



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**20-40 YAŞ ARASI ERKEKLERDE 10 HAFTALIK EGZERSİZ  
PROGRAMININ KEMİK TURN-OVER MARKERLARI VE  
KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ**

HAZIRLAYAN: VEYSİ ÇAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SPOR SAĞLIK ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gürbüz BÜYÜKYAZI

MANİSA-2015



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**20-40 YAŞ ARASI ERKEKLERDE 10 HAFTALIK EGZERSİZ  
PROGRAMININ KEMİK TURN-OVER MARKERLARI VE  
KEMİK MİNERAL YOĞUNLUĞU ÜZERİNE ETKİSİ**

HAZIRLAYAN: VEYSİ ÇAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SPOR SAĞLIK ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Gürbüz BÜYÜKYAZI

(Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Rana VAROL

(Jüri Üyesi)

Doç. Dr. Mehmet GÖRAL

(Jüri Üyesi)

MANİSA-2015

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından, veri toplanması ve yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.



**Veysi ÇAY**

## TEŞEKKÜR

Bu tez, Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından 2014-110 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Tez çalışmam süresince bana danışmanlık yapan, engin bilgi ve birikimiyle beni yetiştiren, ve desteğini bir an olsun esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Gürbüz BÜYÜKYAZI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bize sahip çıkan önümüzdeki bütün kapıları açan güler yüzü ve yardımseverliğiyle örnek aldığım, verdiği sonsuz destek ve katkılarından dolayı değerli hocam sayın Doç. Dr. Mehmet GÖRAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tezimin ortaya çıkmasında tecrübesi, güleryüzü, anlayışlı ve motive edici tutumu ile bana yol gösteren, bilimsel araştırma yöntem ve görüşünü kazandıran değerli biyokimya hocam sayın Prof. Dr. Cevval ULMAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Birlikte çalışmaktan onur duyduğum, ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve güleryüzünden dolayı değerli hocam sayın Doç.Dr. Gül GÜMÜŞER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca beni bir an bile olsun yalnız bırakmayan, tezimin her adımında alınının teri ve emeği olan çok değerli ekip arkadaşım doktora öğrencisi Yeliz DOĞRU'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Veysi ÇAY**

## İÇİNDEKİLER

<b>BEYAN</b> .....	i
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	v
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	vi
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>ÖZET</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı .....	3
1.2. Hipotezler .....	4
1.3. Varsayımlar .....	5
1.4. Limitasyonlar .....	5
<b>2.LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	6
2.1. Osteoporozun Tanımı .....	6
2.1.1. Erkek Osteoporozu.....	9
2.2. Kemik Yapı .....	11
2.1.1. Kemik Doku Hücreleri .....	12
2.2.2. Total ve Kemiğe Spesifik Alkale Fosfataz.....	14
2.2.3. C Terminal Telopektid Total Prokolajen .....	15
2.2.4. Prokolajen 1 N-terminal Peptid .....	15
2.3. Maksimal Oksijen Tüketimi.....	16
2.4. Çabuk Kuvvet Antrenmanları .....	17
2.4. Egzersizin Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkisi .....	20
<b>3. GEREÇLER VE YÖNTEMLER</b> .....	22
3.1. Yerleşim .....	22
3.2. Çalışma Grubu.....	22
3.3 Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği.....	24

3.4. Çalışma Dizaynı .....	24
3.5. Yöntem .....	25
3.5.1. Egzersiz Protokolü .....	25
3.5.2. Egzersiz Şiddeti .....	26
3.5.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümü.....	27
3.5.4. İndirek Maksimal Oksijen Tüketim Tespiti ( $VO_{2max}$ ).....	28
3.5.4.1. İki Kilometre Yürüyüş Testi Protokolü.....	28
3.6. Kan Alımı Ve Biyokimyasal Analizler .....	29
3.7. Dexa Ölçümü.....	30
3.8. İstatistiksel Analiz .....	30
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>31</b>
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>45</b>
5.1. Aerobik Koşu ve Çabuk Kuvvet Egzersizlerin $VO_{2max}$ ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi.....	45
5.2. Aerobik Koşu ve Çabuk Kuvvet Egzersizlerin Egzersizlerin Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi.....	48
5.3. Sonuç.....	53
<b>6. ÖNERİLER</b> .....	<b>54</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>55</b>
EK-1 İzin Bildirgesi .....	61
EK-2 Borg 6-20 (1971), Algılanan Yorgunluk Skalası .....	67
EK-3 Antrenman Kartı (Aerobik Koşu ve Çabuk Kuvvet Programı) .....	68
EK-4 Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği Anketi .....	69
<b>8. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>70</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AZD	Algılanan Zorluk Derecesi
ALP	Alkalen Fosfataz
BKİ	Beden Kütle İndeksi
BMD	Bone Mineral Density
CTX	C Terminal Telopeptit total prokollagen
DKK	Doruk Kemik Kütlesi
EG	Egzersiz Grubu
KG	Kontrol Grubu
KASY <sub>max</sub>	Maksimal Kalp Atım Sayısı Yedeği
PINP	Prokollagen 1 N-terminal Peptid
RPE	Rated Perceived Exertion Algılanan Zorluk Derecesi
VA	Vücut Ağırlığı
YVA	Yağsız Vücut Ağırlığı
WHO	World Health Organization Dünya Sağlık Örgütü

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: 20-40 yaş arası erkeklerin on hafta süreli antrenman programı .....	26
Tablo 2: Tanita vücut kompozisyon analiz örneği .....	27
Tablo 3: EG'nin ön ve son fiziksel ve fizyolojik parametreleri .....	32
Tablo 4: KG'nin ön ve son fiziksel ve fizyolojik parametreleri .....	33
Tablo 5: EG'nin kemik yoğunluğu ön ve son değerleri .....	34
Tablo 6: KG'nin kemik yoğunluğu ön ve son değerleri .....	35
Tablo 7: Grupların fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin ön değerlerinin gruplararası karşılaştırması.....	36
Tablo 8: Grupların antrenman öncesi ve sonrası fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin grup içi karşılaştırması .....	37
Tablo 9: Fiziksel ve fizyolojik parametrelerde antrenmanla meydana gelen farkların gruplararası karşılaştırması .....	38
Tablo 10: Grupların biyokimyasal parametrelerindeki ön ve son değerlerin grup içi karşılaştırılması .....	40
Tablo 11: Biyokimyasal parametrelerde antrenman öncesi değerlerin gruplararası karşılaştırması.....	41
Tablo 12: Biyokimyasal parametrelerde antrenmanla meydana gelen farkların gruplararası karşılaştırılması .....	42
Tablo 13: Grupların kemik mineral yoğunluğu parametrelerindeki ön ve son değerlerin grup içi karşılaştırması .....	43
Tablo 14: Grupların kemik mineral yoğunluğu parametrelerinde antrenmanla meydana gelen farkların gruplararası karşılaştırması.....	44



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Normal kemiğin ve osteoporotik kemiğin şematik gösterimi.....	6
Şekil 2: Kemik kalitesi ve kırılabilirlik ilişkisi .....	7
Şekil 3: Normal, osteopenik, osteoporotik kemiğin şematik gösterimi .....	8
Şekil 4: Kemiğin yeniden yapılanma fazlarının şematik gösterimi .....	13
Şekil 5: Sit ups.....	19
Şekil 6: Hyperextension .....	19
Şekil 7: Push up.....	19
Şekil 8: Lateral leg raises .....	19
Şekil 9: Jump squat .....	19
Şekil 10: Prone cobra .....	19

**Tezin Başlığı: 20-40 Yaş Arası Erkeklerde 10 Haftalık Egzersiz Programının Kemik Turn-Over Markerları ve Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkisi**

**Öğrencinin Adı:** Veysi ÇAY

**Danışmanı:** Prof. Dr. Gürbüz BÜYÜKYAZI

**Anabilim Dalı:** Spor Sağlık Anabilim Dalı

## ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada, 20-40 yaş arası erkeklerde on haftalık egzersiz programının vücut kompozisyonu, MaxVO<sub>2</sub> ve kemik turn over markerlarından Beta Cross Laps, PINP, ALP, BALP ve kemik mineral yoğunluğu üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya Manisa bölgesinde yaşayan, düzenli egzersiz yapmayan, 20-40 yaş arası, 37 sağlıklı erkek katılmıştır. Çalışma grubu; Egzersiz grubu (EG) (n=19) ve kontrol grubu (KG) (n=18) olarak 2 gruba ayrılmıştır. Egzersiz grupları; haftada 3 gün, günde 20 dakika ile başlayıp her iki haftada %10'luk artışlarla 28 dk'ya ulaşan sürelerde jogging uygulamışlardır. EG ilk 5 hafta 20,20,22,22 ve 24 dk'luk sürelerde maksimal kalp atım sayısı yedeği (KASYmax)'ın %60 şiddetinde, ikinci 5 haftada ise 24,26,26,28 ve 28 dk'luk sürelerde KASYmax'ın %70 şiddetinde jogging ve çabuk kuvvet uyguladılar. Antrenman programından önce ve sonra tüm katılımcıların vücut kompozisyonu, MaxVO<sub>2</sub>, kemik turn over markerlarından Beta Cross Laps (CTx), PINP, ALP, BALP ve kemik mineral yoğunluğu düzeyleri ölçüldü.

**Bulgular:** 10 haftalık antrenmanlar sonrasında vücut kompozisyonu ölçümlerinde (vücut ağırlığı (VA), yağ oranı, yağ miktarı ve beden kütle indeksi (BKİ) ve MaxVO<sub>2</sub>, kolesterol, testosteron, serbest testosteron, vitamin D ve BALP değerlerinde EG'de istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

**Sonuçlar:** Son yıllarda keşfedilen kemik yapım belirteci olan PINP'de egzersiz grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bir artış, kemik yıkım belirteci olan CTx'de ise azalma bulunmuştur. BALP ve femur boynu, shaft ve toplam skorlarda(DEXA) meydana gelen artış, uyguladığımız egzersizlerinin KMY üzerinde olumlu, dolayısıyla osteoporozdan koruyucu etkiye sahip olduğu söylenebilir ve ayrıca açık havada yapılan egzersizlerin yararının vitamin D'de meydana gelen artış ile doğru orantılı olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Aerobik egzersiz, indirek MaxVO<sub>2</sub>, kemik turn over markerları, kemik mineral yoğunluğu, kemik alkale fosfataz.

**Tezin Başlığı: The Effect of Ten-Week Exercise Programs on Bone Turn-Over Markers and Bone Mineral Density in Men Aged 20-40 Years.**

**Öğrencinin Adı:** Veysi ÇAY

**Danışmanı:** Prof. Dr. Gürbüz BÜYÜKYAZI

**Anabilim Dalı:** Spor Sağlık Anabilim Dalı

### **SUMMARY**

**Aim:** The aim of this study is to investigate the effect of ten-week exercise programs on the body composition, MaxVO<sub>2</sub> and Beta Cross Laps, PINP, ALP, BAP, the markers of bone turn over markers and bone mineral density in men aged 20-40 years.

**Methods:** Thirty seven healthy sedentary men aged 20-40 years and living in Manisa region participated in the study and were divided into two groups as exercise group (EG; n=19) and control group (CG; n= 18). Exercise groups jogged for ten weeks, three days per week from 20 min per day steadily increasing up to 28 minutes. EG jogged and power training at the intensity of 60% maximal heart rate reserve (HRR<sub>max</sub>) for 20, 20, 22, 22 and 24 minutes for the first five weeks. They jogged for 24, 26, 26, 28 and 28 minutes at the intensity of 70% HRR<sub>max</sub> for the second five weeks.

**Results:** They jogged for 24, 26, 26, 28 and 28 minutes at the intensity of 70% HRR<sub>max</sub> for the second five weeks. Body composition, MaxVO<sub>2</sub>, Beta Cross Laps, PINP, ALP, BALP and bone mineral density levels of all participants were measured before and after the study. At the end of the 10-week training programs, more significant changes were observed in body composition measurements (body weight, lean body weight, body fat percent, fat weight, body mass index) and MaxVO<sub>2</sub> in BWG.

**Conclusion:** Although it is not statistically meaningful, there is some increase in PINP which is a marker of bone formation and some decrease in CTx which is a marker of bone resorption. It can be suggested that the increase in BALP femur length and total scores(DEXA) and the exercises we did have positive effects on KMY and therefore they have protective effects from osteoreposis. Moreover, there is a correlation between the increase in vitamin D and the outdoor exercises.

**Key words:** Aerobic exercises, estimated MaxVO<sub>2</sub>, bone turnover markers, bone mineral density, bone alkaline phosphatase.

## 1.GİRİŞ

İnsan vücudunun çatısını oluşturan kemikler, hareket etmeyi sağlamanın yanı sıra hayati organları (beyin, kalp vb.) koruyan, içinde bulundurdukları kemik iliği ile kan için gereken şekilli elemanların yapımını sağlayan ve mineralize kollajen çatısı ile birçok minerali yapısında depolayan özelleşmiş bir bağ dokusudur (Tüzün 2003). Kemiğin işlevine uygun sağlam bir yapı kazanması yaşam süresince sürekli yıkılıp, tekrar yapılmasıdır (Tanakol 1990). Kemiğin dinamikliği, sağlıklı olması ve kırılma eşiğinin durumu, yıkım süreci ile yapım süreci arasındaki dengenin korunması ile ilgilidir. Teknolojik gelişme ile yaşam kalitesi artarken, insanlara az hareketli, sedanter ve kolay bir yaşam biçimi sunulmaktadır. Böylelikle osteoporoz ve sonuçlarından etkilenen insan sayısı her geçen gün artmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tanımına göre osteoporoz, düşük kemik kütlesi ve kemik dokusunda bozulmayla birlikte kırık oluşumunun artmasıdır. Tıp dünyasının birçok hastalıkta olduğu gibi, osteoporozda da cinsiyet yönelimli yaklaşmış olması ve kadınların daha çok osteoporoz riski altında olmaları nedeniyle, osteoporoz sanki sadece kadınların hastalığıymış gibi görülmüş ve erkek osteoporozu hakkındaki bilgiler sınırlı olarak kalmıştır. Halbuki osteoporoz, erkekleri kadınlar kadar etkilemese de, erkeklerde de önemli bir problemdir ve erkekler de yaşlanmayla birlikte ciddi miktarda kemik kaybına uğrar (Orwoll 1995).

Osteoporozdan korunmada amaç, bireyleri uygun beslenmeye ve düzenli egzersiz yapmaya yönlendirmektir. Düzenli fiziksel aktivite düzeyini arttırmanın, yaş ile birlikte bozulan yapısal ve fonksiyonel kas değişimlerini, olumlu yönde etkileyebileceği ve kalça kırığı riskini % 40-60 azaltabileceği söylenebilir (Fielding 1995). Ayrıca, fiziksel aktivitenin kas kuvvetini, aerobik gücü, esneklik ve dengeyi geliştirdiği; yaşam kalitesini iyileştirdiği; fonksiyonellik sağladığı; düşme riskini azalttığı belirlenmiştir (Barnett ve ark 2003).

Kemiğin metabolik aktiviteleri için gerekli olan hücreler, osteoblast, osteoklast ve osteositlerdir. Osteoblastlar, kemik matriksi sentezler ve mineralizasyonu düzenleyerek kemik yapımını sağlarlar. Osteoklastlar ise kemik yıkımını sağlar ve mononükleer fagositik hücrelerden köken alır. Osteositler, osteoblastların farklılaşmasıyla oluşurlar ve kemik matriksin devamlılığını sağlarlar (Russell ve ark 2007).

Kemiğin hücresel olmayan elemanları organik ve inorganik matrikstir. Organik matriks (protein matriks), %90 oranında Tip 1 kollajenden oluşur ve kemik kitlesinin yaklaşık %30-35'ini oluşturur. Tip I kollajenin sentez hızının ve kemik yapımının kollajen fazının bir

göstergesi olarak kabul edilirler. Kemikteki tip I kollajen oluşumu sırasında dolaşıma geçen PINP ölçümü osteoblast aktivitesi ve kollajen yapımının iyi bir göstergesidir (Tsai ve ark. 1999)

Alkalin fosfataz enziminin temel rolü kemik yapımının başlatılmasını sağlamaktır. Dolaşımda genellikle dört alkalin fosfataz izoenzimi bulunur. İsimlerinden de anlaşıldığı gibi, her bir izoenzim, karaciğer, kemik, plasenta ve bağırsak için göreceli olarak spesifiktir. Kemiğe spesifik alkalin fosfataz, osteoblastlar tarafından üretilir ve kemik yapımı için gereklidir. Kemik yapımı süresince yüksek konsantrasyonlarda bulunur (Kanbur 2008). Fujimura ve ark., (1997)'de 23-31 yaşları arasındaki 17 erkekte uyguladıkları dört aylık yüksek yoğunluktaki dayanıklılık egzersiz sırasında, kemik yapımının en önemli biyokimyasal belirteçlerden olan kemik alkalin fosfataz aktivitesinin programın ilk ayı içinde anlamlı bir şekilde yükseldiğini ve sonuna kadar da yüksek kaldığını bildirmişlerdir. Serumda, kemik alkalin fosfataz aktivitesi kemik mineralizasyonunu ve kemik formasyonunu yansıtmaktadır (Fujimura ve ark. 1997).

Normal kemik dokusunun gelişmesi için tiroid hormonlarının yeterli miktarda salgılanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Tiroid hormonlarının aşırı artması serum osteokalsin, alkalin fosfataz ve kalsiyum konsantrasyonunda artışa neden olur (Calvo ve ark. 1996). Hipertiroidizm PTH ve 1.25 dihidroksivitamin D'de azalma yaparak bağırsaklardan kalsiyum absorpsiyonunu azalır. Vitamin D'nin en büyük kaynağı güneşten elde edilen ultraviyole B ışınlarıdır. Deride ise 7- dehidrokolesterol öncülü genel dolaşım yolu ile karaciğerde 25-hidroksilaz ile metabolize olarak 25-hidroksi- vitamin D'ye çevirirler (Gimeno ve ark. 1997). Vitamin D'nin azalması ve kalsiyum absorpsiyonunun azalması kemik dokusu üzerine olumsuz yan etkilere neden olmaktadır. İleriki yaşlarda D vitamini desteğinin kırıkların önlenmesindeki önemi konusunda yapılan birçok çalışma bulunmaktadır (Rapuri ve ark. 2004).

Fiziksel aktivite veya mekanik yüklenme, kemik kitlesi, yapısı ve gücünü belirleyen önemli bir faktördür. Kemik kitlesinin gelişimi, adolesan 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. Gençlere uygun egzersiz alışkanlıklarının kazandırılması pik KMY'yi yükseltebilir (Nakamura 1997). Kuvvet çalışmaları kas hücrelerinin boyutunun büyümesine ve dolayısıyla kas içindeki proteinin artmasına neden olmaktadır. Düzenli yapılan kuvvet çalışmaları yaşa bağımlı kemik doku

kaybını azaltıp, kemik mineral yoğunluğunu ve total beden mineral içeriğini korur ya da artırır. Kemik yapısına doğrudan etkisinin yanı sıra kuvvet denge ve bedensel etkinlik düzeyini artırıp, osteoporoza bağlı kırıkları engeller, kuvvet çalışmaları ile postural stabilitenin korunmasının düşmeyi engelleyebileceği düşünülmektedir (Sivrikaya 2000). Bilinçli egzersiz uygulamaları, denge kaybedip düşme riskini ve yaralanma riskini azaltır (kalça ya da bilek kırılmaları), vücudun kas ve kemik kütlesi kaybını yavaşlatır, esneklik artar, denge ve hareket yeteneğini geliştir, sağlıklı ve uzun bir yaşam sunar (Yaman 2003). Erkeklerde serum testosteron ve gonadotropinlerin uzun süreli fiziksel egzersiz sırasında ve sonrasında azaldığı, buna karşılık serum kortizol düzeyin arttığı gösterilmiştir. Bazı çalışmalarda fiziksel egzersiz sırasında plazma testosteron yoğunluğunun yükseldiği saptanmıştır. Ancak, atletlerde yoğun kısa süreli veya uzun süreli egzersizin sonunda serum testosteron yoğunluğunun düşük olduğu; fiziksel zorlanma ne kadar fazla olursa bu değişiminde o kadar büyük ve daha uzun süre kalıcı olduğu saptanmıştır (Kyd 1998).

Bu çalışmada, kemik alkalin fosfataz, C Terminal Telopeptid total prokollagen (B-CTX, beta crosslap), PINP (human prokollagen 1 N-terminal peptid) markerları çalışılmıştır. Sportif aktivitenin kemik yoğunluğuna etkisinin saptanması ile bu konuda alınacak önlemlerin belirlenmesi daha sağlıklı bir toplum oluşturulmasında yarar sağlayacaktır. Literatürde bu yaş grubu erkeklere uyguladığımız kombine antrenman programı ile kemik turn-over markerleri ve kemik mineral yoğunluğunu (BMD) birlikte inceleyen çalışmaya rastlanılamamıştır.

### **1.1. Çalışmanın Amacı**

Çalışmamızın amacı 20-40 yaş arası erkeklerde on haftalık egzersiz programının kemik turn over markerleri ve kemik mineral yoğunluğu üzerine etkisini incelemektir. Bu çalışmada; kolay ve çok düşük risklerle aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri uygulanmıştır.

İnsanların hareket etme ve atlama gibi bazı kabiliyetlerini gerçekleştirmeleri; kaslar, kemikler ve kemikler arasında bağlantıyı sağlayan eklemlerin uyum içinde çalışmasıyla gerçekleşir. İnsan vücudunun çatısını oluşturan kemikler, hareket etmeyi sağlamanın yanı sıra hayati organları (beyin, kalp vb.) korumaktadır. Kemikğin işlevine uygun sağlam bir yapı kazanması yaşam süresince sürekli yıkılıp, tekrar yapılmasıdır. Kemikğin dinamikliği, sağlıklı olması ve kırılma eşiğinin durumu, yıkım süreci ile yapım süreci arasındaki dengenin korunması ile ilgilidir. Yaşamın ileriki yıllarında sahip olunan kemik kütlesi ile giderek

yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan sağlık problemlerinin artması ülkeleri bu sorunlara karşı önlemler almaya yöneltmektedir. Bu açıdan bakıldığında sportif aktivitenin kemik yoğunluğuna etkisinin saptanması ile bu konuda alınacak önlemlerin belirlenmesi ve daha sağlıklı bir toplum oluşturulmasında yarar sağlayacaktır. Literatürde bu yaş grubu erkeklere % 60-70 şiddette jogging ve çabuk kuvvet kombineli bir antrenman programı ile kemik turnover markerleri ve kemik mineral yoğunluğunu (BMD) birlikte inceleyen çalışma yapılmamıştır.

Bu bakımdan 20-40 yaş arası erkekler üzerinde yapılacak bu çalışmada, spor bilimcilere ve antrenörlere osteoporozu önlemede geçerli bir antrenman programı önerisi de sunmaktadır. Ayrıca egzersiz yapan ve egzersiz yapmayan grupla karşılaştırarak yapılan egzersizin doğru, yararlı olup olmadığını ve yararının çalışmaya katılan gönüllüler ile paylaşılması kemik mineral yoğunluğu ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkisi incelenerek, toplumların belirtilen sağlık problemlerinin önlenmesinde egzersizi hayat boyu devam ettirmede motivasyon sağlayacağı düşünülmektedir.

## **1.2. Hipotezler**

1. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda alkalen fosfataz'da meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.
2. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda kemik alkalen fosfataz'da meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.
3. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda kalsiyum'da meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.
4. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda fosfor'da meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.
5. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda prokollagen 1 N-terminal peptid'de meydana gelen artış, kontrol grubundan fazla olur.
6. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda C Terminal Telopeptit total prokollagen(beta crosslap)'da meydana gelen azalma, kontrol grubundan fazla olur.
7. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda hemoglobin A1C'de meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.

8. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda 25-hidroksi vitamin D'de meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.

9. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda trigliseridde meydana gelen azalma, kontrol grubundan fazla olur.

10. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda kemik mineral yoğunluğunda meydana gelen artma, kontrol grubundan fazla olur.

11. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda Maksimal Oksijen Tüketimi'nde ( $VO_{2max}$ ) meydana gelen artış, kontrol grubundan fazla olur.

12. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri ile egzersiz grubunda vücut yağ oranında meydana gelen azalma, kontrol grubundan daha fazla olur.

### 1.3. Varsayımlar

1. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri boyunca katılımcıların antrenmanlara tam olarak motive oldukları varsayılmıştır.

2. On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri başlamadan önce katılımcılara verilen beslenme anketlerinin ve kişisel bilgi formunun samimi bir şekilde doldurulduğu varsayılmıştır.

3. Kontrol grubunun antrenman programı süresince yapılan uyarıları dikkate alarak egzersiz yapmadıkları varsayılmıştır.

4. Katılımcıların fiziksel ve fizyolojik parametrelerin ölçümünde optimum performans gösterdikleri varsayılmıştır.

5. Tüm katılımcıların ölçümler öncesi ikaz edildikleri gibi fiziksel ve fizyolojik ölçümleri etkileyecek yiyecek ve içeceklerden kaçındıkları varsayılmıştır.

### 1.4. Limitasyon

1. Katılımcı sayısının azlığı,
2. Elde edilen sonuçlar 20-40 yaş arası erkek katılımcılar için değerlendirilebilir,
3. Bu çalışmadaki katılımcılar yalnızca Manisa ili Turgutlu ilçesinde yaşayan erkeklerden oluşmuştur.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. OSTEOPOROZUN TANIMI

Osteoporoz tanımı ilk olarak 1829'da Jean Georges Lobstein tarafından "gözeli kemik" (porous bone) olarak tanımlanmıştır. Daha sonra Albright tarafından 1948'de "kemik içinde çok az kemik" tanımlaması yapılmıştır. 2000 yılında ilk osteoporoz konsensus toplantısında ise "kırık riskinin artışına neden olan kemik gücü kaybı ile karakterize bir kas-iskelet sistemi bozukluğu" olarak nitelendirilmiştir (Uysal 2008).

Son yıllarda yapılan tanımlamaya göre; Osteoporoz, düşük kemik kütlesi ve kemik dokusunun mikromimari yapısının bozulması sonucu, kemik kırılabilirliğinde ve kırığa yatkınlıkta artış ile karakterize, yaşlı popülasyonunda yaşam kalitesinin azalmasına yol açan, toplum sağlığını tehdit eden sistemik bir iskelet hastalığıdır (Kutsal 2009).

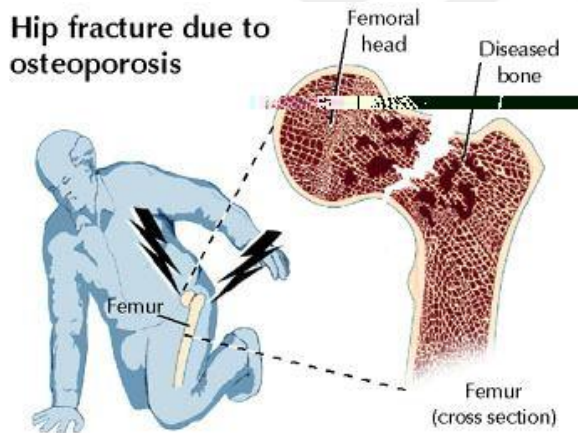


**Şekil 1:** Normal kemiğin ve osteoporotik kemiğin şematik gösterimi (Uysal 2008).

Son yıllarda insan ömrünün uzaması ile beraber osteoporozun görülme sıklığı artmış ve geniş halk kitlelerini etkileyen bir sağlık problemi haline gelmiştir. Dünyada 200 milyondan fazla kişi, osteoporoz sorunu yaşamakta ve etkilenen kişilerin yaklaşık %40'ını 50 yaş ve üzeri kadınlar oluşturmaktadır. Uluslararası Osteoporoz Derneği; 50 yaş ve üzerindeki her 3 kadından birinin osteoporozla bağlı kemik kırıklarına maruz kalacağını belirtmektedir (Liu ve ark. 2011).

Erkeklerde osteoporoz kadınlardan daha az görülmektedir. Osteoporozun kadınlara oranla erkeklerde daha az görülmesinin nedenleri; iskelet gelişimi sırasındaki yüksek kemik kütlesi

oranı ve kemik yıkımını hızlandırıcı menopoz gibi bir durumun bulunmaması olarak sayılabilmektedir. Erkeklerde kalça ve omurga kırığı insidansı yaş ile birlikte artmaktadır. Erkeklerde kortikal kemik kaybı, endokortikal rezorbsiyon az, periostal formasyon ise fazladır. Erkeklerin kemikleri kadınların kemiklerinden daha uzun ve büyük olduğu için erkeklerin total kemik kütleleri daha fazladır. Fakat erkekler ve kadınlar aynı trabeküler sayı ve kalınlığa sahip olduklarından kemik volümü için ayarlanmış değerler dikkate alındığında erkek ve kadınların benzer pik kemik mineral dansitesine sahip oldukları görülür. Osteoporozun kadınlara oranla erkeklerde daha az görülmesinin nedenleri arasında; erkeklerde iskelet gelişimi sırasındaki yüksek kemik kütlesi oranı ve kemik yıkımını hızlandırıcı menopoz eşdeğeri bir durumunun olmaması sayılabilmektedir. Kadın osteoporozunda patogeneze gonadal fonksiyonların kesilmesi sorumluyken, erkeklerde çeşitli risk ya da sekonder bir takım sebepler ön plana çıkmaktadır (Kaplan 2007).



**Şekil 2:** Kemik kalitesi ve kırılabilirlik ilişkisi (Aysan 2010).

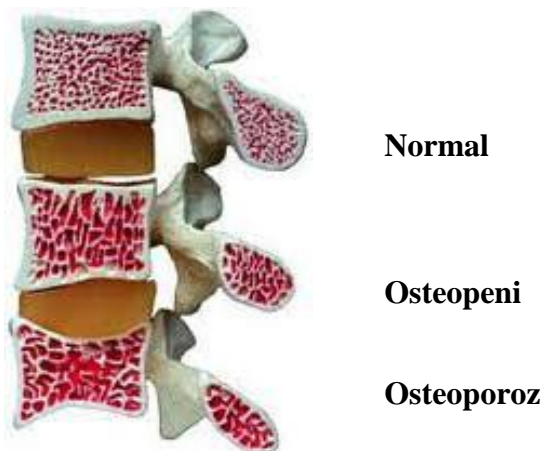
Erkeklerde osteoporozun %40-50'si sekonder nedenlere bağlı olarak gelişmektedir. Erken yaşlarda kırıkların tümü travmaya maruziyetin fazla olması nedeniyle erkeklerde daha fazladır. İleri yaşlarda eğilim tamamen tersine döner. Yaş ilerledikçe, kalça ve vertebra kırıkları artar. Erkeklerde kalça kırığı, kadınların yaklaşık 1/3'ü kadardır. Erkeklerde vertebra kırıkları, sıklıkla alt torakal bölgede lokalize olmakta ve anterior kompresyon tipi kırıklar gözlenmektedir. Pelvis ve femur shaftı kırıkları ise, çocukluk ve gençlikte belirgin artış göstermekle beraber orta yaşta azalır ve 75 yaşından sonra çok hızlı bir artışla karşımıza çıkmaktadır. Tüm vertebra kompresyon kırıklarının %14'ü ve yine tüm kalça kırıklarının %25-30'u erkeklerde görülmekte ve önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir. Yine 50 yaş

üzerinde yaşam boyu kırık riski beyaz erkekte; kalçada %16–17, önkolda %2–3, vertebrada ise klinik olarak %16 ve radyolojik olarak %35 olarak tespit edilmiştir (Campion ve Maricic 2003). Erkekler kadınlardan daha büyük kemiklere sahip olması kemik kütlelerinin daha fazla olmasını sağlamaktadır. Ancak kemik yoğunluğu açısından cinsiyetler arasında fark yoktur. (Aysan 2010).

Osteoporoz sonucu meydana gelen özellikle kalça ve omurga kırıkları hastaların günlük aktivitelerini kısıtlamakta ve yaşam kalitelerini düşürmektedir. Kalça kırıkları diğer osteoporotik kırıklara oranla daha fazla ekonomik yük, sakatlık ve ölüme neden olmaktadır. Kalça kırığı insidansının en yüksek olduğu ülkeler İskandinav ülkeleridir (Seven 2004).

Osteoporoz; kemiğin birim hacmine düşen, kemik dokusunun azalmasıdır ve genellikle asemptomatik seyreder. Fraktür riskini artırarak büyük ölçüde ekonomik kayba, morbidite (hastalık görülme hızı) ve mortaliteye (ölüm hızı) neden olabilmektedir. Kalça fraktürleri %20 mortalite ile sonlanmaktadır ve %50 oranında hasta tekrar bağımsız yaşama dönememektedir. Tanı ise sıklıkla fraktür oluşuktan sonra konulabilmektedir. Osteoporozda risk faktörlerinin saptanması, erken dönemde tanı konulması ve fraktür oluşmadan gerekli önlemlerin alınması esas amaçtır (Seven 2004).

Osteoporozda risk faktörlerinin erken tanımlanması ve önleme programlarının geliştirilmesi; hastalığın artışını durdurmak, kırıkları önlemek ve sağlık bakım giderlerini azaltmak için gereklidir. Çünkü osteoporoz ve osteoporotik kırıklar için risk faktörlerinin tanımlanması ile risk altındaki hastalar belirlenebilmekte, kırık başta olmak üzere oluşacak diğer komplikasyonlar önlenebilmektedir (Sivrikaya 2005).



**Şekil 3:** Normal, osteopenik, osteoporotik kemiğin şematik gösterimi (Uysal 2008).

Uzun dönemde orta şiddette yapılan fiziksel aktivitenin, kemik kütlesini belirleyen en önemli ve tek belirleyici etken olduğu düşünülmektedir (Compston ve ark 2009).

Egzersiz, erişkinlerde doruk kemik kütlesini mekanik yüklenmeler ile arttıran büyük bir etken olduğu, büyüme sırasında yapılan farklı düzeydeki egzersizlerin, kemik gücündeki artıştan ziyade, uzun kemiklerin çaplarında ve kortikal kalınlıklarında farklılıklara yol açtığını belirtilmiştir. Egzersiz ile kortikal kemiğin kalınlığında % 25 ile % 30 oranında bir artış sağlanmaktadır. Kemiklere yapılan yüklenme ne kadar çok olursa, kemik birikimi de o oranda artmaktadır (Bozkurt 2005).

### 2.1.1 Erkek Osteoporozu

Osteoporoz, 1993 yılındaki, konsensus konferansında, “frajilitede ve kırık riskinde artma ile sonuçlanan düşük kemik yoğunluğu ve kemik dokunun mikromimarisinin bozulması ile karakterize bir sistemik iskelet hastalığı” olarak tanımlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH), 2000 yılında bu tanımlamayı “kişide artmış kırık riskine eğilim yaratan kemik kuvvetindeki azalma ile karakterize metabolik kemik bozukluğu” şeklinde modifiye etmiştir. Kemik kuvveti, iki ana özelliğin (kemik yoğunluğu ve kemik kalitesi) bütünlüğünü yansıtır (Tüzün 2003). Kemik kalitesinin kliniğe tek uygulanabilir indeksi, hastanın tıbbi öyküsünde frajilite kırıklarının olmasıdır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) frajilite kırıklarını normal kemikte kırık oluşturmaya yetmeyecek bir hasar sonucu oluşan kırıklar olarak tanımlamıştır. Klinik olarak frajilite kırığı, minimal bir travma sonucu (örneğin; ayaktayken yere düşmek gibi) oluşan kırıklardır. Tıp dünyasının birçok hastalıkta olduğu gibi, osteoporoz da cinsiyet yönelimli yaklaşmış olması ve kadınların daha çok osteoporoz riski altında olmaları nedeniyle, osteoporoz sanki sadece kadınların hastalığıymış gibi görülmüş ve erkek osteoporozu hakkındaki bilgiler sınırlı olarak kalmıştır. Hâlbuki osteoporoz, erkekleri kadınlar kadar etkilemese de, erkeklerde de önemli bir problemdir ve erkekler de yaşlanmayla birlikte ciddi miktarda kemik kaybına uğrar (Riggs 1986). Yaşlı erkeklerin yaşa özgü kalça kırığı insidansları ve vertebral kırık prevalansları kadınlardakinin en az yarısı kadardır. Ülkemizdeki rakamlar net olarak bilinmemekle birlikte ABD’de 2001 yılında osteoporoz için yaklaşık 17 milyar dolar harcama yapıldığı, bunun da 3-4 milyar dolarının erkek osteoporozu için harcandığı tahmin edilmektedir (Orwoll 1995). Osteoporozun erkeklerde de önemli bir problem olduğunun anlaşılması sonucu bu alandaki

çalışmalar ve bilgiler de giderek artmaktadır. Bu nedenle biz de bu yazımızda erkek osteoporozunu gözden geçirmeyi uygun bulduk.

Ülkemizdeki erkek osteoporozu hakkında elimizde yeterli veri yoktur. 2002 yılı verilerine göre, ABD’de 2 milyon erkekte osteoporoz mevcuttur ve ilaveten 12 milyon erkekte de düşük kemik kütlesi bulunmaktadır. Buna karşın 4-6 milyon Amerikalı kadında osteoporoz, 13-17 milyon Amerikalı kadında da düşük kemik kütlesi mevcuttur. Erkekler için hayat boyu osteoporotik kırık riski %13’tür ve tüm kalça kırıklarının 1/3’ü osteoporotik kırıktır (Cummings 2002). Yukarıdaki verilerin de işaret ettiği gibi osteoporoz erkeklerde kadınlara oranla daha az görülür, bu farkın nedenleri çok çeşitli olabilir. En önemli neden menopozdur. Erkeklerin beklenen yaşam süreleri daha kısa olduğu için, erkeklerin osteoporoz komplikasyonları ile karşılaşacak yeterli sürelerinin olmadığı yönünde bir tespit yapılmaktadır. Erkeklerde kadınlara göre daha az osteoporoz görülmesine karşın osteoporozla ilişkili istenmeyen sonuçlar daha çok görülmektedir ve bununla ilişkili mortalite oranları da kadınlara göre daha yüksek olmaktadır (Center ve ark. 1999). Osteoporozun erkeklerde ileri yaşta görülmesi bu sonuçların önemli bir nedeni gibi görülmektedir (Cooper ve ark. 1992).

Erkeklerle kadınlar arasında iskelet boyutu ve toplam kemik mineral içeriği açısından önemli farklar vardır. Doruk kemik kitlesine ulaşılan yaşlarda volümetrik yoğunluklar arasında ( $\text{g/cm}^3$ ) belirgin bir fark olmamasına rağmen alansal yoğunluk ölçüldüğünde erkekler kadınlara oranla yaklaşık %8-10 civarında daha fazla doruk kemik kütlesi kazanır. Bu fark erkeklere mekanik bir avantaj sağlar. Ek olarak, erkeklerde yaşlanma ile birlikte, tübüler ve aksiyel kemiklerin boyutlarında artma olur çünkü erkek iskeletindeki periosteal kemik yapımı kadınlardakine göre daha fazladır. Bu da erkek iskeleti için bir avantaj sağlar. Ancak bu koruyucu mekanizma, kemik periosteal bölgelerinin daha az aktif olduğu kalça bölgesinde çok fayda sağlayamaz.

Yaşa bağlı kemik kaybı her iki cinste de görülmesine rağmen menopozda kadınlarda ortaya çıkan östrojen yetersizliği kemik kaybının daha fazla olmasına neden olur. Bunun aksine erkeklerde testosteron düzeyleri nispeten sabit kalır. Kadınlar menopozdan sonraki 10 yılda hızlandırılmış, geçici bir kemik kaybı evresine girer ve bu süngerimsi kemik kayıplarının (vertebra ve distal ön koldaki) %20-30’undan, kortikal kemik kayıplarının da (proksimal femur ve orta ön koldaki) %5-10’undan sorumludur. Bu kemik kaybı evresi, tip 1 osteoporoz sendromuna yol açar ki; bu da menopozdan sonraki 15-20 yıl boyunca sürer ve akut vertebral kompresyon kırıkları ve distal önkol (Colles’) kırıkları ile karakterizedir (Riggs

ve ark. 1998). Daha sonra kemik kaybının bu hızlı safhası yavaşlar ve altta yatan sürekli olarak devam eden yavaş kemik kaybı evresinin geç safhası ile birleşir. Bu modelin tersine, erkeklerde menopozdakine benzer bir dönem yoktur ve bundan dolayı da hızlı kemik kaybı evresi görülmez, bununla birlikte erkeklerde yavaş ve sürekli bir kemik kaybı süreci vardır. Yaşam boyu, bu yavaş evre kortikal kemik kayıplarının yaklaşık %20-30'undan sorumludur ve her iki cinste tip 2 osteoporoz sendromuna neden olur. Bu sendromla ilişkili majör kırıklar proksimal femurdaki ve vertebra kenarlarındaki kırıklardır.

Süngerimsi ve kortikal kemiklerin değişik bölgelerinde de bu sendromla ilişkili kırıklar görülebilir. Erkeklerde kırıklar kadınlara nazaran daha az görülür. Erkeklerdeki kemik kırılabilirliğinin daha az olmasına neden olan faktörleri şu şekilde özetlenebilir (Seeman 1998):

1. Daha yüksek bir doruk kemik kütle ve boyutu,
2. Daha yüksek doruk kemik kütlesi nedeniyle daha düşük oranda kemik kaybı,
3. Kadınlarda görülen trabeküler tabakanın perforasyonu ve konnektivite kaybının aksine azalmış kemik yapımı sonucu trabeküler kemik kaybının incelmeye ile olması,
4. Daha az endokortikal rezorpsiyon ve daha fazla periosteal kemik oluşumu sonucu kortikal incelmeye kemiklerde daha az olması,
5. Erkeklerdeki intrakortikal porozitenin kadınlara göre daha az olması.

## 2.2. Kemik Yapı

Kemik, mineralize kollajen çatısı olan özelleşmiş canlı ve dinamik özel bir bağ dokusu şeklindedir. Ana görevi vücut için mekanik destek sağlayarak, beyin ve spinal kord gibi önemli yapıları korumak ve başta kalsiyum olmak üzere birçok mineral için depo görevi görmektir. Kalsiyumun %99'u, fosfatın %85'i, magnezyumun %50'si kemiklere depolanmaktadır.

Kemik dokunun 3 önemli fonksiyonu vardır;

1. Mekanik fonksiyon: İskelet kaslarının tendonlarına yapışma yeri sağlaması ve bu kasların kontraksiyonu ile oluşan kuvvetlerin vücut hareketlerine yönlendirilmesi.
2. Koruyucu fonksiyon: Sertliğinden dolayı hayati önemi olan organların korunmasını da üstlenmiştir. Örneğin kafatasıyla beyini, omurgayla omuriliği, göğüs kafesiyle başta kalp olmak üzere diğer organları çevreleyerek korumaya almaktadır. Kemik, iliği barındırarak kan elemanlarının oluşumuna uygun ortam hazırlamaktadır.

3. Metabolik fonksiyon: Kalsiyum, fosfat ve diğ er iyonların depolanması; bu iyonların vücut sıvılarındaki dengelerinin ayarlanmasında kemik hayati öneme sahiptir (Bayçu 1995).

### 2.2.1. Kemik Dokusunun Hücreleri

Kemik hücreleri kemiğ in bakım, onarım ve adaptasyonundan sorumlu özelleş miş bir hücre sistemi oluşturmakla görevlidirler (Sutcliffe 2006).

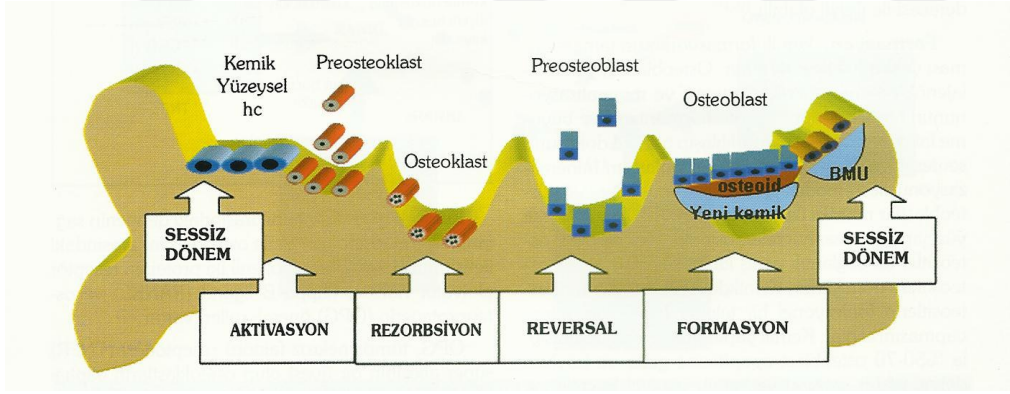
**Osteoprogenitör hücre**, kemiğ in ana hücrelerindedir. Mezenş im hücrelerinden farklılaş ırlar ve fibroblastlara benzerler. Sürekli mitozla bölünerek bir kısmı aynen kalır. Geriye kalanlar osteoblastları oluştururlar. Osteoprogenitör hücreler kemiğ in tüm yüzeylerinde bulunurlar. Kemik yapısı ve geliş imi sırasında aktif hale gelerek bölünürler ve osteoblast hücrelerine dönüşürler.

**Osteoblastlar**, kemik yapısının hücre dış ı matriks sentezinden, kemik mineralizasyonundan ve matriksin kollajen dış ı proteinlerinin üretiminden sorumludurlar. Osteoblastlar, alkale fosfataz enzimince zengindirler. Osteoklast birikimi ve aktivitesi için gerekli sistemik uyarıları düzenlerler. Kemik yüzeyinde basit bir epitel örtüsü meydana getirerek yan yana tek sıralı diziler yaparlar.

**Osteositler**, kemik hücreleri içinde sayıları en çok olan hücre grubunu oluştururlar. Osteoblastlardan köken alırlar. Osteoblastlar mineralize matriks içinde kaldıkça görünüş ü ve işlevi değ işir, daha az sekresyon yapmaya başlar ve ilerleyen dokunun gerisinde kalarak osteosit adını alır. Özellikle fiziki strese maruz kalan kemikte ilk etkilenen hücre grubu osteositlerdir. Osteositler osteoblastları, osteoblastlar da osteoklastları aktive ederek kemik rezorbsiyonunu başlatırlar.

**Osteoklastlar**, kemik rezorpsiyonundan sorumlu çok multinükleer hücrelerdir. Matriks çözücü, kalsiyum ve fosfat serbestleştirici etkileri vardır. Kemik yıkımını sağlayan kendilerine özgü niteliğ e sahip osteoklastların yüzeyleri, işlevsel olarak iki farklı bölgeye ayrılmaktadır. Saydam bölge, eritilecek kemik yüzeyine sıkı bir şekilde tutunmayı sağlamaktadır. Fırçamsı kenar bölgesi, kendi başına kemik yıkımı işlemini gerçekleştirmektedir. Osteoporozda, osteoklastlara bağı kemik yıkımı yalnızca kemik kütleindeki kayıptan sorumlu olmakla kalmayıp, perforasyonlara yol açarak trabekülerin devamlılığ ını bozmakta, böylelikle kemikteki esnekliğ i azaltmakta ve korteksin porozitesini artırmaktadır (Aloia 1989).

Kemik sabit bir destek dokusu olmayıp erişkin bir kişide yıkım ve yapım olayı hayat boyunca devam etmektedir. İskelet dokusunun büyümesi süresince bu işlemler daha da hızlı olmaktadır. Büyüme, metabolik aktivitenin daha çok yapım tarafında kalmasının sonucunda olmakta ve buna kemiğin yapılanması (modeling) adı verilmektedir (Bartl ve ark. 2009). Maturasyon sağlandıktan yani doruk kemik kütleline (DKK) eriştikten sonra yetişkinlerde normal yapının korunması ve kemik üzerine uygulanan mekanik güçlere kemiğin adapte olabilmesi için kemik dokuda yıkım (rezorbsiyon) ve yapım (formasyon) olayları dengeli bir biçimde devam etmektedir. Buna kemiğin yeniden yapılanması (remodeling) denir. Yetişkinlerde kemik yapımı, yeniden yapılanmaya göre daha az sıklıkta gerçekleşir (Sutcliffe 2006).



**Şekil 4:** Kemiğin yeniden yapılanma fazlarının şematik gösterimi (Ataman 2012).

Kemik kütleline korunması için yapım ve yıkımın dengede olması gereklidir. Bu dengeyi koruyarak kemiğin yeniden yapılanmasını sağlayan lokal ve sistemik etkili bazı hormon ve büyüme faktörleri mevcuttur (Tümer 1997). Bunlardan Tiroid hormonları kemik dokusunu etkileyen tüm büyüme faktörlerinin düzenleyicisidir. Lokal faktörlerin aktivasyonu reseptörlere bağlanması ve bağlayıcı proteinlerin oluşumunu düzenler. Tiroid hormonları IL-1 salgısını artırır ve pek çok etkisini IL-1 aracılığı ile oluşturmaktadır. Tiroid hormonların kemik dokusu üzerindeki yıkıcı etkisini, IL-1 salgısının artması, osteoklastik aktivitenin hızlanması ile olabilmektedir. Birçok çalışmada hipertroidizmli bireylerde kemik mineral yoğunluğunun % 12-20 oranında azaldığı gösterilmiştir (Lakatos 2003).

İnsanlarda D vitamini iki kaynaktan elde edilmektedir. Bunlar eksojen olarak diyetle ve endojen olarak da ciltten dönüşüm neticesinde elde edilmektedir. Vitamin D' nin en büyük kaynağı güneşten elde edilen ultraviyole B ışınlarıdır. Deride ise 7- dehidrokolesterol öncülü



genel dolaşım yolu ile karaciğerde 25-hidroksilaz ilemetabolize olarak 25-hidroksi- vitamin D'ye çevirirler. Daha sonraki basamakta böbreklerde 1.25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> olarak aktif hale gelerek ve bağırsaklardan kalsiyum absorpsiyonunu stimüle eder (Rapuri ve ark. 2004).

Mussolino ve dig. (2001) erkeklerde joggingin femur KMY'ü üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya 3. ulusal sağlık ve beslenme taramasına katılan yaşları 20 - 59 arasında olan 4254 erkek katılmıştır. Çalışmada 954 erkek düzenli olarak jogging yaparken, 3300 erkeğin jogging yapmadığı, jogging yapmayanların 577'sinin ise serbest zamanlarında herhangi bir fiziksel aktivitede bulunmadığı görülmüş. Jogging yapan erkekler; i) ayda 9 veya daha fazla jogging yapan ve ii) ayda 1 - 8 defa jogging yapan olarak 2 grupta incelenmiştir. Araştırma sonucunda jogging yapanların KMY'ü değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüş. Sıklık bakımından değerlendirildiğinde ayda 9 ve daha fazla jogging yapan erkeklerin, ayda 1 - 8 defa jogging yapanlara oranla KMY'lerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

### 2.2.2. Total ve Kemiğe Spesifik Alkalen Fosfataz

*Total Alkalen Fosfataz (tALP)*, alkali pH'da organik ve inorganik substratlardan bir fosforik ester bağı hidrolize eden enzimler topluluğudur ve hücre zarında yerleşmiştir. Plasental, intestinal, germinal ve karaciğer-kemik-böbrek olmak üzere dört adet izoenzimi vardır. Dolaşımdaki ALP'nin %95'ini karaciğer-kemik-böbrekten salgılanan ALP oluşturur. ALP normal karaciğer fonksiyonuna sahip hastalarda kemik mineralizasyonu ve yapımı için iyi bir belirteçtir. Fizyolojik olarak çocukluk, ergenlik ve yaşlılık döneminde serum düzeyleri yükselir.

*Kemik Spesifik ALP (B-ALP)*, B-ALP osteoblast membranının ekstrasellüler yüzünde bulunur ve kemik matriksi yapımı sırasında salgılanır. Alkalen fosfataz (AP), kemiklerde osteoblastlarda, bağırsaklar, karaciğer, böbrek ve placentada bulunan bir izoenzim grubundandır. Osteoporoz tanısı için osteoblastardan kaynaklanan enzim kısmının yani kemik alkalen fosfatayı ölçmek gereklidir. Serum alkalen fosfataz aktivite tayini kemik yapımının tayininde en sık kullanılan belirleyicidir. Yetişkinlerde normalde dolaşımdaki miktarın yarısı kadar kemiklerde bulunmaktadır. Bu sebeple serum alkalen fosfatazının, osteoporozdaki gibi hafif miktarlardaki artışlarda spesifitesi düşüktür. Ayrıca orta derecede bir serum alkalen fosfataz arışı kemik mineralizasyon kusurunu gösterdiği gibi bu enzimin hepatik kısmının artışı ile ilgilide olabilmektedir. B-ALP çocuklarda erişkinlere göre daha yüksektir, pubertede

en yüksek seviyeye ulaşır, daha sonra azalarak 2. dekatta erişkin düzeye iner. Dört yaşın üstünde, büyümekte olan çocuklarda total ALP' ın %75-90' ı B-ALP dır. Puberteden sonra B-ALP oranı %50' ye düşer. B-ALP'nin yarı ömrü 1-2 gündür, çok az diurnal değişimi vardır. Günün herhangi bir saatinde ölçüm için kan alınabilir. Kemik yapımının arttığı durumlarda ( Paget Hastalığı, primer veya sekonder kemik tümörleri, primer hiperparatiroidi, hipertiroidi, kırıklar, çocukların hızlı büyüme dönemlerinde serum düzeyi artar (Bikle 1997).

### **2.2.3. C Terminal Telopeptid Total Prokolajen (B-CTX, beta crosslap)**

Organik kemik matriksinin %90'ından fazlası, kemik içinde sentezlenen tip I kolajenden oluşur. Kemikte temel yapının düzenlenmiş anabolizması ve katabolizması vardır. Normal kemik metabolizması sırasında, olgun tip I kolajen parçalanır ve küçük fragmanları seruma geçip idrar ile atılır. Kemik rezorpsiyonu belirtecinin tayin edilmesi ile kemik döngüsünün aktivitesi bulunabilir. Fizyolojik veya patolojik olarak yükselmiş kemik rezorpsiyonunda tip I kolajen artan derecede parçalanır ve kanda kolajen fragmanlarının seviyesinde orantılı bir yükselme olur. Özellikle ilgili kolajen tip I fragmanları C terminal telopeptidlerdir (CTX). C terminal telopeptidlerde bulunan aspartik asit kemik yaşlandıkça aspartik asidin formuna (CTX) dönüşür. Bu izomerleşmiş telopeptidleri kemikte tip I kolajen dominantının yıkımı için spesifiktir. Kemik rezorpsiyonu yükselmiş hastalarda tip I kolajenin izomerleşmiş C-terminal telopeptidleri serum ve idrarda arttığı bildirilmiştir. Serum seviyeleri rezorpsiyon inhibisyon tedavisi sırasında normale döner. Serumda CTX tayını osteoporoz veya diğer kemik hastalıklarında antirezorptif tedavisinin (bifosfonatlar veya hormon replasman tedavisi-HRT) etkinliğinin izlenmesinde önerilir. Bu suretle, tedavinin neden olduğu değişiklikler sadece birkaç hafta sonra gösterilebilir. Özellikle azot içeren güçlü bifosfonatlar ile tedavi edilen hastalarda resorpsiyon ileri derecede baskılanır, serum CTX düzeyi çok düşük seviyelere inebilir. Bu şekilde serum CTX düzeyin çok yüksek olması gibi çok düşük olması da tedavi izlenmesinde anlamlı olabilir (Terpos ve ark. 2005).

### **2.2.4. Prokolajen 1 N-terminal Peptid (PINP)**

Kollajen tip I'in hücreler dışında işlenmesi sırasında fibril yapımında önce aminoasit içeren amino terminal propeptid (PINP) ve karbon içeren karboksiterminal propeptid (PICP) ekstansiyon peptidleri oluşur. Bu peptidler dolaşımında dolanarak kemik yapım belirleyicileri

olarak vücuttaki tip I kollajen sentezi hızı hakkında fikir verirler. Kemik yapım hızı ile serum PICP ve PINP seviyeleri arasında anlamlı bir paralellik bulunmasına karşın bu komponentlerin serum konsantrasyonlarına kemik dışı dokularında katkısı mevcuttur. Kollajen peptidleri olarak karaciğerin endotelial hücrelerince dolaşımdan temizlenirler. Bu peptidlerin idrar ve serumdaki seviyeleri bu açıdan karaciğer fonksiyonu ile yakın ilişkilidir.

Kemik organik matriksinin %90' ı tip I kollajendir. Vücuttaki tip I kollajenin büyük bir kısmı kemikte bulunur. Tip I kollajen içeren diğer dokular; deri, diş, kornea, kıkırdak ve tendondur. Yeni sentezlenmiş tip I kollajenin spesifik ekstraselüler bir endoproteinaz tarafından bölünmesi ile oluşurlar. Tip I kollajenin sentez hızının ve kemik yapımının kollajen fazının bir göstergesi olarak kabul edilirler. Kemikteki tip I kollajen oluşumu sırasında dolaşıma geçen PICP, PINP ölçümü osteoblast aktivitesi ve kollajen yapımının iyi bir göstergesidir. PICP diğer kemik yapım göstergelerine benzer diürenal bir ritme sahiptir, sabaha doğru pik yapar ve öğleden sonra azalır. Yiyecek alımından etkilenmez.

Prokollajen tip-1 C terminal Propeptit 117 kilodalton, PINP 70 kilodalton ağırlığında trimerik yapıdaki peptitlerdir. PINP' nin yapısına benzer amino terminal peptit derideki tip III kollajenin sentezi sırasında açığa çıktığından kemik metabolizmasını değerlendirmek için PICP daha spesifiktir. Kemik metabolizmasının arttığı hastalıklarda (paget hastalığı gibi) serum PICP seviyesi artar. Kemikte Tip I kollajen sentezinin bozulduğu osteogenezis imperfekta tip I' de kemik yoğunluğu ile ilişkili olarak serum PICP seviyesi azalmıştır. Prokollajen tip-1 C terminal Propeptitinin serum yarılanma süresi kısadır. PICP molekül ağırlığı büyük olduğundan glomerüler filtrasyon ile böbreklerden atılamaz. Karaciğer endotelial hücreleri üzerindeki mannoz reseptörleri ile alınır ve metabolize olurlar. Karaciğer hastalıklarında serum seviyesinde artış tespit edilirken, kronik böbrek yetersizliği olan hastalarda kemik yapımını değerlendirmek için kullanılabilir (Riggs ve ark. 1996).

### **2.3. Maksimal Oksijen Tüketimi**

Büyük kas kütlelerini içeren her türlü egzersizde, şiddet arttıkça oksijen alımı ve kullanımı belirli bir düzeye kadar giderek çoğalır. Belirli bir noktadan sonra, egzersiz şiddeti artsa dahi oksijen kullanımında buna paralel bir artış olmaz. Oksijen kullanımının daha fazla artmadığı bu maksimal düzeye, maksimal oksijen tüketimi denir.

Maksimal oksijen kapasitesi düzeyi, kondüsyon düzeyine göre kişiden kişiye geniş ölçüde değişir. Örneğin, aynı bedensel özelliklere sahip iki kişi aynı tempo ile koşarken, kondüsyonu iyi olan kişinin kalbi daha yavaş hızlanacak, solunum sıklığı daha az olacaktır. Koşu hızı arttıkça, kondüsyonu iyi olmayan kişi, maksimum kalp atım hızına ulaşmış bir süre sonra aşırı yorgunluk nedeniyle koşuyu bırakmak zorunda kaldığı halde, antrenmanlı olan kişi koşuyu sürdürebilecektir. O halde, bir kişinin yapabileceği iş ve egzersiz miktarı oksijen tüketimiyle orantılıdır ve bu tüketimin derecesi sınırlı kaldıkça yapılan egzersizin şiddeti ve süresini artırma olasılığı yoktur.

Yapılan iş ile kullanılan oksijen miktarı arasında doğrusal bir ilişki vardır ve bir kişinin  $VO_{2max}$  oranını belirleyerek, kondüsyonunu değerlendirmek mümkündür.  $VO_{2max}$ , aynı zamanda fiziksel iş kapasitesi anlamına gelir ve sportif antrenmanlarla artar. Buna karşılık yaş ilerledikçe ve araya giren hastalık ya da uzun süreli hareketsizlik gibi faktörlerle geriler.

#### **$VO_{2max}$ 'i etkileyen faktörler;**

- Genetik ve kalıtım
- Yaş
- Cinsiyet
- Antrenman durumu
- Psikosomatik faktörler
- Isı
- Yükseklik
- Nem
- Arterio-venöz O<sub>2</sub> farkı
- Bireyin sağlık durumu
- Enerji depoları
- Çevre (Bartl ve ark. 2006).

#### **2.4. Çabuk Kuvvet Antrenmanları**

Sinir-kas sisteminin yüksek hızda kasılmayla en büyük kuvveti üreterek bir direnci yenebilme yeteneğine çabuk kuvvet denir. Çabuk kuvvet; Sinir kas sisteminin; bedeni yada bedeninin

bölümleri ile nesnelere maksimal hızda hareket ettirebilme yetisi olarak tanımlanabilmektedir (Kutsal 2002).

Çabuk kuvvet, uzatılan kasın büyük kasılmalar gösterdiği ve kışteki gerilimi arttırdığı, gerilme-kasılma biçimindeki kasılmalarda üretilir. Bu da, daha ekonomik ve etkili bir eksantrik evrenin oluşmasını sağlar. Kasın gerilmesi sırasında, tepkime eylemleri, istemli kasılmalardan daha fazla hareketlenme sağlar. Bu kışteki gerilimi artırır ve konsantrik evrede oluşan sinir uyarımıyla, kuvvetli bir itme gerçekleşir.

Gerilme-kısalma döngüsünde ortaya konulan çabuk kuvvet verimi, sinir sistemini çoğu diğer antrenman biçimlerinden daha fazla uygulamaya sokan, bağımsız bir motor özelliktir. Çoğu antrenman programında göz ardı edilmiş bilimsel bir gerçek olan, sinir sisteminin antrenman yüklenmesine uyumuda oldukça önemlidir, çünkü sinir sistemi, yavaş ya da hızlı kasılma(kontraktıl) uyarıcıya çok duyarlı bir biçimde tepki verir.

Sinir-kas sisteminin yüksek hızda bir kasılma ile dış dirençleri yenebilme yetisidir. Sinir-kas sistemi, kasın elastik ve kasılabilir elemanlarının refleks sistemi ile birlikte çalışması ile hızlı bir yüklenme ve tepkiyi kabul eder ve uygulayabilir. Bu nedenle çabuk kuvvete elastik kuvvet ve patlayıcı kuvvet isimleri de verilir. Çabuk kuvvet yüksek bir kasılma çabukluğu ile kas sisteminin dirençleri yenebilme yetisinin gerekli olduğu sprint, gülle atma, atlamalar dallarında verimi belirleyen yetidir

Çabuk kuvvet antrenmanlar kombine bir antrenman ve sportif oyunlarda etkin olması nedeniyle önemlidir. Bu antrenmanlar da reaksiyon ve hareket hızı önemli bir unsurdur. Bu nedenle çabuk kuvvet antrenmanlarının organizasyonu maksimal kuvvete, sürata, iradeye ve tekniğe bağlı olarak dizayn edilmelidir. Çalışmalar eksiksiz ve mümkün olduğunca düzgün bir ritim içinde yapılmalıdır.

Prensip olarak;

- İstasyon veya dairesel (Circuit) metotlardan istifade edilebilir,
- Hafif ve orta yükler seçilmelidir,
- Yüklenme yoğunluğu maksimalin % 40–60 arasında olmalı
- Yüklenme dinlenme ilişkisine göre dinlenmeler verilmelidir,
- 3–5 set çalışılabilir (Moffat 1999).



Şekil 5: Sit ups



Şekil 6: Hyperextension



Şekil 7: Push up



Şekil 8: Lateral Leg Raises



Şekil 9: Jump squat



Şekil 10: Prone cobra

Bu çalışmada da vücut ağırlığımız ile çabuk kuvvet egzersizleri, joggingi takiben 15 saniyelik sürelerle hızlı tempoyla yapılabilecek en yüksek sayıda; push-up, sit ups, hyperextension, prone cobra, jump squat, lateral leg raises (90 derecede 3 saniye bekleyerek) hareketlerini içermektedir.

## 2.4. Egzersizin Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkisi

Kemik, yüklenmelerle sürekli değişen bir dokudur. O, bu değişime kütlelerinin ve iskelet geometrisinin değişimi ile uyum sağlar. Yüklenmenin azalması, kemik kütlelerinin kaybına yol açar. Bu kütlelerin korunabilmesi için yüklenmenin sürekli minimum düzeyde olması gerekir. Yüklenme, kas sistemi ve ligamentler tarafından taşınır. Dolayısıyla, kemik ve kas sistemi bir ünite olarak kabul edilir. Birim zamanda kuvvetli kasların maksimum kasılmayla oluşan kas kütlesi, kemik dokunun elastik deformasyonuna yol açar. Bu deformasyon kemik remodelingi ile tamir edilen kemiğin mikro yapısında hasara neden olur. Kemik, kütlelerini koruyabilmesi için böyle minimum hasarlara ihtiyacı vardır. Kemiğe binen fiziksel uyarının, osteosit tarafından üretilen kimyasal haberciler yolu ile kemikte remodelinge neden olduğu belirtilmiştir. Fiziksel aktivite ve egzersiz sırasında kemiğe tatbik edilen mekanik güç osteoblastik aktiviteyi artırır. Egzersizlerin kemik kaybını yavaşlatıp engellediğini ve kırık riskini azalttığını gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmalar, fiziksel olarak aktif yetişkinlerin sedanterlere göre daha yüksek kemik yoğunluğuna sahip olduğunu göstermekte ve egzersize bağlı kemik kazanımının % 6–8 arasında olduğunu belirtmektedir.

Egzersizin kemiğe etki mekanizması şöyledir:

- Fiziksel aktivite sırasında kemiğe tatbik edilen mekanik güç osteoblast faaliyetini artırır. Yürüme sırasında vücut ağırlığının gücü ayaklar yere her değdiğinde ayak kemiklerini stimüle eder. Ancak bu etki yüzme ya da bisiklet aktiviteleri için geçerli değildir. Yüksek şiddetli aktivitelerden olan jogging ve koşma sırasında oluşan mekanik güç yürüme esnasında olandan daha güçlüdür.

- Kasların, kemikleri çekerek oluşturdukları kronik güçler osteoblastik aktiviteyi artırır. Kasların güçlendirilmesi ile stimülasyon artarak kemiklerin güçlenmesine neden olur.

- Fiziksel aktivite diğer hormonlarda (östrojen gibi) artışa neden olduğu gibi büyüme hormonunu insülin ve androjen gibi intrinsik endokrin faktörleri serbestleştirerek kemik ve kasın güçlenmesine neden olur (Sivrikaya 2005).

Uygulanan fiziksel aktivite programları; kuvvet ve esnekliği artırmak, endüransı geliştirmek, denge ve koordinasyonu düzenlemek için belirlenmiş aktiviteleri içerir ve kişinin yaşam tarzına uygun olması gerekir. Egzersizin kemik kütlesi üzerine etkisini araştıran pek çok çalışmada kemik kaybında geri dönüş olduğu gösterilmiştir. Literatürde osteoporoz için kullanılan farklı egzersiz yaklaşımları aşağıda özetlenmiştir.

**Esneklik egzersizleri**, germe ve gevşeme şeklinde uygulanır. Eklemelerin fleksibilesini sağlayarak düşme ve yaralanmalardan korur. Germe egzersizleri ayakta, otururken ve yatarken uygulanabilir.

**Denge ve koordinasyon egzersizleri**, günlük yaşam aktivitelerinin sürdürülmesine ek olarak beklenmedik eksternal dengeyi bozan kuvvetlere karşı koyabilme yeteneği, düşmelerin önlenmesi ve bağımsız yaşam için önemlidir. Yaşlı kadın ve erkeklerde düşmeyi %50 oranında önlediği bilinmektedir.

**Vücut ağırlığı ile yapılan aerobik egzersizler** ile ayağın yere değdiği anda kemikte bir yüklenme oluşur. Kemiklerin yüklenmesi osteojenik hücreleri uyatarak KMY'nun korunması veya olası artışını sağlar. Bu egzersizler özellikle kalça ve omurga kemikleri için yararlıdır. Aerobik aktiviteler denge ve koordinasyonun gelişiminde etkilidir. Aerobik egzersizler iyi bir vücut ağırlığı sağlaması, psikolojik durumu iyileştirmesi, uzun yaşamı artırması ve daha birçok pozitif getirisinden dolayı çok önemlidir. Ağırlık aktarılarak yapılan aerobik egzersizler osteoporozlu bireylerde en yararlı egzersizlerdir. Çünkü vücut ağırlığı kemik yapı ile desteklenmektedir. Osteoporozun tedavisinde ağırlık aktarma egzersizleri önemli bir yere sahiptir (İri ve ark. 2010). Aerobik egzersizlerle kişilerin kas kuvvetinde ve kütlesinde artış elde edilir.

**Yüksek şiddetli egzersiz programı** ile kas kuvvetinde artışla birlikte kas lifi çapında ve kapiller yoğunluğunda artış meydana gelir. Örnek olarak vertikal zıplama ve koşma gibi egzersizler önerilir.

Fiziki olarak yapılan uygulamanın, kemiğin dış kısmını ve trabeküler kısmının oluşmasında etkili olduğu belirtilmektedir. Bu uygulama iskelet yapısının güçlü olmasında etkili bir faktördür. Çocuklar üzerindeki incelemede fiziksel olarak çok daha aktif olan çocukların %25 daha az aktif olanlara oranla kemik dansitelerinin %8-12 daha fazla olduğu ve ilerleyen yaşlarda bu çocukların kemik kütlelerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çok erken yaşlardan itibaren düzenli egzersiz yapan kadınların kemikleri üzerinde denenen dinamik streslere verilen biyolojik cevap çok belirgin olmuştur. Bu şekilde egzersiz yapan kişiler menopoz yaşına geldiklerinde, sedanter yaşam süren kişilere oranla kemik yoğunlukları %40 oranında daha fazla olduğu gözlenmiştir (Kurt ve ark. 2010).



### 3. GEREÇLER VE YÖNTEMLER

Bu bölümde; 20-40 yaş arası erkeklerde on haftalık egzersiz programının kemik turn over markerları ve kemik mineral yoğunluğu üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için uygulanacak olan prosedürler hakkında bilgi verilip çalışmanın yapılacağı yer, çalışma grubu profili, çalışmanın dizaynı ve çalışma yöntemleri detaylı olarak açıklanmıştır.

#### 3.1. Yerleşim

Bu çalışma; Turgutlu Atatepe spor tesisleri yürüyüş parkurunda yapılmıştır. Elektrokardiyografi (EKG) çekimleri; Celal Bayar Üniversitesi Kardiyoloji Bölümünde yapılmış EKG'lerin yorumlanması ise Celal Bayar Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Kardiyoloji Bölümü Uzman Öğretim Üyesi tarafından yapılmıştır. Biyokimyasal analizler Celal Bayar Üniversitesi Hastanesi Biyokimya Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Dual Energy X Ray Absorptiometry (DEXA) ile yapılan kemik mineral yoğunluğu ölçümü Celal Bayar üniversitesi Nükleer Tıp bölümünde gerçekleştirilmiştir.

#### 3.2. Çalışma Grubu

Bu çalışmada yer alacak olan 20-40 yaş grubundaki erkeklerde; çalışma ile ilgili bilgilerin yer aldığı el ilanları, karşılıklı görüşmeler ve telefon görüşmeleri yolu ile davet edilmişlerdir. Çalışmaya katılmaya gönüllü olan bireylere çalışmayla ilgili detaylı bilgilerin yer aldığı bilgi formu okutulup gönüllü olduklarına dair izin bildirgesi imzalatılmış daha sonra sağlık geçmişi envanteri doldurtulmuştur. Doldurulan kapsamlı katılımcı bilgi formu, EKG çekimleri ve tansiyon ölçümleri sonucunda uzman hekim tarafından sağlık problemi olduğu belirlenen kişiler çalışmaya alınmamıştır. Çalışmada yer alacak olan katılımcılar; çalışmaya katılımı arttırmak amacı ile kontrol grubu ve egzersiz grubu olmak üzere gönüllü olarak ayrılmışlardır.

Katılımcılar çalışma boyunca çok iyi motive oldukları için programa katılım %90'dır. Bu %10'luk oran herhangi bir nedenden dolayı antrenman seanslarına katılmayan katılımcılara telafi antrenmanı uygulanarak sağlanmıştır.

Çalışmaya alınma kriterleri;

- Manisa ilinde yaşayanlar,
- 20-40 yaşları arasında olan erkek gönüllüler çalışmaya katılmıştır.

Çalışmaya alınmama kriterleri;

- Herhangi bir kronik rahatsızlığı olanlar,
- Aspirin, antienflamatuar, antidepresanlar, vs.. ilaçları düzenli olarak kullananlar,
- Yağ metabolizmasını etkilediği bilinen ilaçları kullananlar,
- Kas ve eklem problemi olanlar,
- Alkol ve tütün benzeri madde kullananlar, çalışmaya alınmamıştır.

On haftalık aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersizleri programına başlamadan önce C.B.Ü Tıp Fakültesi Etik Kurulunun yazılı onayı alınıp, tüm katılımcıların, kardiyolog tarafından EKG çekimleri ve muayeneleri yapılmıştır. Katılımcıların tamamı ‘izin bildirgesi’ ni imzaladıktan sonra, antrenman programı öncesi testlerin ve analizlerin yapılmasına başlanmıştır. Katılımcıların çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair onay verdikleri “izin bildirgesi”, Ek-1’de sunulmuştur.

Çalışmaya davet edilen 40 kişiden 2 kişi ailevi durumlarından dolayı egzersizleri düzenli olarak takip edemediklerinden çalışmadan kendi istekleri ile ayrılmışlardır. 1 kişi ise, TSH değerinin çok yüksek çıkması nedeniyle, tedavisi için gerekli uyarılar ve yönlendirmeler yapılmış olup çalışmadan çıkartılmıştır.

Katılımcılar; aşağıda belirtildiği gibi gruplara ayrılmıştır:

1. Egzersiz Grubu (EG) (n=19)
2. Kontrol Grubu (KG) (n=18)

Egzersiz grubundaki katılımcılar on hafta süresince haftada üç gün aşağıda açıklanmış olan egzersiz programına katılmışlardır. Çalışma başlamadan önce katılımcılara Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği (Esin 1997) anketinin beslenme ilgili olan bölümü katılımcılara doldurtularak istatistiksel analizi yapılmış ve grupların beslenme alışkanlıkları arasında fark olmadığı tespit edilmiştir ve çalışma boyunca katılımcıların beslenme alışkanlıklarını değiştirmemeleri konusunda uyarılmışlardır. Kontrol grubu; araştırma süresince kendilerini yoracak fiziksel aktivite yapmamaları, egzersiz grubu ise uygulanan egzersiz programı haricinde kendilerini yoracak fiziksel aktivite yapmamaları konusunda uyarıldılar.

### 3.3. Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği;

Walker, Sechrist ve Pender (1997) tarafından geliştirilen Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeğinin geçerlilik ve güvenilirliği 1997'de Esin tarafından yapılmış toplam 52 maddeden oluşan ölçek, Türk toplumuna uyarlanarak 48 madde olarak uygulanmıştır. Ölçeğin tüm maddeleri olumludur ve 4 dereceli likert tipi hazırlanmıştır. Her bir madde için sırasıyla 1 (hiçbir zaman), 2 (bazen), 3 (sık sık), 4 (düzenli olarak) puan verilir. Ölçeğin alpha güvenirlik katsayısı 0.79–0.94 arasında değişmektedir. En düşük puan 48 en yüksek puan ise 192'dir. Ölçeğin kendini gerçekleştirme, sağlık sorumluluğu, egzersiz alışkanlığı, beslenme alışkanlığı, kişiler arası destek, stres yönetimi olmak üzere 6 alt değerlendirme ölçeği vardır. Ölçekteki sorular, bireyin sağlıklı yaşam biçimi ile ilgili olarak, sağlığı geliştiren davranışlarını ölçer. Ölçekten alınan puanların yükselmesi bireyin belirtilen sağlık davranışlarını yüksek düzeyde uyguladığını gösterir (Esin 1997). Ek 4'te sunulmuştur.

### 3.4. Çalışma Dizaynı

Çalışma dizaynı aşağıda belirtilen şekildedir.

- 1) Katılımcılar çalışmaya başlamadan önce çalışmanın amacını ve içeriğini anlatan izin bildirgesi formunu okuyup çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair bu formu imzalamışlardır ve sağlık geçmişleriyle ilgili detaylı bir anket doldurmuşlardır (Ek-1'de sunulmuştur).
- 2) Çalışmaya katılan tüm katılımcılara beslenme alışkanlıklarını belirlemek amacı ile Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Anketi doldurtulmuştur.
- 3) Çalışmaya katılan tüm katılımcıların EKG ölçümleri ve sağlık muayeneleri uzman hekimler tarafından yapılmıştır.
- 4) Çalışmaya başlamadan önce tüm katılımcıların kemik mineral yoğunluğu ölçümü Dual Energy X Ray Absorptiometry (DEXA) ile uzman hekimler tarafından yapılmıştır.
- 5) Çalışmaya başlamadan önce tüm katılımcıların vücut ağırlığı ve bioelektrik impedans yöntemine dayalı vücut kompozisyonu analizi, Tanita vücut kompozisyonu analizörü (Tanita 300 MA, Tanita C.O., Tokyo–Japan) ile yapılmıştır.
- 6) Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan (EG ve KG), egzersiz programı öncesi biyokimyasal parametrelerin bazal seviyelerini saptamak için kan örneği alınmıştır.

- 7) Tüm katılımcıların iki kilometre yürüyüş testi ile tahmini maksimal oksijen tüketimleri ölçülmüş ve maksimal oksijen tüketim seviyeleri ( $VO_{2max}$ ) iki kilometre yürüyüş testi normları ile tahmin edilmiştir.
- 8) Katılımcıların hedef nabızları Karvonen formülü kullanılarak hesaplanmıştır.
- 9) Egzersiz öncesi tüm testler tamamlandıktan sonra on hafta sürecek aerobik koşu ve çabuk kuvvet antrenmanlarına geçilmiştir.
- 10) On hafta sonrasında egzersiz programının sonunda tüm katılımcılara (EG ve KG) egzersiz öncesi yapılan tüm testler tekrar uygulanmıştır.

### 3.5. Yöntem

#### 3.5.1. Egzersiz Protokolü

Aerobik koşu ve çabuk kuvvet egzersiz programları on hafta olarak planlandı. Egzersizler; Amerikan Spor Hekimliği Koleji'nin sağlık ve fitness amaçlı önerilerine uygun olarak spor uzmanları tarafından takip edildi. Egzersiz grubu on hafta boyunca haftanın 3 günü egzersiz uygulaması yapıldı. Egzersizler maksimal kalp atım sayısı yedeğinin ilk beş hafta %60 ile jogging ikinci 5 hafta %70 i ile 24 dakikalık joggingi takiben 15 saniyelik sürelerle hızlı tempoyla yapılabilecek en yüksek sayıda; push-up, sit ups, hyperextension, prone cobra, jump squat, lateral leg raises (90 derecede 3 saniye bekleyerek) hareketlerini içermektedir. Bu çalışmalar ilk 4 hafta 2 set 5-6-7-8-9-10. haftalar 3 set olarak yapıldı (n=19). Setler arası dinlenme süresi 1,5 dakika, seriler arası dinlenme süresi 5 dakika olarak uygulandı. Jogging süresi her iki haftada %10 arttırılarak ilk hafta 20 dakika, 2.hafta 20 dakika, 3.hafta 22 dakika, 4.hafta 22 dakika, 5.hafta 24 dakika, 6. Hafta 24 dakika, 7.hafta 26 dakika, 8.hafta 26 dakika, 9.hafta 28 dakika, 10.hafta 28 dakikaya çıkarıldı. Egzersizlerinin başında 8-10 dakika ısınma ve sonunda 3-5 dakika soğuma egzersizleri yapıldı. Egzersiz programı hazırlanırken antrenmanda aşamalı artan yüklenme ilkesi ile bireysel yüklenme ilkeleri temel alınmıştır. Kontrol grubu ise on hafta boyunca hiç egzersiz yapmadı.

Aerobik egzersizlere başlamadan önce tüm katılımcıların belirlenen hedef nabızda koşmaları Polar Vantage NV (Polar, Kempele, Finlandiya) kalp atım sayısı ölçüm cihazıyla sağlandı. Katılımcıların kalp atım sayıları (nabız) her bir koşu egzersizinde 3 kez eşit zaman aralıkları ile alındı. Daha sonra antrenman nabızı bu 3 nabzın ortalaması alınarak hesaplandı ve katılımcıların algılanan zorluk dereceleri (AZD) her nabız alımıyla birlikte Borg skalası ile

belirlendi ve antrenman şiddetinin uygun olarak sürdürülebilmesi için nabız-AZD birlikte yorumlandı. Örneğin; Karvonene göre belirlenen hedef nabızda koşan EG katılımcısı eğer orta derecede zorlandığını belirtiyorsa, koşarken zorlandığını ifade edeceği bir nabza kadar şiddet (koşu hızı) arttırıldı. Her antrenmanda katılımcıların AZD'leri antrenman kartlarına düzenli olarak işlendi. Borg skalası Ek-2'de, antrenman kartı ise Ek-3'te sunulmuştur.

### 3.5.2. Egzersiz Şiddeti

Çalışmaya katılan tüm katılımcıların istirahat kalp atım sayıları, sabah saat 08:00'da 15 dakika istirahatten sonra alındı ve karvonene nabız formülüne uygulanarak hedef kalp atım sayıları belirlendi.

Karvonene Nabız Formülü;

Hedef Kalp Atım Sayısı = Dinlenme Kalp Atım Sayısı + ( Maksimal Kalp Atım Sayısı – Dinlenme Kalp Atım Sayısı) x Hedef şiddet

Tablo 2'de katılımcıların on hafta boyunca uyguladıkları antrenman programı verilmiştir.

**Tablo 1:** 20-40 yaş arası erkeklerin on hafta süreli antrenman programı

ANTRENMAN SÜRESİ	EGZERSİZ GRUBU (EG)	
1. HAFTA	20 dk	% 60 KASY <sub>max</sub>
2. HAFTA	20 dk	% 60 KASY <sub>max</sub>
3. HAFTA	22 dk	% 60 KASY <sub>max</sub>
4. HAFTA	22 dk	% 60 KASY <sub>max</sub>
5. HAFTA	24 dk	% 60 KASY <sub>max</sub>
6. HAFTA	24 dk	% 70 KASY <sub>max</sub>
7. HAFTA	26 dk	% 70 KASY <sub>max</sub>
8. HAFTA	26 dk	% 70 KASY <sub>max</sub>
9. HAFTA	28 dk	% 70 KASY <sub>max</sub>
10. HAFTA	28dk	% 70 KASY <sub>max</sub>

### 3.5.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümü

Vücut kompozisyonu ölçümleri (VA, YVA, yağ miktarı, yağ oranı, yağ yüzdesi) bioelektrik impedans yöntemine dayalı olarak Tanita vücut kompozisyonu analizörü (Tanita TBF 300 M, Tokyo–Japan) ile yapıldı. Bu ölçüm cihazında bir ayağa (+), diğer ayağa (-) elektrik yükü verilir. Yağsız vücut kütlesi ve vücut suyu iletkendir. Direnç ne kadar fazla olursa yağ oranı da o kadar fazla tespit edilir. Ölçüm; kişinin yaş ve boy uzunluğu bilgileri cihaza yapılır.

Bu ölçümün doğru şekilde yapılması için:

- Deneğin üzerinde ölçümü etkileyecek hiç bir metal olmamalıdır.
- Denek aç olmalıdır.
- Egzersiz sonrası ölçüm yapılmamalıdır.
- Ölçüm için en uygun saatler 10:00-10:30 saatleridir.

**Tablo 2:** Tanita vücut kompozisyonu analiz örneği

Body Type (vücut tipi)
Standart – athletic (sedanter-sporcu)
Gender (cinsiyet)
Male – Female (erkek-kadın)
Age (yaş)
Height (boy uzunluğu)
Weight (vücut ağırlığı)
BMR (bazal metabolizma oranı)
BKI (beden kütle indeksi)
Impedance (iletkenlik)
% Fat (yağ yüzdesi)
Fat Mass (yağ kütlesi)
FFM (yağsız vücut kütlesi)
TBW (toplam vücut suyu)
Desirable Range (normal değerler)

Yapılan ölçümlerle tüm katılımcıların; BKİ'si, yağsız vücut kütlesi (YVK), vücut ağırlığı (VA), yağ yüzdesi, vücut yağ kütlesi (VYK) değerleri elde edildi. Ölçümler katılımcıların üzerilerindeki metal ve ağır kütleler çıkarılarak sabah saat 10:00-10:30'da alındı.

Katılımcıların ölçümleri; cihazın üzerine vücut dik, yüz tam karşıya bakacak şekilde ve cihazda belirtilen yerlere çıplak ayakla ve kıyafetsiz basmak kaydıyla yapıldı.

### 3.5.4. İndirek Maksimal Oksijen Tüketim Tespiti ( $VO_{2max}$ )

Çalışmaya katılan tüm katılımcıların çalışma öncesi ve sonrası maksimal oksijen tüketim kapasitelerini belirlemek ve aynı zamanda EG' nin koşu hızını belirlemek amacı ile iki kilometre yürüyüş testi ile tahmini maksimal oksijen tüketim seviyeleri ( $VO_{2max}$ ) belirlenmiştir.  $VO_{2max}$  ölçümü boyunca deneklerin algılanan zorluk dereceleri (AZD), Borg'un (1971) 6-20 skalası kullanılarak yapılmıştır (Tamer 2000).

#### 3.5.4.1. İki Kilometre Yürüyüş Testi Protokolü

EKG ölçümleri yapılan ve kardiyolog tarafından herhangi bir risk taşımadıkları saptanan gönüllülerin antropometrik ölçümleri yapıldıktan sonra  $VO_{2max}$  seviyeleri iki kilometre yürüyüş testi ile indirekt olarak tahmin edildi. Katılımcılara Polar Vantage NV (Polar, Kempele, Finlandiya) nabız ölçeri takıldıktan sonra 100-200 metre boyunca test hızına alışmak için ısındılar. Bu ısınma sadece bir kez uygulandı. Ölçümleri yapılmış 400 m'lik koşu pistinde başlangıç ve bitiş noktaları belirlenmiş, egzersiz uzmanları tarafından kayıtlar tutulmuştur. Her bir katılımcı normal bir yürüyüş stili kullanarak 2 kilometre boyunca mümkün olduğunda hızlı bir şekilde yürüdü ve egzersiz uzmanları tarafından motivasyon sağlamak amacıyla teşvik edildiler. Test boyunca gerekli zaman; dakika ve saniye olarak kaydedilmiş, iki kilometre yürüyüş testinde tahmini  $VO_{2max}$ ; kalp atım hızı, kilo, boy, yaş bilgileri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Erkekler için:

$$184.9 - 4.65 \times \text{süre} - 0.22 \times \text{HR} - 0.26 \times \text{yaş} - 1.05 \times \text{BKİ}$$

$VO_{2max}$  testi sonlandırma kriterleri;

- Baş dönmesi,
- Artmış egzersiz yüküne rağmen kalp atım sayısında ani düşüş ve ya artış gözlenmesi
- Fiziksel olarak gözlemlenen veya sözlü olarak denek tarafından bildirilen ciddi yorgunluk durumu
- Test aletinde gözlemlenecek aksaklıklar (Laukkanen 1993).

### 3.6. Kan Alımı Ve Biyokimyasal Analizler

Bu çalışmaya gönüllü katılan 37 katılımcıdan antrenman öncesi ve antrenman sonrası alınan serum örneklerinde alkalen fosfataz (ALP), kemik alkalen fosfataz (BALP), C Terminal Telopeptit total prokollagen (B-CTX, beta crosslaps ), PINP (human prokollagen 1 N-terminal peptid), kalsiyum, fosfor, Troid Stimulan Hormon (TSH), HDL, LDL, total kolesterol, trigliserid, total testosteron, serbest testosteron, HbA1c, 25-hidroksi vitamin D, insülin ve glikoz testleri çalışılmıştır. Biyokimyasal tetkikler, 10 saatlik açlık sonrası sabah 08:00-10:00 saatleri arasında C.B.Ü Biyokimya laboratuvarında uzmanlar tarafından alınan venöz kan örnekleriyle (21 ml) yapılmıştır. Santrifüjle ayrılmış olan serum ve plazma örnekleri -80 °C'de saklanmış ve toplu olarak hepsi birden çalışılmıştır.

Glukoz, ALP, kalsiyum, fosfor, TSH, HDL, LDL, total kolesterol, trigliserid testleri advia 1800 cihazında , total testosteron,TSH, ve insülin testleri Centaur XP otoanalizöründe, (Siemens Ny, USA) kitleri ile, HbA1c testi Tosoh G7 cihazında (Beckman Coulter, Ireland ), 25-hidroksi vitamin D Cobas cihazında (Roche Diagnostics GmbH, D-68298, Mannheim) kitleri ile spektrofotometrik yöntem ile otoanalizörde çalışılmıştır. Cihazların günlük iç kalite ve aylık dış kalite testleri laboratuvar uzmanlarınca düzenli olarak yapılmaktadır.

Human (PINP) ELISA Kit: Serum örneklerinde Human (PINP) düzeyleri Elisa yöntemi ile ticari kitler ile (SunRed Bio, Shanghai) çalışıldı. Kite ait intra-assay varyasyon katsayısı (CV) değerleri <10 olarak hesaplanmıştır.

BALP Serum örneklerinde Human kemik alkalen fosfataz düzeyleri Elisa yöntemi ile (immunodiagnostic systems limited , UK) ticari kiti ile çalışıldı. Kite ait intra-assay varyasyon katsayısı (CV) değerleri <6.5 olarak hesaplanmıştır. Inter-assay CV değerleri, <5.8 olarak hesaplanmıştır.

Human Beta crosslaps ölçümleri serum örnekleri kullanılarak Roche Cobas cihazı ve Roche Beta-CrossLaps (Roche Diagnostics GmbH, D-68298, Mannheim) kiti kullanılarak, immunometrik sandwich yöntemi ve elektrokemulimunesans ölçüm metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Metod ile tip I kollagen degradation yıkım ürünleri parçalarının ölçümü hedeflenmiştir. Kite ait intra assay CV değerleri <2.6% ve interassay CV değerleri <4.1% olarak bildirilmiştir. Serbest testosteron; Radioimmün assay(RIA) yöntemi ile İmmunotech marka (Czech Republic) Ria kitleri ile çalışılmıştır.



### 3.7.Dexa Ölçümü

Duyarlılık oranının yüksek olması ve hızlı uygulanabilmesi nedeniyle günümüzde halen altın standart olarak tanımlanan DEXA tekniğinde radyoizotop kaynağı olarak X ışınları kullanılmaktadır. Çift enerjili X ışını kemiği geçerken bir kısmının kemik etrafından absorbe edilmesi sonucu kalan radyasyon miktarının hassas olarak ölçülmesi ve birim alanda absorbsiyona neden olan KMI'nin tahmin edilmesi prensibine dayanır. Tüm vücut, ön-arka ve lateral lomber omurga ve femur ölçümü yapar. Duyarlılık oranı yüksektir. Tarama iki boyutludur ve alansal yoğunluğu ( $gr/cm^2$ ) verir. Ölçüm süresi birkaç dakika olması ve bir akciğer radyografisinin 1/10'u kadar radyasyon ışını saçması en büyük avantajlarıdır. İyi bir değerlendirme için uygun cins ve ırk referansları ile karşılaştırmaların yapılması ön koşuldur. Dezavantajı ise trabeküler ve kortikal kemikleri ayrı ayrı değerlendirememesidir. Yumuşak dokudan kaynaklanan değişiklikler de kemik yoğunluğu ölçümlerini etkiler. Yumuşak dokular içinde en fazla yağ dokusunun miktar ve dağılımı ölçümler üzerinde etkili olur. Vücut kütle indeksi 30'un üzerinde olan hastalarda teknik zorlaşır. Aşırı yağ dokusu X ışınının zayıflamasına yol açarak hatalı sonuçlara neden olabilir. Çalışmamızda DEXA ölçümleri C.B.Ü Tıp Fakültesi Nükleer tıp ABD'da Lunar DPX-NT (General Electric, Madison, WI USA) cihazı kullanılarak tüm vücut AP pozisyonunda yapılmıştır.

### 3.8. İstatistiksel Analiz

Araştırma grubunda 19 kişi EG'de, 18 kişi de KG'de olmak üzere toplamda 37 kişiden oluşmaktadır. İstatistiksel analizler SPSS 15.00 istatistik paket programı ile yapılmıştır. Her bir grubun ön ve son testlerinin karşılaştırılmasında denek sayısının 30'dan düşük olması nedeniyle Paired-t testinin nonparametrik karşılığı olan Willcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. İki grubu karşılaştırmak için ise Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Çalışmanın tüm istatistiksel analizlerinde toplam 37 katılımcının verileri kullanıldı.

EG; 10 haftalık antrenmanlar süresince belirlenen KASYmax'nin %60- 70'inde aerobik koşu uyguladılar ve ortalama kalp atım sayıları  $\sim 147.28 \pm 2.73$ 'dir. Ortalama yürüyüş hızları  $8.54 \pm 0.67$  km/sa, katettikleri toplam mesafe  $138495 \pm 5124$  m ve ortalama AZD'leri  $14.17 \pm 1.17$ 'dur.

Tablo 3, ve tablo 4'te gösterilen tüm tanımlayıcı istatistiklerde katılımcıların fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

**Tablo 3: EG'nin ön ve son fiziksel ve fizyolojik parametreleri (ort. ±SS)**

Parametreler	EG (n=19)			
	Ön	Min-Max	Son	Min-max
Yaş (yıl)	33,26±6,67	20-40		
Boy (cm)	175,84±4,91	170-186		
Vücut ağırlığı(kg)	85,25±9,16	64,40-101	81,91±9,20	85,25-9,16
BKI (kg/m <sup>2</sup> )	27,23±2,83	20,80-33,00	26,35±2,69	27,23-2,83
Yağ miktarı (kg)	17,79±6,52	10,10-38,00	15,88±4,61	17,79-6,52
Yağ oranı (%)	20,58±5,73	12,90-39,80	18,95±3,81	20,58-5,73
YVA (kg)	66,12±5,86	54,30-77,10	67,81±6,23	66,12-5,86
VO <sub>2max</sub> (ml/dk/kg)	45,57±9,35	33,57-54,47	47,07±9,57	45,57-9,35
Glikoz (ng/ml)	81,21±5,67	71-91	79,10±7,40	81,21-5,67
Ort. Glikoz (ng/ml)	101,63±7,53	88,20-114	102,24±6,83	101,63-7,53
TG (ng/ml)	142,58±63,31	48-317	149,11±69,74	142,58-63,31
Kolesterol (ng/ml)	204,00±38,45	154-295	190,02±36,78	204,00-38,45
HDL (ng/ml)	49,30±14,81	30,20-91,20	47,02±15,97	49,30-14,81
LDL (ng/ml)	126,21±35,45	53-204	114,26±28,04	126,21-35,45
VLDL (ng/ml)	28,52±12,63	10-63	30,89±12,46	28,52-12,63
ALP (u/l)	67,68±15,53	42-102	66,94±17,75	67,68-15,53
BALP (pg/ml)	12,46±3,39	8,30-2,20	17,21±5,42	12,46-3,39
Kalsiyum (mg/dl)	9,17±,29	80,7-90,8	9,21±,25	9,17-,29
Fosfor (mg/dl)	3,8±,53	2,70-4,80	3,77±,57	3,8-,53
İnsulin (ıu/ml)	13,88±8,39	4,14-32,45	11,51±6,69	13,88-8,39
TSH (u/ml)	2,54±1,68	1,23-7,05		
Testosteron (ng/dl)	400,84±107,75	195,5-585,8	473,71±112,88	400,84-107,75
Serbest Testosteron (pg/ml)	11,05±3,02	2,70-16,20	4,52±1,74	11,05-3,02
% HbA1c	5,16±,26	4,70-5,60	5,18±,23	5,16-,26
vitamin D (ng/ml)	9,21±5,76	3-26	22,26±7,06	9,21-5,76
PINP(ng/ml)	357,44±186,95	185,45-991,25	390,31±192,92	357,44-186,95
Beta cross laps(ng/ml)	,53±,49	,12-1,45	,50±,31	,03-,89

**Tablo 4: KG'nin ön ve son fiziksel ve fizyolojik parametreleri (ort. ±SS)**

Parametreler	KG (n=18)			
	Ön	Min-Max	Son	Min-max
Yaş (yıl)	36,66±3,89	31-40		
Boy (cm)	175,05±7,36	163-188		
Vücut ağırlığı(kg)	81,22±10,47	61,00-98,70	80,91±10,23	62-98,90
BKI (kg/m <sup>2</sup> )	26,46±2,81	19,60-33,30	26,22±3,01	19,80-33,30
Yağ miktarı (kg)	17,28±4,91	6,70-29,70	7,10-29,70	16,70-5,11
Yağ oranı (%)	22,45±6,04	9,90-40,10	21,53±4,40	9,00-30,00
YVA (kg)	64,25±7,70	51,10-78,50	63,81±6,64	51,20-77,70
VO <sub>2max</sub> (ml/dk/kg)	38,73±5,03	28,57-38,85	38,62±5,20	27-44
Glikoz (ng/ml)	86,61±21,97	66-163	89,00±32,38	69-213
Ort. Glikoz (ng/ml)	111,46±29,08	85,3-220,2	112,10±33,23	85,3-240,3
TG (ng/ml)	159,33±61,8	59-327	149,83±62,89	17-255
Kolesterol (ng/ml)	201,66±37,57	145-284	200,33±38,79	110-241
HDL (ng/ml)	44,32±8,2	31,6-61,1	39,55±8,02	27,1-53,2
LDL (ng/ml)	125,38±31,34	79-174	113,44±30,03	67-162
VLDL (ng/ml)	32,22±12,57	12-65	32,27±11,56	7-57
ALP (u/l)	71±17,85	49-113	70,22±17,82	46-108
BALP (pg/ml)	13,63±4,42	6,60-22,50	15,69±4,65	9,50-25
Kalsiyum (mg/dl)	9,31±,30	8,8-9,9	9,19±,32	8,6-10
Fosfor (mg/dl)	3,83±,74	3-6	3,84±,97	2,8-6,6
İnsulin (ıu/ml)	14,32±7,46	5,3-37,96	16,31±9,87	1,6-39,47
TSH (u/ml)	2,32±1,36	,59-5,35		
Testosteron (ng/dl)	368,38±111,57	247,43-590,67	371,42±132,2	190,29-725,4
Serbest Testosteron (pg/ml)	12,39±2,66	9-18	11,25±1,06	3,15-8,02
% HbA1c	5,51±1,01	4,6-9,3	5,53±1,15	4,6-10
vitamin D (ng/ml)	5,88±2,47	3-10	17,77±4,69	10-24
PINP(ng/ml)	549,6±435,24	206,83-1322,22	586,93±422,95	109,63-1322,22
Beta cross laps(ng/ml)	,34±,16	,17-,70	1,2±,68	,31-3,01

Çalışmaya katılan EG'nin egzersiz öncesi ve sonrası KMY tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5: EG'nin kemik yoğunluğu ön ve son değerleri (ort. ±SS)**

Parametreler		EG (n=19)			
		Ön	Min-Max	Son	Min-max
L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,28±,16	,96-1,54	1,29±,18	,93-1,55
	T SKOR	1,05±1,39	-1,70-3,2	1,08±1,51	-2,00-3,2
	Z SKOR	1,06±1,39	-1,70-3,2	1,09±1,51	-2,00-3,2
L2-L3 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,28±,30	,23-1,62	1,32±,19	,92-1,62
	T SKOR	1,24±1,60	-2,10-3,6	1,22±1,66	-2,20-3,7
	Z SKOR	1,25±1,61	-2,10-3,6	1,22±1,65	-2,20-3,7
L2-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,3±,17	,96-1,55	1,31±,19	,93-1,59
	T SKOR	1,03±1,58	-2,90-3,1	1,07±1,61	-2,10-3,4
	Z SKOR	1,09±1,45	-1,90-3,1	1,08±1,61	-2,10-3,4
FEMUR BOYNU (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,24±,18	,97-1,71	1,27±,18	,94-1,71
	T SKOR	1,37±1,43	-,8-4,9	1,53±1,45	-1,00-4,9
	Z SKOR	1,56±1,43	-,50-5,2	1,72±1,45	-,40-5,2
WARDS ÜÇGENİ (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,12±,2	,76-1,58	1,12±,20	,71-1,53
	T SKOR	,97±2,10	-5-4,8	1,27±1,57	-1,90-4,4
	Z SKOR	1,53±1,53	-1-5,2	1,57±1,58	-1,10-4,9
TROKANTER (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1±,13	,86-1,31	1,02±,14	,87-1,4
	T SKOR	1,17±1,18	-,20-3,9	1,40±1,30	-,10-4,7
	Z SKOR	1,2±1,20	,00-4,1	1,36±1,31	,00-4,8
SAFT (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,4±,18	1,08-1,8	1,42±,18	1,10-1,82
TOPLAM (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,24±,15	1,01-1,6	1,25±,16	1,00-1,64
	T SKOR	1,4±1,29	-,50-4,4	1,55±1,3	-,60-4,7
	Z SKOR	1,56±1,28	-,10-4,6	1,68±1,3	-,20-4,9

Çalışmaya katılan KG'nin egzersiz öncesi ve sonrası KMY tanımlayıcı istatistikleri Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6: KG'nin kemik mineral yoğunluğu ön ve son değerleri (ort.  $\pm$ SS)**

Parametreler		KG (n=18)			
		Ön	Min-Max	Son	Min-max
L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,12 $\pm$ ,15	,89-1,48	1,12 $\pm$ ,15	,93-1,49
	T SKOR	-,33 $\pm$ 1,29	-2,3-2,7	-,26 $\pm$ 1,26	-2,00-2,8
	Z SKOR	-,35 $\pm$ 1,28	-2,3-2,7	-,66 $\pm$ 2,22	-8,00-2,8
L2-L3 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,14 $\pm$ ,15	,94-1,52	1,1 $\pm$ ,28	,16-1,51
	T SKOR	-,28 $\pm$ 1,32	-2-2,8	-,17 $\pm$ 1,29	-1,8-2,8
	Z SKOR	-,28 $\pm$ 1,34	-2-2,9	-,04 $\pm$ 1,32	-1,8-2,8
L2-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,18 $\pm$ ,22	,92-1,86	1,28 $\pm$ ,59	,95-3,6
	T SKOR	-,35 $\pm$ 1,27	-2,2-2,4	,00 $\pm$ 1,49	-2,00-3,6
	Z SKOR	-,33 $\pm$ 1,28	-2,2-2,4	-,23 $\pm$ 1,2	-2,00-2,5
FEMUR BOYNU (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,05 $\pm$ ,12	,81-1,3	1,06 $\pm$ ,13	,83-1,32
	T SKOR	-,08 $\pm$ ,92	-2-1,8	-,02 $\pm$ ,99	-1,90-1,9
	Z SKOR	,23 $\pm$ ,96	-1,8-2,3	,31 $\pm$ 1,05	-1,70-2,5
WARDS ÜÇGENİ (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,91 $\pm$ ,15	,65-1,2	,91 $\pm$ ,14	,68-1,21
	T SKOR	-,35 $\pm$ 1,18	-2,4-1,8	-,32 $\pm$ 1,11	-2,20-2
	Z SKOR	,19 $\pm$ 1,28	-1,9-2,4	,21 $\pm$ 1,17	-1,70-2,3
TROKANTER (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,86 $\pm$ ,11	,67-1,2	,87 $\pm$ ,11	,69-1,2
	T SKOR	-,11 $\pm$ 1,08	-1,9-2,9	-,05 $\pm$ 1,04	-1,70-2,9
	Z SKOR	,05 $\pm$ 1,12	-1,8-3,1	,08 $\pm$ 1,07	-1,60-3,1
SAFT (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,28 $\pm$ ,19	,99-1,73	1,28 $\pm$ ,19	,99-1,76
TOPLAM (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,09 $\pm$ ,14	,84-1,45	1,1 $\pm$ ,14	,86-1,46
	T SKOR	,23 $\pm$ 1,22	-1,9-3,1	,27 $\pm$ 1,24	-1,80-3,3
	Z SKOR	,43 $\pm$ 1,27	-1,8-3,5	,47 $\pm$ 1,27	-1,70-3,6

Katılımcıların on haftalık antrenmanlar öncesi fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin karşılaştırılması tablo 7'de verilmiştir. Buna göre katılımcıların antrenman öncesi fiziksel ve fizyolojik parametreleri arasında gruplar arası farklılık yoktur.

**Tablo 7: Grupların fiziksel ve fizyolojik parametrelerin ön değerlerinin gruplararası karşılaştırılması**

Parametreler	EG (n=19)	KG (n=18)	P
Yaş (yıl)	33,26±6,67	36,66±3,89	0,124
Boy (cm)	175,84±4,91	175,05±7,36	0,796
VA (kg)	85,25±9,16	81,22±10,47	0,316
Yağ miktarı (kg)	17,79±6,52	17,28±4,91	0,843
Yağ oranı (%)	20,58±5,73	22,45±6,04	0,167
YVA (kg)	66,12±5,86	64,25±7,70	0,403
BKI (boy/m <sup>2</sup> )	27,23±2,83	26,46±2,81	0,331
VO <sub>2max</sub> (ml/dk/kg)	45,57±9,35	38,73±5,03	0,054

\*p<0.05

On haftalık antrenmanlar sonrasında katılımcıların antrenman öncesi ve sonrası fiziksel ve fizyolojik parametrelerinde meydana gelen değişiklikler wilcoxon işaretli sıralar testi (wilcoxon signed ranks) ile analiz edilmiştir. Tablo 8’de görüldüğü gibi EG’nin VA, yağ miktarı, yağ oranı ve BKI değerlerinde antrenman sonrasında istatistiksel olarak anlamlı ve egzersizin olumlu etkisini gösteren bir fark olduğu görülmektedir (p<0.005, p<0.05).

Diğer yandan EG’de  $VO_{2max}$ ’da da  $p<0.005$  seviyesinde anlamlı artış meydana gelmiştir. Kontrol grubunda ise hiçbir parametrede istatistiksel anlamlı değişiklik gözlenmemiştir. Katılımcıların 10 haftalık antrenmanla fizyolojik ve fiziksel parametrelerde meydana gelen değişiklikler Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8: Grupların antrenman öncesi ve sonrası fiziksel ve fizyolojik parametrelerinin grup içi karşılaştırması**

Parametreler	EG (n=19)				KG (n=18)			
	AÖ	AS	FARK	p	AÖ	AS	FARK	p
<b>VA (kg)</b>	85,25±9,16	81,91±9,20	-3,34±3,22	,000***	81,22±10,47	80,91±10,23	-0,31±1,21	,569
<b>Yağ miktarı (kg)</b>	17,79±6,52	15,88±4,61	-1,91±4,25	,041*	17,28±4,91	7,10-29,70	-0,57±1,66	,255
<b>Yağ oranı (%)</b>	20,58±5,73	18,95±3,81	-1,63±4,32	,042*	22,45±6,04	21,53±4,40	-0,23±0,72	,570
<b>YVA (kg)</b>	66,12±5,86	67,81±6,23	1,68±3,96	,067	64,25±7,70	63,81±6,64	-0,43±2,96	,338
<b>BKI (boy/m<sup>2</sup>)</b>	27,23±2,83	26,35±2,69	-0,87±0,68	,000***	26,46±2,81	26,22±3,01	-0,23±0,72	,177
<b><math>VO_{2max}</math> (ml/dk/kg)</b>	45,57±9,35	47,07±9,57	1,49±,45	,000***	38,73±5,03	38,62±5,20	-,11±,37	,180

Antrenman Öncesi (AÖ), Antrenman Sonrası (AS) \* $p<0.05$  AÖ’den farklı; \*\* $p<0.01$  AÖ’den farklı; \*\*\* $p<0.005$  AÖ’den farklı



Mann Whitney U test sonuçlarına göre gruplarda antrenmanla meydana gelen farklar gruplar arası karşılaştırılmış ve sonuçlar tablo 9’da gösterilmiştir. Tablo 9’da gösterildiği VA oranındaki farklılık  $p<0.005$  düzeyinde EG ve KG arasında EG lehine anlamlı farklılık tespit edilmiştir. BKİ’de ise EG ile KG arasında EG lehine istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuş ( $p<0.01$ ); kardiyak fitnessın en önemli göstergesi olan MaxVO<sub>2</sub>’de meydana gelen fark EG ile KG arasındaki EG lehine bulunmuştur ( $p<0.005$ ).

**Tablo 9: Fiziksel ve fizyolojik parametrelerde antrenmanla meydana gelen farkların gruplararası karşılaştırması**

Parametreler	EG (n=19)	KG (n=18)	P
VA (kg)	-3,34±3,22	0,31±1,21	,000***
Yağ miktarı (kg)	-1,91±4,25	0,57±1,66	,229
Yağ oranı (%)	-1,63±4,32	0,23±0,72	,230
YVA (kg)	1,68±3,96	0,43±2,96	,301
BKI (boy/m <sup>2</sup> )	-0,87±0,68	0,23±0,72	,008*
VO <sub>2max</sub> (ml/dk/kg)	1,49±,45	,11±,37	,000***

\* $p<0.05$  , \*\*\* $p<0.005$

Katılımcıların biyokimyasal parametrelerinde meydana gelen ön ve son değerler arasındaki değişikliğe bakıldığında (Tablo 10); EG’nin antrenman sonrası kolesterol değerleri başlangıç değerlerine göre  $p<0.05$  seviyesinde azalmıştır. Testosteron ve D vitamini değerleri başlangıç değerlerine göre  $p<0.005$  seviyesinde artarken, serbest

testosteron seviyesinde  $p<0.005$  oranında azalma meydana gelmiştir. D vitamini değerleri KG 'de de başlangıç değerlerine göre  $p<0.005$  seviyesinde düzeyinde artma tespit edilmiştir.



**Tablo 10: Grupların biyokimyasal parametrelerindeki ön ve son değerlerin grup içi karşılaştırılması**

Parametreler	EG (n=19)					KG (n=18)				
	AÖ	AS	FARK	%FARK	P	AÖ	AS	FARK	%FARK	P
Glikoz (ng/ml)	81,70±5,93	79,25±7,23	-2,10±6,03	16,27±9,99	,064	86,61±21,97	89,00±32,38	2,38±17,36	15,97±22,88	,962
Ortalama Glikoz (ng/ml)	101,53±7,34	102,11±6,67	,60±5,20	-,85±11,05	,700	111,46±29,08	112,10±33,23	,6±6,19	11,26±27,81	,526
TG (ng/ml)	144,25±62,07	147,75±68,15	6,52±57,01	-30,13±94,84	,615	159,33±61,8	149,83±62,89	-9,5±69,72	-59,9±84,58	,663
Kolesterol (ng/ml)	203,15±37,62	190,05±36,96	-13,78±25,18	-1,10±42,83	,0031*	201,66±37,57	200,33±38,79	-16,3±17,7	-109,94±37,65	,598
HDL (ng/ml)	49,08±14,45	48,19±12,01	-2,27±5,20	45,59±16,79	,064	44,32±8,2	39,55±8,02	-4,77±4,76	-10,76±12,99	,002
LDL (ng/ml)	125,25±34,77	113,85±27,35	-11,94±25,70	-32,77±48,81	,081	125,38±31,34	113,44±30,03	-11,94±17,53	-34,09±37,81	,079
VLDL (ng/ml)	28,85±12,38	30,55±12,22	2,36±9,28	87,13±50,86	,481	32,22±12,57	32,27±11,56	,05±10,72	71,5±38,49	,924
ALP (u/l)	68,70±15,79	66,55±17,49	-1,73±9,26	30,36±23,44	,421	71±17,85	70,22±17,82	-,77±8,48	28,36±23,41	,209
BALP (pg/ml)	12,46±3,39	17,21±5,42	4,74±3,17	125,77±21,11	,000***	13,63±4,42	15,69±4,65	2,05±4,18	108,27±41,05	0,061
Kalsiyum (mg/dl)	9,18±,29	9,22±,25	,03±,30	91,28±3,51	,599	9,31±,30	9,19±,32	-,11±,32	89,48±3,6	,140
Fosfor (mg/dl)	3,78±,52	3,83±,62	,02±,58	96,63±17,22	,727	3,83±,74	3,84±,97	,0±,8	97,2±20,38	,810
İnsulin (u/ml)	13,81±8,17	11,72±6,57	-2,37±6,14	82,28±55,57	,070	14,32±7,46	16,31±9,87	1,9±9,39	114,07±110,65	,679
Testosteron (ng/dl)	395,13±107,93	461,83±122,02	72,87±62,04	-2,80±118,61	,000***	368,38±111,57	371,42±132,2	3,04±8,25	0,8±5,87	,154
Serbest Testosteron (pg/ml)	10,95±2,98	4,46±1,72	-6,52±3,17	35,82±35,93	,000***	12,39±2,66	11,25±1,06	-1,14±2,39	-9,2±3,58	,654
% HbA1c	5,16±,25	5,18±,23	,02±,18	95,32±3,68	,722	5,51±1,01	5,53±1,15	,02±,21	94,66±2,69	,816
vitamin D (ng/ml)	9,05±5,66	22,05±6,93	13,05±4,42	2,76±112,21	,000***	5,88±2,47	17,77±4,69	11,8±4,17	335,4±142,3	,000***
PINP(ng/ml)	357,44±186,95	390,31±192,92	32,86±127,68	-239,65±207,88	,243	549,6±435,24	586,93±422,95	37,32±108,81	433,06±449,27	0,053
Beta cross laps(ng/ml)	,53±,49	,50±,31	-0,3±,70	220,03±212,1	,872	,34±,16	1,2±,68	,85±,72	444,87±387,9	0,000***

\*p&lt;0.05 AÖ'den farklı , \*\*\*p&lt;0.005 AÖ'den farklı

Katılımcıların on haftalık antrenmanlar öncesi biyokimyasal parametrelerinin karşılaştırılması tablo 11’de verilmiştir. Buna göre katılımcıların antrenman öncesi biyokimyasal parametreleri arasında gruplar arası farklılık yoktur. (Tablo 11).

**Tablo 11: Biyokimyasal parametrelerde antrenman öncesi değerlerin gruplararası karşılaştırması**

Parametreler	EG (n=19)	KG (n=18)	P
Glikoz (ng/ml)	81,21±5,67	86,61±21,97	,927
Ortalama Glikoz (ng/ml)	101,63±7,53	111,46±29,08	,221
TG (ng/ml)	142,58±63,31	159,33±61,8	,224
Kolesterol (ng/ml)	204,00±38,45	201,66±37,57	,939
HDL (ng/ml)	49,30±14,81	44,32±8,2	,346
LDL (ng/ml)	126,21±35,45	125,38±31,34	,891
VLDL (ng/ml)	28,52±12,63	32,22±12,57	,201
ALP (u/l)	67,68±15,53	71±17,85	,681
BALP (pg/ml)	12,46±3,39	13,63±4,42	,447
Kalsiyum (mg/dl)	9,17±,29	9,31±,30	,178
Fosfor (mg/dl)	3,8±,53	3,83±,74	,681
İnsulin (u/ml)	13,88±8,39	14,32±7,46	,564
TSH (u/ml)	2,54±1,68	2,32±1,36	,832
Testosteron (ng/dl)	400,84±107,75	368,38±111,57	,213
Serbest Testosteron (pg/ml)	11,05±3,02	12,39±2,66	,254
% HbA1c	5,16±,26	5,51±1,01	,221
vitamin D (ng/ml)	9,21±5,76	5,88±2,47	,400
PINP(ng/ml)	357,44±186,95	549,6±435,24	,682
Beta cross laps(ng/ml)	,53±,49	,34±,16	,879

\*p<0.05

Tablo 12’de katılımcıların biyokimyasal parametrelerinde antrenmanlarla meydana gelen farklılıkların gruplar arası karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre beta cross laps’ta EG lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p<0,01).

**Tablo 12: Biyokimyasal parametrelerde antrenmanla meydana gelen farkların gruplararası karşılaştırması**

Parametreler	EG (n=19)	KG (n=18)	P
Glikoz (ng/ml)	-2,10±6,03	2,38±17,36	,493
Ortalama Glikoz (ng/ml)	,60±5,20	,6±6,19	1,000
TG (ng/ml)	6,52±57,01	-9,5±69,72	,648
Kolesterol (ng/ml)	-13,78±25,18	-16,3±17,7	,563
HDL (ng/ml)	-2,27±5,20	-4,77±4,76	,867
LDL (ng/ml)	-11,94±25,70	-11,94±17,53	,692
VLDL (ng/ml)	2,36±9,28	,05±10,72	,681
ALP (u/l)	-1,73±9,26	-,77±8,48	,867
BALP (pg/ml)	4,74±3,17	2,05±4,18	,098
Kalsiyum (mg/dl)	,03±,30	-,11±,32	,123
Fosfor (mg/dl)	,02±,58	,0±,8	,761
İnsulin (u/ml)	-2,37±6,14	1,9±9,39	,114
Testosteron (ng/dl)	72,87±62,04	3,04±8,25	,213
Serbest Testosteron (pg/ml)	-6,52±3,17	-1,14±2,39	,693
% HbA1c	,02±,18	,02±,21	,963
vitamin D (ng/ml)	13,05±4,42	11,8±4,17	,337
PINP(ng/ml)	32,86±127,68	37,32±108,81	,879
Beta cross laps(ng/ml)	-0,3±,70	,85±,72	0,001**

\*\*p<0.05

Tablo 13: Grupların kemik mineral yoğunluğu parametrelerindeki ön ve son değerlerin grup içi karşılaştırılması

Parametreler		EG (n=19)					KG (n=18)				
		AÖ	AS	FARK	%FARK	P	AÖ	AS	FARK	%FARK	p
L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,28±,16	1,29±,17	,00±,02	98,82±1,99	,601	1,12±,15	1,12±,15	,00±,03	99,77±2,97	,327
	T Skor	1,04±1,36	1,08±1,47	,03±,22	1,16±50,77	,537	-,33±1,29	-,26±1,26	,07±,26	102,69±45,34	,374
	Z Skor	1,05±1,36	1,08±1,47	,02±,22	1,15±51,32	,597	-,35±1,28	-,66±2,22	-,30±1,72	228,93±381,73	,793
L2-L3 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,28±,29	1,32±,19	,03±,16	1,14±69,51	,525	1,14±,15	1,1±,28	-,04±,25	95,37±21,05	,459
	T Skor	1,22±1,56	1,20±1,61	-,02±,40	1,01±41,03	,962	-,28±1,32	-,17±1,29	,11±,38	97,08±104,42	,266
	Z Skor	1,23±1,57	1,21±1,61	-,03±,40	1,01±40,97	,983	-,28±1,34	-,04±1,32	,23±,64	83,48±117,67	,178
L2-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,3±,17	1,30±,18	,00±,03	98,66±2,23	,627	1,18±,22	1,28±,59	,10±,63	110,13±56,70	,459
	T Skor	1±1,54	1,05±1,57	,04±,29	93,54±32,60	,483	-,35±1,27	,00±1,49	,35±1,09	91,23±148,58	,207
	Z Skor	1,06±1,42	1,06±1,57	-,01±,26	99,62±41,05	1,000	-,33±1,28	-,23±1,2	,10±,37	118,17±84,68	,360
Femur Boynu (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,24±,18	1,26±,18	,02±,03	1,00±2,95	,010*	1,05±,12	1,06±,13	,00±,03	99,64±3,42	,459
	T Skor	1,32±1,41	1,48±1,43	,15±,26	99,82±81,12	,021*	-,08±,92	-,02±,99	,05±,27	139,04±144,43	,427
	Z Skor	1,51±1,42	1,66±1,43	,15±,28	1,18±78,53	,043*	,23±,96	,31±1,05	,07±,30	127,68±138,84	,414
Wards (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,11±,2	1,12±,20	,00±,05	99,30±5,27	,794	,91±,15	,91±,14	-,00±,04	99,30±5,05	,948
	T Skor	,94±2,05	1,25±1,54	,30±1,21	976,58±47,20	,467	-,35±1,18	-,32±1,11	,02±,33	87,69±74,05	,565
	Z Skor	1,48±1,51	1,54±1,55	,04±,38	96,84±64,20	,530	,19±1,28	,21±1,17	,01±,37	123,12±122,63	,792
Trokanter (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1±,12	1,01±,14	,01±,03	1,00±3,05	,061	,86±,11	,87±,11	,00±,02	99,96±3,36	,420
	T Skor	1,13±1,16	1,35±1,28	,22±,57	36,07±267,02	,076	-,11±1,08	-,05±1,04	,06±,27	78,73±53,40	,447
	Z Skor	1,2±1,18	1,32±1,29	,11±,30	1,17±53,84	,078	,05±1,12	,08±1,07	,03±,35	70,95±64,63	,419
SAFT (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,4±,18	1,42±,18	,01±,03	99,93±2,49	,019*	1,28±,19	1,28±,19	,00±,03	98,76±3,16	,794
Toplam (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	1,23±,15	1,25±,15	,01±,02	99,90±2,41	,030*	1,09±,14	1,1±,14	,00±,02	99,44±2,42	,248
	T Skor	1,4±1,27	1,52±1,3	,11±,25	1,29±58,69	,044*	,23±1,22	,27±1,24	,03±,22	102,41±48,05	,466
	Z Skor	1,52±1,26	1,65±1,3	,12±,24	1,41±115,92	,032*	,43±1,27	,47±1,27	,04±,22	89,45±103,62	,366

\*p&lt;0.05 AÖ'den farklı;

Katılımcıların, antrenman öncesi ve sonrası KMY ölçümlerinde meydana gelen grup içi farklılıklar, Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edildi. Bu analizler sonucunda, EG’de femur boynu, saft ve toplam kalça bölgesinde meydana gelen artış, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Diğer ölçüm bölgelerinde, istatistiksel anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Sonuçlar tablo 13’te sunulmuştur. Kemik turnover markerlarında antrenmanla meydana gelen yüzde değişiklikler karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık saptanamamıştır. Sonuçlar tablo 14’te sunulmuştur.

**Tablo 14: Grupların kemik mineral yoğunluğu parametrelerinde antrenmanla meydana gelen farkların gruplararası karşılaştırması**

Parametreler		EG (n=19)	KG (n=18)	P
L1-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,00±,02	,00±,03	,726
	T Skor	,03±,22	,07±,26	,813
	Z Skor	,02±,22	-,30±1,72	,953
L2-L3 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,03±,16	-,04±,25	,861
	T Skor	-,02±,40	,11±,38	,481
	Z Skor	-,03±,40	,23±,64	,311
L2-L4 (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,00±,03	,10±,63	,792
	T Skor	,04±,29	,35±1,09	,546
	Z Skor	-,01±,26	,10±,37	,452
Femur Boynu (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,02±,03	,00±,03	,198
	T Skor	,15±,26	,05±,27	,204
	Z Skor	,15±,28	,07±,30	,310
Wards (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,00±,05	-,00±,04	,884
	T Skor	,30±1,21	,02±,33	,895
	Z Skor	,04±,38	,01±,37	,825
Trokanter (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,01±,03	,00±,02	,260
	T Skor	,22±,57	,06±,27	,315
	Z Skor	,11±,30	,03±,35	,302
SAFT (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,01±,03	,00±,03	,174
Toplam (g/cm <sup>2</sup> )	BMD	,01±,02	,00±,02	,380
	T Skor	,11±,25	,03±,22	,292
	Z Skor	,12±,24	,04±,22	,301

## 5. TARTIŞMA

Çağımızda erişilen teknolojik düzey, ekonomik refahla beraber az hareketli, sedanter ve kolay bir yaşam tarzı getirmiştir. Sigara, beslenme, genetik yatkınlık, ırk, cinsiyet, alkol ve D vitamini eksikliği gibi risk faktörlerinin yanında osteoporoza yakalanma da önemli diğer bir risk faktörü de fiziksel inaktivitedir. Osteoporoz kemikte düşük mineral yoğunluğu ile karakterize edilen bir hastalıktır. Kemığın yapısal kuvvetini azaltarak kolay kırılmalara neden olmaktadır. Günümüzde uzayan yaşam süresiyle birlikte, osteoporozdan korunmada alınacak tedbirler daha önemli bir hale gelmiştir. Literatürde bu yönde alınacak önlemlerden biri de kemiğe yük bindirici egzersizler olarak gösterilmektedir.

Fiziksel aktivitenin diğer sağlık yararlarına ilave olarak vücut kemik kütleini arttırmada ve korumada da olumlu etkisinin olduğunu araştıran değişik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar kemikteki dinamik zorlanmalar yaratan yüksek şiddette egzersizlerin kemik kütleini ve kuvvetini kontrol etmede önemli rol oynadığını göstermiştir. Koşu, voleybol, cimnastik gibi kemik dokusuna yük bindiren egzersizlerin KMY''yi arttırmada etkili olduğu, yüzme gibi kemik dokusuna yük bindirmeyen egzersizlerin ise KMY''yi arttırmada fazla yararlı olmadığı bildirilmiştir. Ancak, direnç antrenmanlarından yararlı etkiler sağlamak yoğunluk, sıklık ve volüm gibi bazı faktörlere de bağlıdır. Bu nedenle de kemik yoğunluğunda egzersizle meydana gelen değişiklikler üzerine yapılan çalışmalar çelişkili sonuçlar vermektedir (Sivrikaya ve ark. 2005).

### 5.1. Aerobik Koşu ve Çabuk Kuvvet Egzersizlerinin VO<sub>2max</sub> ve Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi

Gönülateş ve arkadaşlarının (2010) 8 hafta boyunca kalp atım rezervlerinin %40-65'ine denk gelecek şekilde uyguladıkları yürüyüş programlarının 40-55 yaş arası kadınlara antropometrik ölçümler, sırt ve bacak kuvveti, esneklik, deri altı yağ kalınlığı (skinfold), kalp atım sayısı ve Maksimal VO<sub>2</sub> testleri, kan lipitleri ölçümünde; LDL, HDL, total kolesterol ve trigliserid düzeyleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada 40-55 yaşlarında 20 sedanter kadın yer almıştır. Katılımcılar egzersiz (n=19) ve kontrol grubu (n=18) olarak 2 gruba ayrılmışlardır. Egzersiz grubu haftada 3 gün, günde 60 dakikalık kalp atım sayısı yedeğinin %40-65 şiddetinde yürümüşlerdir. Egzersiz grubunun antrenman sonrası



değerlerine bakıldığında MaxVO<sub>2</sub> değerlerinde  $p < 0.05$  seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artış olduğu gözlenmiştir.

İri ve arkadaşlarının (2010) 8 hafta boyunca haftanın 3 günü yürüyüş egzersizi uygulanmıştır. Çalışmaya yaş ortalamaları  $20.70 \pm 1.16$  yıl olan 24 sağlıklı kadın katılmış olup yürüyüş egzersizi öncesi ve yürüyüş egzersizinin sonrası aerobik kapasiteleri vücut yağ yüzdeleri, vücut kütle indeksi ve kan değerlerinin ölçümleri yapılmıştır. Deneklerin ilk 2 haftanın 3 günü 60 dakikada 4 km, 3-4. haftalar 60 dakikada 4,5 km, 5,6. haftalar 5 km ve 7-8. haftalarda 60 dakikada 6km yürüyüş yaptırılmıştır. Buna ilaveten haftada 1 gün rekreatif faaliyet olarak voleybol veya benzeri oyunlar oynatılmıştır. Deneklere ait kilo, vücut yağ yüzdesi, vücut kütle indeksi ve aerobik kapasiteleri değerlerinin birinci ve ikinci ölçümleri karşılaştırılmıştır. Deneklerin kilo, vücut yağ yüzdesi, vücut kütle indeksi ve aerobik kapasiteleri değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

Kurt ve arkadaşlarının (2010), orta yaş sedanter bayanlara 8 haftalık step-aerobik egzersiz programının bazı fiziksel uygunluk parametrelerine etkisini incelemek amacı ile yaptıkları çalışmada yaş ortalamaları  $39,33 \pm 4,67$  yıl olan sağlıklı 15 bayan yer almıştır. Araştırma grubuna haftada 3 gün 45–55 dakika süreli, %50–60 şiddetinde step-aerobik egzersiz programı uygulanmıştır. Çalışma sonunda egzersiz grubunda vücut yağ yüzdesi, aerobik kapasitede istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar meydana gelmiştir ( $p < 0.01$ ).

Cicioğlu ve arkadaşlarının 2007'de yaptıkları aerobik egzersiz programının koroner kalp hastalıklarının kardiyak fonksiyonları üzerine etkisi konulu çalışmada yaşları  $48.6 \pm 6.7$  (yıl) olan 29 sedanter erkek yer almıştır. Katılımcılar deney grubu ve kontrol grubu olarak 2 gruba ayrılmışlardır. Çalışma; hızlı yürüyüş ve düşük şiddet koşular olmak üzere 12 hafta süresince, haftada 3 gün MaxVO<sub>2</sub>'lerinin %50-60 şiddetinde 45 dk ile başlayıp 5. ve 9. haftaların sonunda 10'ar dk yükseltilecek uygulanmıştır. Çalışma sonunda yapılan ölçümlere göre deney grubunun istirahat kan basıncı değerleri ve istirahat kalp atım sayıları istatistiksel olarak anlamlı derecede düşerken MaxVO<sub>2</sub> değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir.

Büyükçay ve arkadaşlarının (2005) 8 haftalık hızlı tempo yürüyüş programlarının orta yaşlı erkeklerin aerobik kapasiteleri (MaxVO<sub>2</sub>), kan basınçları, bazı kan lipitleri ve C-reaktif protein (CRP) düzeyleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada 40-60 yaşlarında 22 sağlıklı erkek yer almıştır. Katılımcılar egzersiz (n=12) ve kontrol grubu (n=10) olarak 2 gruba ayrılmışlardır. Egzersiz grubu haftada 5 gün, günde 30 dk'dan başlayarak haftalık 3'er dk'lık artışlarla 48 dk'ya kadar ulaşan sürede ve kalp atım sayısı yedeğinin

~%69'u şiddetinde yürümüşlerdir. Egzersiz grubunun antrenman sonrası değerlerine bakıldığında MaxVO<sub>2</sub>değerlerinde p<0.01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artış olduğu gözlenmiştir.

Bizim çalışmamızda da benzer egzersiz türlerinin yapıldığı diğer çalışmalarda olduğu gibi kardiyovasküler hastalık risklerini azaltmada ve yaşam kalitesini arttırmada çok önemli bir parametre olan MaxVO<sub>2</sub>'de benzer artışlar tespit edilmiştir. Cicioğlu ve Büyükyazı'nın yaptığı çalışmalara bakıldığında her iki çalışmanın da antrenman süresi, şiddeti, sıklığı bakımından bizim çalışmamızdan farklıdır ancak bizim çalışmamızda olduğu gibi egzersiz türü aerobiktir. Bu çalışmaların sonuçlarına bakıldığında aerobik egzersizlerin hem erkek hem de kadınlarda MaxVO<sub>2</sub>'yi arttırdığını söylemek mümkündür.

Corpeleijn ve arkadaşları(2007); tip 2 diyabet riski taşıyan 147 kadın ve erkek bireyler üzerinde yaptıkları 1 yıllık egzersiz/diyet uygulaması sonucunda VA'da ve BKİ'de p<0.001 düzeyinde azalma görülürken, MaxVO<sub>2</sub>'de de %5,6'lık p<0.001 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağlamışlardır.

Gözlükaya ve arkadaşları (2008), 10 haftalık hızlı ve orta şiddette yapılan yürüyüş antrenmanlarının vücut kompozisyonu, VO<sub>2max</sub> ve bazı yağ dokusu hormonları üzerine etkisini inceleyen çalışmasında 40-49 yaş arasındaki 40 sağlıklı kadın yer almıştır. Egzersiz grupları; haftada 5 gün, günde 30 dakika ile başlayıp her hafta 3'er dakikalık artışlarla 54 dk'ya ulaşan sürelerde yürümüşlerdir. HTYG ilk 5 hafta 30, 33, 36, 39 ve 42 dk'lık sürelerde maksimal kalp atım sayısı yedeği (KASYmax)'ın %70 şiddetinde yürürken ikinci 5 haftada ise 42, 45,48, 51 ve 54 dk'lık sürelerde KASYmax'ın %75 şiddetinde yürüdüler. OTYG ise aynı sürelerde ancak ilk 5 hafta KASYmax'ın %50 şiddetinde yürürken ikinci 5 haftada ise KASYmax'ın %55 şiddetinde yürümüşlerdir. Antrenman programından önce ve sonra tüm katılımcıların vücut kompozisyonu, MaxVO<sub>2</sub>, adiponektin, ghrelin, resistin ve leptin hormon düzeyleri ölçülmüştür. On haftalık antrenmanlar sonrasında vücut kompozisyonu ölçümlerinde (vücut ağırlığı (VA), yağsız vücut ağırlığı (YVA), yağ oranı, yağ miktarı, bel-kalça oranı ve beden kütle indeksi (BKİ) ve MaxVO<sub>2</sub> değerlerinde HTYG'de OTYG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı seviyelerde ve HTYG lehine sonuçlar elde edilmiştir.

İri ve arkadaşları (2003) 6 hafta boyunca haftanın 4 günü çabuk kuvvet egzersizleri uygulamıştır. Çalışmaya 18-21 yaş arası 30 erkek hentbolcu katılmış olup Deney grubundaki denekler 6 hafta boyunca, haftada 4 gün olmak üzere çabuk kuvvete yönelik antrenmanlara katılmışlardır. Deney ve kontrol grubuna 3 ölçüm uygulanmıştır. 1. ölçüm 6 haftalık

antrenman programına başlamadan önce, 2. ölçüm 3 hafta sonra ve son ölçüm 6 haftanın sonunda yapılmıştır. Deneklerin antrenman programı sonunda vücut ağırlığı ve bazı motorik özelliklerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir.

Başlamışlı ve arkadaşları (2004) çabuk kuvvet antrenmanlarının hentbolcuların hazırlık dönemlerinde antropometrik özellikleri ve bazı motorik özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla 6 hafta boyunca haftanın 4 günü çabuk kuvvet egzersizleri uygulamıştır. Çalışmaya 18-21 yaş arası 30 erkek hentbolcu katılmış olup Deney grubundaki denekler 6 hafta boyunca, haftada 4 gün olmak üzere çabuk kuvvete yönelik antrenmanlara katılmışlardır. Deney ve kontrol grubuna 3 ölçüm uygulanmıştır. 1. ölçüm 6 haftalık antrenman programına başlamadan önce, 2. ölçüm 3 hafta sonra ve son ölçüm 6 haftanın sonunda yapılmıştır. Deneklerin antrenman programı sonunda vücut ağırlığı ve bazı motorik özelliklerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir.

Literatürde yer alan çabuk kuvvet ve aerobik egzersiz uygulamalarının olduğu bazı çalışmalarda olduğu gibi bizim çalışmamızda da MaxVO<sub>2</sub>'de ve diğer fizyolojik parametrelerde beklendiği gibi anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

## **5.2. Aerobik Koşu ve Çabuk Kuvvet Egzersizlerinin KMY ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi**

Fiziksel aktivitenin diğer sağlık yararlarına ilave olarak vücut kemik kütleini arttırmada ve korumada da olumlu etkisinin olduğunu araştıran değişik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar kemikteki dinamik zorlanmalar yaratan yüksek şiddette egzersizlerin kemik kütleini ve kuvvetini kontrol etmede önemli rol oynadığını göstermiştir. Koşu, voleybol, cimnastik gibi kemik dokusuna yük bindiren egzersizlerin KMY''yi arttırmada etkili olduğu, yüzme gibi kemik dokusuna yük bindirmeyen egzersizlerin ise KMY'yi arttırmada fazla yararlı olmadığı bildirilmiştir. Ancak, direnç antrenmanlarından yararlı etkiler sağlamak yoğunluk, sıklık ve yoğunluk gibi bazı faktörlere de bağlıdır. Bu nedenle de kemik yoğunluğunda egzersizle meydana gelen değişiklikler üzerine yapılan çalışmalar çelişkili sonuçlar vermektedir (Colletti 1989).

Welsh ve arkadaşları (1993); yaşları 50 ile 73 arasında değişen kadın ve erkekler üzerinde yaptıkları aerobik egzersizlerde (step, sıçrama) KMY ve quadriceps kas kuvvetini ölçmüşlerdir. Kemik yoğunluğu ölçümlerinde femoral boyun, wards üçgeni, trokanter bölgelerinde KMY anlamlı oranda artmıştır. Yüksek oranda KMY artışlarının kemiğe direkt yük bindiren step ve sıçrama hareketlerinden kaynaklandığı düşünülebilir. Bizim çalışmamızda da femur boynunda meydana gelen artış squat jump hareketi ile ilişkilendirilebilir.

Maddalozzo ve arkadaşları (2000), 50-60 yaş arasındaki kadın ve erkekler (hormon replasman tedavisi almayan) üzerinde uyguladıkları 12 haftalık farklı şiddetteki direnç egzersizleri sonrasında, her iki cinsiyette toplam kas kuvvetinde (%37.62) ve yağsız vücut ağırlığında (erkek: %4,1, kadın: %3,1) artış bulmuşlardır. Yapılan antrenmanlar sonrası sadece yüksek şiddet erkek grubunun omurga bölgesinde KMY artışına (%1,9) rastlanılmıştır. Fakat orta şiddet ve yüksek şiddet kadın gruplarında hiçbir ölçüm bölgesinde anlamlı değişikliğe rastlanılmamıştır. Sonuç olarak, Maddalozzo ve arkadaşları çalışmalarında yaşlı kadınlar da omurga bölgesinde osteogenezis'i körüklemek ve KMY'yi arttırmak için daha yüksek şiddette direnç antrenmanına ihtiyaç olduğunu söylemişlerdir.

Pruitt ve arkadaşları (1995), 65 ile 79 yaşları arasında, 26 kadın üzerinde yaptıkları çalışmada katılımcıları, YŞG (1TM-%80, 3 set), DŞG (1 TM-%40, 3 set) olarak ikiye ayırarak yaptıkları 12 haftalık direnç egzersizleriyle, omurga bölgesi, femur boynu ve wards üçgeni KMY ölçümlerinde bir değişiklik saptayamamışlardır. Nichols ve arkadaşları (1995) 67 yaş ortalamasına sahip kadınlar üzerinde yaptıkları, yüksek şiddet ve düşük şiddet direnç antrenmanları sonucunda kuvvet değerlerinde anlamlı artışlar bulmuşlar fakat KMY'de herhangi bir artışa rastlamamışlardır.

KMY'de anlamlı bir değişiklik saptayabilmek için antrenman döneminin süresi ve antrenman programında yer alan hareketler de önemlidir (Chilibeck ve ark. 1996). Literatürde, ölçülen bölgelerin büyük bir çoğunluğunda KMY artışları belirlemiş çalışmaların süresi oldukça uzundur (Tsuzuku ve ark. 2001); fakat 12 aylık çalışmaya rağmen KMY artışı saptanamayan çalışmalar da vardır (Colletti ve ark. 1989). Pruitt ve arkadaşları, Nichols ve arkadaşları ve Maddalozzo ve arkadaşlarının çalışmalarından farklı olarak bizim çalışmamızda ek bir direnç uygulanmamış, katılımcılar kendi vücut ağırlıkları ile kuvvet antrenmanları uygulamışlardır. Ayrıca bu çalışmalardan daha az sürede tamamlanmasına rağmen femur boynu, shaft ve toplam skorlarda anlamlı bir artış sağlanmıştır.

Son zamanlarda yapılmış uzun süreli çalışmalar, egzersizin yaşlı kişilerde iskelet sistemini pozitif etkilediğini ve KMY'yi arttırdığını ortaya koymuştur. KMY'yi arttırmakla en uygun antrenman stratejisi hala tartışmalı olsa da, genel olarak kabul edilen bilgi, antrenmanın yaş grubuna, cinsiyete ve bireysel farklılıklara özgü olması gerektiğidir. Örneğin; premenopozal dönemdeki kadınlarda yüksek düzeyde etkisi olan egzersizlerin, menopozdan sonra kemikte etkili bir faydası olmadığı bulunmuştur. KMY'yi arttırmada yüksek etkinin, ağırlık antrenmanları, spor oyunları (voleybol, basketbol) ya da cimmastikle güçlü şekilde ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Etkili bir egzersiz programı geliştirmek için, egzersiz ile kemik formasyonu arasındaki ilişkinin bilinmesi çok önemlidir.

Tsuzuku ve arkadaşları (1998) haltercilerin omurga, pelvis, bacak ve tüm vücut KMY değerlerinde kontrollere göre anlamlı artışlar belirlemişler; Granhed ve arkadaşları (1987) da haltercilerin lomber vertebra KMY düzeylerinin kontrollerden daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Tüm bu değişik sonuçlar kemiğin mekanik yüklenmeye karşı tepkisinin bölgeye bağlı olduğunu ve tüm iskelet için genellenemeyeceğini, çalışmalarda yer alan egzersizlerin ve antrenman programlarının sürelerinin alınan sonuçlarda etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, bizim uyguladığımız 10 haftalık bu çalışmada katılımcıların kendi vücut ağırlıkları ile yaptıkları antrenman ile femur bölgesi ve shaft bölgesinde belirlenmiş olan anlamlı artış, özellikle ilerleyen yaşlarda bireylerin kaliteli bir yaşam sürdürebilmeleri için erkek popülasyonuna tavsiye edilebilir.

CTx önemli kemik yıkım markerlerinden birisidir. Fakat çok fazla çalışılmış bir marker değildir. EPIDOS çalışmasında yüksek CTx seviyelerinin kalça kırıkları gibi bazı kliniksel olgularla ilintili olduğu gösterilmiştir (Chapurlat ve ark. 2000). Hermann ve Hermann 2004, yüksek CTx konsantrasyonlarının atletlerdeki yüksek kırık ve osteoporoz riskini belirlemede kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. CTx'te istatistiksel olarak anlamlı olmasa bile bizim çalışmamızda elde ettiğimiz EG'deki azalma, KG'deki artış ile kıyaslandığında oldukça önemlidir. İstatistiksel olmasa bile bir kemik yıkım markeri olan CTx'de egzersizle meydana gelen değişiklikler 10 haftalık çabuk kuvvet egzersizlerinin bu yaş dönemi erkeklerin KMY'leri üzerine olumlu etkisi olarak yorumlanabilir. Ölçülen diğer kemik turnover markerlerinde değişiklikler saptayabilmek için daha uzun süreli çalışmalar yapılabilir.

Jonathann ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2010); 10 erkek katılımcıya (yaş ortalaması  $28 \pm 4$  yıl olan) 60 dakika boyunca KASYmax'ın %55-65-75'i ile uyguladıkları yoğun aerobik egzersizlerin CTx, PINP ve ALP üzerine akut etkilerini araştırmışlardır.

Egzersizden sonraki 1. saatte CTx düzeyleri KASYmax'ın %75 inde anlamlı artış göstermemiş ancak KASYmax'ın % 55- 65'inde yapılan egzersizlerden sonra bakılan düzeylerden daha yüksektir. PINP sadece egzersiz sırasında artarken, ALP 3. ve 4. günlerde artış göstermiştir.

Herrmann ve arkadaşlarının laktik asidozun osteoklast aktivitesini uyarıp, osteoblast aktivasyonunu azalttığı hipotezi ile yaptığı bir çalışmada (2007); kadın ve erkek sporculardan oluşan toplam 32 katılımcı ile anaerobik eşiklerinin % 75, %95, %110'unda 60 dakika bisiklet ergometresinde test uygulamışlar. Uygulamadan önce, 3 saat sonra ve 24 saat sonra kan ölçümlerinde PINP ve CTx incelenmiştir. Anaerobik eşiğin %75'inde uygulanan egzersizlerde PINP azalırken, CTx hiç bir egzersiz testinde değişiklik göstermemiştir. Sonuç olarak anaerobik egzersizlerin sistematik olarak kemik turn overını etkilemediği belirtilmiştir.

Son yıllarda fiziksel aktivitenin kemik turnover markerları üzerine olan etkisi oldukça fazla ilgi çekmektedir. Mevcut çalışmaların sonuçları ise oldukça çelişkilidir. Jonathann ve arkadaşları ile Herrmann ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmaların sonuçları bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında, akut egzersizlerin etkileri kemik yapım markerı olan PINP ve kemik yıkım markerı olan CTx üzerinde etkili sonuçlar vermemiştir. Bizim çalışmamızda uzun dönem çabuk kuvvet ve aerobik koşu egzersizlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kemik turnover markerları üzerine olumlu etkisinden söz etmek mümkündür.

Rantalainen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2009), tek seanstan oluşan yorucu yüksek etkili bilateral jump egzersizi ile kemik yapım-yıkım markerlarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya 15 sağlıklı genç katılmıştır (yaş ortalaması 25, boy ortalaması 177cm ve ağırlık ortalaması 75 kg). Kan örnekleri başlangıçta, egzersiz biter bitmez, 2 saat sonra, 1 gün sonra ve 2 gün sonra alınmış PINP ve CTx bakılmıştır. Egzersizden 2 gün sonra CTx istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuş ve PINP 'de egzersizden 1 gün sonra artışa eğilim göstermiştir. Sonuç olarak incelenen iki kemik turnover markerının yorucu yüksek etkili tek seanslık egzersiz ile artışa geçtiği rapor edilmiştir. Diğer akut çalışmalardan farklı olarak bireylerin kendi vücut ağırlıkları ile yerçekimine karşı geldikleri aktivitelerde ağır ve yorucu egzersizlerin kemikte oluşturduğu mikro hasar sonucu kemik mineral yoğunluğunda sağladığı artış ile bizim çalışmamıza benzer olarak katkı sağladığı söylenebilir.

Astorino ve arkadaşlarının spinal cord hasarı olan kişilerde yaptığı bir çalışmada (2013); yaş ortalaması 29 olan 13 kadın ve erkeğe alt ekstremitelere yönelik dairesel direnç antrenman programı uygulamış, başlangıçta 3 ve 6. ayların sonunda PINP, CTx ve KMY değerlerini

incelemişlerdir. 6. ayın sonunda pınp ve ctx değerlerinde bir değişiklik olmazken, omurga KMY değerlerinde anlamlı bir artış bulunmuştur.

Kitareewan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2011), orta yoğunlukta treadmill'de uygulanan yürüyüş egzersizlerinin PINP ve CTx üzerine etkilerini mensturasyon ve menopoz dönemindeki yaşları 30-70 arasında değişen 20 katılımcıda (11 mensturasyon, 9 menopoz) incelemiştir. Çalışma 3 ay boyunca, haftada 3 gün KASYmax %50'sinde 30 dakika sürmüştür ve kan ölçümleri başlangıçta, 1. 2. ve 3. aylarda alınmıştır. CTx düzeyleri her iki grupta, başlangıç seviyesine göre 1, 2, 3. aylarda düşmüştür. Serum PINP mensturasyon dönemindeki grupta 3. ayda anlamlı olarak azalması dışında 1. ve 2. aylarda anlamlı değişiklik göstermemiştir.

Elhabashy ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2011), 24 (10 kadın, 14 erkek) tip 1 diyabet ve osteopenili hasta ile 38 gönüllüden oluşan (20 kadın, 18 erkek) sağlıklı kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Çalışmada 3 ay boyunca haftada 3 gün aerobik egzersiz uygulanmış, PINP ve KMY bakılmıştır. Sonuç olarak, 3 ayın sonunda tip 1 diyabetli hastalarda PINP ve KMY anlamlı olarak artmıştır.

Uzun dönem uygulanan egzersiz sonuçları çelişkili sonuçlar vermektedir. 3 aylık çalışmalarla bizim çalışmamız karşılaştırıldığında anlamlı olmasa da PINP ve CTx'te meydana gelen olumlu değişiklikler ile doğru antrenman programı planlanması önem taşımaktadır. Ayrıca BALP'de meydana gelen istatistiksel olarak anlamlı artış 10 haftalık sürede uyguladığımız egzersiz programının katılımcı popülasyona tavsiye edilebilir olduğunu göstermektedir.

Kopeć ve arkadaşlarının 2009 yılında yaptığı bir çalışmada, Polonya'daki profesyonel futbol takımı oyuncularının kış ve yaz periyotlarının ardından kemik turno ver markerlarından CTx ve PINP ile d vitamini düzeylerinin değerlendirilmesini amaçlamıştır. 24 profesyonel futbolcunun kan parametreleri incelendiğinde vitamin d'de anlamlı olarak kış sezonuna göre yaz sezonunda artmıştır ancak diğer parametrelerde anlamlı değişiklik bulunamamıştır. Sonuç olarak, cildin güneş ışığına maruz kaldığında vitamin d sentezinden artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da vitamin d her iki grupta değişen hava şartları dolayısıyla istatistiksel olarak anlamlı artış göstermektedir ancak egzersiz grubunda istenilen düzeye 10 haftalık sürenin sonunda ulaşılmıştır.

### 5.3. Sonuç

Yapmış olduğumuz bu çalışmadan elde edilen istatistiksel analizler sonucunda EG'de VA, BKİ, yağ miktarındaki ve yağ oranındaki azalmaların ve aynı zamanda kardiyak fitnessin en önemli belirleyicisi olan MaxVO<sub>2</sub> değerlerindeki artışların çabuk kuvvet ve aerobik egzersizlerin kardiyak riski azaltmada etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda BALP, CTx, PINP, ALP markerleri KMY ile ilişkilendirilerek ilk defa aerobik koşu ve çabuk kuvvet kombine egzersiz programı ile incelenmiştir. Bu çalışmanın en önemli ve çarpıcı bulgusu, katılımcıların ek bir direnç uygulamadan kendi vücut ağırlıkları ile yer çekimi etkisine karşı gelerek uyguladıkları egzersiz programı ile kemik yapım belirteci olan PINP'de istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bir artış, kemik yıkım belirteci olan CTx'de ise yine anlamlı olmasada bir azalma ortaya çıkmasıdır. Kemik yıkım-yapım süreci göz önünde bulundurulduğunda, 10 hafta süren bu çalışmanın sonunda KMY'de femur boynu, shaft ve toplam skorlarda meydana gelen artış ile uyguladığımız kombine egzersiz programının şiddet, sıklık ve yoğunluk gibi faktörleri doğru kullanmamıza bağlı olarak gelişim gösterdiğini söylemek mümkündür. Dolayısıyla uyguladığımız egzersiz programı bireylere, antrenörlere ve spor bilimcilere önerilebilir. Bir diğer önemli nokta ise açık havada yapılan egzersizlerdir. Havaaların ısınmasıyla birlikte her ne kadar iki grupta Vitamin d'de artış meydana gelse de, bu oran EG'de istenilen düzeye ulaşmıştır.

Son olarak aerobik koşuyu KASYmax'in % 60-70 ile uyguladığımız çalışmamızda EG'de kolesterol anlamlı olarak azalmıştır bu da fiziksel ve fizyolojik parametrelerde meydana gelen azalmayı destekler niteliktedir.

KMY kazanımı her yaştan birey için çok büyük bir öneme sahiptir. Kemik yoğunluğu ile birlikte kuvvet artışı daha iyi bir denge ve koordinasyon kazandıracığı için ilerleyen dönemlerde düşme riskini azaltacak ve kırıkları önleyebilecektir. Aerobik koşu programı ile birlikte bu yaş grubu erkeklerde, yaşam kalitesini arttıracak ve daha sağlıklı yaşam sürme şansı verecektir.



## 6. ÖNERİLER

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler yapılabilir:

1. Çalışmada uygulanan aerobik koşu ve çabuk kuvvet antrenman programlarından KMY kazanımları elde edildiği için, özellikle yaşlılıkla birlikte azalan kemik yoğunluğuna karşı koruyucu olarak, çalışmamızda uygulanan antrenman programı tavsiye edilebilir.

2. Bir kemik yapım markerı olan BALP'de EG'de anlamlı artış saptandığı için 20-40 arasındaki erkeklere antrenman programını uygulamaları tavsiye edilebilir.

3. Günlük hayatı idame ettirmede, daha bağımsız ve daha kaliteli bir yaşam sürmedeki öneminden dolayı ve düşmeden kaynaklanan kırık riskini azaltması bakımından yerçekimi etkisine karşı gelinen çabuk kuvvet uygulamaları bu yaş grubu erkeklere tavsiye edilebilir.

4. PINP ve egzersiz ilişkisini daha iyi anlayabilmek için farklı yaş grubundaki daha kalabalık gruplarla, farklı egzersiz türleri çalışılabilir.

5. Denek sayısının daha kalabalık, antrenman süresinin daha uzun, frekansın daha yüksek olduğu, premenopozal dönem kadınlar, genç erişkin kadınlar ve farklı yaş grubundaki erkeklerle yapılan egzersiz programlarına yer verilmelidir.

6. Farklı türde antrenman programlarıyla tüm kemik yapım ve yıkım marker larının incelendiği çalışmalara yer verilmelidir.

7. Görsel ve yazılı medya tarafından çabuk kuvvet ve aerobik egzersiz programlarının osteoporoz riskine karşı koruyucu etkileri konusunda tüm insanlar bilinçlendirilmeli ve kemik kayıpları oluşmadan koruyucu önlem olarak egzersiz yapma konusunda cesaretlendirilmelidirler.

8. Bu çalışmanın sonuçları, sadece bu topluluğa özgüdür başka gruplara genellenemez. Diğer yaş ve cinsiyet gruplarında da benzer çalışmalar yapılmalıdır.

9. Egzersiz yaptırılırken emniyet ön planda tutulmalı, antrenman programı son derece titizlikle hazırlanmalı, dikkatli uygulanmalı, sakatlanma riski düşük olan yöntemler tercih edilmeli ve kontrollü olarak çalıştırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Aloia, J.F. Osteoporosis: A Guide to Prevention and Treatment. United States: 1989 Versa Press.
- Ataman, Ş., Yalçın, P. Romatoloji, Özyurt Matbaacılık, 2012 Ankara.
- Aysan H.A., Spor Lisesi v Fen Lisesi Öğrencilerinde Sportif Aktivite Düzeyinin Vücut Kompozisyonu ve Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, 2010 Elazığ.
- Barnett A., Smith B., Lord S.R., Williams M. and Baumand A.. Community-based Group Exercise Improves Balance and Reduces Falls in Atrisk Older People: A randomised controlled trial. Age and Ageing. 2003: 32: 407– 414.
- Bartl, R., Frisch, B., Bartl, C. Osteoporosis Diagnosis, Treatment and Prevention. Springer-(2009) Verlag Berlin Heidelberg, Spain.
- Bartl,R., Frisch, B., Bartl, C.(2004). Osteoporoz Teşhis, Korunma, Tedavi (Tan, A. A.). Ankara: Ortadoğu Reklam Tanıtım ve Yayıncılık A. Ş.(2006).
- Başlamışlı A., İri R., 18-21 yaş arası erkek hentbolcularda hazırlık döneminde uygulanan çabuk kuvvet antrenmanının fiziksel ve motorik özelliklerine etkisini belirlemek ve hentbolculara uygulanan antrenman programı ile fiziksel ve motorik özelliklerinin incelenmesi. İ. Ü Spor Bilimleri Dergisi 2003, 47 -52.
- Bayçu C Histoloji. Editör. Bayram N, Anadolu Üniversitesi Yayınları (1995) No: 894.
- Bikle DD. Biochemical markers in the assessment of bone disease. The American Journal of Medicine 1997; 103: 427-436.
- Bozkurt İ . Kalsiyum ve vitamin D ilavesinin sporcularda kemik mineral yoğunluğu ve bazı kan parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, (2005) , Konya.
- Büyükyazı G., Ulman C., Candan N., Taneli F., Özlen N., Tıkız H., Uyanık B.S. Sekiz haftalık orta tempo yürüyüşün orta yaşlı erkeklerde kardiovasküler hastalık risk faktörlerine etkisi, Ege Tıp Dergisi, 2005, 44(3):1-5.
- Calvo MS, Eyre DR, Gundberg CM Molecular basis and clinical application of biological markers of bone turnover. Endocrinol Rev. (1996)., 17, 333-368.
- Campion JM, Maricic MJ. Osteoporosis in men. American Family Physican 2003; 67(7): 1521-1526.

- Center JR, Nguyen TV, Schneider D, et al. Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: an observational study. *Lancet* 1999; 353:878-82.
- Chapurlat RD., Garnero P., Breart G., Meunier PJ., Delmas PD. Serum type I collagen breakdown product (serum CTX) predicts hip fracture risk in elderly women: the EPIDOS study, *Bone*, 2000, 27:283-6.
- Chilibeck PD., Calder A., Sale DG., et al. Twenty weeks of weight training increases lean tissue mass, but not bone mineral mass or density in healthy, active young women, *Can J Physiol Pharmacol*, 1996, 74:1180-5
- Cicioğlu İ., Karadağ A., Balin M., Yavuzkır M. Aerobik Egzersiz Programının Koroner Kalp Hastalarının Kardiyak Fonksiyonları Üzerine Etkisi, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2007, 21(3):117-124.
- Colletti LA., Edwards J., Gordon L., et al. The effects of muscle-building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men, *Calcif Tissue Int*, 1989 45:12-4.
- Compston, J., Cooper, A., Cooper, C., Francis, R., Marsh, D., McCloskey, E.ve diğerleri. (2009) Guidelines for the Diagnosis and Management of Osteoporosis in Postmenopausal Women and Men From the Age of 50 Years in the UK. *Maturitas*, 62 (2), 105-108.
- Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, et al. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res* 1992; 7:221-7.
- Corpeleijn E., Feskens E., Jansen E., Mensink M., Saris W. Blaak E.E. Lifestyle intervention and adipokine levels in subjects at high risk for type 2 diabetes, *Diabetes Care*. 2007, 30:3125-3127.
- Cummings SR, Melton LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet* 2002; 359:1761-7.
- Elhabashy S. A., Omaima M. S., Mervat H. A., Amr A A., Sayed A., Effect of Physical Exercise on Bone Density and Remodeling in Egyptian Type 1 Diabetic Osteopenic Adolescents. *Elhabashy et al. Diabetology & Metabolic Syndrome* 2011, 3:25.
- Esin N. Endüstriyel alanda çalışan işçilerin sağlık durumlarının saptanması ve geliştirilmesi. Doktora Tezi (1997) İstanbul.
- Fielding R.A. The Role of Progressive Resistance Training and Nutrition in the Preservation of Lean Body Mass in the Elderly. *Journal of the American College of Nutrition*. (1995), 14: 587-594.

- Fujimura R, Ashizawa N, Watenable M . 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.
- Gimeno EJ, Munoz-Torres M, Escobar-Jimenez F, Quesada Charneco M, Luna del castillo JD, Olea N. Identification of metabolic bone disease in patients with endogenous hyperthyroidism: role of biological markers of bone turnover. *Calcif Tissue Int* 1997; 61: 370-376.
- Gökçe YK. Erkeklerde osteoporoz. Gökçe YK (editor). *Osteoporoz*.Ankara: Güneş Kitabevi 2005:183-194.
- Gönülateş S., Saygın Ö., İrez G., Düzenli yürüyüş programının 40-55 yaşları arası bayanlarda sağlık ilişkili fiziksel uygunluk unsurları ve kan lipidleri üzerine etkisi, *Uluslar arası İnsan Bilimleri Dergisi* 2010, 960 -970.
- Gözlükaya F., Premenopozal dönemdeki bayanlarda 10 haftalık farklı yürüyüş hızında yapılan yürüyüş antrenmanlarının adiponektin, ghrelin ve leptin hormonları üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. 2008, MANİSA.
- Granhed H., Jonson R., Hansson T. The loads on the lumbar spine during extreme weight lifting, *Spine*. 1987, 12:146-149
- Herrmann M., Herrmann W. The assessment of bone metabolism in female elite endurance athletes by biochemical bone markers, *Clin Chem Lab Med*, 2004, 42(12):1384-9.
- Herrmann M., Miriam M., Jürgen S., Marga S. H., Wilfried K., Herrmann W. The effect of endurance exercise-induced lactacidosis on biochemical markers of bone turnover. *Clinical Chemical Laboratory Medicine*. Volume 45, Issue 10, Pages 1381–1389.
- İri R., Başlamışlı A., Göksu Ö., 18-21 yaş arası erkek hentbolcularda hazırlık döneminde uygulanan çabuk kuvvet antrenmanının fiziksel ve motorik özelliklerine etkisini belirlemek ve hentbolculara uygulanan antrenman programı ile fiziksel ve motorik özelliklerinin incelenmesi. *İ. Ü Spor Bilimleri Dergisi* 2003, 47 -52.
- İri R., Ersoy A., İri R., Yürüyüş egzersizinin bayanların aerobik kapasitelerine ve bazı kan değerlerine etkisi. *Uluslar arası İnsan Bilimleri Dergisi* 2010, 505 -514.
- Jonathan P. R. S, Craig S., Julie P. G., Anna C, John D., William D. F., The role of exercise intensity in the bone metabolic response to an acute bout of weight-bearing exercise. *J Appl Physiol* 110:423-432, 2011. First published 2 December 2010.
- Kanbur NÖ Pubertede Kemik Gelişimi ve Osteoporozdan Korunma. (2008).

- Kaplan S., Postmenopozal osteoporozda risk faktörleri ve korunma yolları. Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi. 2007, 2(4):23-31
- Kitareewan W, Boonhong J, Janchai S, Aksaranugraha S., Effects of the treadmill walking exercise on the biochemical bone markers. Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet Thangphaet . 2011, 94 Suppl 5:S10-6.
- Kopeć A., Krzysztof S., Filip M., Małgorzata S. L., Marek M., An Evaluation of the Levels of Vitamin D and Bone Turnover Markers After the Summer and Winter Periods in Polish Professional Soccer Players. Journal of Human Kinetics volume 38/2013, 135-140.
- Kurt S., Hazar S., İbiş S., Albay B., Kurt Y., Orta yaş sedanter kadınlarda sekiz haftalık step-aerobik egzersizinin bazı fiziksel uygunluk parametrelerine etkilerinin değerlendirilmesi, Uluslar arası İnsan Bilimleri Dergisi 2010, 66-674.
- Kutsal, Y.G. Osteoporoz Özel Sayısı-Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, Ankara: Türkiye Klinikleri. (2002).
- Kutsal, Y.G. Osteoporoz Özel Sayısı-Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, Ankara: Türkiye Klinikleri. (2009)
- Kyd PA, Vooght KD, Kerkhoff F, Thomas E, Fairney A. (1998) Clinical usefulness of bone alkaline phosphatase in osteoporosis. Ann Clin Biochem 35:717-25, 1998.
- Lakatos P. Thyroid hormones: beneficial or deleterious for bone ?. Calcif Tissue Int 2003; 73:205-209.
- Laukkanen R. Development and evaluation of a 2km walking test for assessing maximal Aerobic power of adults in field conditions. Doktora tezi. 1993
- Liu, P., Brummel-Smith, K., Ilich, J.Z. Aerobic Exercise and Whole-Body Vibration in Offsetting Bone Loss in Older Adults. Journal of Aging Research. (2011).
- Maddazlozzo G.F., Snow CM. High intensity resistance training:effects on bone in older men and women, Calcif Tissue Int. 2000, 66:399-404
- Moffat,M., Vickery, S. American Physical Therapy Association Book of Body Maintenance and Repair.United States:Round Stone Press. (1999).
- Mussolino, ME., Looker, AC. & Orwoll, ES. (2001). Jogging and bone mineral density in men: results from NHANES III. Am J Public Health., Jul; 91 (7), 1056 – 9.
- Nakamura T. The importance of genetic and nutritional factors in responses to vitamin D and its analogs in osteoporotic patients. Calcif Tissue Int 1997; 60: 119-123.

- Nichols J.F., Nelson K.P., Peterson K.K., Sartoris D.J. BMD responses to high intensity strength training in active older women, *J Aging Phys Activity*. 1995, 3:26-38 .
- Orwoll ES. Osteoporosis in men. *Endocrine Reviews* 1995; 16:87-116.
- Pruitt L.A., Taaffe D.R., Marcus R. Effects of a one-year high-intensity versus low-intensity resistance training program on BMD in older women, *J Bone Miner Res*. 1995, 10:1788-1795
- Rantalainen T., Ari H., Vesa L., Paavo V. K., Timo E. S. T., Heikki K., Short-term bone biochemical response to a single bout of high-impact exercise. *Journal of Sports Science and Medicine* (2009) 8, 553-559.
- Rapuri PB, Gallagher JC, Haynatzki G. Effect of vitamins D2 and D3 supplement use on serum 25OH D concentration in elderly womwn in summer and winter. *Calcif Tissue Int* 2004; 74: 150-156.
- Riggs BL, Khosla S, Melton LJ III. A unitary model for involuntional osteoporosis: estrogen deficiency causes both typeI and type II osteoporosis in postmenopausal women and contributes to bone loss in aging men. *J Bone Miner Res*1998; 13:763-33.
- Riggs BL, Melton LJ. Involuntional osteoporosis. *N Eng J Med*, 1996; 314:1676-1686.
- Russell W. Chesney. *Metabolic Bone Disease*. In Richard Behrman (ed). *Nelson Textbook of Pediatrics*, Philadephia: 18.ed.Saunders Elsevier, 2007:2893-99.
- Seeman E. Advances in the study of osteoporosis in men. In: Meunier PJ (ed). *Osteoporosis: diagnosis and management*. London: Dunitz, 1998; 211-32.
- Seven S., Deneysel Osteoporoz Modelinde Antirezorptif Tedavilerin Serum RANKL ve Osteoprotogerin Düzeylerine Etkisi, *Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, 2004-Manisa.
- Sivrikaya H. Üniversite öğrencilerin sporun kemik mineral yoğunluğu üzerine etkisi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 2005, 2 (2):18-26
- Sivrikaya H.A. (2000) Erkek Ve Bayan Sporcularda Farklı Spor Branlarının Kemik Mineral Yoğunluğu Uzerine Etkileri, *Ataturk Universitesi Fizyoloji Anabilimdalı, Yüksek Lisans Tezi*, Erzurum.
- Sutcliffe, A. (2006) *Osteoporosis: A Guide for Health-care Professionals*. England: Whurr Publishers Limited.
- Tamer K. *Sporde fiziksel-fizyolojik performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi*: Ankara:2000.

- Tanakol, R. Kalsiyum, Fosfor ve Kemik Metabolizması: Kalsiyumu Regüle Eden Hormonlar. Endokrinoloji, Metabolizma ve Beslenme Hastalıkları Kemik ve Mineral Metabolizma Bozuklukları. Editör: Ergin S. (1990). Ankara: Nobel Tıp Kitap Evleri.
- Terpos E, Politou M, Rahemtulla A. The role of markers of Bone remodeling in multiple myeloma. *Blood Reviews* 19: 125–142. 2005
- Todd A. A., Eric T. H., Kara A. W., Effect of chronic activity-based therapy on bone mineral density and bone turnover in persons with spinal cord injury. *Eur J Appl Physiol*. 2013 December; 113(12): 3027–3037.
- Tsai KS, Jang MH, Hsu SH, Cheng WC et al . Bone alkaline phosphatase isoenzyme and propeptit of type-I prokollagen in healthy Chinese girls and boys. *Clinical Chemistry* 1999;45(1):136-138
- Tsuzuku S., Ikegami Y., Yabe K. Effects of high-intensity resistance training on bone mineral density in young male powerlifters, *Calcif Tissue Int*. 1998, 63:283-286
- Tsuzuku S., Shimokata H., Ikegami Y., et al. Effects of high versus low-intensity resistance training on bone mineral density in young males, *Calcif Tissue Int*, 2001, 68: 342-7
- Tümer L. Sağlıklı Türk çocuklarında kemik mineral dansitesi ve guatrlı çocuklarda tiroksin kullanımının kemik mineral metabolizmasına etkisi. *Yan Dal Uzmanlık Tezi, Gazi Üniv. Tıp Fak.* 1997.
- Tüzün, F. Osteoporoz Genel Bakıs. Editör: Tüzün, F. Kemik Eklem Dekadında Osteoperoz ve Kemik Kalitesi. Lilly, İstanbul, (2003). s: 9 – 10.
- Uysal, A.R. Osteoporoz Fiziopatolojisi. *Türkiye Klinikleri J Orthop Traumatol-Special Topics*, (2008) . 1 (3), 1-11.
- Welsh L., Rutherford MO. Hip bone mineral density is improved by high-impact aerobic exercise in postmenopausal women and men over 50 years, *Eur J Appl Physiol*. 1996, 74:511-517.
- Yaman K. Yaşlılarda Sporun Fizyolojik Fonksiyon Kaybına Etkisi, *Geriatri* 6(4);142-146 . 7. Uluslar arası Spor Bilimleri Kongresi. (2003) Antalya.

**EK-1****İZİN BİLDİRGESİ****YÜRÜYÜŞ GURUBU BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU ÖRNEĞİ****Bu Araştırmanın Amacı:****Çalışma İşlemleri:****Deney grubu seçim kriterleri:****Çalışmanın getireceği olası riskler:**

Çalışmada uygulanan egzersiz herkesin rahatlıkla yapabileceği yürüyüş tipinde olduğu, yürüyüşler uzman denetiminde yapılacağı, çalışmaya yalnızca sağlıklı kişiler katılacağı için çalışmada herhangi bir risk olacağı düşünülmemektedir. Ayrıca katılımcılardan alınacak kan uzman kişiler tarafından steril şartlar altında toplanacağı için herhangi bir enfeksiyon riski olacağı düşünülmemektedir.

**Karşılaşabileceğim rahatsızlıklar:**

Kan alma EKG vb. işlemler esnasında katılımcının bir ağrı ve rahatsızlık hissetmesi tahmin edilmemektedir. Tüm işlemler uzman kişilerle yapılacak ve aksi durumda ilk müdahaleleri uzman kişilerle yapılacaktır.

**Çalışmaya katılımın getirebileceği faydalar:****Gönüllü Katılım:**

Bu çalışmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedavilerden etkilenmeksin ve hiçbir sorumluluk almadan



ayrılabilceğimin bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorlarımla tartışacağım.

### **Soru ve Problemler için Başvurulacak Kişiler**

#### **Katılımcı Kayıtlarının Gizliliği**

Araştırmacılara verdiğim şahsımla ilgili tüm bilgiler gizli kabul edilecektir. Doktorum, ekibi ve destekleyici firmanın temsilcileri dosyamı inceleyebilirler. Her kim olursa, bu bilgileri kişisel kabul edecek ve gizliliğini koruyacaklardır. Yazılı iznim olmadan, benimle ilgili tıbbi bilgiler başka kimse tarafından görülemez ve açıklanamaz. Eğer bu çalışmanın sonuçları yayınlanırsa, benden sadece isimsiz olarak bahsedilecektir.

#### **Çalışmadan Ayrılmamı Gerektirecek Durumlar**

Çalışmadan ayrılmam gerekirse sorumlu kişilere bilgi vereceğimi beyan ederim.

#### **Yeni Bilgiler Çalışmadaki Rolümü Nasıl Etkileyebilir?**

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal bildirilecektir.

#### **Bu Çalışma Nedeniyle Yan Etkilere ve Rahatsızlıklara Mazur Kalırsam**

Bu çalışmada herhangi bir ilaç kullanımı olmadığı için ilaca bağlı bir yan etki beklenmemektedir.

#### **Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi tedavim hakkındaki bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim edilmiştir.

**İmza**

**tarih**

**Katılımcının adresi :**

**Katılımcının telefonu :**

**Katılımcının Adı Soyadı :**

**Rıza Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin  
Adı Soyadı ve Görevi :**

**Araştırmaları Yapan Araştırmacının**

**Adı Soyadı :**

**SEDANTER KONTROL GRUBU BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU****ÖRNEĞİ****Bu Araştırmanın Amacı:****Çalışma İşlemleri:****Çalışmanın getireceği olası riskler:**

Çalışmada uygulan egzersiz herkesin rahatlıkla yapabileceği yürüyüş tipinde olduğu, yürüyüşler uzman denetiminde yapılacağı, çalışmaya yalnızca sağlıklı kişiler katılacağı için çalışmada herhangi bir risk olacağı düşünülmemektedir. Ayrıca katılımcılardan alınacak kan uzman kişiler tarafından steril şartlar altında toplanacağı için herhangi bir enfeksiyon riski olacağı düşünülmemektedir.

**Karşılaşılabileceğim rahatsızlıklar:****Gönüllü Katılım:**

Bu çalışmaya katılma kararını tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedavilerden etkilenmeksin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabilirim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorlarımla tartışacağım.

**Soru ve Problemler için Başvurulacak Kişiler:****Katılımcı Kayıtlarının Gizliliği:**

Araştırmacılara verdiğim şahsımla ilgili tüm bilgiler gizli kabul edilecektir.

Doktorum, ekibi ve destekleyici firmanın temsilcileri dosyamı inceleyebilirler. Her kim olursa, bu bilgileri kişisel kabul edecek ve gizliğini koruyacaklardır. Yazılı iznim olmadan, benimle ilgili tıbbi bilgiler başka kimse tarafından görülemez ve açıklanamaz. Eğer bu çalışmanın sonuçları yayınlanırsa, benden sadece isimsiz olarak bahsedilecektir.

### **Çalışmadan Ayrılmamı Gerektirecek Durumlar**

Çalışmadan ayrılmam gerekirse sorumlu kişilere bilgi vereceğimi beyan ederim.

### **Yeni Bilgiler alışmadaki Rolümü Nasıl Etkileyebilir?**

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal bildirilecektir.

### **Bu alışma Nedeniyle Yan Etkilere ve Rahatsızlıklara Mazur Kalırsam**

Bu çalışmada herhangi bir ilaç kullanımı olmadığı için ilaca bağlı bir yan etki beklenmemektedir.

### **Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi tedavim hakkındaki bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyor ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim edilmiştir.

**İmza**

**tarih**

**Katılımcının adresi :**

**Katılımcının telefonu :**

**Katılımcının Adı Soyadı :**

**Rıza Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin  
Adı Soyadı ve Görevi :**

**Araştırmaları Yapan Araştırmacının Adı Soyadı :**



**EK-2****BORG 6-20 (1971), ALGILANAN YORGUNLUK SKALASI****6 –****7 – ÇOK, ÇOK HAFİF****8 –****9 – ÇOK HAFİF****10 –****11 – OLDUKÇA HAFİF****12 –****13 – BİRAZ ZOR****14 –****15 – ZOR****16 –****17 – ÇOK ZOR****18 –****19 – ÇOK, ÇOK ZOR****20**



**EK-4****SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI ÖLÇEĞİ II**

Bu ankette şu anki yaşam tarzınız ve alışkanlıklarınız ile ilgili sorular yer almaktadır. Lütfen soruları mümkün olduğu kadar doğru ve eksiksiz yanıtlayınız. Her alışkanlığınızın sıklığını uygun seçeneği daire içine alarak belirtiniz. Hiçbir zaman 1, bazen 2, sık sık 3, düzenli olarak 4 değerlendirilmektedir.

		Hiçbir zaman	Bazen	Sık sık	Düzenli olarak
1.	Sıvı ve katı yağı, kolesterolü düşük bir diyeti tercih ederim				
2.	Şekeri ve tatlıyı kısıtlarım				
3.	Her gün 6-11 öğün ekmek, tahıl, pirinç ve makarna yerim				
4.	Her gün 2-4 öğün meyve yerim				
5.	Her gün 3-5 öğün sebze yerim				
6.	Her gün 3-4 kez süt, yoğurt ve peynir yerim				
7.	Her gün et, tavuk, balık, kuru bakliyat, yumurta, çerez türü gıdalardan 3-4 porsiyon yerim				
8.	Kahvaltı yaparım				



## ÖZGEÇMİŞ

<b>ADI</b>	<b>VEYSİ</b>	<b>SOYADI</b>	<b>ÇAY</b>
<b>DOĞUM YERİ</b>	Manisa/ Turgutlu	<b>DOĞUM TARİHİ</b>	03.06.1981
<b>UYRUĞU</b>	T.C	<b>TEL</b>	0505 266 06 22
<b>E-MAIL</b>	cayveysi@hotmail.com		

### EĞİTİM DÜZEYİ

	<b>Mezun Olduğu Kurumun Adı</b>	<b>Mezuniyet Yılı</b>
<b>Yüksek Lisans</b>	Celal Bayar Üniversitesi Spor Sağlık Anabilim Dalı.	Devam ediyor
<b>Lisans</b>	Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Yüksekokulu	2003
<b>Lise</b>	Turgutlu Lisesi	1998

### İŞ DENEYİMİ

<b>Görevi</b>	<b>Kurum</b>	<b>Yıl</b>
Beden Eğitimi Öğretmeni	Demirci Atatürk İlköğretim Okulu	2003-2010
Beden Eğitimi Öğretmeni	Turgutlu Zübeyde Hanım Kız Teknik ve Meslek Lisesi	(2010- halen devam ediyor)