kemik mineral yoğunluğu, kemik kitlesinin ve bunda oluşacak değişmelerin en önemli göstergesidir. Kemik dayanıklılığı ve kırık riskinden büyük oranda (%80-90) KMY sorumludur. Kişinin yaşı ne olursa olsun, KMY azaldıkça kırık riski artar (Sepici, 1997:442-446). Yaş, cinsiyet, kilo, boy, sigara içme, alkol kullanma, fiziksel aktivite, vb bir kısım faktörler KMY' yi etkilerler.

1.9.1. Yaşın KMY Üzerine Etkisi

Maynard ve arkadaşları, total vücut, kol, bacak ve pelvis KMY' lerinin erkek ve kızlarda 12 yaşına kadar benzer artış gösterirken, erkeklerde kemik mineral içeriği (KMİ) ve KMY' nin 12 yaşından sonra hızla arttığını, kızlarda ise 14 veya 15 yaşta bir platoya ulaştığı ve bu yaştan sonra minimal artış gösterdiğini buldular (Maynard, Guo, Chumlea, 1998:1111-1117). Kızlarda 4-8, erkeklerde 4-12 yaşları arasında kemik dansitesinde yaş ve

cinsiyetle ilişkili yavaş bir artışın olduğu, ergenlik ile birlikte kemik büyümesinde hızlı bir artışın gözlemlendiği ve ergenlik gelişmesinin sonunda kemik gelişiminin yavaşladığı bildirildi (Milinarsky, Fischer, Giadrosich, Casonova, 1998; 25, 2003-8). Yaşları 9 ile 19 arasında değişen çocuk ve adolesanlarda yapılan bir çalışmada, boydaki artış ile KMY' deki artış arasındaki en büyük farkın kızlarda 11-12 yaş, erkeklerde ise 13-14 yaş grubunda ortaya çıktığı bildirildi (Fournier, Rizzoli, Slosman, Theintz, Bonjour, 1997:525-532).

Kemiğin trabeküler veya kortikal olmasına göre bazı farklılıklar olsa da, pik kemik kitlesine genellikle 30 yaş civarında ulaşılır (Halioua, Anderson, 1989:534-41). Kadınlarda (16-79 yaş) yapılan bir çalışmada, femur boynunda pik KMY' ye 21 yaşında ulaşıp 26 yaşından sonra bu değerde anlamlı bir azalma olduğu, bel omurgasında ise pik KMY' nin 29 yaşında kazanıldığı, 35 yaşına kadar bir değişme olmadığı, bu yaştan sonra KMY' nin azalmaya başladığı, ayrıca 60 yaş üzerindeki kadınların en düşük KMY' ye sahip oldukları bulundu (Blancet, Dodin, Dumont, 1998:268-273). Menapoz öncesi kadınlarda yapılan bir çalışmada, proksimal femur KMY' sinin 30 yaşından sonra azalmaya başladığı bildirildi (Bonnick, Nichols, Sanborn, 1997:263-265).

KMY' nin her iki cinsten 50-60 yaşlarından sonra giderek azaldığı bildirildi (Pollock, Mengelkoch, Graves, 1997:1508-16).

Yaşları 50 ile 95 arasında değişen kadın ve erkeklerde, artan yaşla beraber radius, kalça ve omurga KMY' sinin azaldığı bulundu (Lunde, Barrett-Connor, Morton, 1998:547-551). Lunt ve arkadaşları, elli yaş üstü kadın ve erkeklerde, kemik kaybının yaşla birlikte giderek artmasına bağlı olarak omurga deformitesi riskinin de arttığını bildirdiler (Lunt, Felsenberg, Reeve, 1997:1883-1894). Başka bir çalışmada da, benzer olarak, artan yaşla beraber erkek ve kadınlarda kalça kırığı riskinin arttığı rapor edildi (Lehman, Wapniarz, Hofmann, Pieper, Haubitz, Allolio, 1998:273-278).

1.9.2. Cinsiyetin KMY Üzerine Etkisi

Fournier ve arkadaşları, boy uzamasıyla KMY artışı arasındaki en büyük farkın erkeklerde 13-14 yaş, kızlarda ise 11-12 yaş civarında ortaya çıktığını gözlemlediler (Fournier, Rizzoli, Slosman, Theintz, Bonjour, 1997:525-532). Şili'li çocuk ve

adölesanlarda yapılan bir çalışmada kızlarda 4-8 yaş, erkeklerde 4-12 yaşları arasında KMY' de hafif bir artış kızlarda 8-19 yaş erkeklerde 12-20 yaşları arasında KMY' de hızlı bir artış saptanırken kızlarda 19 erkeklerde 20 yaştan sonra KMY' deki artışın yavaşladığı bildirildi. Ayrıca erkeklerde kızlara göre daha yüksek KMY değerlerine ulaşıldığı belirlendi (Milinarsky, Fischer, Giadrosich, Casonova, 1998; 25, 2003-8). Total vücut, kol, bacak ve pelvis KMI' sinin erkek ve kızlarda 12 yaşına kadar benzer artış gösterirken, erkeklerde KMI ve KMY' nin 12 yaşından sonra hızla arttığı, kızlarda ise genellikle 14 veya 15 yaşta bir platoya ulaştığı ve bu yaştan sonra minimal artış gösterdiği bulundu (Maynard, Guo, Chumlea, 1998:1111-1117).

Farklı yaşlardaki kadın (18-94) ve erkeklerde (21-94) tüm yaşlarda kadınların erkeklere göre daha düşük KMY' ye sahip olduğu bulundu (Ebbesen, Thomsen, Beck-Nielsen, 1998:283-290). Sağlıklı Alman hastahane işçilerinde (20-60 yaş) yapılan bir çalışmada, erkek ve kadınlarda kalça kırığı sıklığı, kadınlarda erkeklere göre 3.5 kat daha yüksek olmak üzere, yaşla birlikte üssel bir artış gösterdi (Lehman, Wapniarz, Hofmann, Pieper, Haubitz, Allolio, 1998:273-278).

KMY' nin erkeklerde genellikle 50-60 yaştan sonra azaldığı, fakat bu azalmanın kadınlardakine göre daha yavaş olduğu rapor edildi (Pollock, Mengelkoch, Greves, 1997:1508-16). Düşük femur KMY' sine sahip Amerikalı yaşlı erişkinlerin çoğunun kadın olduğu bildirildi (Looker, Orwall, Johnston, 1997:1761-1768). Barrett-Connor ve Goodman-Gruen da, 55 yaş ve üstündeki erkeklerin kadınlara göre daha yüksek KMY düzeylerine sahip olduğunu buldular (Barrett-Conor, Goodman-Gruen, 1998:1343-1349). Benzer olarak, elli yaş yukarıdaki kadın ve erkeklerde yapılan bir çalışmada, artan yaşla birlikte omurga deformitesi riskindeki artış oranının kadınlarda daha büyük olması kemik kaybının kadınlarda daha hızlı olmasına bağlandı (Lunt, Felseberg, Reeve, 1997:1883-1894).

1.9.3. Kilo ve Boyun KMY Üzerine Etkisi

Yamada ve arkadaşları, liseli Japon kız öğrencilerde yaptıkları çalışmada, ulusal ortalamadan yüksek kiloya sahip kızların ortalamasının altında kiloya sahip kızlara göre daha yüksek KMY değerlerine sahip olduklarını buldular (Yamada, Mizuno, Kotoki,

Otsuji, 1997:393-404). Onsekiz yaşındaki kızlarda vücut ağırlığı ve kas gücünün kemik kitlesinin en belirgin bağımsız belirleyicileri olduğu gösterildi (Hendersson, Price, Colr, Gutteridge, Bhagat, 1995:384-392).

Yirmi-otuzdokuz yaşları arasındaki genç beyaz kadınlarda yapılan bir çalışmada vücut ağırlığının KMY için diğer herhangi bir faktörden daha iyi bir belirleyici olduğu ortaya kondu (Mazess, Howard, 1991:132-142). Reid ve arkadaşları, total vücut yağının en önemli KMY belirleyicisi olduğunu ileri sürdüler (Reid, Ames, Evans, 1992:45-51). Orozco ve arkadaşları, femur boynu KMY' si için en belirleyicinin kilo olduğunu bildirdiler (Orozco, Nolla, 1997:919-924).

Madsen ve arkadaşları, atletlerin total vücut, bel omurgası ve femur boynu KMY' lerini düşük kilolu sedanterlerinkine göre anlamlı olarak daha büyük bulmalarına rağmen, ortalama kiloya sahip sedanterlerde benzer bir farkı sadece femur boynunda buldular. Aynı çalışmada sedanter subjelerde yağ kitlesi ile tüm KMY değerleri arasında da pozitif bir ilişki vardı (Madsen, Adams, Van Loan , 1998:114-120).

Yaşları 16 ile 79 arasında olan Kafkasya kökenli Kanadalı kadınlarda, kilo ve boyun bel omurgası KMY' sinin belirleyicileri olduğu gösterildi (Blancet, Dodin, Dumont, 1998:268-273). Başka bir çalışmada da benzer olarak, menapoz öncesi ve sonrası kadınlarda distal ve orta radius KMY' sinin kilo ile ilişkili olduğu bulundu (Ongphiphadhanakul, Rajatonavin, Chanprasertyothin, 1998:487-493).

Yirmi yaşına kadar düşük vücut ağırlığına sahip olma, pik kemik dansitesini düşürdüğü için, ileri yaşlarda kemik dansitesi düzeyi üzerine önemli bir etkiye sahiptir (Young, Formica, Szmukler, Seaman, 1994:449-454). Obesite KMY' yi pozitif yönde etkilemekte ve kemik kaybını önleyici etki göstermektedir (Gülçin, Hürriyet, Nurdan, Selma, 1998:17-21; Peker, Füzün, Küçüktaş, Özaksoy, Akalın, Biçer, 1996:229-233). Nitekim, menapoz sonrası beyaz kadınlarda (57-81 yaş) yapılan bir çalışmada, farklı faktörler tarafından etkilenmekle birlikte menapoz sonrası KMY' nin en iyi belirleyicisinin kilo olduğu bulundu (Willing, Torner, Burns, Segar, Werner, 1997:337-342). Ensrud ve arkadaşları, zenci olmayan kadınlarda (65 yaş ve üstü), kalça kırığı riskinin düşük vücut

ağırlığına sahip olan kadınlarda ortalama ve yüksek kiloya sahip olanlardakine göre daha fazla olduğunu saptadılar (Ensrud, Lipschutz, Cauley, 1997:274-280).

Osteogenesiz imperfektalı çocuk ve adolesanlarda KMY' nin kilo, boy ve vücut yüzey alanı ile pozitif ilişki gösterdiği gösterildi (Reinus, McAlister, Schranck, Chines, 1998:17-20).

Talasemili çocuklarda görülen osteoporotik kemik hastalığının etyolojisi henüz kesin olarak bilinmemekle beraber birçok faktörün kemik yapımını ters olarak etkilediği ve bu faktörlerden birinin boy ve kilo artışıdaki gerilik olduğu bildirildi (Soliman, El Banna, Abdel Fattah, Zalabani, Ansari, 1998:541-548). Soliman ve arkadaşları da, orak hücreli anemisi olan puberte öncesi çocuklarda KMY' nin kilo, boy ve BMI ile anlamlı pozitif ilişki gösterdiğini buldular (Soliman, Bererhi, Darwish, Alzalabani, Wali, Ansari, 1998:194-198).

Erkek Crohn hastalarında yüksek osteoporoz riski bulunduğu ve düşük vücut ağırlığı ve steroid ilaç kullanılmasının bu hastalarda ölçülen düşük KMY' nin oluşmasında en önemli etkenler olduğu bildirildi (Robinson, Azzawi, 1988:2500-2506).

De Schepper ve arkadaşları, normal çocuklarda olduğu gibi diyabetik çocuklarda da KMY' nin boy ile pozitif bir ilişki gösterdiğini bildirdiler (De Schepper, Smitz, Rosseneu, Bollen, Louis, 1998:193-196). Başka bir çalışmada, benzer olarak, uzun süredir Tip 1 diyabeti olan kadınlarda bel omurgası ve femur boynu KMY' si ile vücut kitle indeksi (VKİ) ve boy arasında pozitif ilişki bulundu (Lunt, Florkowski, Cundy, 1998:31-38).

1.9.4. Sigara ve Alkolün KMY Üzerine Etkisi

Adölesan ve genç erişkinlik dönemlerinde pik kemik kitlesinin kazanılmasında düzenli egzersiz yapmanın ve sigara içmemenin önemli olduğu bildirildi (Valimaki, Karkkainen, Lamberg, 1994:230-235). Nitekim, 20-39 yaşlarındaki sağlıklı kadınlarda yapılan bir çalışmada, sigara içenlerin anlamlı olarak daha düşük omurga KMY' sine ve diğer bölgelerde (femur, radius, ulna) de düşük KMY eğilimine sahip oldukları bulundu (Mazess, Howard, 1991:132-142). Asya ve kafkasya kökenli kadınlarda yapılan bir

çalışmada da sigara içmenin kalça ve omurga KMY' sini azalttığı bulundu (Larcos, Baillon, 1998:341-343).. Benzer olarak, 7-15 yaşları sırasında tibia kırığı geçiren kadın ve erkeklerin ileri yaşlarda yapılan ölçümlerinde, kırık olmayan tarafa göre kırık tibia KMY' sindeki azalmanın sigara içenlerde içmeyenlere göre anlamlı olarak daha fazla olduğu bulundu (Leppala, Kannus, Sievanen, Vuori, Jarvinen, 1999:988-993).

Bir çalışmada, menapoz sonrası kadınların omurga, femur boynu, trokanter, radius-ulna ve tüm vücut KMY' lerinin sigara içenlerde içmeyenlere göre anlamlı olarak daha düşük olduğu bulundu (Grainge, Coupland, Cliffe, Chilver, Hosking, 1998:355-363). Krall ve arkadaşları, yaşlı kadın ve erkeklerde KMY ve bağırsaktan kalsiyum emilimi ile sigara içme arasındaki ilişkileri araştırdıkları çalışmada, sigara içmenin femur boynu ve tüm vücutta kemik kaybını hızlandığını ve buna katkıda bulunan faktörlerden birinin kalsiyum emilimindeki azalmanın olabileceğini bildirdiler (Krall, Dawson-Hughes, 1999:215-220).

Ueng ve arkadaşları, bir kısmına sigara dumanı solutulan tavşanlarda yaptıkları çalışmada, sigara içmenin kemik mineralizasyonu geciktirdiği ve böylece rejenere olan kemiğin mekanik gücünü azalttığını ileri sürmüşlerdir (Ueng, Lin, Wang, Liu, Tai, Shih, 1999:110-115).

Bando ve arkadaşları, yaş, kalsiyum alınması, fiziksel aktivite ve sigara içmenin osteoporozla ilişkili olduğunu bildirdiler (Bando, Nitta, Matsubara, Ishikawa, 1998:322-326).Beyaz Hollandalı kadınlarda (46-54 yaş) yapılan bir çalışmada; yaş, erken menapoz ve sigara içmenin osteoporoz için risk faktörleri olduğu olduğu; alkol tüketimi, yüksek VKİ ve östrojen kullanımının ise koruyucu bir güce sahip olduğu rapor edildi (Smeets, - Goevaers, Lesusink, Papapoulos, 1998:404-409). Sigara içilmesi ve aşırı alkol tüketiminin erkeklerde osteoporoz için risk faktörleri olduğu bildirildi (Halioua, Anderson, 1989:534-41;Yalıman, 1997:23-30). Benzer olarak, erkeklerde (27-79 yaş) yapılan bir çalışmada, sigara içmenin ve alkol tüketiminin (haftada 250 g üzerinde) KMY' yi azaltarak omurga kırığı riskini artırdığı bulundu (Scane, Francis, Sutcliffe, Francis MJ, Rawlings, Chapple, 1999:91-97).

Ng ve Bajjoka, karaciğer nakli yapılan hastalarda osteoporozda sekonder olarak artmış kemik kırıkları riskinden steroid tedavisi, sigara içme, aşırı alkol kullanımı, yetersiz beslenme, hareketsizlik, azalmış kas kitlesi, menapoz ve hipogonadizm sorumlu olduğunu saptadılar (Ng Tm, Bajjoka, 1999:233-235). Kipen ve arkadaşları, sistemik lupus eritamatozuslu menapoz öncesi kadınlarda hastalığın tanı konduğu yaş ve sigara içmenin total vücut KMY' sindeki kayıp için bağımsız belirleyiciler olduğunu rapor ettiler (Kipen, Briganti, Strauss, Littlejohn, Morand, 1999:59-65).Astım ve KOAH' lı erkeklerde elde edilen düşük KMY düzeylerinden sadece steroid kullanımının sorumlu olmadığı, sigara içme ve yetersiz kalsiyumun alınmasının da bu durumda etkili olduğu bildirildi (Lau Em, Li, Woo, Lai, 1998:1066-1071).

Reutrakul ve arkadaşları, transseksüel erkek dansçılarda bel omurgası, femur boynu ve trokanter KMY' sinin kilo ile ilişkili olduğu, sigara içme veya süt tüketimi ile ilişkili olmadığını ortaya koydular (Reutrakul, Ongphiphadhanakul, Piaseu, 1998:811-814). Orozco ve arkadaşları da, menapoz öncesi kadınlarda, femur boynu KMY' si ile alkol alımı, sigara içilmesi ve menarş yaşı arasında ilişki olmadığını buldular (Orozco, Nolla, 1997:919-924).

Crohn hastalarında sık görülen düşük KMY değerleri ile aktif hastalık, menstruel hikaye, diyet, fiziksel aktivite düzeyi ve sigara içme arasında ilişki olmadığı, vücut ağırlığı, erkek cinsiyeti ve kortikosteroid kullanımının ise KMY' nin bağımsız belirleyicileri olduğu saptandı (Robinon RJ, Azzawi, 1988:2500-2506).

1.9.5. Egzersizin KMY Üzerine Etkisi

Fiziksel aktivite veya mekanik yüklenme, kemik kitlesi, yapısı ve gücünü belirleyen önemli bir faktördür (Peterson SE, Peterson MD, Raymond, Gilligan, Checovich, Smith, 1991:499-504). Kemik kitlesinin gelişimi, adölesan ve genç erişkinlik döneminde pik kemik kitlesinin elde edilmesi ve daha sonraki yaşlarda en az kayıpla bu düzeyin sürdürülmesinde düzenli egzersizin önemli bir rolü vardır (Halioua, Anderson, 1989:534-41;Valimaki, Karkainen, Lanberg, 1994:230-235). Gençlere uygun egzersiz alışkanlıklarının kazandırılması pik KMY' yi yükseltebilir (Conroy, Kraemer, Maresh, 1993:1103-1109). Nitekim, pik kemik kitlesinin kazanıldığı dönemde, fiziksel aktivitenin

proksimal femur KMY' sinin önemli bir belirleyicisi olduğu bildirilmiştir (Nordström P, Nordström G, Lorentzon, 1997:332-337).

Düppe ve arkadaşları, normal yaşam tarzı sınırları içindeki yüksek fiziksel aktivite düzeylerinin genç erişkinlerin femur KMY' si üzerinde ve dolayısıyla ileriki yaşlarda oluşabilecek kırık riskini azaltmada olumlu bir etki gösterdiğini ortaya koydular (Düppe, Gardsell, Johnell, 1997:97-103). Benzer şekilde, alışkanlık olarak yapılan fiziksel aktivitede oluşacak bir azalmanın osteoporotik kırık riskini artırdığı bildirildi (Law, Wald, Meade, 1991:453-459;Johnell, Gullberg, Allander, Kanis, 1992:298-302).

Bir çalışmada, tenis oyuncularının kol, önkol ve el bileği KMY değerleri spor yapmayanlarınkine göre anlamlı olarak yüksek bulundu (Pirnay, Bodeux, Crielaard, Franchimont, 1987:331-335). Wittich ve arkadaşları, futbolcuların pelvis ve bacak KMI ve KMY değerlerini, aynı yaş grubundaki kontrollerinkinden anlamlı olarak büyük buldular (Wittich, Mautalen, Oliveri, Bagur, Somaza, Rotemberg, 1998:112-117).

Larcos ve arkadaşları, elit sporcuların bacak ve kol KMY' lerini orta düzeyde aktiviteye sahip sporcular ve sedanter kontrollerinkinden anlamlı olarak daha büyük buldular (Lee, Long, Risser,1995:1354-61). Erkek ve kızlarda (5-14 yaş) yapılan bir çalışmada, femur ve radius KMY' leri ile ağırlık kaldırma çalışmasının haftalık toplam saati arasında anlamlı pozitif ilişkili olduğu bildirildi (Slemenda, Miller, Hui, Reister, Johnston, 1991:1227-1233). Benzer olarak, haltercilerde yapılan bir çalışmada, bir yıl içerisinde kaldırılan toplam ağırlık ile bel omurgası KMI değerleri arasında anlamlı ilişki bulundu (Granhed, Ragner, Hansson, 1987:146-149). Valimaki ve arkadaşları, 9-18 yaşlarında iken farklı egzersiz düzeylerine sahip olan erkek ve kadınlarda 20-29 yaşlarında yaptıkları ölçümlerde, küçük iken egzersiz düzeyi en yüksek olan erkeklerin bel omurgası ve femur KMY' lerini en düşük egzersiz düzeyine sahip olanlarınkinden daha büyük buldular. Aynı fark bayanlarda femur bölgesinde vardı (Valimaki, Karkkainen, Lamberg, 1994:230-235). Boot ve arkadaşları da, farklı fiziksel aktivitelere sahip erkek ve kızlarda, fiziksel aktivite ile erkeklerin bel omurgası ve total vücut KMY' leri arasında anlamlı pozitif ilişkiler saptadılar, oysa ki kızlarda herhangi bir ilişki yoktu (Boot, De Ridder, Pols, 1997:57-62). Haftada 10 saat antrenman yapan buz hokeyi oyuncularının tüberositas tibia

KMY' si haftada en fazla 3 saat antrenman yapan kontrollerinkine göre anlamlı olarak daha büyüktü (Nordström P, Nordström G, Lorentzon, 1997:332-337).

Nishimuro ve arkadaşları, KOAH' lı hastalarda düşük vücut ağırlığı ve düşük egzersiz kapasitesinin düşük KMİ ile birliktelik gösterdiğini bildirdiler (Nishimura, Nakata, Tsutsumi, Maeda, Yokoyama, 1997:450-453).

Uzun süreli inaktivitenin %40' a kadar varan hızlı bir kemik kaybına yol açarken, çeşitli yaşlardaki hem erkekler hem de kadınlarda, egzersiz programlarının kemik kaybını azalttığı veya kemik kitlesini arttırdığı bildirildi (Simith, Giligan, Physical, 1991:50-54).

Fujimura ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, dört aylık rezistans egzersiz sırasında serum osteokalsin düzeyi ve kemiğe özgü alkalin fosfataz aktivitesinin ilk ay içinde anlamlı olarak yükseldiğini ve egzersiz programının sonuna kadar da yüksek kaldığını gözlemlədiler. Diğer taraftan, üriner dezokspiridinolin atılımı geçici olarak baskılandığını ve daha sonra başlangıç düzeyine geri döndüğünü, ancak program boyunca hiçbir zaman artmadığını buldular (Fujimura, Ashizawa, Watanabe, 1997:656-660).

Ancak, egzersizin total ve bölgesel kemik kitlesi üzerine olan faydalı etkilerinin elde edilmesi için ağırlık yükleyici olması esastır (Fiore, Dieli, Vintalore, Gibilaro, Glicone, Cottini 1996:121-124; Fiore, Cottini, Fargetta, Salvo, Raspagliesi, 1991:77-83). Bir çalışmada da, ağırlık yükleyici branşlarda yer alan sporcuların total vücut, bel omurgası ve femur boynu KMY' leri aynı yaş grubundaki kontrollerinkinden anlamlı olarak büyük bulundu (Madsen, Adams, Van LOan, 1998:114-120). Ağırlık çalışması yapan koşucularda kol KMY' leri yapmayanlarınkinden daha büyük bulundu (Pollock, Mengelkoch, Graves, 1997:1508-16). Başka bir çalışmada da, benzer olarak, ağırlık kaldırma çalışması yapan erkek ve bayan sporcuların diğer dallarda yer alan aynı yaş gurubundaki sporculardan daha yüksek KMY değerlerine sahip oldukları gösterilmiştir (Heinonen, Oja, Kannus, Sievanen, Manttari, Vuori, 1993:1-14). Emslander ve arkadaşları, ağırlık yükleyici egzersiz uyguladıkları deneklerin total vücut ve femur boynu KMY' lerini kontrollerinkinden anlamlı olarak yüksek buldular. Yüzme egzersizinin ise KMY üzerine etkisi yoktu (Emslander, Sinaki, Muhs, 1998:1151-1160). Zıt olarak, Orwoll ve arkadaşları, erkek yüzücülerin egzersiz yapmayanlara göre anlamlı olarak daha yüksek radius ve omurga

KMY'lerine sahip olduklarını buldular. Ancak aynı çalışmada kadın yüzücülerde yüzme ile KMY arasında ilişki yoktu (Orwoll, Ferar, Oviatt, McClung, Huntington, 1989:2197-2200). Bisiklet binmenin de ağırlık yükleyici olmadığı için, kemik kitlesi üzerine herhangi bir yararlı etkisinin olmadığı ileri sürüldü (Rico, Revilla, Villa, Gomez-Castresana, Del Buergo, 1993:278-281).

Diğer yandan, mekanik yüklenmeye kemiğin cevabı kemik bölgesine ve egzersizin türüne bağlıdır (Bennell, Malcolm, Khan, 1997:477-484). Farklı sporlar iskeletin değişik bölgeleri üzerine yükleme yaparlar. Koşma alt ekstremiteler üzerine yükleme yaparken, halter bel omurgası ve bilekler üzerine diğer bölgelere göre daha büyük yük bindirir. Bisiklet binme ise ağırlık yüklemekten sadece kas gücünü artırır (Heinonen, Oja, Kannus, Sievanen, Manttari, Vuori, 1993:11-14). Nitekim Rico ve arkadaşları, 15-19 yaşları arasındaki erkek bisikletçilerde yaptıkları çalışmada bisikletçilerin total vücut KMY' sini kontrollerinkinden daha düşük buldular (Rico, Revilla, Villa, Gomez-Castresana, Del Buergo, 1993:278-281). Başka bir çalışmada da, kanocuların, bisikletçiler ve kontrollere göre anlamlı olarak daha yüksek total vücut, omurga ve kalça KMY'lerine sahip olduğu bildirildi (Fiore, Dieli, Vintaloro, Gibilaro, Gricone, Cottini, 1996:121-124).

Yükün büyüklüğü, kemik kitlesi üzerine yükleme dönemlerinin sayısından daha büyük bir etkiye sahiptir (Conroy, Kramer, Maresh, 1993:1103-1109). Örneğin, ağırlık kaldırma çalışmasının dayanıklılık çalışmasından daha etkili osteojenik uyarı sağladığı bildirildi (Heinonen, Oja, Kannus, Sievanen, Manttari, Vuori, 1993:1-14). Yarasheski ve arkadaşları, normal KMY'ye sahip yaşlı erkeklerde, rezistans egzersiz çalışmasının bölgesel kemik KMY' sini arttırdığını buldular (Yarasheski, Campbell, Kohrt, 1997:223-229). Bennell ve arkadaşları, güç atletlerinin bel omurgası, femur ve kol bölgesinde kontrollerdekine göre daha büyük KMY'ye sahipken, dayanıklılık atletlerinde aynı farkın sadece femur bölgesinde olduğunu buldular. Aynı zamanda, erkek ve bayan güç atletleri omurga bölgesinde dayanıklılık atletlerine göre daha büyük KMY'ye sahipti (Bennell, Malcolm, Khan, 1997:477-484). En yüksek KMY'ye haltercilerin sahip olduğu, onları aşağıya doğru sırasıyla atıcılar, koşucular, futbolcular ve yüzücülerin takip ettiği bildirildi (Dook, James, Henderson, Price, 1997:291-296).

1.10. Osteoporoz

Osteoporoz, kemik kitlesinde kayıp ve mikro yapının bozulması ile ortaya çıkan ve sonucunda azalmış mekanik güce buna bağlı olarak kırık riskinin arttığı bir hastalıktır (Soliman, El Banna, Abdel Fattah, El Zalabani, Ansari, 1998:541-548). Hastalığın gelişmesinde bir takım risk faktörlerinin önemli rolü vardır. Bunlar genetik, ırk, yaş, cinsiyet, vücut yapısı (düşük kilo, kısa boy), düşük fiziksel aktivite düzeyi, beslenme (yetersiz kalsiyum alınması, aşırı protein alınması), bazı alışkanlıklar (sigara içme, aşırı alkol ve kafein tüketimi), hormonal bozukluklar (hipogonadizm, erken menapoz, overlerin çıkarılması, D vitamini eksikliği, hiperparatiroidizm, hipertiroidizm, aşırı glukokortikoid salınması), bazı ilaçların (kortikosteroidler, tiroid hormonu, aliminyum içeren antiasitler, fenitoin gibi) uzun süreli kullanımı, bazı hastalıklar (böbrek yetmezliği, romatolojik hastalıklar, malabsorpsiyon sendromları, bazı karaciğer hastalıkları, KOAH, malign hastalıklar gibi), radyoterapi, hareketsizliktir (Candeğer, 1997:451-459;Eastell, Boyle, Compston, 1998:71-92).

Eğer önlem alınmazsa 60 yaşın üstündeki üç kadından birinde hastalık ortaya çıkmaktadır (Akgün, 1994:206-209). Hayat boyunca osteoporozla ilgili bir kırık oluşma olasılığının kadınlarda %50' den fazla ve erkeklerinde ise yaklaşık 1/3 olduğu bildirilmiştir (Tüzün, 2003:69-82).

Osteoporozun çok ciddi problemlere yol açtığı ve tedavisinin çok pahalı olmakla beraber hemen hemen olanaksız olduğu göz önüne alındığında, hastalığın önlenmesine yönelik tedbirler önem kazanmaktadır (Nordström P, Nordström G, Lorentzon, 1997:332-337). Önlemede önemli olan gençlik döneminde iyi bir kemik kitlesi elde etmek ve sürdürmektir. Bu da yeterince kalsiyum içeren dengeli beslenme ve kemiklere yük bindiren egzersizleri düzenli ve devamlı yapmakla mümkündür. Ayrıca diğer risk faktörlerinden de kaçınmak gerekir (Akgün, 1994:206-209).

1.11. KMY Ölçülmesinde Dansitometrik Yöntemler

Kemik mineral içeriğinde % 40-50 gibi büyük oranda bir azalma olmadan bulgu vermedikleri için, direkt radyografilerin kemik kaybını saptamadaki hassasiyetleri

düşüktür. Ancak, son 20yılıda yüksek bir doğruluk oranı ve hassasiyet ile iskelet sistemini değerlendirebilecek birçok dansitometrik yöntem geliştirilmiştir (Zorba, Ziyagil, 1995:94-103).

Dansitometreler, kemik yoğunluğunu indirekt olarak ölçmek için geliştirilmiş radyasyon ile çalışan cihazlardır. Kemik veya yumuşak dokuların cihazdan çıkan ionize radyasyonu farklı derecelerde absorbe etmesi esasına dayanırlar. Dansitometrelerin klinikte kullanılan 4 tipi vardır: Single photon, dual photon, single energy X-ray ve dual energy X-ray absorbtimetrileri (Göksoy, 1997:477-483).

1.11.1. Single Photon Absorbtiometri (SPA)

Cameron ve Sorenson tarafından 1963 yılında ilk kez kullanılmıştır (Sindel, 1997:9-15). Richard Wasnich ve John Vogel tarafından, 1982'de Danimarka'da, daha da geliştirilerek kalkaneusdan ölçüm yapan bir model kullanılmaya başlanmıştır (Göksoy, 1997:477-483). Bu yöntem ile kemik ve yumuşak doku ayrımı tam olarak yapılamadığından, daha çok vücudumuzda yağ ve yumuşak dokunun en az olduğu bölgelerde (ön kolda radius, topukta kalkaneus) doğru sonuçlar verir (Yester, 1996:1250-1255). Yumuşak doku katmanlarının fazlaca olduğu kalça bölgesinin kemik yoğunluğu hakkında ise hiçbir bilgi veremez (Göksoy, 1997:477-483). Enerjisinin düşük olmasından dolayı, bu yöntemle omurgada da ölçüm yapılamaz (Zorba, Ziyagil, 1995:94-103). Halbuki, osteoporozda sık rastlanan omurga ve kalça kırıklarının erken tanısı için bu bölgelerde ayrıntılı ölçümlerin yapılması gerekir (Göksoy, 1997:477-483).

Bununla birlikte, cihazın ekonomik olması, düşük dozda (2,5 mrem) radyasyon alınması ve accuracy ve prezisyon hatalarının (sırasıyla %1-4 ve %3-5) düşük olmasından dolayı bazı kliniklerde halen kullanılmaktadır (Göksoy, 1997:477-483).

SPA tekniği ile yapılan ölçümlerde, oturur pozisyondaki hastanın ön kolu ya da ayağı bir su banyosu içerisine daldırılır. Bunun nedeni fotonların yumuşak doku ve yağ dokusunu aşarak kemik üzerine homojen bir şekilde yoğunlaşmasını sağlamaktır (Göksoy, 1997:477-483).

1.11.2. Dual Photon Absorbtiometri (DPA)

İki farklı enerji ile gönderilen fotonlardan düşük enerjili olanlar kemik çevresindeki yumuşak dokuları geçerken, yüksek enerjili olanlar hem kemik hem de yumuşak dokuyu geçebilir. Enerji kaynağı olarak Gadalinium kullanılır (Sindel, 1997:9-15). Çift enerjili bir teknik olduğu için, kemik iliğinde bulunan yağ dokusu sonuçları pek etkilememektedir (Göksoy, 1997: 477-483). SPA'dan farklı olarak omurga, femur ve tüm vücutta ölçüm yapabilmektedir (Zorba, Ziyagil, 1995: 94-103).

Prezisyon hata yüzdesi ve alınan radyasyon dozunun düşük olmasına karşılık, ölçüm süresinin uzun (20-30 dakika) ve kullanılan radyasyon kaynağının pahalı olması bu metodun dezavantajlarından (Sindel, 1997: 9-15). Ayrıca hata payı da çok yüksektir, çünkü DPA yöntemi ile KMY ölçümü trabeküler ve kortikal kemikte bir bütün olarak gerçekleştirilmekte, yani trabeküler ve kortikal kemik ayrımı yapılamamaktadır (Zorba, Ziyagil, 1995: 94-103).

1.11.3. Single Energy X-Ray Absorbtiometri (SXA)

SPA'dan farkı, radyasyon kaynağı olarak radyoaktif iyot yerine tek enerjili x ışınının kullanılmasıdır. SPA' da olduğu gibi yumuşak doku ve kemik ayrımı net yapılamadığından, sadece ön kol ve topuk bölgelerinden ölçüm yapılabilir (Sindel, 1997:9-15). Bu özelliklerinden dolayı osteoporozun erken tanısında kullanım değeri olmayan bir yöntem olarak kalmıştır (Göksoy, 1997:477-483).

1.11.4. Dual Energy X-Ray Absorbtiometri (DEXA)

Bu metodun KMY ölçümlerinde en doğru ve kesin sonuçları verdiği kabul edilmektedir (Yester, 1996:1250-1255). DEXA cihazları ile tüm vücudun KMY' sini, mineral miktarına göre farklı renklerde görüntü oluşturarak ölçmek mümkün olmaktadır (Sindel, 1998:8-11). Bu yöntemde, radyo izotop kaynağı olarak çift enerjili x ışınları kullanıldığı için yumuşak dokuların KMY' yi etkileyen özellikleri ortadan kaldırılmakta ve % 1-2 gibi bir yanılma payı ile ölçüm yapabilmektedir (Göksoy, 199:477-483).

Ölçüm sırasında hastanın radyasyon alma riski yok denecek kadar azdır. İşlem süresi diğer yöntemlere göre çok kısadır (ortalama 10-20 dakika) (Nishimura, Nakata, Tsutsumi, Maeda, Yokoyama, 1997:450-453). Cihazda bulunan ışın kaynağının 5-7 yıl gibi uzun bir süre kullanılabilmesi de yöntemin önemli avantajlarından (Göksoy, 1997:477-483).

Bu yöntemde de, DPA da olduğu gibi, KMY ölçümleri trabeküler ve kortikal kemikte bir bütün olarak yapılmakta (Zorba, Ziyagil, 1995:94-103) ve vücut kompozisyonu da belirlenebilmektedir (Rico, Revilla, Villa, Gomez-Castresana, Del Buergo, 1993:278-281). Kalça bölgesi alt bölgelere (femur boynu, trokanterik ve intertrokanterik bölge ve Ward's üçgeni) ayrı ayrı ölçülebilir. Bunun önemi, her bir alt bölgenin metabolik uyarılara ve biomekanik yüklenmelere karşı verdiği cevabın değişik olmasındandır. Çünkü kortikal / trabeküler kemik oranı bölgeye göre farklılık gösterir (Sindel, 1998:8-11).

İKİNCİ BÖLÜM

2. YÖNTEM

2.1. Deneklerin Seçimi

Bu çalışma, Trabzon İdmanocağı Bayan Futbol takımından yaşları 19 ile 29 arasındaki gönüllü 18 sporcu ve yaşları 19-29 arasında gönüllü 18 sedanter bayan'la gerçekleştirildi.

2.2. Anket Uygulanması

Deneklere yaş, boy, kilo, herhangi bir kemik hastalığının bulunup bulunmadığı, geçmişte veya halen steroid ilaç kullanıp kullanmadığı gibi soruları içeren bir anket uygulandı. Deneklerin hiçbirinde alkol ve uyuşturucu madde bağımlılığı, kemik hastalığı ve steroid ilaç öyküsü yoktu.

2.3. Kilo ve Boy Ölçülmesi

Vücut ağırlığı, cimnastik mayosu giydirilmiş halde ve ayaklar çıplak iken, 0-150 kg arası ağırlık ölçen ve 0,1 kg hassasiyete sahip kantar ile kg cinsinden ölçüldü. Boy, vücut ağırlığı ölçümünde kullanılan kantarda bulunan 0,1 cm hassasiyete sahip metre ile ve ayaklar çıplak, ayak topukları bitişik, vücut ve baş dik, gözler karşıya bakar durumda iken metre cinsinden ölçüldü.

2.4. KMY Ölçümleri

Kemik mineral yoğunluğu ölçümleri, Hologic QDR-4500W (S/N 48403) cihazı kullanılarak Dual Energy X-Ray Absorbtometri (DEXA) yöntemi ile iki bölgeden (omurga, sol femur,) yapıldı.

2.5. İstatiktiksel Analiz

Elde edilen veriler, SPSS for Windows 16,0 paket programında analiz edilmek için bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Kolmogorov-Smirnov Testine göre elde edilen değerler $P=0.05$ anlamlılık düzeyine göre normal olarak dağılmamıştır. Ayrıca denek sayısının 30'un altında olması nedeni ile veriler Mann-Whitney U testine uygun olarak dönüştürülmüştür. Dolayısıyla elde edilen değerlere ilişkin testler için Mann-Whitney U; testi SPSS 16,0 paket programında hesaplanarak alfa 0.05 düzeyinde anlamlılık düzeyleri aranmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULGULAR

Bu bölümde sporcu ve sedanterlerin omurga ve solfemur kemik mineral yoğunluklarının ölçümünün karşılaştırılması yapılarak, iki grup arasında anlamlı bir farkın olup olmadığına ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 1: Futbolcu ve Sedanterlerin KMY ölçümlerinin Mean Rank-Mean Değerlerinin Dağılımı

	DEĞİŞKENLER	N	MEAN RANK	SUM OF RANKS	Sig (P)
OMURGA-T	FUTBOLCU	18	27,14*	488,50**	0,000
	SEDANTER	18	9,86	177,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
OMURGA-Z	FUTBOLCU	18	27,06*	487,00**	0,000
	SEDANTER	18	9,94	179,00	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-T	FUTBOLCU	18	27,47*	494,50**	0,000
	SEDANTER	18	9,53	171,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-Z	FUTBOLCU	18	27,44*	494,00**	0,000
	SEDANTER	18	9,56	172,00	
	TOPLAM	36	-	-	-

P<0.05
*KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki farkın hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.
** KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki fark ortalamalarının hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.

Tablo 1’de araştırma kapsamına alınan gruplara göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (27,14) sedanterlerin (9,86) omurga-t mean rank, futbolcuların (488,50) sedanterlerin (177,50) omurga-t sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında futbolcuların lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Gruplara göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (27,06) sedanterlerin (9,94) omurga-z mean rank, futbolcuların (487,00) sedanterlerin (179,00) omurga-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında futbolcuların lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Gruplara göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (27,47) sedanterlerin (9,53) solfemur-t mean rank, futbolcuların (494,50) sedanterlerin (171,50) solfemur-t sum of ranks değerlerin karşılaştırılması ile; futbolcuların (27,44) sedanterlerin (9,56) solfemur-z mean rank, futbolcuların (494,00) sedanterlerin (172,00) solfemur-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında futbolcuların lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Tablo1’de araştırmaya katılan gruplara göre gruplar arası farkı bulmak amacıyla yapılan Mann-Whitney U testinin KMY ölçüm sonuçlarına göre, Omurga-t (P=0.000), Omurga-z (P=0.000), Solfemur-t (P=0.000), solfemur-z (P=0.000) karşılaştırmasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (P<0.001).

Tablo 2: Deneklerin Yaş Değişkenlerine Göre KMY ölçümlerinin Mean Rank-Mean Değerlerinin Dağılımı

	DEĞİŞKENLER	N	MEAN RANK	SUM OF RANKS	Sig (P)
OMURGA-T	FUTBOLCU	18	13,11	236,00	0,001
	SEDANter	18	23,89	430,00	
	TOPLAM	36	-	-	-
OMURGA-Z	FUTBOLCU	18	13,56	244,00	0,001
	SEDANter	18	23,44	422,00	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-T	FUTBOLCU	18	13,50	243,00	0,001
	SEDANter	18	23,50	423,00	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-Z	FUTBOLCU	18	13,64	245,50	0,001
	SEDANter	18	23,36	420,50	
	TOPLAM	36	-	-	-

P<0.05

*KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki farkın hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.

** KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki fark ortalamalarının hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.

Tablo 2’de araştırma kapsamına alınan deneklerin yaş değişkenlerine göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (13,11) sedanterlerin (23,89) omurga-t mean rank değerleri ile futbolcuların (236,00) sedanterlerin (430,00) omurga-t sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Grupların yaş değişkenlerine göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (13,56) sedanterlerin (23,44) omurga-z mean rank değerleri ile futbolcuların (244,00) sedanterlerin (422,00) omurga-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Gruplara göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (13,50) sedanterlerin (23,50) solfemur-t mean rank, futbolcuların (243,00) sedanterlerin (423,00) solfemur-t sum of ranks değerlerinin karşılaştırılması ile futbolcuların (13,64) sedanterlerin (23,36) solfemur-z mean rank, futbolcuların (245,50) sedanterlerin (420,50) solfemur-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında futbolcuların lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Tablo2’de araştırmaya katılan deneklerin yaş değişkenlerine göre gruplar arası farkı bulmak amacıyla yapılan Mann-Whitney U testinin KMY ölçüm sonuçlarına göre, Omurga-t ($P=0.002$), Omurga-z ($P=0.005$), Solfemur-t ($P=0.004$), solfemur-z ($P=0.006$) karşılaştırılmasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($P<0.001$).

Tablo 3: Deneklerin Kilolarına Göre KMY ölçümlerinin Mean Rank-Mean Değerlerinin Dağılımı

	DEĞİŞKENLER	N	MEAN RANK	SUM OF RANKS	Sig (P)
OMURGA-T	FUTBOLCU	18	17,69	318,50	0,646
	SEDANter	18	19,31	347,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
OMURGA-Z	FUTBOLCU	18	18,03	324,50	0,788
	SEDANter	18	18,97	341,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-T	FUTBOLCU	18	15,86	285,50	0,133
	SEDANter	18	21,14	380,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-Z	FUTBOLCU	18	16,06	289,00	0,164
	SEDANter	18	20,94	377,00	
	TOPLAM	36	-	-	-
P>0.05					
*KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki farkın hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.					
** KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki fark ortalamalarının hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.					

Tablo 3’de araştırma kapsamına alınan deneklerin kilolarına göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (17,69) sedanterlerin (19,31) omurga-t mean rank değerleri ile futbolcuların (318,50) sedanterlerin (347,50) omurga-t sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Grupların kilolarına göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (18,03) sedanterlerin (18,97) omurga-z mean rank değerleri ile futbolcuların (324,50) sedanterlerin (341,50) omurga-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Grupların kilolarına göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (15,86) sedanterlerin (21,14) solfemur-t mean rank, futbolcuların (285,50) sedanterlerin (380,50) solfemur-t sum of ranks değerlerin karşılaştırılması ile; futbolcuların (16,06) sedanterlerin (20,94)

sofemur-z mean rank, futbolcuların (289,00) sedanterlerin (377,00) sofemur-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Tablo 3’de araştırmaya katılan deneklerin kilolarına göre gruplar arası farkı bulmak amacıyla yapılan Mann-Whitney U testinin KMY ölçüm sonuçlarına göre, Omurga-t (P=0.646), Omurga-z (P=0.788), Sofemur-t (P=0.133), sofemur-z (P=0.164) karşılaştırmasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür (P>0.05).

Tablo 4: Deneklerin Boylarına Göre KMY ölçümlerinin Mean Rank-Mean Değerlerinin Dağılımı

	DEĞİŞKENLER	N	MEAN RANK	SUM OF RANKS	Sig (P)
OMURGA-T	FUTBOLCU	18	17,00	289,00	0,419
	SEDANTER	18	19,84	377,00	
	TOPLAM	36	-	-	-
OMURGA-Z	FUTBOLCU	18	17,26	293,50	0,505
	SEDANTER	18	19,61	372,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-T	FUTBOLCU	18	17,38	295,50	0,547
	SEDANTER	18	19,50	370,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
SOLFEMUR-Z	FUTBOLCU	18	17,74	301,50	0,680
	SEDANTER	18	19,18	364,50	
	TOPLAM	36	-	-	-
P>0.05					
*KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki farkın hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.					
** KMY ölçümlerine göre gruplar arasındaki fark ortalamalarının hangi grubun lehine olduğunu ifade eder.					

Tablo 4’de araştırma kapsamına alınan deneklerin boylarına göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (17,00) sedanterlerin (19,84) omurga-t mean rank değerleri ile futbolcuların (289,00) sedanterlerin (377,00) omurga-t sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Grupların boylarına göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (17,26) sedanterlerin (19,61) Omurga-z mean rank değerleri ile futbolcuların (293,50) sedanterlerin (372,50) omurga-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Grupların boylarına göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin sonuçlarına bakıldığında futbolcuların (17,38) sedanterlerin (19,50) solfemur-t mean rank futbolcuların (295,50) sedanterlerin (370,50) solfemur-t sum of ranks değerlerinin karşılaştırılması ile futbolcuların (17,74) sedanterlerin (19,18) solfemur-z mean rank futbolcuların (301,50) sedanterlerin (364,50) solfemur-z sum of ranks değerlerinin karşılaştırılmasında sedanterlerin lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Tablo4'de araştırmaya katılan deneklerin boylarına göre gruplar arası farkı bulmak amacıyla yapılan Mann-Whitney U testinin KMY ölçüm sonuçlarına göre, Omurga-t (P=0.419), Omurga-z (P=0.505), Solfemur-t (P=0.547), solfemur-z (P=0.680) karşılaştırılmasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür (P>0.05).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. TARTIŞMA

4.1. Futbolcular ile Sedanterler Arasındaki KMY Farklılıkları

Peterson ve arkadaşları fiziksel aktivite veya mekanik yüklenmenin, kemik kitlesi, yapısı ve gücünü belirleyen önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Conroy ve arkadaşları fiziksel aktivitenin insanlarda pik kemik kitlesini pozitif olarak etkilediğini bildirmişlerdir. Halioua ve Anderson adölesanlar ve genç erişkinlerde pik kemik kitlesinin elde edilmesinde ve bunun sürdürülmesinde düzenli egzersizin önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Nordström ve arkadaşları da fiziksel aktivitenin pik proksimal femur KMY'nun kazanılmasında önemli bir etken olduğunu bildirmişlerdir. Conroy ve arkadaşları da, benzer şekilde, gençlerin uygun egzersiz alışkanlıkları kazanmaları durumunda pik KMY'nin yükseltilebileceğini rapor ettiler. Sivrikaya, normal yaşam tarzı sınırları içindeki yüksek fiziksel aktivite düzeylerinin bile KMY gelişimi için faydalı olabileceğini ifade etmiştir.

Düppe ve arkadaşları'da bu ölçüdeki aktivitelerin genç erişkinlerin femur KMY'si üzerinde pozitif bir etkisi olduğu ve ileriki yaşlarda ortaya çıkabilecek kırık riskini azaltabileceğini, Law ve ark ile Johnel ve diğerleri de alışkanlık halinde yapılan fiziksel aktivitedeki azalmanın ise, osteoporotik kırıklar için önemli bir risk faktörü olabileceği bildirilmişlerdir.

Diğer yandan Smith, extremitelerin alçıya alınması veya hastanın sürekli yatmak zorunda olması gibi uzun süreli inaktivite durumlarında kemiklerde önemli oranlarda kayıp ortaya çıkarken, düzenli ve sürekli yapılan uygun egzersiz programları çeşitli yaşlardaki erkekler ve kadınlarda kemik kaybını azaltıp kemik kitlesini artırdığını ifade etmiştir. Yine Nishimura fiziksel aktivitenin kısıtlandığı hastalıklarda (KOAH gibi) düşük egzersiz kapasitesi KMY'de azalmaya neden olduğunu belirtmiştir.

Bu çalışmada, bayan futbolcuların ve sedanter bayanların sağ femur, toplam femur, omurga-t, omurga-z, toplam omurga KMY'ları karşılaştırıldığında, belirtilen bölümlerdeki KMY'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur.

Wittich A ve arkadaşları Futbolcularla yapılan bir çalışmada, kalça ve bacak KMY değerleri, aynı yaş grubundaki kontrollerinkinden anlamlı olarak büyük olduğunu bulmuşlardır. Madsen ve arkadaşları, ağırlık yükleyici branşlarda yer alan sporcuların total vücut, bel omurgası ve femur boynu KMY'lerini aynı yaş gurubundaki sedanter kontrollerinkinden anlamlı olarak daha büyük buldular. Emslander HC ve arkadaşları benzer bir çalışmada da, ağırlık yükleyici egzersiz uygulanan deneklerin total vücut ve femur boynu KMY'lerinin kontrollerinkinden anlamlı olarak yüksek olduğunu bulmuşlardır. Pirnay ve arkadaşları da, tenis oyuncularının kol, ön kol ve el bileği KMY'lerinin sedanterlerinkinden anlamlı olarak yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, futbolcuların sedanterlerden daha yüksek KMY'una sahip olmasının en temel nedeni; futbolcuların antrenmanlarının kısa mesafeli koşular içermesi nedeni ile dinamik ve kemik üzerine yük bindirici özellikte bir spor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüzün'e göre kemik güç uygulanınca gelişen, güç ortadan kaldırılınca zayıflayan aktif bir dokudur. Kemik doku, gerilme bükülme ve baskı gibi etkenlere karşı verilen yükü karşılayabilmek için farklı değişimle cevap vererek adapte olmaktadır. Özellikle vücut ağırlığının taşınabildiği ve yerçekimine karşı yapılan yürüyüş, jogging ve koşu gibi temel aktiviteler ağırlık yüklenmeli (weight – bearing) egzersizler olarak tanımlanmakta ve osteojenik etkisinden dolayı kemik uyarılmasında olumlu etki yapmaktadır. Akın ve arkadaşları 2004'de; Dana ve arkadaşları 2001'de; Violav ve diğerleri 2004'de; Fehling ve diğ. 1995 ve Risser ve arkadaşları 1990 da iskeletin belirli bölgelerine spesifik mekanik yüklenme ile kemik mineral yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Egzersizin kemik mineral yoğunluğunu artırıcı etkisi biyokimyasal analizlerle de desteklenmektedir.

Fujimura ve arkadaşları, 23-31 yaşları arasındaki 17 erkekte uyguladıkları dört aylık yüksek yoğunluktaki rezistans egzersiz sırasında, kemik yapımının en önemli biyomarkerlarından olan serum osteokalsin düzeyi ve kemik alkalen fosfataz aktivitesinin

programın ilk ayı içinde anlamlı olarak yükseldiğini ve sonuna kadar da yüksek kaldığını bildirmişlerdir.

4.2. Yaşın KMY üzerindeki etkisi

Araştırma kapsamına alınan deneklerin yaş değişkenlerine göre farkların hangi grubun lehine olduğunu bulmak amacıyla yapılan KMY değerlerinin mean rank sonuçlarına bakıldığında omurga-t değerleri bayan futbolcularda (13,11), sedanter bayanlarda (23,89), omurga-z mean rank değerleri bayan futbolcularda (13,56), sedanter bayanlarda (23,44), solfemur-t mean rank değerleri bayan futbolcularda (13,50), sedanter bayanlarda (23,50), solfemur-z mean rank değerleri bayan futbolcularda (13,64), sedanter bayanlarda (23,36) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre mean rank değerlerinin karşılaştırılmasında sedanter bayanların lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür.

Maynard ve arkadaşları, total vücut, kol, bacak ve pelvis KMY' lerinin erkek ve kızlarda 12 yaşına kadar benzer artış gösterirken, erkeklerde kemik mineral içeriği (KMİ) ve KMY' nin 12 yaşından sonra hızla arttığını, kızlarda ise 14 veya 15 yaşta bir platoya ulaştığı ve bu yaştan sonra minimal artış gösterdiğini buldular. Göksoy, kızlarda 4-8, erkeklerde 4-12 yaşları arasında kemik dansitesinde yaş ve cinsiyetle ilişkili yavaş bir artışın olduğunu, ergenlik ile birlikte kemik büyümesinde hızlı bir artışın gözlemlendiğini ve ergenlik gelişmesinin sonunda kemik gelişiminin yavaşladığını bildirmiştir. Zerath ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada Yaşları 9 ile 19 arasında değişen çocuk ve adolesanların boylarındaki artış ile KMY' larındaki artış arasındaki en büyük farkın kızlarda 11-12 yaş, erkeklerde ise 13-14 yaş grubunda ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Boot ve arkadaşları, kemiğin trabeküler veya kortikal olmasına göre bazı farklılıklar olduğunu, pik kemik kitlesine genellikle 30 yaş civarında ulaşıldığını ifade etmişlerdir. Maynard ve arkadaşları, kadınlarla (16-79 yaş) yaptıkları bir çalışmada, femur boynunda pik KMY' ye 21 yaşında ulaşıp 26 yaşından sonra bu değerde anlamlı bir azalma olduğunu, bel omurgasında ise pik KMY' nin 29 yaşında kazanıldığını, 35 yaşına kadar bir değişme olmadığını, bu yaştan sonra KMY' nin azalmaya başladığını, ayrıca 60 yaş üzerindeki kadınların en düşük KMY' ye sahip olduklarını bulmuşlardır.

Fournier ve arkadaşları Menapoz öncesi kadınlarda, proksimal femur KMY' sinin 30 yaşından sonra azalmaya başladığını tespit etmiştir. Blancet ve arkadaşlarının KMY' nin her iki cinsten 50-60 yaşlarından sonra giderek azaldığını bildirmişlerdir. Bonnick ve arkadaşları Yaşları 50 ile 95 arasında değişen kadın ve erkeklerde, artan yaşla beraber radius, kalça ve omurga KMY' sinin azaldığını bulmuşlardır. Lunt ve arkadaşları, elli yaş üstü kadın ve erkeklerde, kemik kaybının yaşla birlikte giderek artmasına bağlı olarak omurga deformitesi riskinin de arttığını bildirdiler. Lunde ve arkadaşlarının artan yaşla beraber erkek ve kadınlarda kalça kırığı riskinin arttığını rapor etmişlerdir.

Araştırmaya katılan bayan futbolcuların ve sedanter bayanların yaş değişkenlerine göre gruplar arası farkı bulmak amacıyla yapılan Mann-Whitney U testinin KMY ölçüm sonuçlarına göre, Omurga-t (P=0.002), Omurga-z (P=0.005), Solfemur-t (P=0.004), solfemur-z (P=0.006) karşılaştırmasında sedanter bayanların lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür.

Slemenda ve arkadaşları, 5-14 yaşları arasındaki erkek ve kızlarda ağırlık kaldırma aktivitesinin haftalık toplam saatinin radius ve kalça KMY' si ile pozitif ilişkili olduğunu bildirdiler. Granhed ve arkadaşları benzer olarak, haltercilerde yapılan bir çalışmada bir yıl içerisinde kaldırılan toplam ağırlık ile bel omurgası KMI değerleri arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır. Valimaki ve arkadaşları, küçük yaşta (9-18) iken farklı egzersiz düzeylerine sahip erkek ve kadınların ileriki yaşlarda (20-29) yapılan KMY ölçümlerinde, en yüksek egzersiz düzeyine sahip grubun bel omurgası (sadece erkeklerde) ve femur KMY' lerini en düşük egzersiz düzeyine sahip olanlardan daha büyük buldular. Düppe ve arkadaşları, kalça KMY' sinin fiziksel aktivite düzeyi yüksek olan erkeklerde düşük aktivite düzeyine sahip olanlarınkine göre daha büyük olduğunu bildirdiler.

Nordström ve Lorentzon kemik mineral dansitesi çocukluk ve adolesan döneminde artarak 20'li yaşların ortalarında veya bazı bölgelerde muhtemelen 20 yaşından önce pik değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Milinarsky ve arkadaşları Sağlıklı çocuk ve adolesanlarda yaptıkları bir çalışmada, kızlarda 4-8, erkeklerde 4-12 yaşları arasında kemik dansitesinde yaş ve cinsiyetle ilişkili yavaş bir artışın olduğunu, puberte ile birlikte kemik büyümesinde hızlı bir artışın gözlemlendiğini ve pubertal gelişmenin sonunda kemik gelişiminin yavaşladığını belirtmişlerdir. Maynard ve arkadaşları, total vücut, kol, bacak ve

pelvis KMY' sinin erkek ve kızlarda 12 yaşına kadar benzer artış gösterirken, erkeklerde 12 yaşından sonra hızla arttığını kızlarda ise 14 veya 15 yaşında bir platoya ulaştığı ve bu yaştan sonra KMY değerlerinde minimal bir artışın olduğunu bulmuşlardır. Benzer bir bulgu da Boot ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir. Boot ve arkadaşları 4-20 yaş arasındaki çocuklarda yaptıkları çalışmada yaşla birlikte bel omurgası ve total vücut KMY' sinin arttığını, ergenlik süresince KMY' deki artışın ergenlik öncesine göre daha yüksek olduğunu, kızlarda 11, erkeklerde 13 yaşında artışın hızlandığını ve 16 yaşından sonra kızlarda artışın durduğu, erkeklerde ise devam ettiğini buldular.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bulgular, futbolcu bayanlar ile sedanter bayanların KMY üzerine önemli derecede pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Düzenli yapılan fiziksel aktivitenin çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde etkili olduğu bilinmektedir. KMY'nin korunması ve arttırılmasında da düzenli spor en önemli etkenlerden birisidir

Çalışmada bayan futbolcular ve sedanter bayanların sol femur bölümleri ile toplam femur KMY arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Mean Rank-Mean değerlerine bakıldığında, futbolcuların daha yüksek kemik mineral yoğunluklarına sahip olduğu görülmüştür.

Çalışmada bayan futbolcular ve sedanter bayanların yaş değişkenleri arasında istatistiksel olarak sedanterlerin lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

Çalışmada bayan futbolcular ve sedanter bayanların boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları arasında sedanterlerin lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

Araştırmada bulunan sonuçlar ışığında, araştırmacılara ve topluma yönelik öneriler bu bölümde sunulmuştur.

1. Çalışma sadece bayanlar üzerinde değil, erkekler üzerinde de yapılabilir.
2. Çocukluk, yetişkinlik ve yaşlılık dönemlerini kapsayan çalışmalara da yer verilebilir.
3. Farklı spor branşlarının kemik mineral yoğunluğu üzerindeki etkisi araştırılabilir.
4. Fiziksel aktivitenin yanı sıra, beslenme, hormonal faktörler ve kuvvetin KMY üzerindeki etkileri de araştırılabilir.
5. Aynı yaş grubu üzerinde örneklem genişletilerek benzer bir çalışma yapılabilir.
6. Kapsam ve şiddeti farklı egzersiz programlarının uygulandığı, çeşitli gruplar arası karşılaştırmalar yapılabilir.

7. Kemik sağlığını korumak için topluma, hareketsiz yaşam tarzından mümkün olduğu kadar kaçınarak, hareketli bir yaşam tarzı sürdürmeleri önerilebilir.
8. Beden eğitimi öğretmenlerine ve antrenörlere, öğrencilerinin ve sporcularının kemik sağlığını korumak ve ileride oluşabilecek kemik rahatsızlıklarına engel olmak için dersleri ve antrenmanları esnasında mümkün olduğunca kemiklere yük bindirici özellikte egzersizlere yer vermeleri önerilebilir.
9. İleride oluşabilecek osteoporoz gibi kemik hastalıklarına engel olmak için; küçük yaşlardan itibaren kemiklere yük bindirici özellikte fiziksel aktivitelerin yanı sıra kas kütlelerinde artış sağlayan egzersizler yapılabilir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akgün K, Akarırmak Ü, Tüzün F. **Sırt ve Bel Ağrısı Olan Postmenopozal Kadınlarda Kemik Mineral Yoğunluğunun Değerlendirilmesi.** Osteoporoz Dünyasından 1997; 3: 273-277.
- Akgün N. **Egzersiz ve Spor Fizyolojisi.** Cilt II. Ege Üniversitesi Basımevi, 1994; 206-209
- Akhan ES, Büyükkören A. **Postmenapozal Osteoporoz ve Hormon Replasman Tedavisi.** Galenos 1998; 1: 21-23.
- Arıncı, K. & Elhan, A. **Kemikler, Eklemler, Kaslar ve Organlar Anatomisi.** Ankara: Günes Kitabevi, 2001.
- Bando K, Nitta H, Matsubara M, Ishikawa I. **Bone Mineral Density in Periodontally Healty and Edentulous Postmenapausal Women.** Ann Periodontol 1998; 3: 322-326.
- Barrett-Connor E, Goodman-Gruen D. **Gender Differences in İnsülin-Like Growth Factor and Bone Mineral Density Association in Old Age: the Rancho Bernardo Study.** J Bone Miner Res 1998; 13: 1343 -1349.
- Bennell KL, Malcolm SA, Khan KM et al. **Bone Mass and Bone Turnover in Power Athletes, Endurance Athletes, and Controls: A 12-Month Longitudinal Study.** Bone 1997; 20: 477-484.
- Blancet C, Dodin S, Dumont M et al. **Bone Mineral Density in French Canadian Women.** Osteoporos Int 1998; 8: 268-273.
- Bonnick SL, Nichols DL, Sanborn CH et al. **Dissimilar Spine and Femoral Z-Scores in Premenopausal Women.** Calcif Tissue Int 1997; 61: 263-265.
- Boot AM, De Ridder MAJ, Pols HAP et al. **Bone Mineral Density in Children and Adolescents: Relation to Puberty, Calcium İntake and Physical Activity.** J Clin Endocrinol Metab 1997; 82: 57-62.

- Bullock J, Boyle J, Wang MB, Ajello RR. **Physiology**. Pennsylvania: Harwal Publishing Company, 1984: 352-356.
- Candeğer, Y. **Osteoporozun Etiyopatogenezi**. Aktüel Tıp Dergisi 1997; 2: 451-459.
- Colletti LA, Edwards J, Gordon L, Shary J, Bell NH. **The effects of Muscle-Building Exercise on Bone Mineral Density of The Radius, Spine and Hip in Young Men**. Calcif Tissue Int 1989; 45: 12-14.
- Conroy BP, Kraemer WJ, Maresh CM et al. **Bone Mineral Density in Elite Junior Olympic Weightlifters**. Med Sci Sports Exerc 1993; 25: 1103-1109.
- Cunningham J, Segre GV, Slatopolsky E, Avioli LV. **Effect of Heavy Exercise on Mineral Metabolism and Calcium Regulating Hormones in Humans**. Calcif Tissue Int 1985; 37: 598-601.
- De Schepper J, Smitz J, Rosseneu S, Bollen P, Louis O. **Lumbar Spine Bone Mineral Density in Diabetic Children With Recent Onset**. Horm Res 1998; 50: 193-196.
- Despopoulos A, Silbernagl S. Çev. Ed. Çavuşoğlu H. **Renkli Fizyoloji Atlası**. İstanbul: Yüce Yayınları A.Ş., 1997; 254-258.
- Dook JE, James C, Henderson NK, Price RI. **Exercise and Bone Mineral Density in Mature Female Athletes**. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 291-296.
- Düppe H, Gardsell P, Johnell O et al. **Bone Mineral Density, Muscle Strength and Physical Activity**. Acta Orthop Scand 1997; 68: 97-103.
- Eastell R, Boyle IT, Compston T et al. **Management of Male Osteoporosis: Report of The UK Consensus Group**. QJM 1998; 91: 71-92.
- Ebbesen EN, Thomsen JS, Beck-Nielsen H. **Vertebral Bone Density Evaluated by Dual-Energy x-ray Absorbtiometry and Quantitative Computed Tomography in Vitro**. Bone 1998; 23: 283-290.
- Emslander HC, Sinaki M, Muhs JM et al. **Bone Mass and Muscle Strength in Female College Athletes**. Mayo Clin Proc 1998; 73; 12: 1151-1160.
- Endres DB, Rude RK. **Mineral and Bone Metabolism**. In Burtis CA, Ashwood ER, ed. **Clinical Chemistry**. Philadelphia: W.B.Saunders Company, 1994: 1887-1973.

- Ensrud KE, Lipschutz RC, Cauley JA et al. **Body Size and Hip Fracture Risk in Older Women: A Prospective Study.** Study of Osteoporotic Fractures Research Group. Am J Med 1997; 103: 274-280.
- Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. **Effects of Weight and Body Mass Index on Bone Mineral Density in Men and Women: the Framingham Study.** J Bone Miner Res 1993; 5: 567-572.
- Fiore CE, Cottini E, Fargetta C, Di Salvo G, Foti R, Raspagliesi M. **The Effects of Muscle-Building Exercise on Forearm Bone Mineral Content and Osteoblast Activity in Drug-Free and Anabolic Steroids Self-Administering Young Men.** Bone and Mineral 1991; 13: 77-83.
- Fiore CE, Dieli M, Vintaloro G, Gibilaro M, Guiccone G, Cottini E. **Body Composition and Bone Mineral Density in Competitive Athletes in Different Sports.** Int J Tiss Reac 1996; 4: 121-124.
- Fournier PE, Rizzoli R, Slosman DO, Theintz G, Bonjour JP. **Asynchrony Between The Rates of Standing Height Gain and Bone Mass Accumulation During Puberty.** Osteoporos Int 1997; 7: 525-532.
- Fujimura R, Ashizawa N, Watanabe M et al. **Effect of Resistance Exercise Training on Bone Formation and Resorption in Young Male Subjects Assessed by Biomarkers of Bone Metabolism.** J Bone Miner Res 1997; 12: 656-660.
- Ganong WF. **Medical Physiology.** New Jersey: Prentice-Hall International Inc., 1995: 352-364.
- Göksoy T. **Kemik Mineral Yoğunluğu Ölçüm Yöntemleri.** Aktüel Tıp Dergisi 1997; 2: 477-483.
- Göksoy T. **Kemik Mineral Yoğunluğu Ölçüm Yöntemleri.** Aktüel Tıp Dergisi 1997; 2: 477-483.
- Grainge MJ, Coupland CA, Cliffe SJ, Chilver CE, Hosking DJ. **Cigarette Smoking, Alcohol and Caffeine Consumption, and Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: The Nottingham EPIC Study Group.** Osteoporos Int 1998; 8: 355-363.

- Granhed H, Ragnar J, Hansson T. **The Loads on The Lumbar Spine During Extreme Weight Lifting.** Spine 1987; 12: 146-149.
- Grimston SK, Tanguay KE, Gundberg CM, Hanley DA. **The Calcitropic Hormone Response to Changes in Serum Calcium During Exercise in Female Long Distance Runners.** J Clin Endocrinol Metab 1993; 76: 867-872.
- Guyton AC, Hall JE. **Medical Physiology. Philadelphia:** W.B.Saunders Company, 1996: 985-1001.
- Gül Baba G. **Osteoporozda Biokimyasal Markerlar.** Aktüel Tıp Dergisi 1997; 2: 496-498.
- Gülçin GD, Hürriyet Y, Nurdan P, Selma Ö. **Obesitenin Kemik Mineral Dansitesi Üzerine Etkisi.** Ege Fiz Tıp Reh Der 1998; 4: 17-21.
- Halioua L, Anderson J. **Lifetime Calcium İntake and Physical Activity Habits: İndependent and Combined Effects on The Radial Bone of Healty Premenopausal Caucasian Women.** Am J Clin Nutr 1989; 49: 534-41.
- Heinonen A, Oja P, Kannus P, Sievanen H, Manttari A, Vuori I. **Bone Mineral Density of Female Athletes in Different Sports.** Bone and Mineral 1993; 23: 1-14.
- Heinrich CH, Going SB, Pamentier RW, Perry CD, Boyden TW, Lohman TG. **Bone Mineral Content of Cyclically Menstruating Female Resistance and Endurance Trained Athletes.** Med Sci Sports Exerc. 1990; 22: 558-562.
- Hendersson KN, Price RI, Colr JH, Gutteridge DH, Bhagat CI. **Bone Density in Young Women is Associated With Body Weight and Muscle Strenght but Not Dietary İntakes.** J Bone Minner Res 1995; 10: 384-392.
- Johnell O, Gullberg B, Allander E, Kanis JH, Medos Study Group. **The Apparent İncidence of Hip Fractures in Europe.** Osteoporoz Int 1992; 2: 298-302.
- Kayaalp SO. **Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji.** Ankara Hacettepe- TAŞ kitapçılık Ltd. Şti, 1998; 2: 1337-1339.
- Kerr D, Morton A, Dick I, Prince R. **Exercise Effects on Bone Mass in Postmenopausal Women are Site-Specific and Load Dependent.** J Bone Miner Res 1996; 11: 218-225.

- Kipen Y, Briganti EM, Strauss BJ, Littlejohn GO, Morand EF. **Three Year Follow-Up of Body Composition Changes in Premenopausal Woman With Systemic Lupus Erythematosus.** Rheumatology 1999; 38: 59-65.
- Klausen T, Breum L, Sorensen HA, Schifter S, Sonne B. **Plasma Levels of Parathyroid Hormone, Vitamin D, Calcitonin, and Calcium in Association With Endurance Exercise.** Calcif Tissue Int 1993; 52: 205-208.
- Krall EA, Dawson-Hughes B. **Smoking Increases Bone Loss and Decreases Intestinal Calcium Absorbtion.** J Bone Miner Res 1999; 14: 215-220.
- Larcos G, Baillon LG. **An Evaluation of Bone Mineral Density in Australian Women of Asian Descent.** Australas Radiol 1998; 42: 341-343.
- Lau Em, Li M, Woo J, Lai C. **Bone Mineral Density and Body Composition in Patients With Airflow Obstruction- The Role of Inhaled Steroid Therapy, Disease and Lifestyle.** Clin Exp Allergy 1998; 28: 1066-1071.
- Law MR, Wald NJ, Meade T. **Strategies for Prevention of Osteoporosis and Hip Fracture.** Br Med J 1991; 303: 453-459.
- Lee EJ, Long KA, Risser WL et al. **Variations in Bone Status of Contralateral and Regional Sites in Young Athletic Women.** Med Sci Sports Exerc 1995; 27: 1354-61.
- Lehman R, Wapniarz M, Hofmann B, Pieper B, Haubitz I, Allolio B. **Drinking Water Fluoridation: Bone Mineral Density and Hip Fracture Incidence.** Bone 1998; 22: 273-278.
- Leppala J, Kannus P, Sievanen H, Vuori I, Jarvinen M. **A Tibial Shaft Fracture Sustained in Childhood or Adolescence Does not Seem to Interfere With Attainment of Peak Bone Density.** J Bone Miner Res 1999;14: 988-993.
- Looker AC, Orwoll ES, Johnston CC Jr et al. **Prevalence of Low Femoral Bone Density in Older U.S. Adults From NHANES III.** J Bone Miner Res 1997; 12: 1761-1768.
- Lunde AV, Barrett-Connor E, Morton DJ. **Serum Albumin and Bone Mineral Density in Healty Older Men and Women: the Rancho Bernardo Study.** Osteoporos Int 1998; 8: 547-551.

- Lunt H, Florkowski Cm, Cundy T et al. **A Population-Based Study of Bone Mineral Density in Women With Longstanding Type 1 (insulin dependent) Diabetes.** *Diabetes Res Clin Pract* 1998; 40: 31-38.
- Lunt M, Felsenberg D, Reeve J et al. **Bone Density Variation and Its Effects on Risk of Vertebral Deformity in Men and Women Studied in Thirteen European centers: the EVOS Study.** *J Bone Miner Res* 1997; 12: 1883-1894.
- Madsen KL, Adams WC, Van Loan MD. **Effects of Physical Activity, Body Weight and Composition, and Muscular Strength on Bone Density in Young Women.** *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 114-120.
- Maynard LM, Guo SS, Chumlea WC et al. **Total-Body and Regional Bone Mineral Content and Areal Bone Mineral Density in Children Aged 8-18 y: The Fels Longitudinal Study.** *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 1111-1117.
- Mazess RB, Howard SB. **Bone Density in Premenopausal Women: Effects of Age, Dietary Intake, Physical Activity, Smoking, and Birth-Control Pills.** *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 132-142.
- Milinarsky A, Fischer S, Giadrosich V, Casonova D. **Bone Mineral Density by Single Photon X-ray Absorptiometry in Chilean Children and Adolescents.** *J Rheumatol* 1998; 25: 2003-8.
- Ng Tm, Bajjoka IE. **Treatment Options for Osteoporosis in Chronic Liver Disease Patients Requiring Liver Transplantation.** *Ann Pharmacother* 1999; 33: 233-235.
- Nishimura Y, Nakata H, Tsutsumi M, Maeda H, Yokoyama M. **Relationship Between Changes of Bone Mineral Content and Twelve-Minute Walking Distance in Men With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a Longitudinal Study.** *Intern Med* 1997; 36: 450-453.
- Nishiyama S, Tomoeda S, Takao O, Higuchi A, Matsuda I. **Differences in Basal and Postexercise Osteocalcin Levels in Athletic and Nonathletic Humans.** *Calcif Tissue Int* 1988; 43: 150-154.

- Nordstöm P, Nordstöm G, Thorsen K, Lorentzon R. **Local Bone Mineral Density, Muscle Strength, and Exercise in Adolescent Boys: A Comparative Study of Two Groups With Different Muscle Strength and Exercise Levels.** Calcif Tissue Int 1996; 58: 402-408
- Nordström P, Nordström G, Lorentzon R. **Correlation of Bone Density to Strength and Physical Activity in Young Men With a Low or Moderate Level of Physical Activity.** Calcif Tissue Int 1997; 60: 332-337.
- Noyan A. **Fizyoloji.** Ankara: Meteksan A.Ş. 1996; 1046-1048.
- Ongphiphadhanakul B, Rajatnavin R, Chanprasertyothin S et al. **Estrogen Receptor Gene Polymorphism is Associated With Bone Mineral Density in Premenopausal Women But Not in Postmenopausal Women.** J Endocrinol Invest 1998; 8: 487-493.
- Oral A. **Osteoporoz ve Sonuçları.** Lokomotor 1997; 1: 4-7.
- Orozco P, Nolla JM. **Associations Between Body Morphology and Bone Mineral Density in Premenopausal Women.** Eur J Epidemiol 1997; 13: 919-924.
- Orwoll ES, Ferar J, Oviatt SK, Mc Clung MR, Huntington K. **The Relationship of Swimming Exercise to Bone Mass in Men and Women.** Arch Intern Med 1989; 149: 2197-2200.
- Özden, M. **Anatomi ve Fizyoloji,** (6.Baskı). Ankara; Federal Matbaası. 1994.
- Peker Ö, Füzün S, Küçüktaş FE, Özaksoy D, Akalın E, Biçer M. **Kemik Mineral Yoğunluğu ve Obesite.** Ege Fiz Tıp Reh Der 1996; 2: 229-233.
- Peterson SE, Peterson MD, Raymond G, Gilligan C, Checovich MM, Smith EL. **Muscular Strength and Bone Density With Weight Training in Middle-Aged Women.** Med Sci Sports Exerc. 1991; 23: 499-504.
- Pirnay F, Bodeux M, Crielaard JM, Franchimont P. **Bone Mineral Content and Physical Activity.** Int J Sports Med 1987; 8: 331-335.
- Pollock ML, Mengelkoch LJ, Graves JE et al. **Twenty Year Follow Up of Aerobic Power and Body Composition of Older Track Athletes.** J Appl Physiol 1997; 82: 1508-16.

- Reid IR, Ames R, Evans MC et al. **Determinants of Total Body and Regional Bone Mineral Density in Normal Postmenopausal Women - A Key Rol For Fat Mass.** J Clin Endocrinol Metab 1992; 75: 45-51.
- Reinus WR, McAlister WH, Schranck F, Chines A, Whyte Mp. **Differing Lumbar Vertebral Mineralization Rates in Ambulatory Pediatric Patients With Osteogenesis Imperfecta.** Calcif Tissue Int 1998; 62: 17-20.
- Reutrakul S, Ongphiphadhanakul B, Piaseu N et al. **The Effects of Oestrogen Exposure on Bone Mass in Male to Female Transsexuals.** Clin Endocrinol 1998; 49: 811-814.
- Rico H, Revilla M, Villa LF, Gomez-Castresana F, Del Buergo MA. **Body Composition in Postpuberal Boy Cyclists.** J Sports Med Phys Fitness 1993; 33: 278-281.
- Robinson RJ, al-Azzawi F, Iqbal SJ et al. **Osteoporozis and Determinants of Bone Density in Patients With Crohn's Disease.** Dig Dis Sci 1988; 43: 2500-2506.
- Robinson TL, Snow-Harter C, Taaffe DR, Gillis D, Shaw J, Marcus R. **Gymnasts Exhibit Higher Bone Mass Than Runners Respite Similar Prevalence of Amenorrhea and Oligomenorrhea.** J Bone Miner Res 1995; 10: 26-35.
- Salvasen H, Johansson AG, Foxdal P, Wide L, Piehl-Aulin K, Ljunghall S. **Intact Serum Parahyroid Hormone Levels Increase During Running Exercise in Well-Trained Men.** Calcif Tissue Int 1994; 54: 256-261.
- Scane AC, Francis RM, Sutcliffe AM, Francis MJ, Rawlings DJ, Chapple Cl. **Case-Control Study of The Pathogenesis and Sequelae of Symptomatic Vertebral Fractures in men.** Osteoporos Int 1999; 9: 91-97.
- Sepici V. **Kemik Remodelingi.** Aktüel Tıp Dergisi 1997; 2: 442-446.
- Simith EL, Gilligan C. **Physical Activity Effects on Bone Metabolism.** Calcif Tissue Int 1991; 49: 50-54.
- Sindel, D. **Osteoporozda Görüntüleme Yöntemleri.** Hipokrat Lokomotor. 1997; 1: 9-15
- Sindel, D. **Osteoporozda Kemik Mineral Yoğunluğu Ölçümünde DXA Yöntemi.** Galenos. 1998; 1: 8-11.

- Sindel, D. **Osteoporozda Laboratuvar Değerlendirme.** Hipokrat lokomotor 1997; 1: 16-22.
- Sivrikaya, H.A. **Erkek ve Bayan Sporcularda Farklı Spor Branşlarının Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkileri.** Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoloji Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi. Erzurum, 2000.
- Slemenda CW, Miller JZ, Hui SL, Reister TK, Johnston CC. **Role of Physical Activity in The Development of Skeletal Mass in Children.** J Bone Miner 1991; 6: 1227-1233.
- Smeets -Goevaers CG, Lesusink GL, Papapoulos SE et al. **The Prevalance of Low Bone Mineral Density in Dutch Derimenopausal Women: The Eindhoven Perimenopausal Osteoporosis Study.** Osteoporos Int 1998; 8: 404-409.
- Soliman AT, Bererhi H, Darwish A, Alzalabani MM, Wali Y, Ansari B. **Decreased Bone Mineral Density in Prepubertal Children With Sickle Cell Disease: Correlation With Growth Parameters, Degree of Siderosis and Secretion of Growth Factors.** J Trop Pediatr 1998; 44: 194-198.
- Soliman AT, El Banna N, Abdel Fattah M, El Zalabani MM, Ansari BM. **Bone Mineral Density in Prepubertal Children With Thalassemia: Correlation With Growth and Hormonal Data.** Metabolism 1998; 47: 541-548.
- Tortora GJ, Anagnostakos NP. **Principles of Anatomy and Physiology.** New York: Harper and Row Publishers, 1987; 15: 120-131.
- Tüzün, F. **Osteoporozda Genel Bakıs.** Editör: Tüzün, F. **Kemik Eklem Dekadında Osteoperoz ve Kemik Kalitesi.** Lilly, İstanbul, 2003. s: 9 – 10.
- Ueng SW, Lin SS, Wang CR, Liu SJ, Tai CL, Shih CH. **Bone Healing of Tibial Lengthening is Delayed by Cigarette Smoking: Study of Bone Mineral Density and Torsional Strength on Rabbits.** J Trauma 1999; 46: 110-115.
- Valimaki MJ, Karkkainen M, Lamberg C et al. **Exercise, Smoking and Calcium İntake During Adolescence and Early Adulthood as Determinants of Peak Bone Mass.** BMJ 1994; 309: 230-235.

- Vander AJ, Sherman JH, Juciano DS. **Human Physiology**. New York: Mc Graw Hill inc. 1994; 546-551.
- Willing MC, Torner JC, Burns TL, Segar ET, Werner JR. **Determinants of Bone Mineral Density in Postmenopausal White Lowans**. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 1997; 52: M337-342.
- Wittich A, Mautalen CA, Oliveri MB, Bagur A, Somoza F, Rotemberg E. **Professional Football Players Have a Markedly Greater Skeletal Mineral Content, Density and Size Than Age- and BMI-Matched Controls**. Calcif Tissue Int 1998; 63: 112-117.
- Yalıman A. **Egzersiz ve Osteoporoz**. Galenos 1998; 1: 27-33.
- Yalıman A. **Osteoporoz Prevansiyonu**. Lokomotor 1997; 1: 23-30.
- Yamada Y, Mizuno K, Kotaki H, Otsuji K. **A Survey Regarding the Factors That Influence Bone Mineral Density Among Female High School Students**. J Med 1997; 28: 393-404.
- Yarasheski KE, Campbell JA, Kohrt WM. **Effect of Resistance Exercise and Growth Hormone on Bone Density in Older Men**. Clinical Endocrinology 1997; 47: 223-229.
- Yester, MV. **Bone Mineral Analysis**. Nuclear medicine. U.S.A: Mosby, 1996: 1: 1250-1255.
- Young N, Formica C, Szmukler G, Seeman E. **Bone Density at Weight-Bearing and Nonweight-Bearing Sites in Ballet Dancers: The Effects of Exercise, Hypogonadism, and Body Weight**. J Clin Endocrinol Metab 1994; 78: 449-454.
- Zerath E, Holy X, Douce P, Guezennec CY, Chatard JC. **Effect of Endurance Training on Postexercise Parathyroid Hormone Levels in Elderly Men**. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 1139-1145.
- Zorba E, Ziyagil MA. **Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Metotları**. Ankara: GEN Matbaacılık Reklamcılık Ltd.Şti. 1995: 94-103.

ÖZGEÇMİŞ

Ali BAŞ, 05.03.1972 tarihinde Akçaabat 'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Akçaabat 'ta tamamladı. 1991-1995 Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi Spor Öğretmenliği bölümünde okudu. 2009 Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 1995-1996 Hakkâri'de, 1996'dan bu yana Akçaabat Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde Beden Eğitimi ve spor öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

Orta düzeyde İngilizce bilmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.