

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI



**KADIN VOLEYBOLCULARDA MAÇ ÖNCESİ VE
MAÇ SONRASI KEMİK KALİTESİNİ ETKİLEYEN
BAZI PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Seda GÜZEL

ELAZIĞ – 2021



ETİK BEYAN

Kendime ait çalışmalar ile bu tez çalışmasını gerçekleştirdiğimi, çalışmaların planlanmasından, bulgularının elde edilmesine ve yazım aşamasına kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışım olmadığını, bu tezdeki tüm bilgileri ve verileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması içinde yer alan ancak bu tez çalışmasının bulguları arasında yer almayan verilere, bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Seda GÜZEL

...../...../2021

İmza

Doç. Dr. Ragıp PALA

Danışman

Beden Eğitimi Spor Anabilim Dalı

ELAZİĞ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ders ve tez dönemindeki yardımlarından dolayı danışman hocam Doç. Dr. Ragıp PALA' ya, çalışmam boyunca bana yol gösteren, bilgi ve birikimleriyle bana destek olan Prof. Dr. Kazım ŞAHİN, Prof. Dr. Nurhan ŞAHİN, Doç. Dr. Cemal ORHAN, Doç. Dr. Mehmet TUZCU, Beşir ER, Naci Ömer ALAYUNT, Nezihe ŞENGÜN, M. Akif SARI, Okt. Ercan SÖNMEZ ve ayrıca projemizi destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine (BSY.20.01), sabırla ve özveriyle tezime destek veren Fırat Üniversitesi voleybol takımı oyuncularına ve antrenörlerine teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman yanımda olan ve sabırla desteklerini esirgemeyen sevgili eşim ve oğluma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	i
ONAY SAYFASI	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ	3
3.1. Voleybol	4
3.2. Voleybolun Dünyadaki Gelişimi	5
3.3. Voleybolun Türkiye'deki Gelişimi	7
3.4. Egzersiz	8
3.4.1. Aerobik Egzersiz	8
3.4.2. Anaerobik Egzersiz	9
3.5. Egzersiz Sırasında Kullanılan Enerji Sistemleri	9
3.5.1. Fosfojen Sistem(ATP-PCr Sistemi)	10
3.5.2. Laktik Asit Sistemi	11
3.5.3. Oksijen Sistemi	11
3.6. Egzersizin Kemik Sağlığı ile İlişkisi	13
3.7. Kemik Mineral Yoğunluğu	14
3.8. Kemik Sağlığına Etki Eden Bazı Parametreler ve Egzersiz ile İlişkisi	15
3.8.1. Kalsiyum	15
3.8.2. Fosfor	16
3.8.3. Vitamin D	17
3.8.4. Paratiroid Hormonu	18
3.8.5. Osteokalsin	20
3.8.6. İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1	21

3.9. Çalışmanın Amacı	22
4. GEREÇ VE YÖNTEM	22
4.1. Araştırmanın Yapıldığı Yer	22
4.2. Araştırma Grubu	22
4.3. Antropometrik ölçümler	22
4.4. Maç Uygulaması	22
4.6. Serum Analizleri	23
4.7. İstatistiksel Analizler	23
5. BULGULAR	24
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	30
7. KAYNAKÇA	37
8. EKLER	49
9. ÖZGEÇMİŞ	50

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.	Voleybolcuların boy (cm), kilo (kg), yaş (yıl), BKİ, (kg/m ²) ve spor yaşı ölçümleri.	24
Tablo 2.	Voleybolcuların serum parametre ölçümleri	25



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası kalsiyum değişimleri	25
Şekil 2.	Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası fosfor değişimleri.	26
Şekil 3.	Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası vitamin D değişimleri	26
Şekil 4.	Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası paratiroid değişimleri.	27
Şekil 5.	Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası osteokalsin değişimleri.	28
Şekil 6.	Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası IGF-1 değişimleri.	28



KISALTMALAR LİSTESİ

ADP	: Adenozin Difosfor
ATP-CP	: Adenozin Trifosfor- Kreatin Trifosfor
BKI	: Beden Kütle İndeksi
KMY	: Kemik Mineral Yoğunluğu
PTH	: Paratiroid
OC	: Osteokalsin
IGF-1	: İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü
Ca	: Kalsiyum
P	: Fosfor
FIVB	: Dünya Voleybol Federasyonu
LA	: Laktik Asit
LT	: Laktat Eşiği
CO₂	: Karbondioksit
O₂	: Oksijen
VO₂max	: Maksimal Oksijen Tüketimi
D₂	: Ergokalsiferol
D₃	: Kolekalsiferol
OH	: Hidro-oksijen
G	: Gram
Kg	: Kilogram
Mg	: Miligram
mL	: Mililitre
Pg	: Pikogram

1. ÖZET

Çalışmanın amacı, kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası kemik kalitesini etkileyen parametreler serum paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, kalsiyum, fosfor ve vitamin D düzeylerini incelemektir.

Araştırma materyali, 18-24 yaşları arasında 16 kadın voleybolcu ile oluşturuldu. Voleybolculara üç set üzerinden maç yaptırıldı. Veriler, maç öncesi ve maç sonrası farklılıkları ortaya koymak için SPSS paket programı yardımı ile bağımlı gruplar arası ortalamaların karşılaştırılması için kullanılan testler ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Verilerden normal dağılım gösterenler Bağımlı t-testi ile normal dağılım göstermeyenler ise Wilcoxon testi ile analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık $P < 0.05$ olarak kabul edildi.

Kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası serum paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, kalsiyum ve fosfor düzeylerinde düşüş olduğu bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P > 0.05$), ancak vitamin D düzeyinde düşüşe neden olduğu ($P < 0.0001$) tespit edildi.

Sonuç olarak; kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası kullanılan parametrelerden, vitamin D düzeyini etkilediği Serum Paratiroid, Osteokalsin, İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1, Kalsiyum ve Fosfor parametre düzeylerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Voleybol, Kemik kalitesi, Hormon, fosfor, Vit D

2. ABSTRACT

INVESTIGATION OF SOME PARAMETERS AFFECTING BONE QUALITY IN WOMEN'S VOLLEYBALL PLAYERS BEFORE AND POST-MATCH

The goal of this study is to analyze the level of parameters affecting bone quality before and after the game in female volleyball players; serum parathyroid, osteocalcin, insulin-like growth factor-1, calcium, phosphorus, and vitamin D.

The research material consists of 16 female volleyball players between the ages of 18 and 24. The players were made to play over three sets. The data were analyzed to exhibit the pre-match and post-match differences through the tests used for comparison of means among addicted groups with the aid of the SPSS program. The conformity to normal distribution of the data was analyzed through the Shapiro-Wilk test. The data showing normal distribution were analyzed through the Independent Sample T-test and the non-normal data through the Wilcoxon test. The statistical significance was accepted as $P < 0.05$.

It was detected that in female volleyball players pre-match and post-match, there was a decrease in the levels of serum parathyroid, osteocalcin, insulin-like growth factor-1, calcium, and phosphorus, this decrease was not statistically significant ($P > 0.05$), but caused a decrease in the level of vitamin D ($P < 0.0001$).

In conclusion, it was determined that there was no effect before and after the match in female volleyball players on the levels of serum parathyroid, osteocalcin, insulin-like growth factor-1, calcium, and phosphorus but it affected the level of the parameter vitamin D.

Key Words: Volleyball, Bone Quality, Hormone, Phosphorus, Vitamin D

3. GİRİŞ

Kemik, dış tabaka fibrozdan ve osteoprogenitör hücrelerden oluşan periostla kaplıdır. Kemiğin iç kısmı inorganik ve hücre yapılarından oluşan matriks yer alır. Matriks, inorganik yapısı kemiğin % 65 ağırlığını oluşturur. Aynı zamanda sodyum, potasyum, magnezyum, sitrik, bikarbonat, fosfor ve kalsiyumdan oluşur (1). Düzenli egzersizler kemik yoğunluğunu artırır (2, 3). Dolayısıyla kas kütlesi ve dengesini artırarak iskelet sağlığı ile doğrudan ilişkilidir (4-6). Yaşam boyu kemik yoğunluğunu egzersiz, hormonal durum ve yeterli diyet alımı etkiler (7, 8). En yüksek kemik kütlesine ulaşmak için etnik kökene ve cinsiyete göre değişir (9, 10). Kişinin en fazla kemik kütlesine ulaşması bakımından hormonal, egzersiz ve diyet durumu gereklidir. Kemiğin özellikle yaşam tarzı faktörlerine karşı duyarlı olduğu kemik kütlesinin gelişimini artıracakları görülmektedir (10). Wang ve arkadaşları egzersizin kemik üzerinde güçlü bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (11). Hormonal tepkinin derecesi organizmanın egzersiz öncesi durumuna ve kapasitesine de bağlıdır (12, 13). Egzersiz sürdükçe hormonal adaptasyonlar daha da önemli hale gelir. Kontrol ise negatif feedback mekanizmalar ile sağlanır. Düzenli egzersizlerle insülin düzeyinde gelişme, glikozun artması, hormonal tepkilere bağlıdır (14). Akut ve kronik egzersizlere endokrin sistemin, cinsiyet özelinde farklı reaksiyonlar geliştirdiği de bilinmektedir (15, 16). Egzersizde insülin benzeri büyüme faktörleri ve testosteron seviyesi fizyolojik olarak erkeklere oranla kadınlarda daha düşük değerlere ulaşmaktadır (17). İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF) büyüme ve metabolizmayı kontrol eder (18). Aynı zamanda IGF' ler metabolik etkilere aracılık eder. Karaciğer ve kas dokusunda sentezlenir (19). IGF' ler kemik ve kas oluşumunda düzenleyici bir rol oynar. Kas hipertrofisinde büyüme hormonundan

bağımsız olarak gerçekleştirir ve hipertrofide IGF-1'in etkinliği satellit hücreleri harekete geçirir (20). IGF' ler kemiğe etkileri endokrin faktörlere etki ederek kemik düzeyinde etkili olan parametrelerin sentezini artırarak gerçekleştirir (21). Paratiroid hormonu (PTH), vücudun kalsiyuma ihtiyac duyduğu zaman salımını artırır ve osteoblastlara PTH reseptörlerini uyararak kemik matriksi baskılar. Osteoklastları aktive eder ve osteoklastlar kemik resorbsiyonuna başlar ve kalsiyumu serbestleştirir (1). Kemik ve adipoz doku etkileşiminin, osteoblastların ürettikleri hormon, osteokalsinin düzenlediği ortaya konmuştur (22). Osteokalsin, kemik yapısı, yağ metabolizması ve insülin düzeyleri etkinliği olan bir hormondur (23). Vitamin D, fosfor ve kalsiyumun emilimini sağlayarak, paratiroid hormonla beraber organizmanın kalsiyumve fosfor düzeylerini korumaktır. D vitamin eksikliğinde kalsiyum emilimi azalır iken, D vitamini etkisiyle bu düzeyi artmaktadır (24, 25).

3.1. Voleybol

Voleybol, altı kişiden oluşan iki takımın file ile ikiye bölünmüş bir sahada oynadığı bir spor dalıdır. Oyunda amaç, topu filenin üzerinden atarak karşı takımın oyun bölgesine topun düşmesini sağlamak ve rakip takımın aynı amaca ulaşmasına engel olmaktır. Takımların topu karşı tarafa atmadan önce mutlaka en az bir defa kendi sahalarında topa vurmaları gerekir. Takımlar topa en fazla üç kere değebilir, blok teması ile dört defadeğme hakları vardır. Servis atan oyuncunun topu file üzerinden rakip takımın oyun alanına göndermesiyle top oyuna alınır. Oyun; topun oyun alanına değmesi, harice gitmesi veya bir takımın hata yapmasına kadar devam eder. Voleybolda bir "rally" kazanan takım bir sayı alır (Rally Sayı Sistemi). Servisi karşılayan takım rally'i kazandığında bir sayı ve servis kullanma hakkı kazanır. Hakemin oyuncuya sarı kart vermesi uyarı kırmızı kart vermesi ise bir sayı cezası

kazandırır. Kırmızı kart alan takım var olan servis hakkını kaybeder ve diğer takıma geçer. Eğer hakem sarı ve kırmızı ayrı ayrı ellerinde gösterirse oyuncu o set için oyundan çıkarılarak set boyu ceza sandalyesinde yer alır. Eğer hakem sarı ve kırmızı kartı aynı anda ve aynı elinde gösterirse o oyuncu müsabakadan diskalifiye edilir. Voleybolun oyun alanları spor salonu, plaj ve çimdir. Saha ölçüleri 18m uzunluğunda 9m genişliğindedir (26).

3.2. Voleybolun Dünyadaki Gelişimi

Amerika kıtasında ortaya çıkan Voleybol sporu 1890'lı yıllardan günümüze birçok değişimve gelişme göstermiştir. Ortaya çıktığı ilk zamanlarda yalnızca gençler için fiziksel aktivite amaçlı oynanan bir oyunken 1910'lu yıllardan itibaren belirli kurallar dahilinde spor dalı olarak kademeli gelişmeye başlamıştır. Bu gelişim süreci 1920'li yıllarda Amerika kıtasında, önce okullar arası, ardından eyaletler arası turnuvalarla ilerlemiştir. Birinci dünya savaşı voleybol sporunun dünyaya yayılmasında oldukça etkilidir (27). Savaş Döneminde Voleybol Oynayan Amerikan Askerleri Birinci Dünya Savaşı sırasında Avrupa'ya gelen Amerikan askerleri voleybol sporunu Avrupa'ya taşımışlardır. Ülkemizde de voleybol özellikle kadın takımlarımızın başarıları ile ilgi odağına dönen bir spor branşı olmuştur (28). Bir süre sonra duyulan ilgi arttıkça 1930'lara doğru turnuvalara gereksinim duyulmuştur. Bu sebeple 1930'lu yıllardan itibaren voleybol sporuyla ilgili uluslararası çalışmalar hızlandırılmıştır. Ancak II. Dünya Savaşı çıkınca hızla ilerleyip oluşturulan organizasyonlar sekteye uğramıştır. Savaş bitimiyle birlikte bu çalışmalara olumlu yönde devam edilmiş ve 1947 yılında Paris'te birçok ülkenin oluşturduğu organizasyonla Dünya Voleybol Federasyonu (FIVB) kurulmuştur. Bu tarihten itibaren katılan ülkelerde ulusal ve kıta federasyonları da kurulmaya başlamıştır. FIVB dünya üzerinde voleybol sporunun organizasyonunda gerekli çalışmalarını sürdürmektedir. Ulusal ve kıta ve FIVB' in çalışmaları ile voleybol sporu katılımcı ve izlenme oranları açısından dünyanın en yaygın

spor dallarından birisi olmuştur. Voleybol sporunun yaygınlığı sürekli bir gelişim süreci içerisinde olmasını sağlamıştır (29). Dünya Voleybol Federasyonu verilerine bakıldığında voleybol sporu dünyada ilk beş spor branşından biridir. 220 ülke federasyonu ile dünyanın en büyük spor organizasyonundan birisidir. Voleybol sporunun büyüklüğünde amatör takımların rolü büyüktür (26).

3.3. Voleybolun Türkiye'deki Gelişimi

Türkiye’de 1920-1925 yılları arasında Young Men's Christian Association / Genç Hristiyan Erkekler Birliği (Y. M. C. A.) İstanbul şubesi müdürlüğü yapan Dr. Deavar İstanbul’da ilk voleybol takımını kurmuştur. İşgal yıllarında Erkek Muallim Mektebi’nin o dönemki beden eğitimi öğretmeni Selim Sırrı Tarcan, Y. M. C. A.’da görüp çok beğendiği bu oyunu organize edip öğrencilerine oynatmıştır. Ülkemizde 1920-1923 yılları arasında Selim Sırrı Tarcan’ ın yetiştirdiği öğretmenler, geniş bir yelpaze oluşturarak voleybolu tanıtmaya çalışmış ve eğitim kurumlarında yayılmasına katkı sağlamışlardır. Türk takımı Kabataş Lisesi öğrencilerinin meydana getirdiği Beşiktaş ilk kez Y. M. C. A.’nın düzenlediği voleybol turnuvaları ve şampiyonalarına katılmıştır. 1923 yılı beraberinde Kabataş lisesini ve öteki öğretim kurumlarını bitiren takım, şu anki ismi İstanbul Teknik Üniversitesi olan Eski Mühendis Mektebi’ne geçip oluşturdukları takımla Kabataş ile rekabet içinde olmuşlardır. Aradan geçen kısa zaman içinde Mühendis Mektebi de Fenerbahçe adıyla oynamaya ve şampiyonalara Fenerbahçe’nin temsilcisi olarak katılmaya başlamıştır. Kısa zamanda Beşiktaş ve Fenerbahçe voleybol takımlarının birbirleriyle olan rekabeti Türk voleybolunun gelişimindeki en etkili faaliyetlerden biri olmuştur. 1930’lu yıllarda Galatasaray Lisesi’nin oluşturduğu Galatasaray Spor Kulübü Takımı da gözde kulüplerdendir. Aynı dönem içinde ankara harp okulu, mülkiye, Atatürk Erkek Lisesi, Kolej, İzmir’de Atatürk, Ticaret, İnönü Erkek Lisesi, Adana’da Adana Erkek Lisesi’ndeki voleybol etkinlikler, Türk voleybolunu bugünkü seviyesine ulaşmasında etkili olmuştur(30). 1923’te oluşturulan İstanbul Kulüpler Şampiyonası’nın ilk kez birinci olan takımı Beşiktaş’tır. 1948’de ilk defa Türkiye Voleybol

Şampiyonası düzenlenmiş ve Vefa takımı birinci olmuştur (31). 1970'e dek bu organizasyonlar devam etmiştir. Türkiye Deplasmanlı Voleybol Ligi 1970–1971 sezonunda oynanmaya başlayarak Türk voleybolunda devrim niteliğinde olmuştur (30). Türkiye Deplasmanlı Voleybol Ligi'nin ilk şampiyonu ise Galatasaray'dır. 1921'de Y.M.C.A tarafından oluşturulan 'Voleybol Nizamnamesi' adıyla yayınlanan oyun kuralları yönetmeliği Türkiye'de ilk basılı yayındır (31). Türkiye Uluslararası Voleybol Federasyonu'na (F.I.V.B.) 1948'de üye olmuştur. 1958'de ise Voleybol-Eltopu Federasyonu öteki federasyonlardan ayrılarak kurulmuştur. İlk oluşturulan bu federasyon başkanlığına Vahit Çolakoğlu getirilmiştir. Voleybol giderek atılım yapması gereken ve üst düzey yöneticilerce de benimsenen bir branş olma yolundadır (32). Türk milli takımının ilk uluslararası tecrübesi Yugoslavya ile 1953 yılında oynanan ve 3-0 kaybedilen müsabaka olmuştur. Ardından 1958'de milli takımımız tarihi boyunca ilk defa Avrupa Voleybol Şampiyonası'na katılmıştır (31). Türk voleybolu 1952–1957 yıllarında uluslararası yapılan müsabakalarda sıkça boy göstermiş ve eksikliklerini farketmiştir. 1998'de ilk defa Türk Erkek Milli Takımı elemelerden geçerek Japonya'da Dünya Şampiyonası eleme müsabakalarında oynamıştır. Türkiye'de 1967'de 35 takımın bir araya gelmesiyle Avrupa Şampiyonası organize edilerek çağdaş voleybolun ülkemizde tanınmasında ve yaygınlaşmasında etkili olmuştur. 2003 yılı Türkiye'de düzenlenen Avrupa Şampiyonası'nda A Bayan Milli Takımımız final oynamış ve 2. Olmuştur. Üniversite Erkek Milli Takımı 2005 yılında İzmir'de organize edilen. Üniversiteler Yaz Oyunları'nda 1.'lik kürsüsüne çıkarak ülkemiz erkek voleybolunda bir ilki gerçekleştirmiştir. 2006 yılında Yıldız Kız Milli Takımımız dünya ikincisi olmuştur. A Bayan Milli Takımımız 2007 yılında, 16. Dünya Grand Prix müsabakalarına katılmıştır. Yıldız Kız Milli Takımımız 2011 yılında Türkiye'de düzenlenen Dünya Şampiyonası'nda 1.liği kazanmıştır. Genç Erkek Milli Takımı da 2011 Avrupa Gençlik Oyunları Şampiyonu olmuştur. Kulüplerde kazanılan uluslararası önemli başarılarından bazıları ise şunlardır; Bayanlarda 1999'da Avrupa Kupa Galipleri Kupası'nda, Eczacıbaşı Spor Kulübü Bayan Voleybol Takımı şampiyon olurken, 2011 yılında Vakıfbank

Güneş Sigorta Türk Telekom Spor Kulübü Bayan Voleybol Takımı da Avrupa Şampiyonlar Ligi Şampiyonluk Kupası'nı kaldırmıştır. Bu başarıları takiben 2012 yılı Avrupa Şampiyonlar Ligi Şampiyonluk Kupası'nı Fenerbahçe Spor Kulübü Bayan Voleybol Takımı da getirmiştir. Arkas Spor Kulübü Erkek Voleybol Takımı 2008-2009 sezonunda Avrupa Challenge Cup' u ülkemiz için kaldırmış, 2011-2012 sezonunda Avrupa Şampiyonlar Ligi Dörtlü Finali dördüncüsü olmuştur (33).

3.4. Egzersiz

Planlanlı, istemli, bedensel uygunluğu oluşturan birtakım unsurların (kardiyovasküler, fitness, kassal güç ve dayanıklılığı, esneklik ve vücut kompozisyonu) geliştirilmesini amaçlayan ve tekrar eden fiziksel aktiviteler egzersiz olarak tanımlanmaktadır. Yani egzersiz; zinde kalabilme, bedensel performans, kilo kontrolü veya sağlıklı bir yaşama sahip olabilme gibi amaçlar için uygulanan daha önceden planlanmış bedensel hareketler bütünüdür (34). Egzersiz süresince iskelet kasları enerji elde edebilmek için kasta depo edilmiş olan glikojen, kanda bulunan glukoz, laktat ve adipoz dokuda veya kastaki trigliserit depolarında bulunan serbest yağ asitleri ve kreatin fosforu kullanırlar. Egzersizin şiddeti, süresi ve sıklığı enerji elde etmek için kullanılan bu maddelerin miktarını belirleyen faktörlerdir. Şiddeti artarak uzun süre devam eden egzersizlerde kasa ulaşan oksijen düzeyinin azalması ile birlikte enerji üretimine yönelik olan anaerobik enerji metabolizması kullanılmaya başlar. Oksijenin yetersiz kaldığı andan itibaren aerobik enerji metabolizmasından anaerobik enerji metabolizmasına geçiş dönemi anaerobik eşit olarak adlandırılmaktadır. Egzersiz tipleri anaerobik eşiğin altında olan aerobik egzersizler ve anaerobik eşiğin üzerinde devam eden anaerobik egzersizler olarak ayrılır (35).

3.4.1. Aerobik Egzersiz

Aerobik egzersiz; vücuda enerji kazandırmak amacıyla oksijen tarafından karşılanan, giderek artan ve değişen yoğunluklarda gerçekleştirilebilecek bedensel egzersiz olarak

tanımlanır. Aerobik egzersiz oksijen varlığında farklı yoğunluklarda ve yüklenme unsurunda gerçekleşebilir. Egzersizin uzun süreli ritmik ve devamlılığı olan akut ve kronik türleriyle metabolizma üzerinde birçok etkiler gözlemlenebilir (36). Kas içi gerilimdeki artışın düşük olduğu, dirençsiz veya düşük bir dirence karşı yapılan izotonik egzersizleri içeren yürüyüş, bisiklet sürme gibi düşük şiddetli egzersizler aerobik egzersizlere örnek gösterilebilir (37-40).

3.4.2. Anaerobik Egzersiz

Yüksek bir şiddette ve kısa süre içerisinde uygulanan ve anaerobik eşiğin üstünde devam eden egzersizler, anaerobik egzersizlerdir. Yüksek şiddetlerde yapılan egzersizlerde, bireyin solunum yolu ile aldığı oksijen kastaki ATP üretimi için yetersiz kalır ve ATP üretimi için anaerobik enerji metabolizmaları devreye girer. Anaerobik bir egzersizin uzun süre devam ettirilememesinin altında yatan mekanizma; anaerobik glikoliz sırasında glikoz veya glikojenin pirüvik aside kadar indirgenmesi ve pirüvik asidin laktik aside dönüşmesi ile ortamın pH'nın düşmesi sonucu oluşan metabolik asidoz ve buna bağlı şekillenen yorgunluktur. Anaerobik glikoliz sonucunda ortamda biriken laktat dolaşım sistemi yoluyla karaciğer ve kalp kaslarına iletilir. Karaciğerde glikoz ve glikojene çevrilen laktat, kalp kasında ise enerji elde etmek için kullanılır (35).

3.5. Egzersiz Sırasında Kullanılan Enerji Sistemleri

Kasın enerji gereksinimlerini karşılamak için birlikte çalışan 3 farklı ancak yakından entegre süreç vardır. Anaerobik enerji sistemi, depolanan fosfajenlerin, ATP'nin ve fosfokreatinin (PCr) bölünmesinde yer alan süreçlere ve karbonhidratın glikoliz vasıtasıyla laktik aside aerobik olmayan parçalanmasına yönelten alaktik ve laktik ögelerine ayrılır. Aerobik enerji sistemi, oksijen dahilinde karbonhidratların ve yağların yanmasında aktif rol oynar. Anaerobik yollar, ATP'yi etkili düzeyde tekrar üretme yeteneğine sahiptir, fakat tek bir yoğun egzersiz sırasında serbest bırakılabilen enerji tüketimi ile sınırlıdır. Buna karşılık,

aerobik sistem muazzam bir potansiyele sahiptir, fakat bu enerjinin hızlı bir şekilde iletilme kabiliyeti bir şekilde engellenir (41). Voleybol sporcuları, düşük yoğunluklu değişken egzersiz periyotları veya kısa dinlenme süreleri ile serpiştirilmiş çok sayıda maksimum eforla atlama ve hızlı, kısa depar atlamaları yapmalıdır. Yüksek yoğunluklu oyun dönemlerinde kullanılan enerji, büyük ölçüde anaerobik metabolizmadan elde edilir. Takım sporunda gözlemlenen aktivite modellerini simüle eden bazı standartlaştırılmış aralıklı egzersiz modelleri son zamanlarda geliştirilmiştir (42).

3.5.1. Fosfojen Sistem (ATP- PCr Sistemi)

Uzun olmayan ve yoğun aktiviteler süresince (sprint, 100m koşu, dikey sıçrama vb.) hızlı bir şekilde gerçekleşen vücudun acil enerji sistemidir. Kas sisteminde depo edilmiş ATP ve fosfokreatinden oluşur. Çok kısa sürede ani ve yüksek yoğunluktaki egzersizlerde fosfojen sistem kullanılmıştır. 10 saniyeye kadar yapılan egzersizlerde kullanılan enerji, kaslarda birikmiş hazır olan ATP ve CP'den elde edilir. 4 saniye geçip 8-10 saniyeye kadar süren egzersizler ise enerjisini ATP re-sentezi fosfokreatinden karşılar (43). Kas dokusu içinde yer alan ATP'den yüksek enerji bağı ile birleşen bir fosfor bağı koparak enerji üretimine başlar. Bu kopan fosfojen bağı vücutta hazır olan PC (fosfokreatin) atarından yeniden ADP ye bağlanarak ATP'oluşturur. Bu da, ATP'nin resentezini gerçekleştirir (44). Fosfojen sisteminde enerji kullanımı, en iyi şekilde kondisyon sahibi sporcularda 4 ile 8 saniye arasını teoride geçmemektedir. Fosfojen sisteminin ardından, enerjinin sürdürülebilmesi için, ATP yeniden üretilmesi elzemdir. ATP'den parçalanarak oluşmuş ADP'nin yeniden aktif hale gelmesi önemlidir. ADP kreatin ile fosforun yeniden bağlanması sonucu ATP oluşturulur. Uzun sürmeyen ve yüksek şiddetli egzersizlere enerji gereksinimini karşılamaktadır (45).

3.5.2. Laktik Asit Sistemi

Seksenlerde, laktik asidin (LA) sadece anaerobik metabolizmanın çıkmaz bir atık ürünü olduğu fikri, birçok yakınsak gözlem tarafından sorgulanmaya başlandı (46). Her şeyden önce, belirtildiği gibi, LA' nın hem hücreler arasında hem de hücreler içinde mekik dokuyabileceği anlaşıldı. LA'nın hücrelerden en alakalı çıktısı, sürekli egzersize bağlandı. LA gerçekten de kısa süreli egzersiz sırasında kaslardan ve hatta dinlenme halindeki kaslardan, kısa süreli egzersizden sonra toparlanma sırasında ve uzun süreli egzersiz sırasında salınır (47). Tüm egzersizler önce kas içi ATP ve kreatin fosfor depolarından yararlanır; başlangıçta bunlar anaerobik glikoliz ile yenilenir. Üretilen laktik asit, yüksek yoğunluklu egzersizlerde yorgunluğun hızla gelişmesine katkıda bulunur. Aerobik metabolizma (başlangıçta esas olarak glikojen, daha sonra giderek artan oranda yağ) 2 dakikadan uzun süren aktivitelerde ATP yeniden sentezinin ana yoludur, ancak çok kısa patlamalarda mümkün olanın yaklaşık 1/4'ü kadar çalışma oranlarını koruyabilir. Daha yüksek aerobik çalışma oranlarında kan laktatı yükselir. 'Laktat eşiği' (LT: yaklaşık 2 mmol/l) neredeyse tam olarak dayanıklılık yarışlarının kazanıldığı hızdır ve görünüme göre optimal aerobik antrenmanı sağlayanlara yakındır. Ağırlıklı olarak kas aerobik kapasitesini içeren bu eğitim, LT'yi maksimum oksijen tüketiminden daha fazla yükseltir. LT'nin artık oksijen yoksunluğunu gösterdiği düşünülmemektedir, ancak oksidatif fosforilasyonu daha hızlı yönlendiren hücre içi ayarlamalar. Önceden LT'ye işaret ettiği düşünülen ventilasyon sınır değerleri, potasyum birikimi ile laktattan daha yakından ilişkilidir (48-50).

3.5.3. Oksijen Sistemi

Anaerobik reaksiyonlar, glikoz molekülünde bulunan enerjinin yalnızca % 5'ini açığa çıkarabildiği için, uzun süren egzersizlerde daha az aktif olup, daha fazla ATP üretebilecek enerji sistemlerine gereksinim duyulur. Oksijen sistemi, enerji üretimi için, besin maddelerinin mitokondrilerde oksidasyonu, yani karbonhidrat ve yağların oksijenle

birleşmesi sonucu su ve karbondioksit (CO_2) dönüştürülmesi ile enerji (ATP) üretilmesi anlamındadır. Oksijen sistemiyle ATP kas fibrillerinde bulunan mitokondrilerde krep siklus adı verilen bir dizi tepkimeler sonucunda üretilmektedir. Aynı zamanda O_2 'in varlığı uzun süreli olup orta yoğunlukta egzersizlerin desteklenmesini sağlar ayrıca laktat üretimini dengede tutar. Oksijen sistemi yoluyla aerobik glikoliz ile 1 mol glikozdan 38 mol, 1 mol glikojenden ise toplam 39 mol ATP üretilir. Yağ asitlerinin tepkimeleri ile ise, örneğin, kas hücresinin kullandığı 18 palmitik asidin tam oksidasyonu ile 129 mol ATP elde edilmektedir. Bunun yanında dayanıklılık gerektiren egzersiz ve yoğun fiziksel aktivite durumunda veya karbonhidrat düzeyinin düşüşlüğü ve aşırı açlık anında proteinlerin oksidasyonu ile de enerji üretilebilir(44). Özellikle mesafeciler asıl olarak enerji sistemlerinden aerobik sistemi kullanmaktadır. Oksijen, besin maddeleri içinde yer alan karbonhidratları yakarak aerobik metodla ATP'yi üretir. Serbest yağ asitleri de oksijenli ortam dahilinde enerji olarak kullanılabilir. Bu sistemin gerçekleşmesine uzun süreli enerji sistemi de söylenebilir. Uzun süreli egzersizlerde enerji ihtiyacını karbonhidratlar ve yağlar sağlar. Aerobik sistem sayesinde enerjinin büyük bir bölümü karşılanır. Koşu gibi 20 dakikaya varan egzersiz çeşitlerinde baskın olan enerji kaynağı karbonhidratlardır. Yağlar ise ihtiyaç halinde devreye girmektedir. Laktik asit artar, fakat üst düzey değildir. Yağlar genellikle 1 saati geçen egzersizlerde glikojen depoları boşaldığında enerji olarak işlev görür. Antrenman düzeyi, kas lif çeşidi ve başlangıçta bulunan glikojenin depo düzeyine göre glikojen ve yağ kullanımının oranı farklılık gösterir. Aerobik egzersizlerde enerji metabolizması; oksijen kullanımı egzersizde gerekli olan enerjiyi oluşturmada yeterlidir, böylelikle Laktik asit biraz yükselir fakat Laktik asit birikimi oluşmaz. Laktik asit oksijen eksikliği durumunda gerçekleşir. Uzun süren yani aerobik egzersizlerde aerobik kapasite ve maksimal aerobik metabolizma önemlidir. Maksimal seviyede oksijen kullanımı Maksimal aerobik güç ile açıklanabilir ve $\text{VO}_{2\text{max}}$ ile ifade edilir (51-53).

3.6. Egzersizin Kemik Sağlığı ile İlişkisi

Kemikte dış yüzey: fibrozdan oluşmuş dış tabaka ve osteoprogenitörlerden oluşmuş iç tabakadan elde edilen periostla kaplıdır. Kemiğin iç yüzeyinde ise inorganik ve organik yapılar ayrıca matriks bulunur. Matriksin inorganik yapısı kemiğin % 65'ini oluşturur ayrıca; magnezyum, sodyum, potasyum kalsiyum, fosfor, bikarbonat, sitratdan oluşur (54). Kemik gelişimi, vücut iskeletinin oluşumuyla sonuçlanan bir dizi eşzamanlı olay yoluyla gerçekleşir. Kemiğin ve çevresindeki mikro çevrenin enflamatuvar, endotelyal ve Schwann hücreleri de dahil olmak üzere onarım potansiyeli yetişkinlik boyunca devam ederek dokunun homeostatik fonksiyonel durumuna geri dönmesini sağlar (55). Kişinin en fazla kemik kütlesine ulaşması bakımından hormonal, egzersiz ve diyet durumu gereklidir. Kemiğin özellikle yaşam tarzı faktörlerine karşı duyarlı olduğu kemik kütlesinin gelişimini artıracığı görülmektedir (11). Kemiklerin birçok işlevi vardır. Vücudu yapısal olarak destekler, hayati organlarımızı korur ve hareket etmemize izin verir. Ayrıca kemik iliği için kan hücrelerinin oluştuğu bir ortam sağlarlar ve başta kalsiyum olmak üzere mineraller için bir depolama alanı görevi görürler (56). Egzersiz, kemik birikimini en üst düzeye çıkarmak ve kemik gücünü artırmak gibi belirli bir sağlık sonucunu sürdürmek veya geliştirmek için bir araç olmaktadır. Egzersize kemik adaptasyonu, kas kasılması ve yer tepkisi kuvvetleri tarafından başlatılmaktadır (57). Fiziksel aktivite, yaşamın her döneminde kemik kütlesi için önemli gibi görünmektedir, özellikle kemik kütlesi üzerindeki önemi doğrudan etkisi ve yaşamın sonraki dönemlerinde fiziksel aktivite pratiğine etkisi nedeniyle büyüme periyodu dikkate alınmalıdır (58). Düzenli olarak egzersiz yapan bireylerin yaşa bağlı kemik kaybını önleme ve dengeyi geliştiren daha güçlü kaslar

ve kemikler geliřtirmesi sayesinde daha az dūřme ve kırık yařama olasılıęı daha dūřmektedir (59). Yařam boyu kemik saęlıęını geliřtirme stratejisinin bir parçası olarak egzersiz yapmanın faydalarını ve bu tūr faydaları destekleyen egzersiz üzerine potansiyel olarak aktive olan bazı hūcresele ve molekūler mekanizmaların ilerleyiři gōzlenmektedir. Egzersiz sūrdūķē hormonal adaptasyonlar daha da ōnemli hale gelir. Kontrol ise negatif feedback mekanizmalar ile saęlanır. Glikoz ūretiminin artması dūzenli yapılan egzersizde oluřan insūlin duyarlılıęının geliřmesi gibi hormonal reaksiyonlara baęlı gerēekleřir (60). Hormonal tepkinin derecesi organizmanın egzersiz ōncesi durumuna ve kapasitesine de baęlıdır (61). Egzersiz, osteoblastogenezi destekleyen osteosit tarafından sklerostin ekspresyonunu ařaęı doęru dūzenlemektedir. Bu deęiřiklikler, dinlenme sūreleriyle birlikte dinamik dōngūsel yūk ile gūçlendirilir ve dūřuk genlikli yūksek frekanslı uyarınlarla desteklenebilmektedir (62).

3.7. Kemik Mineral Yoğunluğu

Sporcularda yūksek ve etkili yūklenme egzersizlerinin kemik mineral yoęunluęunu (KMY) olumlu yōnde etkiledięi ve sporcuların genē yařta yaptıkları yoęun aęırlık antrenmanlarının, KMY'nu pozitif yōnde etkiledięi gōrūlmektedir. Egzersiz, yūksek KMY ve gūcū gibi iyileřtirilmiř kemik saęlıęı sonuēlarıyla iliřkili birincil deęiřtirilebilir faktōrlerden biridir (63). İnsanlar arasında, hem bandı kořusu hem de yūzme, kemik, alkalın fosforazın serum seviyelerinin yanı sıra artmıř KMY baęlı olarak kemik oluřumunu arttırdıęı bildirilmektedir (64, 65).

3.8. Kemik Sağlığına Etki Eden Bazı Parametreler ve Egzersiz ile İlişkisi

3.8.1. Kalsiyum

Kalsiyum, vücutta çok sayıda biyolojik işlevi gören temel bir elementtir ve en önemlilerinden biri iskelet mineralizasyonudur. Kalsiyum, kalsiyum-fosfor etkileşiminde %99'dan fazla bulunan ve iskeletin yapısıyla gücünü sağlayan, kemiğin hücre içinde ve dışında kalsiyum oranının devamı için metabolik bir depo haline getiren ana bileşenidir. Kalsiyum ayrıca kanda, kasta, hücre dışı sıvılarda ve diğer dokularda bulunur. Vasküler kasılma, kas kasılması ve vazodilatasyon, sinir uyarı iletimi ve hücre içi ve hücre dışı etkileşimde rol oynar (66, 67). Kalsiyum, kemiğin yeniden şekillenmesi ve döngüsü, iskeletin yapısal işlevini sürdürmek ve kırık iyileşmesi için kilit noktadır; fakat kemik erimesi ve oluşumunda bazı kemik rahatsızlıklarına zemin hazırlamaktadır. Mesela, osteoblastlar tarafından karşılık gelen yeni oluşan kemik miktarı olmaksızın osteoklastlar tarafından aşırı rezorpsiyon, kemik kaybına ve yaşla ilişkili bir hastalık olan osteoporoza katkıda bulunur, düşük kemik kütlesi ve kemik dokusunun bozulması ve bunun sonucunda kırılabilirlik ve kırılmaya yatkınlıkta artış ile karakterize edilir. Tersine osteopetrozu karakterize eder (68-70). Kalsiyum, insan vücudunda en bol bulunan elementlerden biridir ve toplam vücut kalsiyumunun % 99' undan fazlasının bulunduğu mineralize dokuların ana bileşenidir. İskelet mineralizasyonunda anahtar rol oynar ve normal büyüme, gelişme ve kemik gücü için gereklidir (66). Ayrıca, kas kasılması ve sinir uyarılarının iletimi gibi geniş bir biyolojik fonksiyon yelpazesinde rol oynamaktadır (67). Kalsiyum birçok temel işlev için temel olduğundan, kalsitropik hormonlar tarafından yapılan ince düzenleme sayesinde vücut sıvılarındaki konsantrasyonunun

fizyolojik bir aralıkta tutulması önemlidir (71). Yaşamın her aşamasında kemik sağlığı için optimal kalsiyum alımı gereklidir. Kalsiyum için beslenme gereksinimleri, yaşam boyunca değişen, çocukluk ve ergenlik döneminde daha yüksek olan, hamilelik ve emzirme döneminde ve yaşlılarda kemik gelişimi ve kemik bakımına duyulan ihtiyaç tarafından belirlenmektedir (72).

3.8.2. Fosfor

Fosfor temel bir elementtir ve çoklu biyolojik süreçlerde önemli bir rol oynar (73). Fosfor içeren bileşikler, hücre yapısında (hücre zarı bütünlüğünün ve nükleik asitlerin korunması), hücresel metabolizmanın (ATP'nin oluşturulması), hücre altı süreçlerin düzenlenmesi (anahtar enzimlerin protein fosforilasyonu yoluyla hücre sinyalleme), asit-baz homeostazının sürdürülmesinde ve kemik mineralizasyonunda önemli rollere sahiptir. Biyolojik sistemlerde fosfor fosfor olarak bulunur ve bu iki terim genellikle birbirinin yerine kullanılır. Fosfor, insan vücudunda en bol bulunan anyondur ve toplam vücut ağırlığının yaklaşık % 1'ini oluşturur. Fosfor % 85 dişlerde ve kemiklerde, % 14 diğer dokularda ve % 1 hücre dışı sıvılar bulunur. Hücre zarı ve yumuşak dokuda fosfor temelde fosfor esterleri haliyle, bir kısmı fosfoproteinler ve serbest fosfor iyonları halinde yer alır. Hücre dışı sıvıda bulunan fosforun onda biri proteinlerde yer alır, üçte biri magnezyum, kalsiyum ve sodyumla çözümlenir ve geri kalanı inorganik fosfor halindedir (74). Fosfor yoğunluğu yaşa göre farklılaşır ve en çok konsantrasyon; kemiğin büyüüp gelişmesi ve yumuşak doku oluşumunda oldukça fazla minerale ihtiyaç duyan bebeklerde görülmektedir (75). Aynı zamanda dayanıklılık aktiviteleri sırasında, enerji üretimine katılmakla birlikte aside karşı tamponlayıcı etki göstermekte ve sporcularda yorgunluğun önlenmesine etki göstermekte ve sporcularda yorgunluğun önlenmesine yardımcı

olmaktadır. Dinlenme sırasında kan seviyesi yüksek olsa bile, dayanıklılık sporcularında uzun süreli egzersizdeki fosfor kullanımına bağı olarak seviyesinde düşüş gözlenmiştir (76).

3.8.3. Vitamin D

Yağda çözünen temel bir vitamindir. Vücut D vitamini besin kaynaklarından elde etmenin yanı sıra güneş ışığından da sentezleyebilmektedir (77). D vitamininin 2 ana formu vardır. Ergokalsiferol (D2) ve kolekalsiferoldür (D3). Ergokalsiferol bitki kaynaklarından elde edilebilirken kolekalsiferol hayvansal gıdalardan ve güneş ışığına maruziyetten elde edilebilmektedir (78). D vitamininin 2 ana formu yan zincirlerinin yapısında farklılık gösterse de, genel metabolizmaları veya vücuttaki işlevleri açısından farklılık göstermemektedir. D vitamini metabolizması 2 prohormonu, D2 ve D3'ü biyolojik olarak aktif form olan kalsitriole (1,25-dihidroksivitamin D veya 1,25 [OH] 2 D) dönüştürmektedir. Aktif steroid hormonun öncüsü olan 25 (OH) D'nin (kalsidiol) serum konsantrasyonu, 15 günlük uzun bir yarılanma ömrüne sahip olduğu için D vitamini durumunun en iyi göstergesidir (79). Sporcular ve genel popülasyon arasında D vitamini eksikliği önemli bir sorun olarak görülmektedir. D vitamininin en bilinen rolü, kalsiyum homeostazının düzenlenmesidir; D vitamini ile kemik sağlığı arasında güçlü bir ilişki vardır. Dahası, konsantrasyonları hem genel hem de atletik popülasyonlarda kas fonksiyonu ve bağışıklık tepkisi ile ilişkilidir. D vitamini seviyesi, çoğu insan iskelet dışı hücreindeki VDR'lerin (D vitamini reseptörleri) varlığı ile güçlü bir şekilde bağlantılıdır. Kas hücresi çoğalmasını ve farklılaşmasını artıran çoklu miyojenik transkripsiyon faktörlerinin ifadesi, iskelet kaslarının D vitaminine maruz kalmasından kaynaklanmaktadır (80). D vitamininin kemik mineral homeostazındaki

rolü, kalsiyum ve fosforın bağırsaktan emilimini arttırmaktır (81). D vitamini, kalsiyum ve fosfor homeostazını PTH'nin çapraz regülasyonu yoluyla ve aynı zamanda osteoklastogenez ve osteoblastogenez yoluyla, kalsiyum ve fosfor edinimi ve düzgün bir mineral ve iskelet metabolizması elde etmek için anabolik ve katabolik gen ekspresyonunun düzenlenmesi yoluyla düzenlenmektedir (82). D vitamini metabolitlerinin ikincil biyolojik etkileri, bağışıklık fonksiyonunun düzenlenmesi ve protein sentezini içermektedir. D vitamininin, insan vücudundaki tüm protein kodlayan genomun %5'i olan 1000'den fazla farklı genin ekspresyonunu düzenlediği tahmin edilmektedir (83).

3.8.4. Paratiroid Hormonu (PTH)

PTH, paratiroid bezlerinin ana hücreleri ve oksifil hücreleri tarafından eksprese edilir ve salgılanır. Kromozom 11'in kısa kolundaki bir gen tarafından düzenlenmektedir 115-amino-asit pre-pro-PTH olarak ifade edilir, bu daha sonra Golgi aparatında bölünerek olgun 84-amino-asit PTH'yi verir ve daha sonra granüllerde depolanır (84). Kemik matriksi içine gömülü osteositler için oluşturan lakunakanaliküler sistemin yapısını etkiler. Değişen laküner şekil, bu konuda başka bir yerde belirtildiği gibi, günlük aktiviteler ve egzersiz sırasında osteositlerin çevresinde meydana gelen lokal suşların miktarını değiştirir, böylece osteositlerin deneyimlediği mekanik uyarının yüksekliğini etkili bir şekilde değiştirir (85). Bu nedenle, osteosit laküner şeklini değiştiren diyet bileşenleri büyük olasılıkla osteositler tarafından mekanik transdüksiyonla etkileşime girecektir. Osteositlere dönüştürülen matris suşları ile ilgili olarak, kemik matrisinin mineralizasyonunu önemli ölçüde değiştiren ve böylece onu daha sert veya uyumlu hale getiren diyet bileşenleri, teorik olarak osteositlerde ortaya çıkan suş miktarını

etkileyecektir. Kemik matrisinin mineralizasyonunu önemli ölçüde değiştiren diyet bileşenleri, osteositlerin hücre parmaklarını çevreleyen mineralize olmayan bir matris tabakasını muhafaza etme kabiliyetini de etkileyebilir. Genel olarak bu katmanın mekanik sinyallerin iletimi için gerekli olduğu varsayılır (86). PTH karaciğer tarafından parçalanır ve böbrekler tarafından temizlenmektedir. Düşük (Ca^{2+}) paratiroid hücre proliferasyonunu ve toplam salgılama kapasitesini uyarırken, hiperkalsemi, hiperplazi ile daha az ilişkili olmasına rağmen, paratiroid bezi hipotrofisine neden olabilir. PTH sekresyonu, serum kalsiyum, fosfor ve kemik döngüsündeki değişikliklerle eş zamanlı olarak mevsimsel ve sirkadiyen dalgalanmalar sergilemektedir. Ek olarak, saatte yedi darbeden oluşan, bazal PTH salınımının %30'unu oluşturan ve iyonize kalsiyumdaki değişikliklere karşı oldukça duyarlı olan bir ultradyan ritim mevcuttur. Akut hipokalsemi, nabız frekansı ve genliğinde seçici, birkaç kat artışa neden olurken, hiperkalsemi pulsatil sekresyon bileşenini baskılar (84). Egzersizle ilişkisi, Submaksimal egzersizin PTH düzeylerini arttırdığı ve kısa süreli dinamik egzersiz sonrasında PTH konsantrasyonunda önemli değişiklikler olmadığı bildirilmişlerdir. Fiziksel egzersiz sırasında, kalsiyum dışındaki diğer fizyolojik faktörler, katekolaminler, asidoz gibi PTH' nin salgılanmasını değiştirebilmektedir. Adrenerjik sistem fiziksel egzersiz sırasında aktive olur ve bu sistemin PTH salgılanmasının düzenlenmesinde rol oynamaktadır (87). Düzenli egzersizden kaynaklanan genel olumlu sağlık etkilerinin yanı sıra, kemik ve kas fiziksel olarak aktif bir yaşam tarzından yararlanır (85). Egzersizin PTH ekspresyonu ve sekresyonu üzerindeki etkilerine yönelik araştırmalar sınırlıdır, oysa kalsiyum homeostazının ve bunun sonucunda PTH yanıtının egzersiz sırasında bozulduğu ve idamesinin sürekli enerji maliyetleri ile ilişkili olduğu

bilinmektedir; dahası, egzersizin PTH seviyelerini değiştirebileceğini gösterilmiştir (88).

3.8.5. Osteokalsin

Osteokalsin, kemik matriks organizasyonu ve birikiminde kemiğin hem biyolojik hem de mekanik fonksiyonlarında anahtar roller oynayan başlıca kollajen olmayan proteinlerdir (89). Osteokalsin, özellikle kemiği oluşturan osteoblastlar tarafından üretilen ve salgılanan, insanda 49 amino asit uzunluğunda kısa bir proteindir (90). Osteokalsin kemik oluşumu sırasında, mineralizasyon sürecinin sonlarında üretilir ve doğrudan veya dolaylı olarak bir kütleyi, mineral boyutunu ve yönelimi kontrol ederler (91). Ayrıca kemik hücre matrisini organize etme, hücre-matris ve mineral-matris etkileşimlerini koordine etme ile de ilgilenirler. Her iki proteinde kemikte yapısal roller oynar ve kemiğin kırılma eğilimini belirler. Bu proteinler kemiğin mekanik özelliklerini etkileyerek tüm kemik yapısını ve morfolojisini düzenler (92). Osteokalsin, egzersiz sırasında ek bir mekanizma yoluyla kas fonksiyonunu destekler: kas kasılmasına yanıt olarak kana salgılandığı bulunan ilk molekül ve şimdiye kadar tanımlanmış ilk miyokinlerden biri olan interlökin 6'nın (IL-6) ekspresyonunu ve salınımını destekler (93, 94). Başlangıçta, insanlarda ve kemirgenlerde egzersizden sonra dolaşımdaki seviyelerinin, egzersizin uzunluğu ve ilgili kas miktarı ile orantılı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir (95-97).

3.8.6. İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1 (IGF-1)

Adını insüline karşı yüksek homojenlikten alan IGF-1, yapısal olarak 70 amino asitle bağlanan küçük bir peptittir (98). Karaciğer ve iskelet kası dahil olmak üzere birçok doku tarafından salgılanır. IGF-1 kan dolaşımına girdikten sonra, belirli bir doku hedefi yoktur, ancak IGF-1'in karaciğerden salgılandığı kabul edilir, iskelet

kası gibi hormonu kendisi üretme yeteneğine sahip dokular üzerinde hareket etmeyecektir (99, 100). Dinlenme durumunda, dolaşımdaki IGF-1 nispeten stabildir ve genç yetişkinler, yaşlı bireylere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek konsantrasyonlara sahiptir (101). Egzersizle indüklenen plazma IGF-1 konsantrasyonlarında büyük, ancak geçici artışların, hücre içi kas sinyalinin aktivasyonu ve ardından iskelet kası adaptif yanıtı için gerekli olmadığı öne sürülmüştür (102, 103). Morton ve arkadaşları plazmada dolaşan anabolik hormonlar (IGF-1) ile direnç eğitimi almış genç erkeklerde 12 haftalık aerobik ve anaerobik egzersizlerden sonra güç kazanımları arasında hiçbir ilişki gözlemlenmedi. Bu, dolaşımdaki plazma IGF-1'i değil, kas IGF-1'inin içsel salgılanmasının, anabolik yolları açmak için anahtar bir belirleyici olduğunu göstermektedir (104). Erkek ve kadın sporcularda egzersizler öncesi ve sonrasında IGF-1 düzeylerinde düşüş olduğunu, bu düşüşlerin istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Ballard ve arkadaşları kadın ve erkeklere koşucularda (105), Koziris ve arkadaşları erkek yüzücülerde (106), Kılıc ve arkadaşları erkek boksörlerde (107), Eliakim ve arkadaşları kadın hentbolcularda (108), Eliakim ve arkadaşları kadın voleybolcularda (109), Roli ve arkadaşları kadın voleybolcularda (110), IGF-1 düzeylerinde düşüş olduğunu görülmüştür.

3.9. Çalışmanın Amacı

Kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası kemik kalitesini etkileyen bazı parametrelerin (serum paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, kalsiyum, fosfor ve vitamin D) düzeylerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilecek bulguların egzersiz fizyolojisi alanında yeni yaklaşımlara öncülük etmesi düşünülmektedir.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma materyalini 18-24 yaşları aralığında 16 kadın voleybolcu oluşturmaktadır. Etik kurul onayı, Fırat Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığından (Tarih: 10.03.2019, Toplantı: 14, Karar No:19) alındı (Ek 1). Araştırmanın nasıl yapılacağı katılımcılara ayrıntılı bir şekilde katılımcı bilgilendirme formu ile açıklandı. Katılımcılardan gönüllü olduklarını gösteren imzalı form alındı (Ek 2).

4.1. Araştırmanın Yapıldığı Yer:

Fırat Üniversitesi çok amaçlı spor salonunda yapıldı.

4.2. Araştırma Grubu:

Fırat Üniversitesi spor kulübü sporcularından 16 Kadın Voleybolcu oluşturmaktadır.

4.3. Antropometrik Ölçümler:

Boy ve vücut ağırlık ölçümü, deneklerin 20 gr'a kadar hassas bir kantarda çıplak ayak ve sadece şort giyerek holtain ltd marka boy ölçer ile yapıldı. Boy ölçümleri ise denekler ayakta dik pozisyonda iken kayan kaliper ile uzunluk 1 mm hassasiyetle Angel marka baskül ile belirlendi. Beden kitle indeksi (BKİ): Deneklerin kilo değerleri, boy değerlerinin karesine bölünerek ($\text{Kilo} / \text{Boy}^2$) hesaplandı.

4.4. Maç Uygulaması:

Saat 17:00' da başlayarak, üç set üzerinden voleybol maçı yaptırıldı.

4.5. Kan Örnekleri

Araştırma grubunu oluşturan voleybolculardan ön test ve son test modeline göre kan örnekleri alındı. Kan örnekleri; maç öncesi ve maç sonrası araştırmaya katılan kadın voleybolculardan yapılacak tetkikler için 5 mililitre kan jelli biyokimya tüplerine (Standardplus & Medical Co., Ltd., Almanya) alınarak soğutmalı santrifüjde (Universal 320R, Hettich, Almanya) 5000 rpm devir 4 °C’de 10 dakika santrifüj edilerek serum örneklerini eppendorf tüplerine bırakılarak Analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (Hettich, Almanya) -80 °C’de muhafaza edildi.

4.6. Serum Analizleri

Serum Paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, Kalsiyum ve Fosfor düzeyleri, insanlara özgü ticari kit (ELİSA) kullanılarak analizleri yapıldı. Vitamin D düzeyleri, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ünitesinde analizleri yapıldı. Serum ölçümleri, Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalında yapıldı.

4.7. İstatistiksel Analizler

Veriler 6 haftalık antrenmanlar öncesi ve sonrası farklılıkları ortaya koymak için SPSS paket programı yardımı ile bağımlı gruplar arası ortalamaların karşılaştırılması için kullanılan testler ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Verilerden normal dağılım gösterenler Bağımlı t-testi ile normal dağılım göstermeyenler ise Wilcoxon testi ile analiz edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

5. BULGULAR

Araştırmaya katılan voleybolcuların boy ortalamaları 169 cm olup, boy aralıkları 155 cm ile 179 cm arasındadır. Kilo ortalamaları 59.2 kg olup kilo aralıkları 45.3 kg ile 69.6 kg arasındadır. Yaş ortalamaları 18.75 yıl olup, yaş aralıkları 18 yıl ve 24 yıl arasındadır. BKİ ortalamaları 20.49 kg/cm² olup, BKİ aralıkları 16,9 kg/cm² ile 22,5 kg/cm² arasındadır. Spor yaş ortalamalarına bakıldığında, 8,25 yıl olup, spor yaşı aralıkları, 5 yıl ile 14 yıl arasındadır (Tablo1).

Tablo 1. Voleybolcuların boy (cm), kilo (kg), yaş (yıl), BKİ, (kg/m²) ve spor yaşı ölçümleri.

	Boy, cm	Kilo, kg	Yaş, yıl	BKİ, kg/m ²	Spor Yaşı
Ortalama	169	59,2	18,75	20,49	8,25
Minimum	155	45,3	18	16,9	5
Maksimum	179	69,6	24	22,5	14

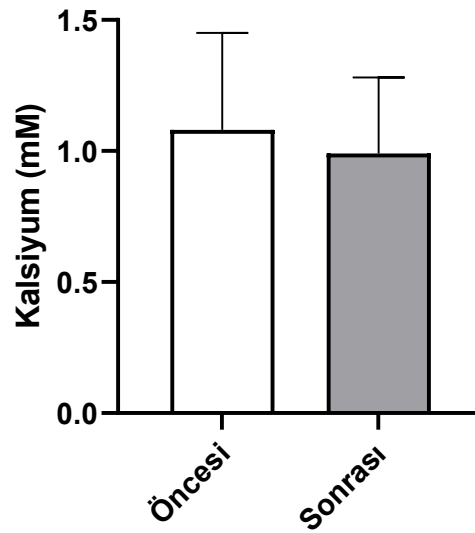
BKİ: Beden kitle indeksi= Kilo / (Boy (m))²

Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası paratiroid, osteokalsin, kalsiyum, fosfor, insülin benzeri büyüme faktörü-1 düzeylerinde düşüş olduğu, düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığı (Tablo 2; P>0.05). Vitamin D düzeyinde ise düşüşün istatistiksel olarak anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2; P<0.0001).

Tablo 2. Voleybolcuların serum parametre ölçümleri

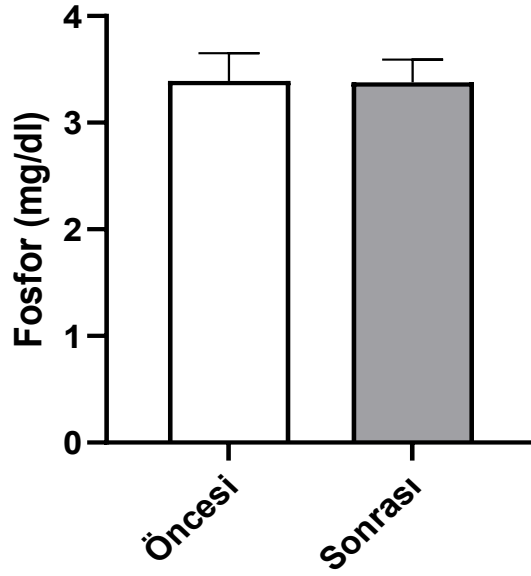
Parametre	Maç		p
	Öncesi	Sonrası	
Kalsiyum (mg/dl)	1,08±0,37	0,99±0,29	0,480
Fosfor (mg/dl)	3,39±0,26	3,38±0,21	0,870
Vit D (ng/ml)	13,41±3,46	11,74±3,24	0,0001
Paratiroid (pg/ml)	54,33±16,24	51,10±13,71	0,597
Osteokalsin (ng/L)	339,10±103,70	332,80±92,10	0,978
IGF-1 (ng/ml)	15,06±3,54	13,85±2,97	0,175

Veriler ortalama ve standart sapma olarak sunulmuştur. Karşılaştırmalar Wilcoxon testi ile yapılmıştır (P<0.05).



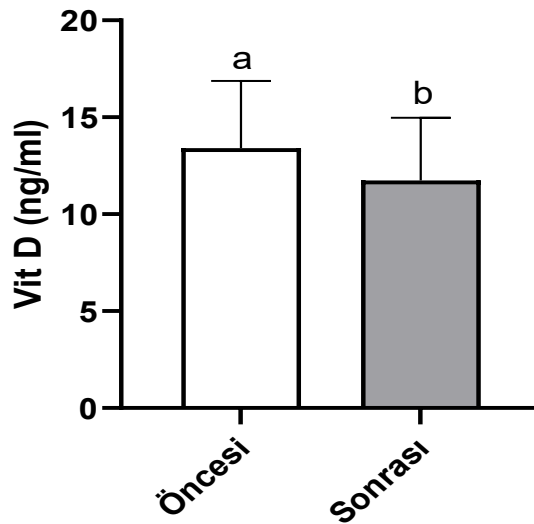
Şekil 1. Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası kalsiyum değişimleri

Voleybolcuların maç öncesi kalsiyum düzeyleri 1,08±0,37 mM iken sonrası alınan ölçümlerde 0,99±0,29 mM olarak tespit edilmiştir (Şekil 1 ve Tablo 2; P>0.05). Bunun sonucunda voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrasında kalsiyum düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (P>0.05).



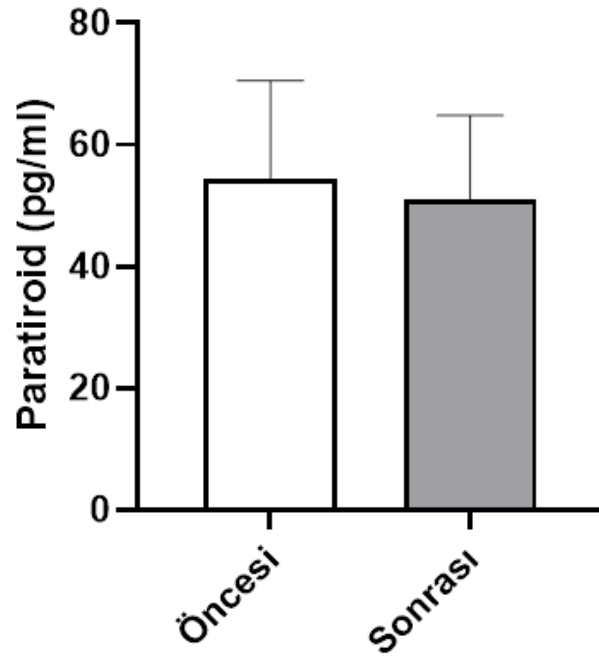
Şekil 2. Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası fosfor değişimleri.

Şekil 2 ve Tablo 2 veriler incelendiğinde voleybolcuların maç öncesi fosfor düzeyleri $3,39\pm0,26$ mg/dl iken sonrası alınan ölçümlerde $3,38\pm0,21$ mg/dl olarak bulunmuştur. Bunun sonucunda voleybolcuların maç öncesinde ve sonrasında fosfor düzeyleri arasında anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$).



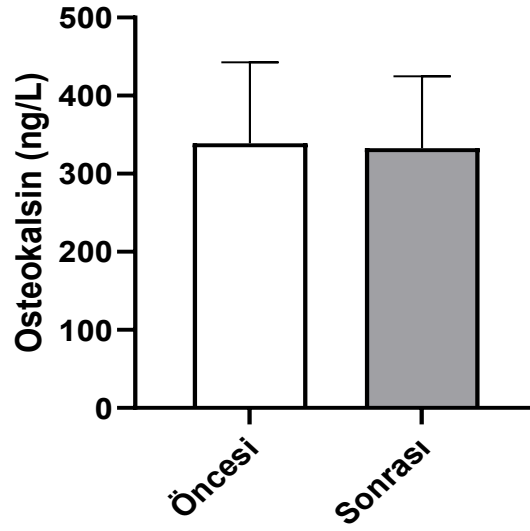
Şekil 3. Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası vitamin D değişimleri

Şekil 3’da ve Tablo 2 incelendiğinde voleybolcuların maç öncesi vitamin D düzeyleri $13,41 \pm 3,46$ ng/ml iken, sonrası alınan serum örneklerinde $11,74 \pm 3,24$ ng/ml olarak bulunmuştur. Bunun sonucunda voleybolcuların maç öncesi ve sonra vitamin D düzeyleri arasında anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.0001$).



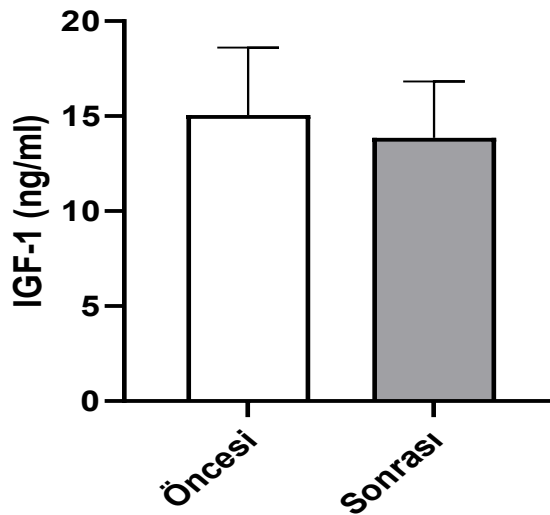
Şekil 4. Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası paratiroid değişimleri.

Şekil 4’de ve Tablo 2’de veriler incelendiğinde voleybolcuların maç öncesi paratiroid düzeyleri $54,33 \pm 16,24$ pg/ml, maç sonrası alınan serum örneklerinde ise $51,10 \pm 13,71$ pg/ml, olarak bulunmuştur ($P > 0.05$).



Şekil 5. Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası osteokalsin değişimleri.

Şekil 2’de ve Tablo 2’de veriler incelendiğinde voleybolcuların maç öncesi osteokalsin düzeyleri $339,10 \pm 103,70$ ng/L, maç sonrası alınan ölçümlerde $332,80 \pm 92,10$ ng/L olarak bulunmuştur. Bunun sonucunda voleybolcuların maç öncesi ve sonrasında osteokalsin değerleri arasında anlamlı farkın olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0.05$).



Şekil 6. Voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrası IGF-1 değişimleri.

Şekil 6 ve Tablo 2’de veriler incelendiğinde insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) düzeyleri maç öncesi alınan örneklerde $15,06 \pm 3,54$ ng/ml iken, maç sonrası alınan örneklerde $13,85 \pm 2,97$ ng/ml olarak bulunmuştur. Bunun sonucunda voleybolcuların maç öncesi ve maç sonrasında IGF-1 düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($P > 0.05$).



6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Spor ve fiziksel aktivite genellikle kemik metabolizması için olumlu faktörler olarak kabul edilsede, koşma ve bisiklete binme gibi bazı dayanıklılık antrenmanlarının kemik mineral yoğunluğu üzerinde çok az yararlı, hatta zararlı etkileri vardır (111). Egzersizin yoğunluğu ve süresi, sporcuların performanslarına, biyokimyasal ve hematolojik parametrelerinde değişikliklerine neden olur (112; 113). Tez çalışmamızda, yaş ortalamaları 18.75 yıl, boy ortalamaları 169 cm, kilo ortalamaları 59.2 kg, spor yaşı ortalamaları 8.25 yıl ve BKİ ortalamaları 20.49 kg/m² olan 16 kadın voleybolcu maç öncesi ve sonrası kan örnekleri alınarak; Serum Paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, Kalsiyum, Fosfor ve vitamin D düzeyleri incelendi. Çalışmada, maç öncesi ve sonrası Serum kalsiyum, fosfor, Paratiroid, osteokalsin ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 düzeylerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir ($P>0.05$; Tablo 2). Ancak maç öncesi ve sonrasında vitamin D düzeyinde anlamlı düşüş olduğu tespit edilmiştir ($P<0.0001$; Tablo 2). Düzenli egzersizler, sağlığa olumlu etkilerinin yanı sıra, kemik ve kaslara fiziksel olarak olumlu yönden etkiler. Farklı egzersiz türleri vücut tarafından farklı türde tepkiler ortaya çıkarır (85, 114). Kalsiyum ve fosfor dengesi vücuttaki tüm hücre tiplerinin işleyişi için esastır, bu nedenle kandaki kalsiyum ve fosfor seviyeleri çok dar bir aralıkta sıkı bir şekilde kontrol edilir. Kalsiyum ve fosfor ayrıca çizgili iskelet kası ve kalp kası hücrelerinin işleyişi için olduğu kadar nöronal ve nöromusküler aktivite için de gereklidir. Kalsiyum ve fosfor, homeostatik kontrolü, fiziksel aktivite ve egzersiz performansı için önemlidir (115). Çalışmamızda, kalsiyum ve fosfor düzeylerine bakıldığında maç öncesi ve maç sonrası kalsiyum ve fosfor düzeylerinde düşüş olduğu bu düşüşün önemli olmadığı tespit edilmiştir

($P>0.05$). Yapılan çalışmalara bakıldığında, Bouassida ve arkadaşları 12 sağlıklı erkekler üzerine yaptıkları çalışmada, iki yüksek yoğunluklu koşu egzersizin öncesi ve sonrasında kalsiyum düzeylerinde bir azalma olduğunu bildirmişlerdir (116). Maimoun ve arkadaşları yaptıkları çalışmada elli dakikalık bisiklet testinin genç yetişkin erkek bisikletçilerde serum kalsiyum düzeylerinde değişiklik olmadığını fosfor düzeylerinde ise artış olduğunu bildirmişlerdir (65). Thorsen ve arkadaşları dayanıklılık egzersizi yaptırdıkları genç kadınlar üzerine yaptıkları çalışmada aktivite öncesi ve sonrasında kalsiyum düzeylerinde herhangi bir değişiklik meydana gelmediğini bildirmişlerdir (117). Siquier-Coll ve arkadaşları, niversite ğrencisi olan 19 yetişkin erkek (yaş: 22.58 ± 1.05 yıl), sikloergometre üzerinde iki maksimum artımlı egzersiz testi gerçekleştirmişlerdir. Egzersiz ncesi ve egzersiz sonrası fosfor düzeylerinde düşüş olduğunu bu düşüşün önemli olmadığını bildirmişlerdir (76). Eskici ve arkadaşları niversiteli kadın sporcular üzerine yaptıkları çalışmada egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası serum ve idrar fosfor düzeylerinde herhangi bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (118). Baltacı ve arkadaşları akut yüzme egzersizi yaptırdıkları (30 dakikalık) rad'lar üzerinde yaptıkları çalışmada fosfor düzeylerinde değişimin önemli olmadığını bildirmişlerdir (119). Majerczak ve arkadaşları radlar üzerine egzersizin murin kalp yetmezliği modelinde kalp ve tibiadaki kemik morfogenetik protein 4 üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada egzersiz öncesi ve sonrasında fosfor ve kalsiyum düzeylerinde herhangi bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (120). Baltacı ve arkadaşları radlarda Egzersiz ve inko Eksikliğinin Bazı Elementler zerine Etkisini inceledikleri çalışmada egzersiz öncesi ve sonrasında fosfor ve kalsiyum düzeylerinde azalma olup bu

azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir (121). Yapılan çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir.

D vitamininin en önemli rolü, kalsiyum ve fosforun bağırsaktan emilimini kolaylaştırmak ve böbrek tübüllerinden geri emilimini arttırmaktır (122). Bununla birlikte, D vitamini aynı zamanda bir dizi hücre fonksiyonunu da düzenler. D vitamininin iskelet kası dokusundaki rolü (123) ve beyaz yağ dokusu üzerinde etkilidir. Antioksidan, antienflamatuar ve antikanser özelliklerinden dolayı D vitamini seviyesi genel sağlık durumunun bir göstergesi olarak kabul edilir (124). Düzenli egzersizlere katılmak, iyi bilinen bir serum vitamin D uyarıcısıdır (125). Kim ve arkadaşları kadınlarda egzersizin kemik mineral yoğunluğu ve kemik metabolizması üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada egzersiz öncesi ve sonrasında vitamin D düzeylerinde artış olduğunu artışın önemli olmadığını tespit etmişlerdir (126). Josse ve arkadaşları yaptıkları çalışmada genç kadınlarda direnç antrenmanından sonra serum vitamin D düzeylerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir (127). Lester ve arkadaşları üniversiteli dokuz genç kadın katılımcıya egzersiz yaptırarak öncesi ve sonrası serum vitamin D düzeylerini inceledikleri çalışmada vitamin D düzeylerinde düşüş olduğunu tespit etmişlerdir (128). Evans ve arkadaşları 58 erkek ve 199 kadın askere alma eğitimi sırasında kemik metabolizması belirteçlerinde cinsiyetler arasındaki eşitsizliği değerlendirmek ve kemik döngüsü belirteçleri ile kemik metabolizmasını etkileyebilecek faktörler arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmada erkek ve kadınların eğitim öncesi ve sonrası vitamin D düzeylerinde anlamlı düşüş olduğunu tespit etmişlerdir (129). Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası vitamin

D düzeyinde anlamlı düşüş olduğu tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Elde edilen sonuçlar literatür ile paralellik göstermektedir.

Egzersiz PTH ekspresyonu ve salgılanması üzerindeki etkilerine ilişkin araştırmalar sınırlıdır ayrıca egzersiz sırasında kalsiyum homeostazının ve bunun sonucunda PTH yanıtının bozulduğu ve sürdürülmesinin sürekli enerji maliyetleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir; dahası egzersizin PTH düzeylerini değiştirebileceği gösterilmiştir. Serum paratiroid hormon (PTH) düzeylerinde maç öncesi ve maç sonrası azalma olduğu bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Yapılan çalışmalara bakıldığında, Lombardi ve arkadaşları akut egzersiz sırasında ve sonrasında dolaşımdaki PTH seviyelerindeki değişiklikler süreye veya yoğunluğa bağlı; yoğunluk veya süredeki bir eşik aşıldığında PTH yanıtının etkinleştirildiği varsayılmıştır. Genel olarak, PTH' de belirgin artışlar yalnızca yüksek yoğunluklu ve uzun süreli egzersizlerde veya düşük yoğunluklu çok uzun süreli egzersizlerde görülür. Ancak maksimum yoğunlukta kısa süreli ve uzun süreli düşük yoğunlukta egzersizler PTH sekresyonunu etkilemediğini bildirmişlerdir (84). Thorsen ve arkadaşları, genç kadınlar üzerine yaptıkları dayanıklılık çalışması öncesi ve sonrasında PTH düzeylerinde değişiklik meydana gelmediğini bildirmişlerdir (117). Benzer bir çalışmada Ljunghall ve arkadaşları kadınlar üzerine yaptıkları çalışmada PTH düzeylerinde değişiklik meydana gelmediğini bildirmişlerdir (130). Maimoun ve arkadaşları artan iyonize ve toplam kalsiyuma rağmen egzersizin PTH düzeyleri üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı egzersizin türü, yoğunluğu, süresi, toparlanma süresi ve modalitesi gibi faktörler bu başarısızlığın nedeni olabilir. Örneğin, erkek bisikletçilerde % 15 VT'de 50 dakika bisiklet sürdükten sonra (65), Salvesen ve arkadaşları erkek itfaiyeciler üzerine

yaptıkları çalışmada 3,3 m/sn' de 50 dakika koşu yaptıktan sonra (131), Kristoffersson ve arkadaşları erkek atletlerde maksimum yoğunlukta 30 saniyelik modifiye Wingate test egzersizinden sonra (132), PTH düzeylerinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir. Sharma-Ghimire ve arkadaşları yaş ortalamaları 20.66 yıl olan dokuz genç bayanlar üzerine yaptıkları çalışmada egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası PTH düzeylerinde düşüş olduğunu bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir (133). Josse ve arkadaşları yaptıkları çalışmada genç kadınlarda direnç antrenmanından sonra serum PTH düzeyleri değişmediğini bildirmişlerdir (127). Bu çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Osteokalsin (OC), osteoblasta özgü salgılanan bir proteindir. Sentezi kemiğe özeldir ve serum seviyeleri kemiğin yeniden şekillenmesini ve özellikle kemik oluşumunu yansıtır (134). Spor aktiviteleri, ileri yaşlarda kemik sağlığını ve metabolik işlevi sürdürmek için en etkili yaşam tarzı stratejilerinden biri olarak kabul edilmektedir (135; 136; 137; 138). Spor aktivitelerinin bu etkisi, en azından kısmen, OK üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere, kemik metabolizması üzerindeki egzersizin etkisi olduğunu bildirmişlerdir (139; 140; 141). Çalışmamızda, serum osteokalsin düzeylerinde maç öncesi ve maç sonrası düşüş olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, Levinger ve arkadaşları 18 orta yaşlı erkeklerin bisiklet ergometresinde koşu yaptırdıkları çalışmada osteokalsin düzeylerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir (142). Levinger ve arkadaşları 11 orta yaşlı erkekler üzerinde yaptıkları çalışmada egzersiz öncesi ve sonrasında osteokalsin düzeyinde düşüş olduğu istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir (137). Hiam ve arkadaşları 73 sağlıklı erkek katılımcılara bisiklet ergometre üzerinde yüksek

yoğunluklu egzersiz yatırarak öncesi ve sonrasında osteokalsin düzeylerinde önemli farkın olmadığını bildirmişlerdir (143). Armamento ve arkadaşları yaptığı çalışmada osteokalsin düzeylerinin, direnç grubu, kombinasyon grubu ve kontrol grubunda önemli ölçüde değişmediğini bildirmişlerdir (144). Alkahtani ve arkadaşlarının On dört sağlıklı genç erkeklere koşu egzersizi yaptırdıkları çalışmada osteokalsin düzeylerinde egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası önemli olmadığını bildirmişlerdir (145). Kim ve arkadaşları kadınlarda egzersizin kemik mineral yoğunluğu ve kemik metabolizması üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada egzersiz öncesi ve sonrasında vitamin D düzeylerinde istatistiksel olarak artış olduğunu tespit etmişlerdir (126). Yapılan çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir.

IGF-1 düzeylerine bakıldığında maç öncesi ve maç sonrası düşüş olduğu bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde Ballard ve arkadaşları kadın ve erkeklere koşu egzersizi yaptırdıkları çalışmada egzersiz öncesi ve sonrası kadın ve erkeklerde IGF-1 düzeylerinde düşüş olduğunu bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir (105). Koziris ve arkadaşları üniversite erkek yüzme takımı sporcuları üzerine yaptıkları çalışmada IGF-1 düzeylerinde istatistiksel olarak değişiklikler olmadığını bildirmişlerdir (106). Eliakim ve arkadaşları hentbolcularda ve sağlıklı kadınlarda kuvvet antrenmanından sonra IGF-1 düzeylerinde düşüş olduğunu bildirmişlerdir (108). Eliakim ve arkadaşları üniversiteli elit 13 kadın voleybolcuların antrenman öncesi ve antrenman sonrası yaptıkları çalışmada IGF-1 düzeylerini etkilemediğini bildirmişlerdir (109). Roli ve arkadaşları İtalyan kadın elit voleybol takımı üzerine yaptıkları çalışmada IGF-1 düzeylerini etkilemediğini tespit etmişlerdir (110). Kılıc ve arkadaşları, 20-30 yaş aralığında, 5 yıldan fazla boks tecrübesi olan yirmi aktif elit

boksör üzerine maç öncesi ve maç sonrası yaptıkları çalışmada boksörlerin IGF-1 düzeylerinde değişiklik olmadığını bildirmişlerdir (107). Yapılan çalışmalar bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası serum paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, kalsiyum ve fosfor düzeylerinde düşüş olduğu bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$), ancak vitamin D düzeyinde düşüşe neden olduğu ($P<0.0001$) tespit edildi.

Sonuç olarak; kadın voleybolcularda maç öncesi ve maç sonrası Serum Paratiroid, osteokalsin, insülin benzeri büyüme faktörü-1, Kalsiyum ve Fosfor parametre düzeylerine etkisinin olmadığı, vitamin D parametre düzeyini etkilediği tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında farklı örneklem gruplarına farklı süre ve farklı şiddette egzersiz uygulanarak kemik metabolizması üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri tespit edilerek spor bilimleri ve spor fizyolojisi alanına katkı sunacağını düşünmekteyiz.

7. KAYNAKÇA

1. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, et al. American College of Sports Medicine position stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1985–1996.
2. Khan K, McKay HA, Kannus P, Physical activity and bone health. 1st ed. Champaign (IL): Human Kinetics, 2001.
3. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 1997; 315: 1065–1069.
4. Gregg EW, Cauley JA, Seeley DG, et al. Physical activity and osteoporotic fracture risk in older women: study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Ann Intern Med* 1998; 129: 81–8.
5. Grisso JA, Capezuti E, Schwartz A. Falls as risk factors for fractures. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey J, editors. *Osteoporosis*. San Diego (CA): Academic Press 1996: 599–611.
6. Recker RR, Davies M, Hinders SM, et al. Bone gain in young adult women. *JAMA* 1992; 268: 2403–8.
7. Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, et al. Development of mass, density, and estimated mechanical characteristics of bones in Caucasian females. *J Bone Miner Res* 1996; 11: 1751–60.
8. Rico H, Revilla M, Hernandez ER, et al. Sex differences in the acquisition of total bone mineral mass peak assessed through dual energy x-ray absorptiometry. *Calcif Tissue Int* 1992; 51: 251–4.
9. Rizzoli R, Bonjour JP. Determinants of peak bone mass and mechanisms of bone loss. *Osteoporos Int* 1999; 9 (2): 17–23.
10. Khan K, McKay HA, Haapasalo H, et al. Does childhood and adolescence provide a unique opportunity for exercise to strengthen the skeleton? *J Sci Med Sport* 2000; 3: 150–64.
11. Wang MC, Crawford PB, Hudes M, et al. Diet in midpuberty and sedentary activity in prepuberty predict peak bone mass. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 495–503.
12. Günay M, Kara E, Cicioğlu İ. *Endokrinolojiye Giriş. Egzersiz ve Antrenmana Endokrinolojik Uyumlar*. 2. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi 2006: 1-21.

13. Bezci Ş, Kaya Y. The Analyze of Hemetological Parameters of Elite Women Taekwondoers Before and After Training. Pamukkale Journal of Sport Science 2010; 1(2): 1-16.
14. Aydın C, Gökdemir K, Cicioğlu İ. Aerobik ve Anaerobik Egzersiz Sonrası İnsülin ve Kan Glikoz Değerlerinin İncelenmesi. Hacettepe Journal of Sports Science 2000; 1(2): 47-55.
15. Cornack SJ, Newton RU, Mc Guigan MR. Neuromuscular and Endocrine Responses of Elite Players to an Australian Rules Football Match. Int J Sport Phys Perf 2008; 35 (3): 359-79.
16. Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Martin GL, Howard RL, Ratamess NA, et al. Recovery from a National Collegiate Athletic Association Division 1 Football Game: Muscle Damage and Hormonal Status. J Strength Cond Res 2009; 23: 2-10.
17. Gregory SM, Spiering BA, Alemany JA, Tuckow AP, Rarick KE, Staab JS, et al. Exercise Induced Insulin Like Growth Factor I System Concentrations After Training in Women. Med & Science in Sport & in Exercise 2013; 30 (5): 420-8.
18. Cappola AR, Bandeen-Roche K, Wand GS, Volpato S, Fried LP. Association of IGF-I Levels with Muscle Strength and Mobility in older Women. J Clin Endoc Metab 2001; 86: 4139-46.
19. Le Roith D. Insulin-like growth factors. N Engl J Med 1997; 336: 633-40.
20. Wang HS, Chard. TIGFs ve IGF-binding proteins in the regulation of human ovarian and endometrial function. J Endoc 1999; 161: 1-13.
21. Miyao M, Hosoi T, Inoue S, Hoshino S, Ouchi Y. Polymorphism of Insulin-like Growth Factor I Gene and Bone Mineral Density. Calcif Tissue Int 1998; 63: 306–11.
22. Garthner LP, Hiatt JL. Collor Textbook of Histology. Philadelphia, WB Saunders Company 1997; 109-131.
23. Mera P, Ferron M, Mosialou I. Regulation of Energy Metabolism by BoneDerived Hormones. Cold Spring Harb Perspect Med 2018; 8 (6).
24. Lombardi G, Perego S, Luzi L, Banfi G. A four-season molecule: osteocalcin. Updates in its physiological roles. Endocrine 2015; 48 (2): 394-404.
25. Kurtoğlu S, Hatipoğlu N. Kemik Doku ve Hormon-Mineral Dengesi. Türkiye Klinikleri Pediatric Sciences-Special Topics 2008; 4 (5): 1-5.

26. FIVB,2017-2020 Resmi Voleybol Oyun Kuralları. Erişim: https://www.tvf.org.tr/wp-content/uploads/2018/04/1_kademe_2017-2020_resmi_voleybol_oyun_kurallari.pdf Erişim Tarihi: 13.07.2020.
27. Volleyball.com.historyofVolleyball. Erişim: <https://www.volleyball.com/volleyball-101/history-of-volleyball/> Erişim Tarihi: 13.05.2021.
28. Uluöz E. History Of The Silent Revolution In Women's Volleyball In Turkey Where Confusion Prevails Between Easternization And Westernization. Sport & Society/Sport Si Societate 2016; 16 (2). Erişim: <http://www.sportsisocietate.ro/en/misc/doc/show/320> Erişim Tarihi: 14.05.2021
29. Uluöz E. Voleybol sporunda 2008 yılında file temas kuralında yapılan değişikliklerin oyun ve oyuncular üzerindeki etkilerinin nicel ve nitel analizi. Doktora Tezi Adana: Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2015.
30. Somalı V. Türk ve dünya voleybol tarihi (1895–1997). İstanbul: Türkiye Voleybol Federasyonu Voleybol Vakfı. 1997.
31. Ansiklopedisi, M. S. Morpa spor ansiklopedisi kültür yayınları. İstanbul: Morpa Kültür Yayınları Limited Şirketi. 2005: 5; 136-173.
32. Erdem S. Adanmış Bir Hayat Spor ve Olimpizm’li yıllar. Birinci basım. İstanbul: Dünya Yayıncılık, 2004.
33. Tiryaki SE. Yeni Başlayanlar İçin Voleybol Öğretimi. 1. Baskı. Ankara: Kırallı Matbaası 1999.
34. Thompson W, Gordon N, Pescatello LS. ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2009: 253-5.
35. Akcan F. Farklı şiddetlerde uygulanan aerobik ve anaerobik egzersizlerin sporcu ve sedanterlerde serum irisin seviyesine akut etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi, Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2018.
36. Yalman, A. Sağlıklı Genç Olgularda Yüksek Yoğunluklu intervalli Aerobik Egzersiz Eğitimi ile Submaksimal Sürekli Aerobik Egzersiz Eğitiminin Solunum Fonksiyonları, Egzersiz Kapasitesi, Stres Düzeyi Ve Benlik Saygısı Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Denizli, Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Ve Rehabilitasyon Anabilimdalı, 2016.

37. Akbulut T. Farklı Egzersiz Uygulamalarının İrisin, Isı Şok Protein 70 Ve Bazı Biyokimyasal Parametrelere Etkisinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2019.
38. Solak H, Görmüş IS, Solak T, Görmüş N. Spor ve Kalbimiz. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2002.
39. Peker İ, Çiloğlu F, Buruk Ş. Egzersiz ve Egzersiz + Diyetin Kan Lipitleri Üzerine Etkisi. Spor Araştırmaları Dergisi, 2000;4: 33-46.
40. Zorba E. Herkes İçin Spor ve Fiziksel Uygunluk. Ankara: Meyir Matbaacılık, 1999.
41. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. Sports medicine 2001; 31 (10): 725-741.
42. Maughan RJ, Shirreffs, SM. Energy demands of volleyball. Handbook of Sports Medicine and Science. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2017: 1-14.
43. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Essentials of Exercise Physiology. 2th ed. Johnson E, Gulliver K, (eds). Lippincott Williams and Wilkins, 2000;170-205.
44. Yıldız SA. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? Solunum dergisi, 2012; 14(1), 1-8.
45. Özdil G. Boksörlerde Kuvvet Antrenmanlarının Maksimal Kuvvet ve Anaerobik Güce Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2016
46. Gladden LB. Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium. J. Physiol. 2004;558:5-30.
47. Proia P, Di Liegro, CM, et al. Lactate as a Metabolite and a Regulator in the Central Nervous System. Int J Mol Sci 2016;17(9), 1450.
48. Spurway NC. Aerobic exercise, anaerobic exercise and the lactate threshold. Br Med Bull, 1992; 48(3), 569-591.
49. Jonathan M, Euan A. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. Chest 1997;111:787-795.
50. Cooper CB, Storer TW. Exercise testing and interpretation: a practical approach. Cambridge University Press, 2001.

51. Scott C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *J Int Soc Sports Nutr* 2005;2:32-37.
52. Linstedt SL, Conley K. Human aerobic performance: too much ado about limits to VO₂. *J Exp Biol* 2001;204:3195-3199.
53. Joyner MJ, Coyle EF. Endurans exercise performance: the physiology of champions. *J Physiol* 2008;1:586:35-44.
54. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, et al. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exer*, 2004; 36(11):1985-1996.
55. Salhotra A, Shah HN, Levi B, Longaker MT. Mechanisms of bone development and repair. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 2020; 21(11), 696-711.
56. Manolagas SC. Birth and death of bone cells: basic regulatory mechanisms and implications for the pathogenesis and treatment of osteoporosis. *Endoc Rev*, 2000; 21(2): 115-137.
57. Santos L, Elliott-Sale KJ, Sale C. Exercise and bone health across the lifespan. *Biogerontol* 2017;18(6):931-946.
58. Bielemann RM, Martinez-Mesa J, Gigante DP. Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14:77.
59. Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Heinonen A, McKay HA. Both resistance and agility training increase cortical bone density in 75-to 85-year-old women with low bone mass: a 6-month randomized controlled trial. *J Clin Densitom*. 2004;7(4):390–398.
60. Kemi VE, Rita HJ, Kärkkäinen MU, et al. Habitual high phosphorus intakes and foods with phosphate additives negatively affect serum parathyroid hormone concentration: a cross-sectional study on healthy premenopausal women. *Public Health Nutr*, 2009; 12(10): 1885-1892.
61. Kemi VE, Kärkkäinen MU, Rita HJ, et al. Low calcium: phosphorus ratio in habitual diets affects serum parathyroid hormone concentration and calcium metabolism in healthy women with adequate calcium intake. *Br J Nutr*, 2010; 103(4): 561-568.
62. Schwab P, Scalapino K. Exercise for bone health: rationale and prescription. *Curr Opin Rheumatol*, 2011; 23(2): 137-141.

63. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int*, 2016; 27(4): 1281-1386.
64. Levinger I, Scott D, Nicholson GC, et al. Undercarboxylated osteocalcin, muscle strength and indices of bone health in older women. *Bone*, 2014; 64: 8-12.
65. Maimoun L, Manetta J, Couret I, et al. The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response. *International journal of sports medicine*, 2006; 27(02): 105-111.
66. Bronner F. Extracellular and intracellular regulation of calcium homeostasis. *The Scientific World Journal*, 2001; 1: 919-925.
67. Bootman MD, Collins TJ, Peppiatt CM, et al. Calcium signalling—an overview. In *Seminars in cell & developmental biology*. Academic Press. 2001; 12(1): 3-10).
68. Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. Estrogen and the skeleton. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 2012; 23(11): 576-581.
69. Adams DJ, Rowe DW, Ackert-Bicknell CL. Genetics of aging bone. *Mammalian Genome*, 2016; 27(7):367-380.
70. Sobacchi C, Schulz A, Coxon FP, et al. Osteopetrosis: genetics, treatment and new insights into osteoclast function. *Nature Reviews Endocrinology*, 2013; 9(9): 522-536.
71. Khundmiri SJ, Murray RD, Lederer E. PTH and vitamin D. *Comprehensive Physiology*, 2011; 6(2): 561-601.
72. Vannucci L, Fossi C, Quattrini S, et al. Calcium intake in bone health: a focus on calcium-rich mineral waters. *Nutrients*, 2018; 10(12): 1930.
73. Amanzadeh J, Reilly RF. Hypophosphatemia: an evidence-based approach to its clinical consequences and management. *Nat Clin Pract Nephrol*, 2006; 2(3): 136-148.
74. Naderi ASA, Reilly RF. Hereditary disorders of renal phosphate wasting. *Nature Reviews Nephrology*, 2010; 6(11): 657-665.
75. Alon US. Clinical practice. *Eur J Pediat*, 2011; 170(5): 545-554.
76. Siquier-Coll J, Bartolomé I, Perez-Quintero M, et al. Influence of a physical exercise until exhaustion in normothermic and hyperthermic conditions on serum, erythrocyte and urinary concentrations of magnesium and phosphorus. *J Thermal Biol*, 2019; 80:1-6.

77. Gropper SS, Smith JL. Advanced nutrition and human metabolism. Cengage Learning. 2012
78. Holick MF. (Ed.). Vitamin D: physiology, molecular biology, and clinical applications. Springer Science & Business Media, 2010.
79. Joshi D, Center JR, Eisman JA. Vitamin D deficiency in adults. 2010
80. Wiciński M, Adamkiewicz D, Adamkiewicz M, et al. Impact of vitamin D on physical efficiency and exercise performance—A review. *Nutrients*, 2019; 11(11): 2826.
81. Polymeris AD, Doumouchsis KK, Giagourta I, Karga H. Effect of an oral glucose load on PTH, 250HD3, calcium, and phosphorus homeostasis in postmenopausal women. *Endoc Res*, 2011; 36(2): 45-52.
82. Bouillon R, Van Cromphaut S, Carmeliet G. Intestinal calcium absorption: molecular vitamin D mediated mechanisms. *Journal of cellular biochemistry*, 2003; 88(2): 332-339.
83. Chiang CM, Ismaeel A, Griffis RB, Weems S. Effects of vitamin D supplementation on muscle strength in athletes: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017; 31(2): 566-574.
84. Lombardi G, Ziemann E, Banfi G, Corbetta S. Physical activity-dependent regulation of parathyroid hormone and calcium-phosphorous metabolism. *Int J Mol Sci* 2020; 21(15): 5388.
85. McLaughlin M, Jacobs I. Exercise is medicine, but does it interfere with medicine?. *Exercise and sport sciences reviews*, 2017; 45(3): 127-135.
86. Klein-Nulend J, Van Der Plas A, Semeins CM, et al. Sensitivity of osteocytes to biomechanical stress in vitro. *FASEB J*, 1995; 9(5): 441-445.
87. Bouassida A, Latiri I, Bouassida S, et al. Parathyroid hormone and physical exercise: a brief review. *J Sport Sci& Med*, 2006; 5(3): 367.
88. Lombardi G, Ziemann E, Banfi G. Physical activity and bone health: what is the role of immune system? A narrative review of the third way. *Frontiers Endocrinol*, 2019; 10: 60.
89. Olszta MJ, Cheng X, Jee SS, et al. Bone structure and formation: A new perspective. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 2007; 58(3-5): 77-116.
90. Lee NK, Sowa H, Hinoi E, et al. Endocrine regulation of energy metabolism by the skeleton. *Cell*, 2007; 130(3): 456-469.

91. Thurner PJ, Chen CG, Ionova-Martin S, et al. Osteopontin deficiency increases bone fragility but preserves bone mass. *Bone*, 2010; 46(6): 1564-1573.
92. Poundarik AA, Diab T, Sroga GE, et al. Dilatational band formation in bone. *Proceed Nation Acad Sci*, 2012; 109(47):19178-19183.
93. Steensberg A, van Hall G, Osada T, et al. Production of interleukin-6 in contracting human skeletal muscles can account for the exercise-induced increase in plasma interleukin-6. *J Physiol* 2000; 529: 237–242.
94. Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2008). Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. *Physiological reviews*, 88(4), 1379-1406.
95. Febbraio MA, Pedersen BK. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. *FASEB J*, 2002; 16(11): 1335-1347.
96. Febbraio MA, Hiscock N, Sacchetti M, et al. Interleukin-6 is a novel factor mediating glucose homeostasis during skeletal muscle contraction. *Diabetes*, 2004; 53(7): 1643-1648.
97. Nielsen AR, Mounier R, Plomgaard P, et al. Expression of interleukin-15 in human skeletal muscle—effect of exercise and muscle fibre type composition. *J Physiol*, 2007; 584(1): 305-312.
98. Rinderknecht E, Humbel RE. Primary structure of human insulin-like growth factor II. *FEBS Letters*, 1978; 89(2): 283-286.
99. Turner JD, Rotwein PE, Novakofski J, Bechtel PJ. Induction of mRNA for IGF-I and-II during growth hormone-stimulated muscle hypertrophy. *Am J Physiol-Endocrinol Metabol*, 1988; 255(4): 513-517.
100. Cohick WS, Clemmons DR. The insulin-like growth factors. *Annual review of physiology*, 1993; 55(1): 131-153.
101. Huffman DM, Farias Quipildor G, Mao K, et al. Central insulin-like growth factor-1 (IGF-1) restores whole-body insulin action in a model of age-related insulin resistance and IGF-1 decline. *Aging Cell*, 2016; 15(1): 181-186.
102. Morton RW, Oikawa SY, Wavell CG, et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *J App Physiol*, 2016; 121(1): 129-138.

103. West DW, Burd NA, Churchward-Venne TA, et al. Sex-based comparisons of myofibrillar protein synthesis after resistance exercise in the fed state. *J App Physiol*, 2012; 112(11):1805-1813.
104. Morton RW, Sato K, Gallagher MP, et al. Muscle androgen receptor content but not systemic hormones is associated with resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy in healthy, young men. *Frontiers in physiology*, 2018; 9: 1373.
105. Ballard TL, Clapper JA, Specker BL, et al. Effect of protein supplementation during a 6-month strength and conditioning program on insulin-like growth factor I and markers of bone turnover in young adults. *The American journal of clinical nutrition*, 2005; 81(6): 1442-1448.
106. Koziris LP, Hickson RC, Chatterton, RT, et al. Serum levels of total and free IGF-I and IGFBP-3 are increased and maintained in long-term training. *Journal of applied physiology*, 1999; 86(4): 1436-1442.
107. Kılıc Y, Cetin HN, Sumlu E, et al. Effects of boxing matches on metabolic, hormonal, and inflammatory parameters in male elite boxers. *Medicina*, 2019; 55(6): 288.
108. Eliakim A, Nemet D, Bar-Sela S, et al. Changes in circulating IGF-I and their correlation with self-assessment and fitness among elite athletes. *Int J Sports Med* 2002; 23(08): 600-603.
109. Eliakim A, Portal S, Zadik Z, et al. Training reduces catabolic and inflammatory response to a single practice in female volleyball players. *J Strength Condition Res*, 2013; 27(11): 3110-3115.
110. Roli L, De Vincentis S, Rocchi MBL, et al. Testosterone, cortisol, hGH, and IGF-1 levels in an Italian female elite volleyball team. *Health science reports*, 2018; 1(4): 32.
111. Guillemant J, Accarie C, Peres G, Guillemant S. Acute effects of an oral calcium load on markers of bone metabolism during endurance cycling exercise in male athletes. *Calcified tissue international*, 2004; 74(5): 407-414.
112. Lehmann M, Baumgartl P, Wiesenack C, et al. Training-overtraining: influence of a defined increase in training volume vs training intensity on performance, catecholamines and some metabolic parameters in experienced middle-and long-distance runners. *Eur J App Physiol Occupational Physiol*, 1992; 64(2): 169-177.
113. Bassini-Cameron A, Sweet E, Bottino A, et al. Effect of caffeine supplementation on haematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. *British journal of sports medicine*, 2007; 41(8): 523-530.

114. Xu J, Lombardi G, Jiao W, Banfi G. Effects of exercise on bone status in female subjects, from young girls to postmenopausal women: an overview of systematic reviews and meta-analyses. *Sports Medicine*, 2016; 46(8): 1165-1182.
115. Song L. Calcium and bone metabolism indices. *Advances Clin Chem*, 2017; 82, 1-46.
116. Bouassida A, Zalleg D, Ajina MZ, et al. Parathyroid hormone concentrations during and after two periods of high intensity exercise with and without an intervening recovery period. *Eur J Applied Physiol*, 2003; 88(4): 339-344.
117. Thorsen K, Kristoffersson A, Hultdin J, Lorentzon R. Effects of moderate endurance exercise on calcium, parathyroid hormone, and markers of bone metabolism in young women. *Calcified Tissue International*, 1997; 60(1): 16-20.
118. Eskici G, Gunay M, Baltaci AK, Mogulkoc R. The effect of zinc supplementation on the urinary excretion of elements in female athletes. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 2016; 29(1); 133-137.
119. Baltaci AK, Arslangil D, Mogulkoc R, Patlar S. Effect of resveratrol administration on the element metabolism in the blood and brain tissues of rats subjected to acute swimming exercise. *Biological trace element research*, 2017; 175(2): 421-427.
120. Majerczak J, Filipowska J, Tylko G, et al. Impact of long-lasting spontaneous physical activity on bone morphogenetic protein 4 in the heart and tibia in murine model of heart failure. *Physiological reports*, 2020; 8(8): 14412.
121. Baltaci AK, Gokbel H, Mogulkoc R, et al. The effects of exercise and zinc deficiency on some elements in rats. *Biological trace element research*, 2010; 134(1): 79-83.
122. Pilch W, Tota Ł, Sadowska-Krępa E, Piotrowska A, et al. The effect of a 12-week health training program on selected anthropometric and biochemical variables in middle-aged women. *BioMed Research Inter* 2017; 2017.
123. Ceglia L, Harris SS. Vitamin D and its role in skeletal muscle. *Calcified tissue international*, 2013; 92(2): 151-162.
124. Mutt SJ, Hyppönen E, Saarnio J, et al. Vitamin D and adipose tissue—more than storage. *Frontiers in Physiol*, 2014; 5: 228.
125. Scragg R, Camargo CA. Frequency of leisure-time physical activity and serum 25-hydroxyvitamin D levels in the US population: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol*, 2008; 168(6): 577-586.

126. Kim SW, Seo MW, Jung HC, Song JK. Effects of High-Impact Weight-Bearing Exercise on Bone Mineral Density and Bone Metabolism in Middle-Aged Premenopausal Women: A Randomized Controlled Trial. *Applied Sciences*, 2021; 11(2): 846.
127. Josse AR, Tang JE, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Body composition and strength changes in women with milk and resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2010; 42(6): 1122-1130.
128. Lester ME, Urso ML, Evans RK, et al. Influence of exercise mode and osteogenic index on bone biomarker responses during short-term physical training. *Bone*, 2009; 45(4): 768-776.
129. Evans RK, Antczak AJ, Lester M, et al. Effects of a 4-month recruit training program on markers of bone metabolism. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2008; 40(11): 660-670.
130. Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, et al. Prolonged low-intensity exercise raises the serum parathyroid hormone levels. *Clin Endocrinol* 1986; 25(5): 535-542.
131. Salvesen H, Johansson AG, Foxdal P, et al. Intact serum parathyroid hormone levels increase during running exercise in well-trained men. *Calcified Tissue Inter*, 1994; 54(4): 256-261.
132. Kristoffersson A, Hulthdin J, Holmlund I, et al. Effects of short-term maximal work on plasma calcium, parathyroid hormone, osteocalcin and biochemical markers of collagen metabolism. *Inter J Sport Med*, 1995; 16(03): 145-149.
133. Sharma-Ghimire P, Chen Z, Sherk V, et al. Sclerostin and parathyroid hormone responses to acute whole-body vibration and resistance exercise in young women. *Journal of bone and mineral metabolism*, 2019; 37(2): 358-367.
134. Booth SL, Centi A, Smith SR, Gundberg C. The role of osteocalcin in human glucose metabolism: marker or mediator?. *Nature Reviews Endocrinology*, 2013; 9(1): 43-55.
135. Neve A, Corrado A, Cantatore FP. Osteocalcin: skeletal and extra-skeletal effects. *Journal of cellular physiology*, 2013; 228(6): 1149-1153.
136. Lin X, Brennan-Speranza TC, Levinger I, Yeap BB. Undercarboxylated osteocalcin: experimental and human evidence for a role in glucose homeostasis and muscle regulation of insulin sensitivity. *Nutrients*, 2018; 10(7): 847.
137. Levinger I, Jerums G, Stepto NK, et al. The effect of acute exercise on undercarboxylated osteocalcin and insulin sensitivity in obese men. *J Bone Miner Res*, 2014; 29(12): 2571-2576.

138. Mera P, Laue K, Ferron M, et al. Osteocalcin signaling in myofibers is necessary and sufficient for optimum adaptation to exercise. *Cell Metabol*, 2016; 23(6): 1078-1092.
139. Levinger I, Brennan-Speranza TC, Zulli A, et al. Multifaceted interaction of bone, muscle, lifestyle interventions and metabolic and cardiovascular disease: role of osteocalcin. *Osteoporosis International*, 2017; 28(8): 2265-2273.
140. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology*, 2015; 30(1): 8-16.
141. Karsenty G, Mera P. Molecular bases of the crosstalk between bone and muscle. *Bone*, 2018; 115: 43-49.
142. Levinger I, Zebaze R, Jerums G, et al. The effect of acute exercise on undercarboxylated osteocalcin in obese men. *Osteoporosis International*, 2011; 22(5): 1621-1626.
143. Hiam D, Voisin S, Yan X, et al. The association between bone mineral density gene variants and osteocalcin at baseline, and in response to exercise: The gene SMART study. *Bone*, 2019; 123: 23-27.
144. Armamento-Villareal R, Aguirre L, Waters DL, et al. Effect of aerobic or resistance exercise, or both, on bone mineral density and bone metabolism in obese older adults while dieting: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* 2020; 35:430–439.
145. Alkahtani SA, Yakout SM, Reginster JY, Al-Daghri NM. Effect of acute downhill running on bone markers in responders and non-responders. *Osteoporosis International*, 2019; 30(2)B 375-381.

8. EKLER

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

ETİK KURUL KARARI

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR NO	ÇALIŞMACININ ADI SOYADI
03.10.2019	14	19	Sorumlu Araştırmacı: Doç. Dr. Ragıp PALA Diğer Araştırmacılar: Yük. Lis. Öğr. Seda GÜZEL Prof. Dr. Kazım ŞAHİN Doç. Dr. Cemal ORHAN

KARAR

“Kadın Voleybolcularda Maç Öncesi ve Maç Sonrası Kemik Kalitesini Etkileyen Bazı Parametrelerin İncelenmesi” konulu proje etik kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa KAPLAN (Başkan)		Demet ÇİÇEK (Üye)	İmza
Prof. Dr. Figen DEVECİ (Üye)	İmza	Prof. Dr. Engin ŞAHNA (Üye)	Bulunmadı
Prof. Dr. Erdal TAŞKIN (Üye)	İmza	Doç. Dr. Funda GÜLCÜ BULMUŞ (Üye)	Bulunmadı
Doç. Dr. Fazilet ERMAN (Üye)	İmza	Doç. Dr. Burcu GÜL BAYKALIR (Üye)	İmza
Dr. Öğr. Üyesi Turgay BÖRK (Üye)	İmza	Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖK (Üye)	İmza

9. ÖZGEÇMİŞ

1. İlköğretimi Kıbrıs Şehitleri İlköğretim Okulu'nda, ortaöğretimi Cumhuriyet Ortaokulu'nda, liseyi Sıdıka Avar Kız Meslek Lisesi'nde tamamladı. 2012 yılında Fırat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük bölümüne yerleşti. 2016 yılında mezun oldu, 2017'de formasyon eğitimi aldı. 2018 yılında Fırat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi tezli yüksek lisans programına kabul edildi. Badminton 3. Kademe antrenörlük belgesine sahiptir.

Yabancı dili İngilizcedir. Evli ve bir çocuk annesidir.