

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE D VİTAMİNİNİN ÜST EKSTREMİTE
EGZERSİZ KAPASİTESİ VE KAS GÜCÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Burcu SARUHAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Selda SARIKAYA

ZONGULDAK
2019

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE D VİTAMİNİNİN ÜST EKSTREMİTE
EGZERSİZ KAPASİTESİ VE KAS GÜCÜ ÜZERİNE ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Burcu SARUHAN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Selda SARIKAYA

ZONGULDAK
2019

TEZ ONAY TUTANAĞI

Tezin Teslim Edildiği Üniversite/Fakülte: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi

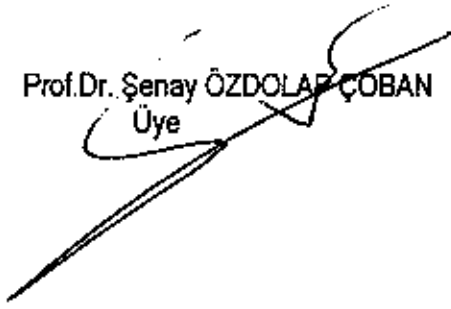
Tez Başlığı : Sağlıklı Yetişkinlerde D Vitamininin Üst Ekstremitelerde Egzersiz Kapasitesi ve Kas Gücü Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Tez Yazarı : Arş. Gör. Dr. Burcu SARUHAN

Tez Savunma Tarihi : 16/01/2020

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Selma SARIKAYA


Prof.Dr. Selma SARIKAYA
Jüri Başkanı


Prof.Dr. Şenay ÖZDOLAPÇOBAN
Üye

Doç.Dr. Hakan GENÇ
Üye

SBU ANKARA SUAM
Prof. Dr. Hakan GENÇ
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Uzmanı
Diploma Tes. No: 75028
Algolof Tes. No: 89827

UYGUNDIR


16.01.2020
Prof. Dr. Murat CAN
Dekan V.

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca yetişmemde önemli katkıları olan, öğrencisi olmaktan mutluluk ve onur duyduğum bu tezin hazırlanma süresinde çok büyük emeği olan ve bu tezin danışmanlığını yapan sayın hocam Prof. Dr. Selda SARIKAYA 'a gösterdiği sabır, emek ve önderliği için teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlık eğitimim boyunca bize pek çok alanda örnek olan, özveri ile bilgi ve tecrübelerini bize aktaran değerli hocalarım Prof. Dr. Şenay ÖZDOLAP ve Doç. Dr. Ali Erdem BAKİ' ye;

Tez çalışmamın istatistiksel analizinde yardımlarını esirgemeyen öğretim görevlisi Dr. Fürüzan KÖKTÜRK'e;

Çalışmamın tamamlanmasında ve yürütülmesinde Kardiyopulmoner Rehabilitasyon ünitesindeki katkılarından dolayı ünitesi sorumlu hemşiresi Gamze ÖRENLİ' ye

Birlikte uyum içerisinde çalıştığım, kendileri ile çalışmaktan mutluluk duyduğum uzmanlık eğitimini tamamlamış ve sürdürmekte olan asistan arkadaşlarıma; kliniğimizin değerli hemşire, fizyoterapist, sekreter, personellerine;

Hayatıma girdiğinden beri sonsuz sevgisi, özverisi ve sabrı ile her daim yanımda olan sevgili eşim Erkan SARUHAN'a her şey için teşekkür ederim.

ZONGULDAK, 2019

Dr. Burcu SARUHAN

ÖZET

Burcu Saruhan, Sağlıklı Yetişkinlerde D Vitamininin Üst Ekstremitte Egzersiz Kapasitesi Ve Kas Gücü Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Tezi. Zonguldak, 2019.

Bu çalışmada sağlıklı kişilerde 25-Hidroksi Vitamin D (25(OH)D) vitamininin üst ekstremitte egzersiz kapasitesi ve kas gücü üzerine etkisini değerlendirmek amaçlandı. Çalışmaya; 1 Mart 2019 ve 1 Aralık 2019 tarihleri arasında ZBEÜ Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Polikliniğine farklı nedenlerde başvuran ve 25(OH)D düzeyine bakılan 19-40 yaş arası 128 sağlıklı kişi dahil edildi.

Çalışma başlangıcında kişilerin demografik bilgileri (boy, kilo, yaş, meslek vb), fiziksel aktivite durumu, dominant eli, alkol, sigara tüketimi, D vitamini metabolizmasını etkileyen ilaç veya takviye gıda alımları sorgulanıp kaydedildi. Araştırmaya dahil edilen kişiler 25(OH)D düzeyine göre 2 gruba ayrıldı: 25(OH)D < 20 ng/ml olanlar Grup 1, 25(OH)D ≥ 20 ng/ml olanlar Grup 2. Araştırmaya dahil edilen tüm bireylerin kol ergometresi kullanılarak egzersiz kapasiteleri değerlendirildi. Tüm bireylerin egzersiz sırasında ulaştıkları maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş değerleri ve test süresi kayıt altına alındı. Test bitiminde algılanan zorluk derecesi RPE ile değerlendirildi. Ayrıca hidrolik el dinamometresi ile el kavrama gücü ve manuel kas gücü ölçüm cihazı ile triceps kas gücü ölçüldü.

69 bireyin 25(OH)D düzeyi < 20 ng/ml iken, 59 bireyin 25(OH)D düzeyi ≥ 20 ng/ml idi. Grup 1'deki 69 kişinin 38'i (%55,1) kadın ve 31 'i (%44,9) erkek, grup 2'deki 59 kişinin 29'u (%49,2) kadın ve 30'u (%50,8) erkekti. Grup 1 ve 2'nin yaş, cinsiyet, VKİ, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p=0,060; p=0,504; p=0,143; p=0,296; p=0,880).

İstirahat sistolik kan basıncı, istirahat diastolik kan basıncı, istirahat kalp hızları karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (sırasıyla p=0,788; p=0,691; p=0,531). Test süresi, maksimum kalp hızı, hedeflenen yük, maksimum yük, maksimum iş ortalamaları karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p=0,580; p=0,807; p=0,378;

$p=0,590$; $p=0,897$; $p=0,236$). El kavrama gücü, triceps kas gücü ölçümü bakımından gruplar benzer bulundu ($p=0,288$; $p=0,180$).

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin 25(OH)D düzeyinin el kavrama gücü, triceps kas gücü, test süresi, maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş ve Borg skalası değerleri ile ilişkisi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı. Grup 1'in 25(OH)D ile el kavrama gücü, triceps kas gücü, test süresi, maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş ve Borg skalası değerleri ile ilişkisi incelendiğinde sadece maksimum kalp hızı ile negatif korelasyon gözlenirken, diğerleri ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı. Grup 2'nin 25(OH)D ile el kavrama gücü, triceps kas gücü, test süresi, maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş ve Borg skalası değerleri ile ilişkisi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı.

Sonuç olarak çalışmamızda sağlıklı yetişkinlerde D vitamininin üst ekstremitelerde kas gücü ve egzersiz kapasitesi üzerine etkisi saptanmadı.

Anahtar Kelimeler: *D Vitamini, Fiziksel Kapasite, Kas Gücü*

ABSTRACT

Saruhan B, Evaluation of the Effect of Vitamin D on Upper Extremity Exercise Capacity and Muscle Strength in Healthy Adults, Zonguldak Bülent Ecevit University, Faculty of Medicine, Physical Medicine and Rehabilitation Thesis. Zonguldak, 2019.

In this study, it was aimed to evaluate the effect of 25-Hydroxy Vitamin D (25 (OH) D) vitamin on upper limb exercise capacity and muscle strength in healthy individuals. Between the dates of March 1, 2019 and December 1, 2019, 128 healthy people aged 19-40, who applied to ZBEU Medical Faculty Physical Medicine and Rehabilitation Outpatient Clinic for different reasons and whose level of 25 (OH) D was examined, were included in our study.

At the beginning of the study, demographic information (height, weight, age, occupation etc.), physical activity status, dominant hand, alcohol, cigarette consumption, drug or supplement food intake affecting vitamin D metabolism were questioned and recorded. The subjects included in the study were divided into two groups according to 25 (OH) D level: Group 1 with 25 (OH) D < 20 ng / ml, Group 2 with 25 (OH) D \geq 20 ng / ml. Exercise capacities of all individuals included in the study were evaluated using arm ergometry. The maximum heart rate, maximum load, maximum work values and test time achieved by all individuals were recorded. The degree of difficulty perceived at the end of the test was evaluated with RPE. In addition, hand grip strength were measured with hydraulic hand dynamometer and triceps muscle strength were measured with a manual muscle strength meter.

While 25 (OH) D levels of 69 individuals were <20 ng / ml, 25 (OH) D levels of 59 individuals were \geq 20 ng / ml. Thirty-eight (55.1%) of 69 people in group 1 are women and 31 (44.9%) are men, 29 (49.2%) of 59 people in group 2 are women and 30 (%) 50.8) was male. There was no statistically significant difference between the ages, gender, BMI, height and body weight of groups 1 and 2 ($p = 0,060$; $p = 0,504$; $p = 0,143$; $p = 0,296$; $p = 0,880$, respectively).

When resting systolic blood pressure, resting diastolic blood pressure and resting heart rates were compared, there was no statistically significant difference between the two groups ($p = 0,788$; $p = 0,691$; $p = 0,531$, respectively). When the test

duration, maximum heart rate, targeted load, maximum load, maximum work averages were compared, there was no statistically significant difference between the groups ($p = 0,580$; $p = 0,807$; $p = 0,387$; $p = 0,590$; $p = 0,889$; $p = 0,236$) . The groups were similar in terms of hand grip strength and triceps muscle strength measurement ($p = 0,288$; $p = 0,180$).

When the relationship of 25 (OH) D level of all individuals included in the study with hand grip strength, triceps muscle strength, test duration, maximum heart rate, maximum load, maximum work and Borg scale values were examined, no statistically significant correlation was found. When the relationship of group 1 with 25 (OH) D with hand grip strength, triceps muscle strength, test duration, maximum heart rate, maximum load, maximum work and Borg scale values were examined, only negative correlation with maximum heart rate was observed, while statistically with others no significant correlation was found. When the relationship of Group 2 with 25 (OH) D and hand grip strength, triceps muscle strength, test duration, maximum heart rate, maximum load, maximum work and Borg scale values were examined, no statistically significant correlation was found.

As a result, in our study, the effect of vitamin D on upper extremity muscle strength and exercise capacity was not found in healthy adults.

Keywords: *Vitamin D, Physical Capacity, Muscle Strength*

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	Sayfa
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
TABLO DİZİNİ	xi
ŞEKİL DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	2
2.1. D Vitamini.....	2
2.1.1. D Vitamini Sentez ve Metabolizması	2
2.1.1.1. D Vitamini Sentezi.....	2
2.1.1.2. Vitamini Diyetle Alımı	3
2.1.1.3. D Vitamini Metabolizması.....	4
2.1.2. D Vitaminin Etki Mekanizması	6
2.1.3. D Vitamini Biyolojik Etkileri	6
2.1.4. D Vitamini Düzeyi Ölçümü ve Cut-off Değerleri.....	10
2.1.5. D Vitamin Eksikliği Nedenleri	11
2.2. Fiziksel Performans ve Değerlendirilmesi	12
2.2.1. Fiziksel Performans(Fiziksel Fitnes, Aerobik Kapasite) Tanımı	12
2.2.2. Fiziksel Performansın Değerlendirilmesi.....	13
2.2.2.1. Egzersiz Testi ve Test Modaliteleri.....	13
2.2.2.2. Kardiyopulmoner Teste Hazırlık ve Ölçümler.....	17
2.2.2.3. Egzersiz Testinde Aerobik Parametreler.....	17
2.3. Kas Kuvveti.....	19
2.3.1. Kas Kuvvetini Etkileyen Faktörler.....	20
2.3.2. Kas Gücü Ölçüm Yöntemleri.....	20
2.4. D Vitaminin Fiziksel Performans İle İlişkisi	22

3.GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1.Olgu Seçimi ve Çalışma Grupları	24
3.1.1. Fiziksel Performansın Değerlendirilmesi.....	24
3.1.2. Üst Ekstremitte Kas Gücü Ölçümü	26
3. İSTATİKSEL YÖNTEM.....	28
4. BULGULAR.....	29
5. TARTIŞMA	33
6. KAYNAKLAR	38
7. EKLER.....	49
Ek 1: Etik Kurul Onayı	49
Ek 2: Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	50
Ek 3: Hasta Değerlendirme Parametreleri.....	53

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simge/ Kısaltmalar	Açıklamalar
EKG	Elektrokardiyogram
DBP	D Vitamini Bağlayan Protein
VDR	Vitamin D Reseptörü
UVB	Ultraviyole B
7-DHC	7 dehidrokolesterol
PTH	Parathormon
FGF 23	Fibroblast Growth Factor 23
İGF-1	İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü
RANKL	Nükleer Faktör Kappa B (NFkB) Ligandının Reseptör Aktivatörü
Ca	Kalsiyum
P	Fosfor
HIV	İnsan İmmün Yetmezlik Virusu (Human Immunodeficiency Virus)
KVH	Kardiyovasküler Hastalık
ACSM	American College of Sports Medicine
MET	Metabolik Eşlenik
RPE	Borg Dispne Skalası (Algılanan Zorluk Derecesi)
MVV	Maksimal Volunter Ventilasyon
Kg	Kilogram
VKİ	Vücut Kitle Endeksi
O ₂	Oksijen
maxVO ₂	Maksimal Oksijen Tüketimi
KH	Kalp Hızı
MVV	Maksimal Volunter Ventilasyon
KPR	Kardiyopulmoner Rehabilitasyon
RAS	Renin Anjiyotensin Aldosteron Sistemi
1,25(OH) ₂ D	1,25 Dihidroksi Vitamin D
25(OH)D ₂	25-Hidroksi Vitamin D ₂
25(OH)D ₃	25-Hidroksi Vitamin D ₃
25(OH)D	25-Hidroksi Vitamin D

TABLO DİZİNİ

Tablonun Numarası	Tablonun Başlığı	Sayfa No:
1	D vitamini kaynakları	4
2	D Vitamini terminolojisi	11
3	Gruplara göre yaş, cinsiyet, vki, boy ve vücut ağırlığı dağılımı	29
4	Grupların D vitamini ortalamaları	29
5	Grupların el kavrama gücü ve triceps kas gücü ölçümü ortalamaları	30
6	Grupların egzersiz testi öncesi ve sonrası parametrelerinin ortalaması	30
7	Tüm katılımcıların 25(OH)D düzeylerinin kas güçleri ve egzersiz testi parametreleri ile ilişkisi	31
8	Grup 1 (D vitamini < 20 ng/ml) için 25(OH)D ile kas güçleri ve egzersiz testi parametreleri ile ilişkisi	31
9	Grup 2 (D vitamini \geq 20 ng/ml) için 25(OH)D ile kas güçleri ve egzersiz testi parametreleri ile ilişkisi	32

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil Numarası	Şekil Başlığı	Sayfa No:
1	Deride Vitamin D Sentezi	3
2	Vitamin D'nin karaciğer ve böbrekte hidroksillenerek aktif formuna dönüşmesi	5
3	Kol Ergometresi	26
4	MicroFET3 Dinamometre	27
5	Jamar Dinamometre	27

1.GİRİŞ VE AMAÇ

D Vitamini insan vücudunda sentezlenebildiği için hormon olarak da bilinen yağda eriyen bir vitamindir. Hücre içi ve dışı kalsiyum ve fosfor regülasyonunu düzenlemekte ve kemik matriksi mineralizasyonu sağlayarak kemik yapımında görev almaktadır [1]. Ayrıca D vitamini kas dokusunda hücre büyümesi ve protein sentezini etkileyerek kas fonksiyonlarını etkilemektedir [2].

D vitamininin ergokalsiferol (Vitamin D2) ve kolekalsiferol (vitamin D3) olmak üzere 2 formu vardır. Bu iki D vitamini formu birbirlerinden yan zincir yapılarındaki farkları ile ayrılır. Her iki formun da aktif son formu olan 1,25 dihidroksi şekilleri vücutta aynı şekilde etkilidir [3].

D vitamini iskelet kas hücrelerindeki vitamin D reseptör'leri (VDR) üzerine etki ederek nükleer reseptöre ve hücre zarı reseptörüne bağlanarak birçok fizyolojik aktivite başlatır. D vitamini eksikliği kemik mikromimarisinde bozulmanın yanı sıra proksimal kas kuvvetsizliğine ve nöromuskuler koordinasyonda bozulmaya neden olduğundan düşmelere eğilimi ve kırık riskini artırıp, ağrı ve fiziksel kısıtlılığa neden olarak mortalite oranını artırır [4, 5].

Kişilerde fiziksel kondisyonun değerlendirilmesinde kol ergometresi, koşu bandı testiyle elde edilene benzer fizyolojik tepkiler hakkında bilgi sağlamaktadır. Kol ergometresi egzersiz testleri, yüzücüler ve kayakçılar gibi üst vücutlarını kullanan sporcularda üst vücut egzersiz kapasitesi değerlendirilmesinde önemli olmasının yanı sıra, alt vücut egzersizi yapamayanlar, ortopedik, nörolojik durumlar ve vasküler problemleri olanlar için de önemlidir [6, 7]. Ek olarak, kol ergometre egzersizinin birkaç popülasyonda sağlık durumunu ve fizyolojik iyilik durumunu artırdığı gösterilmiştir [8].

Bazı çalışmalarda yüksek serum vitamin D seviyeleri gelişmiş kardiyovasküler sonuçlar, daha fazla kas kuvveti ve performansı ile ilişkili bulunmuştur [9]. Literatürde D vitamininin üst ekstremitte fiziksel kapasitesi ile ilişkisini araştıran yeterince çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma sağlıklı kişilerde D vitamini düzeyi ile üst ekstremitte kas gücü ve fiziksel performansı arasındaki ilişkiyi araştırmak için uzmanlık tezi olarak hazırlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. D Vitamini

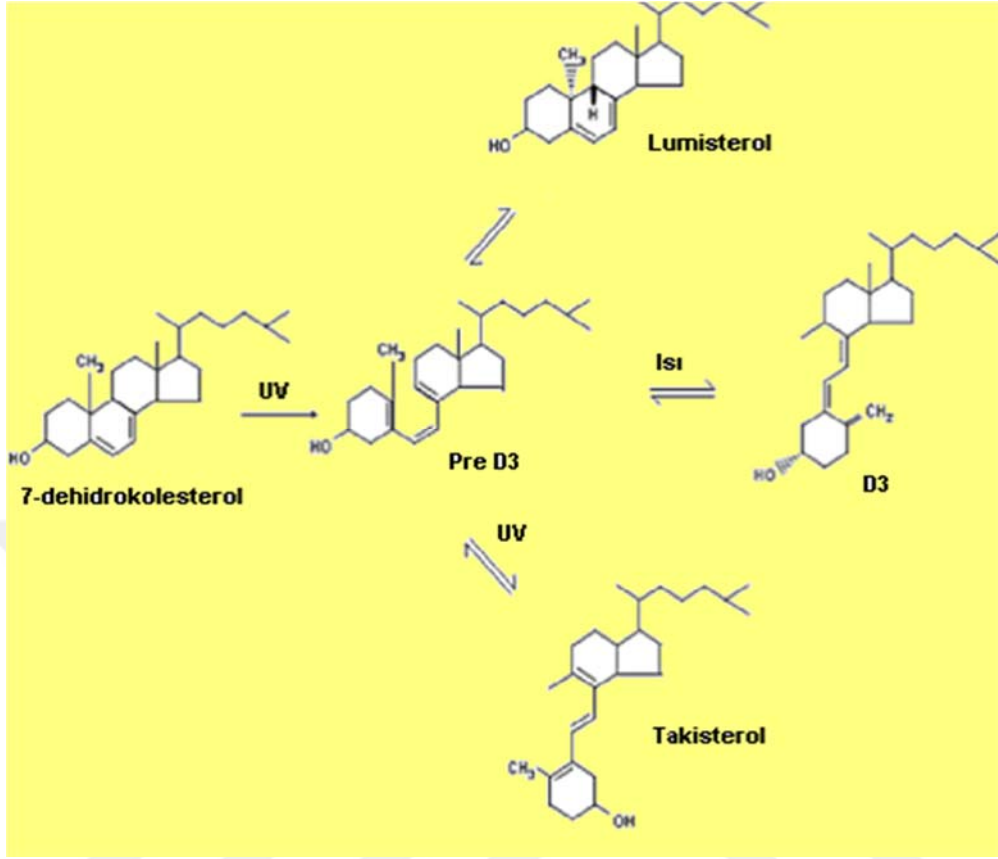
Önceleri D vitamini sadece yağda eriyen sterol yapıda bir vitamin olarak bilinmekteydi. Günümüzde ise vücutta sentez edilip kan dolaşımına verilerek, diğer dokular üzerinde etki göstermesi ve bu etkisinin geribildirim mekanizmalarıyla düzenlenmesi nedeniyle bir prohormon olarak kabul edilmektedir [10].

2.1.1. D Vitamini Sentez ve Metabolizması

2.1.1.1. D Vitamini Sentezi

D vitamininin besinlerle vücuda alınmasıyla veya vücutta üretilmesiyle 2 önemli kaynağı bulunmaktadır. İnsanlarda D vitamininin iki formu vardır; Bitkisel kökenli ergokalsiferol (D2 vitamini) ve hayvansal kökenli kolekalsiferol (D3 vitamini). İnsan vücudunda yalnızca vitamin D3 sentezlenmektedir. Vücutta D vitamini sentezlenmesi güneş ışınlarının etkisi ile deride gerçekleşir. Deri güneş ışığına maruz kaldığında ultraviyole (UV)B ışınları epidermis tabakasına girer ve 7-dehidrokolesterol (previtamin D3)'ün non enzimatik fotoliz yoluyla previtamin D3'e dönüşür [11-13]. Previtamin D3 ısıya dayanıksız olup yaklaşık 2 günlük bir süre içinde sıcaklık bağımlı moleküler yeniden düzenlemeyle vitamin D3'e (kolekalsiferol) dönüşür. Başka bir yol ile de oluşan previtamin D, biyolojik açıdan etkisi olmayan lumisterol ve takisterole dönüşmektedir. Bu alternatif yol ile gerçekleşen foto-izomerizasyon ile fazla güneşe maruziyet sırasında aşırı D vitamini üretimi önlenmiş olur (Şekil 1) [13].

Şekil 1: Deride Vitamin D Sentezi



2.1.1.2. Vitamini Diyetle Alımı

Özel olarak takviye alınmadıkça diyetle alınan vitamin D'nin fazla bir etkisi yoktur. Vücudumuza aldığımız besinlerde vitamin D kolekalsiferol veya ergokalsiferol formundadır. Vücut için günlük ihtiyaç 5-10 mg civarındadır. Besinlerle yeterli D vitamininin alınamamasından dolayı en önemli D vitamini kaynağı güneş ışığıdır [14].

D vitaminin bulunduğu bazı kaynaklar (Tablo 1) 'de gösterilmiştir.

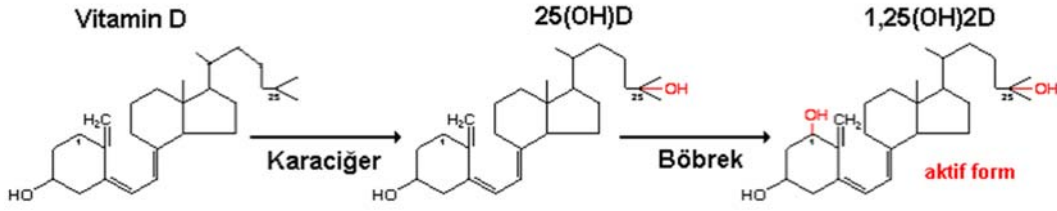
Tablo 1: D vitamini kaynakları [15]

Kaynak	D vitamini
Balık yağı	400-600 IU/çay kaşığı (D3)
Somon doğal	600-1000 IU/100 gr (D3)
Somon (kültür)	100-250 IU/100 gr (D3)
Sardalye konserve	300-600 IU/100 gr (D3)
Uskumru konserve	250 IU/100 gr (D3)
Ton balığı	236 IU/100 gr (D3)
Shitake mantarı (taze)	100 IU/100 gr (D2)
Shitake mantarı kurutulmuş	1600 IU/100 gr (D2)
Yumurta sarısı	20 IU/adet (D3/2)
Güneş ışığı/UV-B radyasyon mayo ile	20000 IU/1 MED (D3)
Güneş ışığı/UV-B radyasyon kolar ve bacaklar	6000 IU/1 MED (D3)

2.1.1.3. D Vitamini Metabolizması

Deride sentezlenen vitamin D₃, vitamin D bağlayıcı proteine (DBP/transkalsiferin) bağlanarak serumda taşınmaktadır. Besinlerden vücuda ağızdan alınıp ince bağırsaklara geçen vitamin D₂ ve vitamin D₃ şekilleri ince bağırsaklardan absorbe edildikten sonra, şilomikronlar ile birleşerek lenf sistemine katılır ve en son venöz kan dolaşımına geçer. Dışardan besinlerle alınan veya vücutta sentezlenen vitamin D₂ veya vitamin D₃ adipositlerde depolanır ve ihtiyaç halinde kan dolaşımına tekrar geçer [16]. Deride previtamin D oluştuğundan sonra, aktif D vitamini oluşmasına kadar iki tane önemli hidroksilasyon aşaması gerçekleşir. Birincisi karaciğerde 25 hidroksilasyon aşamasıdır. Karaciğerde oluşan 25(OH)D molekülü D Vitamini Bağlayan Protein (DBP) ile kan dolaşımına geçmektedir [17].

Şekil 2: Vitamin D'nin karaciğer ve böbrekte hidroksillenerek aktif formuna dönüşmesi [18]



Karaciğerde mitokondri ve mikrozomlarda bulunan bir sitokromal enzimle hidroksilasyon reaksiyonu gerçekleşerek 25(OH)D₃ (25-hidroksi vitamin D₃ veya kalsidiol) oluşur [11-13]. Kan dolaşımında yer alan 25(OH)D-DBP kompleksi karaciğerden böbreklere taşınır. Böbrek tübül hücrelerinde 25(OH)D vitamini DBP' den ayrılarak mitokondride sitokrom P450 enzim sistemi birlikteliğinde 1- α -hidroksilaz enzimi ile aktif D vitamini olan 1,25 dihidroksi vitamin D'ye (1,25(OH)₂D) dönüştürülür [12]. 1,25(OH)₂D kalsitriol olarak da bilinir. Renal D vitamini sentezinde ana konumda olan 1- α -hidroksilaz enzim aktivitesi parathormon (PTH), kalsiyum, fosfor ve fibroblast growth factor 23 (FGF 23), insülin benzeri büyüme faktörü (İGF-1) tarafından düzenlenmektedir [19]. Vitamin D'nin vücuttaki en aktif formu 1,25(OH)₂D'dir (kalsitriol). Kan dolaşımındaki 1,25(OH)₂D konsantrasyonu 20-50 pg/ml (50–125 pmol/L) arasındadır ve serum yarı ömrü yaklaşık 15 saattir [12]. 25(OH)D konsantrasyonu 1,25(OH)₂D'nin yaklaşık 1000 katı kadar iken 1,25(OH)₂D'nin etkisi 25(OH)D'den çok daha fazladır [20]. Dolaşımdaki vitamin D'nin çoğu 25(OH)D şeklindedir. 25(OH)D vücuttaki vitamin D düzeyini en iyi gösteren D vitamini formu olup kas ve yağ dokusunda depolanarak gerektiğinde aktif forma dönüşebilmektedir. Dolaşımda bağlayıcı proteine bağlanan ve yarı ömrü 3 hafta olan 25(OH)D'nin normal serum konsantrasyonu 8-80 ng/ml (20-200 nmol/L) arasında değişmektedir [20]. Eğer 1,25(OH)₂D yeterli düzeyde ise 25(OH)D'nin bir kısmı daha az aktif olan 24-25(OH)D'ye dönüştürülür. D vitamini bağlayan protein (DBP); 25(OH)D, 1,25(OH)₂D ve 24-25(OH)D metabolitlerine yüksek afinite ile bağlanır ve amino asit yapısı olarak albümine benzer [17].

2.1.2. D Vitaminin Etki Mekanizması

Biyolojik olarak en aktif form olan 1,25(OH)2D'nin organizmada moleküler etki mekanizması genomik ve non genomik yollarla gerçekleşir.

Genomik etkileri, 1,25(OH)2D'nin nükleer VDR 'ye bağlanarak klasik mRNA transkripsiyonunu değiştirerek ve sonrasında de novo protein sentezlemesiyle olmaktadır [17]. Vitamin D reseptörü (VDR), vitamin D'nin etkilerini hücre içerisine iletir. Genellikle sitoplazmada bulunur ve seçici olarak Vitamin D ile bağlanıp nükleusa hareket etmektedir. Ligandla bağlanması sonucunda VDR 'de yapısal değişiklik meydana gelir ve retinoid X reseptör (RXR) ile heterodimer oluşturur. Burada, VDR ile etkileşen proteinlerin katılımı ile belirli genlerin transkripsiyonunu düzenlerler. İnsan VDR geni, kromozom 12q13-14 bölgesinde yer alır [21, 22]. VDR polimorfizmi olarak adlandırılan VDR geninin DNA sekansındaki bazı dizilim farklılıklarının da kişiler arası kas kuvveti farkına yol açtığı saptanmıştır [23]. D vitaminin non genomik yollarla etkisi ise hala tartışmalıdır. Şimdiye kadar, hızlı 1,25 (OH) 2D sinyalinin başlatılmasının yeni bir membran reseptörüne ve / veya çekirdekte hücre yüzeyine gelen VDR'nin kendisine bağlanması veya hücre membranında bulunan voltaja bağlı kalsiyum kanalları yoluyla olabileceği ileri sürülmüştür [22, 24].

Vitamin D'nin non genomik fonksiyonları hızlı, transkripsiyonel olmayan cevaplardır. Bu cevaplar ikincil mesajcı oluşumuna veya hücre içi proteinlerin fosforilasyonuna neden olan bir yolağı başlatır [20]. Bu non genomik yolağın psöriazis, tip I diyabet, romatoid artrit, multipl skleroz, crohn hastalığı, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve bazı sık görülen kanserlerin gelişimi ile ilgili olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir [17].

2.1.3. D Vitamini Biyolojik Etkileri

A)Vitamin D'nin Kalsiyum ve Fosfor Metabolizmasına Etkisi

Barsaktan kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) emilimini gerçekleştirmek D vitaminin en önde gelen genomik etkisinden biridir. Kalsiyum emilimine olan etkisi iyi

bilinmektedir ancak D vitamininin, daha çok pasif olarak yapılan barsaktan fosfat absorpsiyonunun aktif transportla gerçekleşen kısmında etkisi olduğu bildirilmekle birlikte etkisi tam anlaşılamamıştır [13]. D vitamini eksikliği durumunda, besinlerle alınan kalsiyumun yalnızca % 10-15'i ve fosforun nerdeyse % 60'ı bağırsaklardan absorbe edilebilmektedir. 1,25(OH)₂D' nin D vitamini reseptörü ile etkileşimi, intestinal kalsiyum emiliminin oranı % 30 ila 40'a, fosfor emilimini yaklaşık % 80'e yükseltir [25]. Vitamin D, Ca ve P 'un barsaktan emiliminin uyarılmasını, PTH ile birlikte kemikten Ca mobilizasyonunun uyarılmasını, böbreğin distal tübüllerinde PTH bağımlı Ca geri emiliminin uyarılmasını sağlayarak Ca/P seviyelerini dengeler. Besinlerle alınan Ca vücudun ihtiyaçlarını karşılayamayacak kadar yetersiz ise nöromusküler aktivitenin korunması için serum Ca seviyelerini normal değerlerde tutmak için çalışır [21]. Kalsiyum ve fosforun yeterli düzeyde tutulmasını iskelet sistemindeki mineralizasyon sağlamaktadır. Kemikte D vitamini, osteoblastlarda yer alan VDR 'ye bağlanır ve nükleer faktör kappa B (NFκB) ligandın (RANKL) ekspresyonunu sağlayarak osteoklast öncül hücreleri üzerindeki reseptörüne bağlanıp olgun osteoklastların oluşumuna neden olur. Osteoklastogenezis sonucu kemikten kalsiyum, fosfor mobilizasyonu yoluyla kalsiyum-fosfor dengesi sağlanır [26].

B) Kemikler Üzerine Etkisi

D vitamini kemik dokusundaki etkilerinden dolayı çocuklarda raşitizmi ve yetişkinlerde ise osteomalaziye önler. D vitamininin yeterli olması hem intrauterin dönemde hem de çocukluk çağında normal iskelet sistemi gelişimi için ve yetişkinlerde kemik sağlığını sağlamak ve sürdürmek sonrasında oluşabilecek osteoporozu önlemek için çok önemlidir. D vitamini yeterli düzeyde olursa, yeterli bir kalsiyum fosfor ürünü oluşturarak etkili bir kemik mineralizasyonu gerçekleştirir. Dolaşımdaki kalsiyum ve fosfor düzeyi, D vitaminin etkisiyle yeterli konsantrasyonuna erişince osteoid üzerinde mineralizasyon gerçekleşir [13].

D vitamini doğrudan kemik hücreleri üzerine de çok önemli etkileri yapmaktadır. Osteoblastlar ve kemik ön hücreleri üzerinde VDR bulunurken, olgun osteoklastlarda bulunmamaktadır. 1,25(OH)₂D₃ kemikte en fazla yer alan iki matriks proteininin başlıca düzenleyicisi konumundadır. 1,25(OH)₂D₃ tip1 kollajen sentezini

baskılar ve osteokalsin yapımını uyarır. Ayrıca in vitro olarak monosit-makrofaj kök hücre öncülerinden osteoklastlara farklılaşmayı tetikler [11]. Böylece organ kültürlerinde ve in vivo olarak kemik rezorpsiyonu artışını sağlar [13].

c) Kas Üzerine Etkileri

D vitamini kas dokusunda hem genomik hem de non-genomik yollarla etkilidir [27].

D vitamini kas hücresinde;

- Hücre zarı ve endoplazmik retikulum üzerindeki kalsiyum pompa aktivitesiyle hücre içine kalsiyum alımını düzenler ve hücre içi kalsiyum düzeylerini değiştirir. Böylece kas kasılma ve gevşemesi gerçekleşir

- Enerji kaynağı olan ATP'nin sentezinde kullanılan fosforun intraselüler alımını ve depolanmasını uyarır.

- Diferensiasyon ve proliferasyonda etkilidir [28].

D vitaminin kastaki nükleer VDR'ye bağlanması ve denovo protein sentezine neden olması genomik yolla açıklanmaktadır. Yapılan çalışmalarda D vitamini tedavisi verilenlerde kastaki tip 2 liflerinin arttığı bulunmuştur [29-31]. Kas biyopsisi ile yapılan araştırmalarda D vitaminin kasta özellikle tip 2 liflerine selektif etkisi olduğu gösterilmiştir. Osteomalazide görülen miyopatide tip 2 kas liflerinde atrofi gerçekleştiği ve ayrıca yaşlılarda 1α kalsidiol ve D2 vitamini tedavisi ile tip 2 kas liflerinin arttığı gösterilmiştir [29, 32, 33]. Tip 2 kas lifleri hızlı kasılan lifler olup hızlı reaksiyon gereken durumlarda örneğin düşmeyi önlemek için kuvvetli olmaları gerekmektedir ve yaşlanma ile birlikte tip 2 lifleri tip 1 e göre daha fazla azalmaktadır [34]. Yaşlanma ile birlikte müsküler VDR ekspresyonunun azalması ve böylece kaslardaki tip 2 liflerinin azalmasına neden olabilmektedir [35]. Kas kontraksiyonu ile ilişkili olarak kas hücresine kalsiyum transportunun olması D vitaminin non genomik etkisiyle olmaktadır [36, 37]. Caglia ve arkadaşları [38] bu non genomik etkinin kas lifi hücre zarındaki VDR ile değişebileceğini bildirmişlerdir. Obez olmayan yaşlı kişilerde VDR genotipiyle kuadriceps ve el kavrama gücü arasındaki ilişkiyi araştıran yine başka bir çalışmada, VDR geninin

DNA sekansındaki bazı dizilim farklılıklarının neden olduğu VDR polimorfizminin bireyler arası kas kuvveti farkına yol açtığını göstermiştir [39].

D vitamini eksikliğinde kasta osteomalazik miyopati denilen durumda kaslarda genel ağrı, proksimal kaslarda güçsüzlük olup buna bağlı olarak düşme riskinde artış gerçekleşir. Fizik muayenede kalça çevresi ile diz çevresi kaslarda güç kaybı bulunabilir, duyu ve derin tendon refleksleri normaldir. Kas biyopsilerinde tip 2 liflerde atrofi, yağ infiltrasyonu ve fibrozis ile uyumlu bulgular görülür [40].

Yaşlılarda serum 25(OH)D düzeyi azaldıkça düşme riskinde anlamlı bir artış görülmüştür [41]. Öncelikle başlangıçta 40 nmol / L'nin altındaki düşük 25 (OH) D düzeyi olan kişilere yapılan D vitamini takviyesi düşme riskini azaltmaktadır. Düşme riskini önlemek için önerilen doz aralığı günde 800-1000 IU'dur [42].

d) Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkisi

Son çalışmalarda D vitamini eksikliği metabolik sendrom, diyabet, hipertansiyon ve immün hastalıklarla ilişkileri iken aynı zamanda kardiyovasküler hastalıklar (KVH) için bağımsız bir risk faktörü oluşturmaktadır. Ek olarak, önceki çalışmalar serum 25(OH)D seviyeleri ile bozulmuş genel sağlık ve refah, KVH risk faktörleri, KVH mortalitesi ve kanser mortalitesi arasındaki ilişki göstermektedir [43].

25(OH)D vitamini eksikliğine bağlı olarak kardiyovasküler hastalık riskini artıran çeşitli mekanizmalar ;

- Kolestrol sentezinde yer alan enzim üzerinde D vitaminin inhibisyonunun kalkmasıyla trigliserit düzeylerinde artış [28],
- Pankreasta insülin üretiminde yer alan hücrelerin fonksiyonu bozularak insülin direncinde artış, diyabet ve metabolik sendroma yatkınlık,
- Böbrekte RAS sisteminin aktivasyonu sonrasında, arteriyel kan basıncında meydana gelen artış,
- Damarlarda inflamatuvar cevapta artışa bağlı ateroskleroza yatkınlık gelişmesidir[44].

d. D Vitamini ve Diğer Sistemler

D vitamini proliferasyonu azaltması ve hücre diferansiasyonunu artırması ile bazı organlarda anti-tümör etki göstermektedir. D vitamini eksikliği başta kolorektal, meme, prostat, pankreas olmak üzere çok sayıda kanser türüne yakalanma riskiyle ilişkili bulunmuştur [16, 45, 46]. Ayrıca D vitamini; monositler, aktive B ve T lenfositler üzerinde immünomodülatuar etki göstererek [47-49] ve interlökin-2, interlökin-12 gibi bazı inflamatuvar sitokinlerin sentezini baskılayarak otoimmün hastalıklara olan yatkınlığı azaltır [50]. Çocukluk çağında daha fazla oranda güneş ışığı maruziyeti olanlarda Multiple Skleroz gelişim riskinde azalmayla sonuçlanmasının altında yatan mekanizmalardan birinin de artan D vitamini konsantrasyonları üzerinden immün sistem modülasyonu olduğu düşünülmektedir. Yine D vitamini eksikliğinde insüline bağlı diyabet, romatoid artrit, tüberküloz gelişiminde de immün mekanizmalar üzerinden etkisi olduğu anlaşılmıştır [45, 51]. D vitamini eksikliğinin ayrıca yapılan çalışmalarda depresyon, şizofreni ve gebelikte preeklampsi ile de ilişkili olduğu saptanmıştır [16].

2.1.4. D Vitamini Düzeyi Ölçümü ve Cut-off Değerleri

Kişilerde vitamin D düzeyinin normal, eksik veya fazla olduğunu belirlemek için serum 25(OH)D düzeyine bakılmalıdır. Çünkü 25(OH)D'nin yarılanma ömrü 2-3 haftadır ve dolaşımdaki major formudur. Hem vitamin D alımını hem de endojen yapımı gösterir [52].

25(OH)D düzeyinin ölçümü için; DBP'nin bağlayıcı olduğu kompetitif protein bağlama yöntemi, High Performance Liquid Chromatography (HPLC), RIA (Diasorin) yöntemi, ELISA yöntemi, Kemiluminesans yöntemi ve en son olarakta Liquid Chromatography Tandem Mass Spectroscopy (LC-MS) yöntemi kullanılmaktadır [53].

Bugün D vitamini seviyelerine göre yapılan terminoloji Tablo 2'de gösterilmektedir [53].

Tablo 2: D Vitamini Terminolojisi [16]

D Vitamini Düzeyi		Yorum
ng/ml	nmol/ml	
>30	>75	Yeterlilik
20-30	50-75	Yetersizlik
<20	<50	Eksiklik

Optimal 25(OH)D düzeyinin ne olması gerektiği günümüzde hala belirsizdir. PTH'ı baskılamak, barsaktan maksimal kalsiyum emilimini artırmak, kırık riskini azaltmak ve en yüksek kemik mineral yoğunluğunu sağlamak için gerekli olan 25(OH)D düzeyi farklıdır. En yüksek PTH süpresyonunu sağlamak için yeterli olan 25(OH)D konsantrasyonu 30-99 nmol/L (13.2-39.6 ng/mL) iken kalsiyum emilimi, kemik kaybı, düşme riski ve kırıkların azalması için yeterli olan 25(OH)D seviyesi 65-100 nmol/L (26-40 ng/mL) arasındadır [54-56].

2010 Institute of Medicine (IOM) genel bir sağlık düzeyi için serum 25(OH)D seviyesinin 20 ng/mL(50 nmol/L) olması gerektiğini önerirken [57], yapılan başka araştırmalarda yeterli bir sağlık düzeyi devamı için D vitamini alt sınırı 30 ng/mL olarak bildirilmiştir [58, 59].

2.1.5. D Vitamin Eksikliği Nedenleri

D vitamininin başlıca kaynağı UV-B güneş ışınlarıdır. Bu yüzden güneş ışınların cilde ulaşmasını engelleyen her türlü etmen D vitamini eksikliğine yol açar [60]. Güneş koruma faktörü 15 olan güneşten koruyucu kremlerin UV-B ışınlarını %99 oranında absorbe ettiği ve bu kremlerin kullanımı sonucu deride D vitamini sentezinin tama yakın oranda azaldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır [61]. Kapalı giyim tarzı da yine UV ışınlarının cilde ulaşmasını engellediği için D vitamini düzeylerinin düşük olmasına sebep olur [45]. Koyu tenli ve siyahi olan kişilerde deride fazla miktarlarda bulunan melanin UV-B ışınlarını önemli bir oranda absorbe etmektedir. Bu nedenle Afro-Amerikalılarda ve esmer tenli kişilerde D vitamini

sentezi açık tenli kişilere göre önemli oranlarda düşüktür [62]. Yüksek enlemlerde, erken sabah ve geç öğleden sonra saatlerinde ve kış mevsiminde güneş ışınlarının dünyaya ulaştığı açı olan Zenith açısının daha büyük olması ve ışınların daha fazla mesafe katetmesi nedeniyle atmosferi geçip cilt yüzeyine ulaşan UV-B ışınlarının miktarı azalır [63]. Bu yüzden kuzey ve güney yarım kürede özellikle 33. enlemin sırasıyla kuzey ve güneyinde kalan yerlerdeki kişilerde kış mevsiminde D vitamini sentezi neredeyse yok denecek kadar az olmaktadır [64]. Yaşla ciltte, D vitamini prekürsörü olan 7-dehidrokolesterol konsantrasyonunda azalma olması da D vitamini eksikliğine neden olur. Buna göre 70 yaşındaki bir insanda ciltteki 7-dehidrokolesterol miktarı genç erişkindekinin %25'i kadardır ve sonuç olarak D vitamini sentezi de % 75 azalmıştır [65]. D vitamini sterol yapıda bir vitamin olduğu için obez kişilerde vücut yağ havuzunda daha fazla depolanmakta ve bu nedenle obezite D vitamini eksikliği için bir risk faktörü olmaktadır [66]. Besinlerle alınmış olan D vitamininin barsaklardan absorpsiyonunu engelleyen Crohn, Whipple, Çölyak hastalıkları ve Kistik Fibrozis gibi emilim bozukluğu ile giden hastalıklar, ayrıca karaciğer ve böbreklerdeki hidroksilasyon reaksiyonlarının bozulduğu karaciğer ve böbrek yetmezlikleri de D vitamini eksikliğine neden olur [16]. Ek olarak bazı anti epileptikler, glukokortikoidler, Rifampin ve İnsan İmmün Yetmezlik Virüsü (Human Immunodeficiency Virus/HIV) tedavisinde kullanılan bazı antiretroviral ajanlar da D vitamini eksikliği yapabilir [16].

2.2. Fiziksel Performans ve Değerlendirilmesi

2.2.1. Fiziksel Performans(Fiziksel Fitnes, Aerobik Kapasite) Tanımı

Fiziksel fitnes, büyük kas gruplarını çalıştıran, ısrarcı ve sürekli olan koşma, bisiklet sürme, yüzme gibi yorucu aktiviteleri devam ettirebilme yeteneğidir. Düşük aerobik dayanıklılık, özellikle kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere tüm nedenlere bağlı mortalite sıklığını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir [67].

2.2.2. Fiziksel Performansın Değerlendirilmesi

Aerobik kapasitenin objektif değerlendirmesi için çeşitli modaliteler vardır. Kullanılan modalite, ele alınacak klinik soru ve mevcut kaynaklar temelinde seçilir [68]. Maksimal ve devamlı egzersiz sırasında, oda havasından solunum sırasında direkt olarak maksimum O₂ alımının ölçülmesini sağlayan test modaliteleri, egzersiz kapasitenin belirlenmesinin en iyi yoludur. Ancak VO₂max'ın laboratuvar ortamında ölçülmesi, pahalı, zaman alıcı bir aktivite olmasından ve iyi antrenmanlı personel gerektirmesinden dolayı fazla kişiye uygulanamayacağından, pratik değildir. VO₂max değerini dolaylı olarak ölçülmesini sağlayan çeşitli testler geliştirilmiştir.

Fiziksel fitness düzeyi saha (yer) testlerinin yanısıra submaksimal ve maksimal treadmill (koşu bandı), bisiklet ve kol ergometre testleri gibi laboratuvar testleriyle ölçülmektedir [69]. Saha testleri, 6 dakika yürüme testleri, step(basamak), mekik yürüme testlerinden oluşur. Laboratuvar testleri çevre (sıcaklık, nem, yüzey ve gürültü gibi şeyler) ve kişi üzerinde daha iyi kontrolü sağlar. Laboratuarda metabolik ölçüm ekipmanları dahil daha modern cihazların kullanımı daha fazla sayıda cevap değişkenlerinin ölçümünde daha fazla doğruluk ve duyarlık sağlamaktadır. Böylece, yorum için potansiyel olarak daha kaliteli olan daha fazla veri elde edilir. Mevcut olduğunda ve amaç için uygun olduğunda laboratuvar testleri tercih edilmektedir [70].

2.2.2.1. Egzersiz Testi ve Test Modaliteleri

Egzersiz testi, kalpte miyokardın oksijen kullanımını artırarak, istirahat sırasında görülmeyen kardiyovasküler anormallikleri belirleyen bir fizyolojik zorlanma durumudur. Performans egzersiz testi ve klinik egzersiz testi olmak üzere iki genel egzersiz testi uygulaması bulunmaktadır. Performans egzersiz testi, genellikle sağlıklı bireylerde aerobik kapasitenin veya fitness düzeyinin değerlendirilmesi, egzersiz reçetesi oluşturulması, egzersiz eğitimine yanıt ve günlük hayattaki aktivite şeklinin düzenlenmesinin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Klinik egzersiz testleri ise, kardiyak hastalık semptom ve bulguları olan kişilerde tanı, risk değerlendirilmesi, hastalık seyrinin takibi ve tedavi yöntemlerine yanıtın belirlenmesi amacıyla yapılır [70].

Koşu bandı, bisiklet ve kol ergometresi gibi egzersiz testlerinde protokoller, testin sonlandırılmasına göre maksimal, submaksimal ve semptomla sınırlı olmak üzere üç farklı şekilde uygulanmaktadır. Maksimal veya submaksimal egzersiz testini uygulama kararı büyük ölçüde testin nedenleri, hastanın risk seviyesi, ekipman ve personel uygunluk durumuna bağlıdır [71].

Maksimal egzersiz testinde, hedeflenen maksimal kalp hızına ulaşarak ciddi bir efor harcayacak düzeye ulaşılması amaçlanır. “220-yaş” formülü ile kişiye göre ayrı ayrı hesaplanan maksimum kalp hızının %85-100’üne ulaşılması hedeflenirse maksimal fiziksel kapasite test edilir [72]. Maksimal kalp hızının %70-85’i (en fazla %85) düzeyine ulaşıncaya bitirilmek üzere, belirli bir hedeflenen iş yükünde de sınırlandırılabilen yöntem, submaksimal test olarak tanımlanır. Klinisyenler genellikle kardiyopulmoner kapasiteyi değerlendirme için genellikle submaksimal egzersiz testlerine güvenmektedir, çünkü maksimal egzersiz testinin yapılabilmesi sağlık ve uyum açısından her zaman mümkün değildir [71]. Fiziksel kapasite ölçümünde, submaksimal iş yükündeki değerlere (watt) karşılık gelen kalp hızı yanıtını (atım/dakika) belirleyerek VO₂max değerini dolaylı olarak tahmin etmek, submaksimal testin asıl amacıdır. Semptomla sınırlı egzersiz testi ise, günlük rutin aktivitelerini gerçekleştirme ve prognoz konusunda bilgi vererek sağlar [73, 74].

VO₂max ergospirometre ile ölçülemediğinde, ergometre üzerinde test süresinin ve iş yükünün ayarlanmasıyla, geleneksel egzersiz test protokolleri kullanılarak, öngörülen eşitlik formülleri kullanılarak hesaplanabilir [73].

a) Koşu Bandı (Treadmil): Koşu bantları; uygun protokol kullanılarak, fitness düzeyi olarak en az fit bireyden en fit bireye uyum sağlayabilecek şekilde süregelen yürüme ve koşma hızlarında egzersiz formları sağlayabilir [73]. Koşu bandında yapılan egzersiz testi için önceden belirlenen bazı protokoller bulunmaktadır. Bu protokollerde genellikle maksimal test edilmiş olur. Bruce protokolü, fazla kullanılmakta olan koşu bandı protokolüdür. Bruce protokolünde 3 dakikada bir hız ve eğimi artışı yapılmasıyla oksijen tüketiminde 2-3 MET ’lik artış olması sağlanır. Fakat bu protokolde eğim ve hızlardaki artışların hızlı olması testin kısa sürmesine neden olur ve fiziksel kapasite düzeyi düşük olan hastalar, en azından dört basamağı bitirmeleri istenirken, 3. basamağı bile zorlukla tamamlayabilirler [72, 74]. Kardiyak

hastalığı olanlarda, O₂ tüketiminin eğim ve hızdaki hızlı artışlara uyum sağlayamamasından dolayı, VO₂max hesaplanırken %10-20'lik hata oranı olduğu bulunmuştur [75, 76]. Bruce protokolünde eğimin hızlı artmasından dolayı diz problemi olan hastalarda çabuk yorulmaya ve testi erken bırakmaya yol açar. Bu nedenlere bağlı olarak, daha ileri yaşlı veya fiziksel olarak aktif olmayan bireyler göz önüne alınarak Modifiye Bruce protokolü geliştirilmiştir. Modifiye Bruce protokolünde, özellikle ilk üç basamakta yapılan hız ve eğim artışı daha kontrollüdür. Naughton ve Balke protokollerinde ise sabit hızlar kullanılarak sadece eğim artışı yapılarak, fiziksel kapasite düzeyi düşük hasta grupları veya kardiyak hastalarda daha kolay tolerasyon sağlanan protokollerdir [72].

b) Bisiklet Ergometresi: Bisiklet ergometreleri, genellikle tanısal test amacıyla submaksimal ve maksimal test olarak yapılan, genellikle Avrupa laboratuvarlarında daha çok kullanılan geçerli bir test modalitesidir [77]. Aşırı kilolu, alt ekstremitte ortopedik ve periferik damar ve nörolojik sorunları olan bireylerde, treadmill testine iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Bisiklet ergometresi, aynı zamanda iş yükünde daha kolay bir şekilde artışlar yapılabilen, alt ekstremitelere ağırlık aktarımını gerektirmeyen bir test yöntemidir [73].

Bisiklet ergometresi, dize neredeyse 25 derece fleksiyon ve 0 derece ekstansiyon yapmaya izin verecek şekilde düzenekleri ayarlanabilir [78-80]. Elektronik frenli bir ergometrede artan iş yükleri, mekanik frenli ergometrelere göre daha duyarlıdır; çünkü iş yükü, pedal direncinin geniş bir aralıkta düzenlenebilir. Test anında hastanın üst ekstremiteleri ve gövdesi çok az hareket eder; böylece Elektrokardiyogram ve kan basıncı kaydı daha kolay yapılmaktadır. Bisiklet ergometrisinde yapılan maksimal bir testte, lokalize bacak kası yorgunluğu erken olabileceği için, maksimal test sonlanma noktasına ulaşmadan test bitebilmektedir [72]. Bisiklet ergometre testinde, VO₂max değerleri treadmill testine göre % 5-25 oranındadır düşük oranda saptanabilir [81-83].

Bisiklet ergometresinde de yine koşu bandındaki gibi isteğe ve duruma göre uygulanan maksimal veya submaksimal test protokoller bulunmaktadır. Astrand-Rhyning ve YMCA test protokollerini bisiklet ergometre testinde sıklıkla kullanılan submaksimal test protokolleridir [73].

c) Kol Ergometresi: Kol ergometresi özelleikle alt ekstremitesiyle performans gösteremeyen, damarsal, ortopedik ve nörolojik ek hastalıkları olan kişilerde kullanılan diğer modalitelere göre öncelikli kullanılan egzersiz testi metodudur. Kişinin otururken, omuz hizasında ayarlanan pedal ünitelerini, ellerle prensibine dayanır [73].

Kol bisikletlerinin 3 ayrı tipi bulunmaktadır.

1. Aygıtın üstünde sayaç bulunan ergometreler
2. Elektrik veya mekanik frenli modifiye bisiklet ergometreleri
3. Tekerlekli sandalye ergometreleri.

Aygıtın üstünde sayaç bulunan ergometreler diğerlerinden daha küçük olup, tekerlekli sandalyedeki bireyler dahil herkes tarafından verimli olarak kullanılabilir. Bunlar, sürtünme frenli bisiklet şeklinde çalışan ve sürtünmenin gerilmeyle ayarlandığı fren kontrollü aygıtlardır. Öte yandan mekanik veya elektrik frenli bacak bisiklet ergometreleri, uygun desteklerle masa üstüne yerleştirilerek kolların yapacağı işlerde kullanılabilir şekilde getirilir. Piyasada satılan kol ergometrelerinin pedal kolu, bisiklet ergometrelerine oranla kısadır. Ergometrelerin pedal kolunun kısa olması aynı zamanda kaldıraç kolunun da kısa olması anlamına gelir ve bu nedenle aynı oranda işi gerçekleştirebilmek için daha fazla kas kuvvetine gereksinim olur [70].

Kol ergometresinde daha küçük kas grupları kullanılır. Ek olarak alt ekstremitedeki gibi günlük hayatta düzenli antrenman uyaranları yoktur (yüzücüler, kürekçiler, kanocular gibi üst ekstremitte sporcuları hariç), bu yüzden yorgunluk daha erken gelişir ve VO₂max daha düşüktür (bacak ergometresinin %60-80 i). Bu yüzden bacak ergometresinde tipik olarak kullanılanlara göre daha küçük yük artışlarını kullanan protokoller seçilmektedir. Watt artışı kişinin öyküsüne ve test amacına göre kişisel olarak belirlenir. Maksimal kol ergometresi protokollerinde genellikle 10-25 wattlık yük artışları kullanılır ve test sürekli veya interval olarak yapılabilir. Genellikle 1-6 dakikalık aşamalarda uygulanabilir. Devamlı protokollerde zamandan tasarruf edilir, halbuki interval protokollerde kan basıncı, kalp hızı ve eğer yapılıyorsa, EKG'nin daha kolay monitörize edilir. Pedal çevirme hızı dakika için 40-60 devir arasındadır. Her 3 dakikalık aşamadan sonra algılanan efor düzeyi RPE(Algılanan Zorluk Derecesi) değerlendirilmelidir.

Kol ergometresi testinde sağlıklı bireylerde submaksimal egzersiz testinde kişinin maksimum kalp hızının %85 ine ulaşılınca veya kalp rezervinin %70 ine ulaşılınca, pedal çevirme hızını devam ettirememeye veya egzersizi tolere edememe durumu olursa test sonlandırılır [70].

2.2.2.2. Kardiyopulmoner Teste Hazırlık ve Ölçümler

Kısaca test öncesi;

- Kişinin hazırlanması:
 - Yazılı bilgi-açıklama verilmesi,
 - Fiziksel aktivite anketi,
 - Bilgilendirilmiş onam,
 - İstirahatte 12 derivasyonlu EKG,
 - Kan basıncı ölçümü,
 - Ventilatuvar kapasitenin tayini: Test öncesi ventilatuvar kapasite, maksimal volunter ventilasyon (MVV) aracılığıyla tayin veya FEV1 ile tahmin edilmelidir.
 - Test işlemlerinin açıklanması
 - Ergometreye alışma yapılmalıdır.

2.2.2.3. Egzersiz Testinde Aerobik Parametreler

a) Maksimum Oksijen Alımı (VO₂ max)

Maksimal egzersiz sırasında vücuda alınan, taşınan ve kullanılan en yüksek oksijen (O₂) miktarına denir. Bisiklet, treadmill, kol ergometresi gibi test modaliteleri ile yapılabilen submaksimal veya maksimal egzersiz testi sırasında, ergospirometre ile ölçülür ve egzersizin bittiği sıradaki oksijen tüketimine VO₂max denmektedir. Artan iş yükünün olduğu testte, artan kalp hızı ile ilişkili olarak VO₂max da maksimal kalp hızı düzeyine kadar artmaktadır [72]. Kardiyorespiratuar sistemin fonksiyonel maksimal düzeyinin en iyi belirteci olarak bilinmektedir. Bu değer tam olarak ifade edilirse

litre/dakika (lt/dak) ya da göreceli olarak (kilogram başına) tanımlandığında mililitre/kilogram/dakika (ml/kg/dak) şeklinde hesaplanır [67]. Yaş, cins, bireysel egzersiz düzeyi, hastalık ve genetik dahil birçok etmen, VO₂max'ı etkilmektedir [73, 84]. Egzersiz testi sırasında ergospirometre ile VO₂max değeri ölçülemediği durumlarda yaşa ve cinsiyete göre eşitlik formülleriyle hesaplanabilir [70].

b) Borg Skalası (Algılanan Zorluk Derecesi, Rating of Perceived Exertion, RPE)

Borg skalası, 6'dan 20'ye kadar olan değerleri ve bu değerlerin karşılığı olarak solunumsal zorluk ifadelerini içerir (Ek 3). Skalaya göre, teorik olarak 10-14 zorlanma derecesinde çalışan bir birey, maksimal kalp hızının %60-85'inde çalışıyor demektir. Ancak Borg skalası oldukça subjektiftir, genelde hastaların söylediği rakamlar çelişkilidir ve belirli kalp hızı aralıklarında olması gereken rakamlardan düşük skorlar ortaya çıkabilmektedir [85].

c) Metabolik Eşlenik (MET)

Fiziksel kapasitenin enerji ihtiyacını hesaplamak için kullanılır. 1 MET; bireyin istirahat halinde oturur pozisyonda iken tükettiği oksijen veya harcadığı enerjiye denk gelir. Normal bir erişkinde 1 MET; 3,5 ml O₂/ kg/ dk 'ya karşılık gelmektedir [85, 86]. Diğer ifadelerle ise; [86]

- 1 MET = 250 ml O₂/dk
- 1 MET = 1 kcal/kg/saat şeklinde formüle edilebilir.

d) Maksimum İş (Watt/kg)

İş yükü (watt), egzersiz esnasında kişinin ekstremitelerini hareket ettirmesi için yenmesi gereken direnç miktarıdır. Bir kişinin maksimal egzersiz testinde en yüksek ulaştığı maksimal watt değerinin, kg cinsinden kilosuna oranı; o kişinin fiziksel kapasite verimliliğini, yani güç kapasitesini vermektedir. Watt/kg değeri ile MET arasındaki ilişki şu şekildedir: [72]

- $(MET - 1) \times 0,29 = W/kg$

2.3. Kas Kuvveti

Kuvvet terimi, hareketin artmasına, azalmasına ya da hareketin yönünün değişmesine sebep olan etkidir. Birimi kg.m/cm^2 veya Newton (N) 'dur. Kas kuvveti, özel bir kas veya kas grubu tarafından oluşturulan statik ve dinamik bir gerilim olarak bilinmektedir [87]. Rutin hayatımızdaki faaliyetler ve egzersiz sırasındaki hareketler kasların etkisiyle oluşmaktadır. Kaslar vücutta kimyasal enerjiyi mekanik işe çevirip hareketin oluşmasını sağlamaktadır. Böylece, kaslar kasılarak, bedensel hareketi sağlayan kuvveti meydana getirir [88]. Bir kasın kuvvetini esas olarak içerdiği miyofibril miktarı belirler. Tip 2b (hızlı kasılan, anaerobik) kas lifleri tip 1 kas liflerine göre daha çok miyofibril içermelerinden dolayı daha kuvvetlidirler. Vücudumuzu etkileyen kuvvetler, internal ve eksternal şekilde tanımlanmaktadır. İnternal kuvvet, kas kasılmasıyla ortaya çıkan ve tendonlarla kemiklere aktarılarak eklemlerde döndürücü harekete neden olan kuvvettir. Eksternal kuvvetler ise, kas kasılmasına karşı koyan yer çekimi, moment, sürtünme, etki ve tepki gibi diğer kuvvetlerdir [87].

Kas kuvvet tipleri 3 farklı şekildedir:

- Maksimal Kuvvet: Kasların en yavaş şekilde kasıldığında ortaya çıkan en büyük kuvvettir.
- Patlayıcı (çabuk) Kuvvet: Kasın çok kısa bir süre içinde ortaya çıkarabildiği maksimal kuvvete denir.
- Kuvvette Devamlılık: Kasın, kuvveti uzun süre devam ettirebilme yeteneğidir [88, 89].

Kas kuvveti; kas grubu büyüklüğüne, kasılma tipine (konsantrik veya eksantrik), kasılmanın hızına ve test edilen eklemdaki açıya göre spesifikleşir. Bu nedenle tüm vücut kas kuvvetini belirleyen bir ölçüm yöntemi bulunmamaktadır. Kas kuvveti; esas olarak izometrik, izotonik ve izokinetik kasılma ile yapılacak egzersizler yöntemleriyle geliştirilebilir [90].

2.3.1. Kas Kuvvetini Etkileyen Faktörler

Kas kuvveti birçok faktöre göre değişmektedir [91]. Kas kuvvetine etki eden faktörler [88, 89, 92, 93]: Kasın enine kesit alanının büyüklüğü, kas lifinin tipi, yaş, cinsiyet, yorgunluk olması, beslenme, kas kasılma tipi, santral ve periferik sinir sistemleri, kasın içerisinde bulunduğu fiziksel koşullar, psikolojik faktörler.

2.3.2. Kas Gücü Ölçüm Yöntemleri

Kas gücü, istemli en yüksek kasılma sonucu kasın oluşturduğu maksimal kuvvet olarak tanımlanır [93]. Kas kuvveti değerinin ölçülmesi; muskuler performansı değerlendirmek, güçsüzlüğü saptamak, rehabilitasyon sırasında gelişimi izlemek, egzersiz eğitiminin etkinliğini ölçmek amacıyla yapılır [94]. İzometrik, izotonik ve izokinetik yöntem gibi metotlarla kas gücü ölçülebilmektedir [93].

İzometrik Ölçüm: İzometrik kuvvet değerlendirmesi, kasın maksimum statik güç potansiyelini ölçmektir [88]. İzometrik değerlendirmeler, kablolu tensiometre, pençe kuvveti, sırt-bacak kuvveti ölçümü yöntemleriyle ve dinamometre ile yapılmaktadır [89, 92]. İzometrik kas gücü ölçümleri teknik yönden kolay ve az maliyetli oluşu nedeniyle oldukça sık kullanılan yöntemlerdir. Ancak fonksiyonel aktivitelerin çok büyük bir bölümü hareket içerdiği için, izometrik yöntemle elde edilen veriler genellikle sportif ve günlük aktivitelerdeki kas performansını tam olarak gösterememektedir. İzometrik değerlendirmenin başlıca avantajı; herhangi bir patoloji veya cihazlama nedeniyle sınırlanmış vücut kısımlarının test edilmesi için kullanılabilmesidir. Ancak izometrik test, eklem hareketinin belli bir noktasında değerlendirildiği için sınırlı bir değerlendirme olmaktadır [93].

İzotonik Ölçüm: İzotonik yöntem kas kuvvetinin değerlendirilmesi için kullanılan devimsel bir yöntemdir [92]. Bu yöntem belli ağırlıklar kullanılarak eklem hareket açıklığı boyunca ağırlığın hareket ettirilmesi yoluyla değerlendirilir. Ağırlığın kasa uyguladığı direnç, eklem hareket açıklığının bitiş derecelerinde daha fazla, orta noktalarında daha az olmaktadır. Bu nedenle izotonik ölçüm yönteminde eklem

hareket açıklığının sadece sonlarında kasta oluşan gerilim maksimum olmaktadır. Kişinin hareketi tamamlayabilmesi için ölçüm sırasında kullanılacak yük eklem hareket açıklığı içindeki en güçsüz noktadaki kas gücüne göre seçilmesinden dolayı eklem hareket açıklığı içindeki diğer noktalarda maksimal kuvvet tam belirlenememektedir [93]. Belirli bir kas grubunun kuvveti 1 RM (maksimum tekrar) veya 10 RM testi ile değerlendirilir. 1 RM, eklem hareket açıklığı süresince bir defada kaldırılabilen maksimum ağırlık miktarıdır. 10 RM ise eklem hareket açıklığı süresince maksimum 10 kez kaldırılıp 11. kez kaldırılamayan yük miktarına denmektedir. İzotonik ölçümün kısıtlılıklarını: Test hızının kontrol edilememesi ve yardımcı kasların harekete ek katkısıdır[88].

İzokinetik Ölçüm: Bu yöntemle kas performans hızı sabit, uygulanabilecek karşı direnç maksimalde tutulur. Bu özelliği sayesinde artan kas gücünün hızı değiştirmesi cihaz tarafından otomatik olarak karşı uygun direnç uygulanarak önlenir, hızlanma için harcanacak güç torka dönüştürülür. Böylece belli bir açısal hızda, eklem hareket açıklığı boyunca her noktada kasın oluşturabileceği maksimal performans dinamik bir yöntemle belirlenebilmektedir [93].

Manuel Kas Testi (MKT): Kas kuvvetini genel olarak değerlendiren, klinik uygulamada pratik olması nedeni ile oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Kas testinde kişi hareketin başlangıç pozisyonuna yerleştirilir ve hareketi yapması istenir. Değerlendiren kişinin el ile verdiği dirence karşı oluşan kas direncine bakılır [92]. Kas testiyle elde edilen sonuçlar 0–5 derece arasındadır. Ayrıca bir kasın kasılma kuvveti normal, iyi, orta, zayıf, eser, sıfır şeklinde ve yüzde olarak da ifade edilebilmektedir[93].

Oxford Skalası: Oxford Skalası, pratik olması nedeni klinikte sık olarak kullanılan bir ölçektir. Fakat, dirençli hareketler konsantrik kasılmalar olduğu ve uzaklıklar arasındaki derecelendirmeler doğrusal olmadığı için değişikliklere karşı çok objektif, fonksiyonel ve duyarlı olmamaktadır. Bunlara rağmen kas kuvvetini ölçmede rehberlik eder ve değişiklikler için biraz duyarlıdır [93]. Oxford sınıflandırması 0= Hiç kontraksiyon yok, 1= Çok az kontraksiyon fakat hareket açığa çıkmaz, 2=

Yerçekimi elimine edildiğinde hareket açığa çıkar, 3= Yerçekimine karşı hareket açığa çıkar, 4= Yerçekimine karşı açığa çıkan hareket direnç alır, 5= Normal fonksiyonel hareket vardır.

Dijital Göstergeli Aletlerle Kas Kuvvet Ölçümü: Manuel kas testindeki gibi verilen testi yapan kişinin verdiği direnci ölçen el aleti kullanılmaktadır. Bu aletlerle yapılan ölçümlerde, kas testinde kullanılan kuvvetin miktarını kesin olarak saptanabilmektedir [92]. MicroFET2, MicroFET3, Nicholas, Lafayette gibi dijital göstergeli aletler en sık kullanılmaktadır. Manuel kas testine göre bu ölçüm yöntemi daha güvenilir ve objektif olarak kas kuvvet gücünü saptar [95]. El dinamometreleri kullanımı basit, ucuz ve karşılaştırmalı çalışmaya imkan verirler. Bu aletler maksimal kuvvet miktarı yanısıra bu kuvvete ulaşma süresi hakkında da bilgi verir [95].

2.4. D Vitaminin Fiziksel Performans İle İlişkisi

D vitamini ve atletik performansa ilişkin orijinal araştırmalar yirminci yüzyılın başlarına kadar uzanır. Rus ve Alman araştırmacılar, atletik performansı iyileştirmek ve kronik sporla ilgili ağrıyı azaltmak için ultraviyole ışık ışınlamasının pozitif etkilerini rapor etmişlerdir [96]. Avrupalı araştırmacılar, aerobik performansta UVB ışınlama uygulaması ile önemli gelişmeleri önerdi [96]. Bu hipotezi desteklemek için, birçok sporcuda, D vitamini düzeylerinin yıl boyunca en yüksek olduğu, yaz ve sonbaharda fiziksel performansın en fazla düzeye ulaştığı bildirildi. Ancak, D vitamini takviyesiyle performans artışı gösteren kısıtlı sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Bununla birlikte, D vitamini takviyesinin yarar sağlandığını gösteren çalışmalar yaşlı (>65 yaş) kişilerde yapılmıştır. Yaşlı bireylerde performans çalışmalarında düşük D vitamini düzeyleri azalmış reaksiyon süresi, zayıf denge ve düşme riski ile ilişkili bulunmuştur [97]. Ayrıca, yaşlı kişilerde D vitamini takviyesi (800 IU/ gün), kuvvet ve yürüme mesafesinde artma gösterdi [97]. Yaşlı bireylerde D vitaminin bu olumlu etkileri, fiziksel performansla D vitamini ilişkisini araştıran çalışmalara ihtiyacı göstermektedir [96].

Özellikle son yirmi yılda, genç erişkin ve sporcularda D vitamininin fiziksel performanstaki rolünü belirlemeye yönelik çalışmalar artmıştır. Bir çalışma, genç (12 yaş-14 yaş) menarş sonrası dönemdeki İngiliz kızlarda D vitamini durumunun zıplama yüksekliği, hız ve kuvvet ile ilişkili olduğunu bildirdi [98]. D vitamininin kas kuvveti üzerindeki faydalı etkisinin fizyolojik açıklaması muhtemelen gen ekspresyonunu ve kas hücresi büyümesini destekleyerek olmaktadır [99].

D vitamininin, sporcularda stres etmenlerini önlediği ve kemik sağlığını artırdığı gösterilmiştir [100].



3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Olgu Seçimi ve Çalışma Grupları

Bu çalışmaya; 1 Mart 2019 ve 1 Aralık 2019 tarihleri arasında Zonguldak BEÜ Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Polikliniği'ne farklı nedenlerle başvuran 18-40 yaş arası D vitamini düzeyi daha önce bakılan toplam 128 kadın ve erkek hasta dahil edildi. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (BEÜTF – BAEK) 2019-32-14/02 Protokol no'lu etik kurul onayı alındı (Ek 1). Çalışma Helsinki Bildirgesi'ne göre yürütüldü. Çalışma öncesi bütün olgular çalışma hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirildi ve etik kurul şartlarına uygun olarak hazırlanan Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu okutulup, bireylerin yazılı onayları alındı (Ek 2).

Çalışmaya gebelik durumu, kalp hastalığı, akciğer hastalığı, kanser gibi kronik hastalığı, nörolojik ve motor bozukluğu, egzersiz testi yapmayı engelleyen psikiyatrik hastalığı olanlar, D vitamini metabolizmasını etkileyen ilaç kullananlar dahil edilmedi. Çalışma başlangıcında kişilerin demografik bilgileri (boy, kilo, yaş, meslek vb.), fiziksel aktivite durumu, dominant eli, alkol, sigara tüketimi, D vitamini metabolizmasını etkileyen ilaç veya takviye gıda alımları sorgulanıp kaydedildi. Poliklinikte D vitamini düzeyi istenen hastaların çalışma öncesinde EDTA'lı tüpe alınan kan örnekleri 2500 devirde 5 dakika çevrilerek elde edilen plazmalardan vitamin D düzeyleri Beckman Coulter UniCel DxI 600 (Beckman Coulter, CA, USA) immünoanalizörde aynı markalı kitlerle çalışılmıştı. 25(OH)D düzeyine göre <20 ng/ml olanlar (düşük) Grup 1 ve ≥ 20 ng/ml (normal) olanlar Grup 2 olmak üzere iki grup oluşturuldu.

3.1.1. Fiziksel Performansın Değerlendirilmesi

Tüm katılımcıların fiziksel performansı; bir kol ergometresi (Ergoselect GmbH Ergoline) ile karvonen formülü kullanılarak hesaplanan maksimum kalp hızının %80 ine ulaşacak şekilde submaksimal egzersiz tolerans testi yapılarak değerlendirildi. Test öncesinde kişilerin istirahat sırasındaki Elektrokardiyogram (EKG) çekimi ve

kalp hızı, arteriyel kan basıncı ve kan O₂ saturasyonu ölçümleri yapıldı. Çalışmaya dahil olan tüm katılımcıların yaş ve cinsiyete göre mililitre/kilogram/dakika (ml/kg/dak) cinsinden tahmini VO₂max değerleri hesaplandı.

Erkekler: $VO_{2max}=50,02-(0,394*yaş)$

Kadınlar: $VO_{2max}=42,83-(0,371*yaş)$

Bu eşitlikten bulunan değer vücut ağırlığı ile çarpılarak kol ergometre için tahmini VO₂max bulundu.

Kol ergometre tahmini $VO_{2max}=(W_{max}*18,36)+(kilo*3,5)$ formülüyle maksimal yük hesaplandı [70].

Çalışmaya katılan tüm kişilere egzersiz testi öncesi detaylı olarak egzersiz testi hakkında bilgilendirme yapıldı. Bireyler, egzersiz testinin yapılacağı zamanın 3 saat öncesinden itibaren yemek yememesi, sigara içmemesi, kafein tüketmemesi ve yorucu aktivitede bulunmaması gerektiği konusunda bilgilendirildi. Test öncesinde ergometrenin kol mesafesi, bireyin kol boyuna ve konforuna göre ayarlandı (Şekil 3). Kişiler 2 dakikalık ısınma döneminden sonra kol ergometre pedallarını maksimum kalp hızlarının % 80 'ine ulaşacak şekilde dakikada 50-70 devirde kollarıyla çevirdiler. Son olarak 2 dakikalık soğuma dönemiyle egzersiz tolerans testi sonlandırıldı. Uygulanan test protokolü; ısınma döneminde 5 watt yük ile kolları çeviren bireylerin hesaplanan maksimal yüke toplam 10 dk sonunda erişmelerini sağlayacak şekilde her dakikada yük artırımını yapıldı. Soğuma döneminde yine 5 watt yüküyle test sonlandırılması planlandı. Her 3 dakikada bir brakial kan basıncı ölçüldü. Toplamda 10 dakika sürecek egzersiz testi sırasında herhangi bir dispne, aşırı yorgunluk, kendini kötü hissetme ve göğüs ağrısı olması gibi bir durum oluşursa test sonlandırılarak ve kişinin gözleme alınması planlandı. Testi bahsettiğimiz semptomlardan dolayı bırakan birey olmadı. Test sonrası her hastanın Borg Skalası ile algılanan zorluk derecesi değerlendirildi. Egzersiz testi sonunda, bireyin testi tamamladığı ya da bırakmak zorunda kaldığı andaki maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş, egzersiz zorluk derecesi ve egzersiz süresi değerleri bilgisayar ortamında kaydedildi. Egzersiz testinin kaydedilmesinde ergoline rehab system 2 Version 1.08 SPI sistemi kullanıldı.

Şekil 3: Kol Ergometresi



3.1.2. Üst Ekstremitte Kas Gücü Ölçümü

Triceps kas gücü; dominant üst ekstremitede microFET3 (Hoggan Health Industries, Fabrication Enterprises, Inc) manuel kas gücü ölçüm cihazı kullanılarak kişilerin triceps kas güçleri kilogram cinsinden ölçüldü (şekil 4). Dirsek 90 derece fleksiyonda iken el bileğinin arka ulnar tarafına dinamometre cihazı yerleştirilerek kişilerin triceps kas güçleri ölçüldü. Her bireye 2 ölçüm yapıldı ve istatistiksel analizde ölçülen en yüksek ölçüm değerlendirmeye alındı. Kavrama gücü; dominant olan üst ekstremitte tarafında JAMAR hidrolik el dinamometresi (Sammons Preston, Rolyon, Bolingbrook) ile değerlendirildi. Bireyler omuzları abduksiyonda ve nötral rotasyonda, dirsekleri 90 derece fleksiyonda, önkol ve el bileği nötral konumda oturduğu sırada iki ardışık test gerçekleştirildi ve en yüksek kavrama gücü (kg) değerlendirilmeye alındı (şekil 5). Tüm değerlendirmeler aynı gün içinde ve aynı araştırmacı tarafından yapıldı.

Şekil 4: MicroFET3 Dinamometre



Şekil 5: Jamar Dinamometre



3. İSTATİKSEL YÖNTEM

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler aritmetik ortalama±standart sapma ve ortanca (minimum-maksimum), sözel yapıdaki veriler için sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Sayısal değişkenler bakımından iki grubun karşılaştırılmasında parametrik test varsayımları sağlandığında iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi, sağlanmadığında ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. İki sayısal değişken arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile incelendi ve tüm değerlendirmeler için $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya 19-40 yaş arasındaki 128 sağlıklı birey (61 erkek, 67 kadın) katıldı. Tüm katılımcıların yaş, VKİ, boy ve kilo ortalamaları Tablo 3'te verilmiştir. Grup 1 ve 2'nin yaş, cinsiyet, VKİ, boy ve vücut ağırlığı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla p=0,060; p=0,504; p=0,143; p=0,296; p=0,880).

69 bireyin D vitamini düzeyi 20 ng/ml değerinin altında iken 59 bireyin D vitamini 20 ng/ml değeri ve üstündeydi. Erkeklerin %44,9 si kadınların %55,1 inde D vitamini eksikliği tespit edildi.

Tablo 3: Gruplara göre Yaş, Cinsiyet, VKİ, Boy ve Vücut Ağırlığı Dağılımı

		Vitamin D < 20ng/ml	Vitamin D ≥ 20ng/ml	p
Yaş (yıl)		30(19/40)	31(19/40)	0,060
Cinsiyet	Erkek	31 %44,9	30 %50,8	0,504
	Kadın	38 %55,1	29 %49,2	
VKİ (kg/m ²)		24,7(19/36,2)	23,7(17,6/35,1)	0,143
Boy (cm)		168,7 ±10,5	170,5±9,8	0,296
Vücut Ağırlığı (kg)		70(48/112)	73(45/115)	0,586

SS: Standart sapma, **Min:** Minimum, **Maks:** Maksimum.

İki grubun 25(OH)D düzeyi ortalamaları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Grupların D vitamini ortalamaları

	Vitamin D < 20ng/ml (Min-Max)	Vitamin D ≥ 20ng/ml (Min-Max)	p
D vitamini (ng/ml)	13,4(3/19,4)	28,5(20/61)	<0,001

El kavrama gücü, triceps kas gücü ölçümü bakımından gruplar benzer bulundu ($p=0,288$; $p=0,180$). 2 grubun el kavrama gücü ve triceps kas gücü ortalamaları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Grupların el kavrama gücü ve triceps kas gücü ölçümü ortalamaları

	Vitamin D < 20 ng/ml	Vitamin D \geq 20 (ng/ml)	p
El kavrama gücü (kg)	36(20/75)	40(20/80)	0,288
Triceps kas gücü ölçümü (kg)	13(6,6/29,6)	13,8(7,2/29,6)	0,180

İstirahat sistolik kan basıncı, istirahat diyastolik kan basıncı, istirahat kalp hızları karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (sırasıyla $p=0,788$; $p=0,691$; $p=0,531$).

Test süresi, maksimum kalp hızı, hedeflenen yük, maksimum yük, maksimum iş ortalamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (sırasıyla $p=0,580$; $p=0,807$; $p=0,378$; $p=0,590$; $p=0,897$; $p=0,236$).

İki grubun egzersiz testi öncesi ve sonrası parametrelerinin ortalaması Tablo 6'te verilmiştir.

Tablo 6: Grupların egzersiz testi öncesi ve sonrası parametrelerinin ortalaması

	Vitamin D < 20 ng/ml	Vitamin D \geq 20 (ng/ml)	p
İstirahat kalp hızı (atım/dk)	84,45 \pm 12,28	85,36 \pm 13,44	0,691
İstirahat sistolik kan basıncı (atım/dk)	109(76/160)	109(75/140)	0,788
İstirahat diastolik kan basıncı (mm Hg)	66,75 \pm 10,07	65,61 \pm 10,50	0,531
Test süresi (dk)	10(5,18/10)	10(4,86/10)	0,580
Maksimum kalp hızı (atım/dk)	168(92/202)	168(122/192)	0,807
Hedeflenen yük (watt)	120(70/200)	120(70/210)	0,378
Maksimum yük (watt)	100(63/200)	105(49/170)	0,590
Maksimum iş (watt/kg)	1,5(0,4/2,1)	1,5(0,7/2)	0,897
Borg skalası (RPE)	16(11/19)	16(11/20)	0,236

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin 25(OH)D düzeyinin el kavrama gücü, triceps kas gücü, test süresi, maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş ve Borg skalası değerleri ile ilişkisi incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı (Tablo 7).

Tablo 7: Tüm katılımcıların 25(OH)D düzeylerinin kas güçleri ve egzersiz testi parametreleri ile ilişkisi

	Vitamin D	
	r	p
El kavrama gücü (kg)	,096	,281
Triceps kas gücü (kg)	,128	,150
Test süresi (sn)	,040	,653
Maksimum kalp hızı (atım/dk)	-,057	,522
Maksimum yük (watt)	-,005	,958
Maksimum iş (watt/kg)	,025	,777
Borg skalası	-,142	,109

Grup 1'in 25(OH)D düzeyinin el kavrama gücü, triceps kas gücü, test süresi, maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş ve Borg skalası değerleri ile ilişkisi incelendiğinde sadece maksimum kalp hızı ile negatif istatistiksel anlamlı korelasyon gözlenirken, diğer parametreler ile istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmadı (Tablo 8).

Tablo 8: Grup 1 (D vitamini < 20 ng/ml) için 25(OH)D ile kas güçleri ve egzersiz testi parametreleri ile ilişkisi

	Vitamin D	
	r	p
El kavrama gücü (kg)	,108	,378
Triceps kas gücü (kg)	,164	,179
Test süresi (sn)	,208	,087
Maksimum kalp hızı (atım/dk)	-,272	,024
Maksimum yük (watt)	,164	,179
Maksimum iş (watt/kg)	,093	,446
Borg skalası	-,160	,188

Grup 2'nin 25(OH)D düzeyi ile el kavrama gücü, triceps kas gücü, test süresi, maksimum kalp hızı, maksimum yük, maksimum iş ve Borg skalası değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı (Tablo 9).

Tablo 9: Grup 2 (D vitamini ≥ 20 ng/ml) için 25(OH)D ile kas güçleri ve egzersiz testi parametreleri ile ilişkisi

	Vitamin D	
	r	p
El kavrama gücü (kg)	-,036	,785
Triceps kas gücü (kg)	-,094	,480
Test süresi (sn)	,110	,409
Maksimum kalp hızı (atım/dk)	,050	,709
Maksimum yük (watt)	-,051	,701
Maksimum iş (watt/kg)	,042	,750
Borg skalası	-,019	,884

5. TARTIŞMA

D vitamini başlıca kemik ve kas dokusunda olmak üzere birçok dokuda görev alan, vücudumuz için önemli bir vitamindir [101]. D vitamini eksikliği tüm dünyanın problemi ve artık pandemi olarak tanımlanmaktadır [16]. Avrupa'da yer alan ülkelerde kış mevsimi döneminde genç erişkinlerin %40'ında, sağlıklı yaşlıların %8-60'ında 25(OH)D vitamini düzeyi 10 ng/ml'nin altındadır. Dünya üzerinde yaklaşık bir milyar insanın 25(OH)D değerlerinin 30 ng/ml'nin altında olduğu bildirilmiştir [102]. Normal şartlarda kemik sağlığı için günlük 20 ng/ml düzeyinde D vitamini yeterli olsa da, sporcularda bağışıklığı desteklemek ve egzersizle ilgili inflamasyonu azaltmak için 32-40 ng/ml gibi daha yüksek seviyelere ihtiyaç duyulabileceği bildirilmiştir [103].

D vitamini yetersizliğinin, fiziksel performans üzerine etkileri hakkında bilgiler günümüzde hala eksiktir. Hem düşük kardiyovasküler fitness hem de düşük serum D vitamini düzeyleri, kardiyovasküler nedenler ilk sırada olmak üzere genel mortalite ile ilişkili bulunmuştur. Ancak düşük D vitamininin sağlıklı yetişkinlerde kardiyovasküler fitness durumu ile ilişkili olup olmadığı konusu net değildir [104]. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, D vitamini ile fiziksel performans arasındaki ilişkiyi açıklamak için çeşitli mekanizmalar öne sürülmüştür [105-108]. D vitamini, kas dokusunda bulunan 25(OH)D reseptörüne bağlanarak hem genomik hemde genomik olmayan etkilerle esas olarak tip II kas liflerini etkileyerek kas dokusunun [108] işlevinde rol oynamaktadır. Artmış 25(OH)D seviyeleri kas proteini sentezi, ATP konsantrasyonu artışı ile ilişkili olduğu ve daha yüksek D vitamini seviyelerinin kas proteini dejenerasyonunu ve egzersizle oluşan miyaljileri azalttığı bildirilmiştir. 25(OH)D düzeylerinin artması ile özellikle yoğun egzersizle düzeyleri artan TNF alfa ve IL-6 gibi proinflamatuvar sitokinlerin seviyeleri azalmakta ve bireyler egzersize daha hızlı bir şekilde devam edilebilmektedir [106][109]. Tüm vücutta yaygın olarak bulunan VDR' ler, miyokard ve kardiyak iletim dokusunda da gösterilmiştir (110). Bu, kalsitriolün, çeşitli dokularda oksijen taşıma kabiliyeti ve oksijen kullanımı yoluyla maksimum oksijen alımı (VO₂max) ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (111). Biz de çalışmamızda submaksimal egzersiz tolerans testi ile sağlıklı kişilerin egzersiz kapasitelerini değerlendirdik. Sağlıklı

kişilerde D vitaminiyle fiziksel performans arasındaki ilişkiyi inceleyen önceki çalışmalar az sayıdadır ve sonuçları birbirleriyle çelişmektedir (108). Bu nedenle araştırmamızın amacı, sağlıklı kişilerdeki 25(OH)D düzeyi ile fiziksel performans parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bunun için sağlıklı yetişkinlerde D vitamini düzeyi ile üst ekstremitelerde kas gücü ve egzersiz kapasitesi arasında ilişki olabileceği hipotezini kurarak bu araştırmayı planladık.

Sağlıklı kişilerde fiziksel performansı belirlemenin en iyi ve en doğru yolu, maksimal fizik aktivite sırasında maksimum oksijen alımının (VO₂max) doğrudan ölçümüdür. Bununla birlikte, bu yöntem pahalıdır, zaman alıcıdır ve çoğu zaman gerçekleştirilmesi zor olmaktadır. Fiziksel performansı daha kolay değerlendirmek için uygulaması daha pratik olan submaksimal egzersiz testleri daha çok kullanılır [110]. Testin birincil amacı geleneksel olarak kalp hızı iş yükü ilişkisinden VO₂max veya VO₂pik değeri elde etmek ise de, hastanın egzersize verdiği yanıtın ek göstergeleri olan kalp hızı, kan basıncı, iş yükü, algılanan efor (RPE-Rated Perceived Exertion) gibi submaksimal ölçümler kişinin fonksiyonel egzersiz yanıtları hakkında değerli bilgiler veren diğer subjektif göstergelerdir [71][111][112].

Genel olarak önceki çalışmalarda, fiziksel olarak aktif olmayan bireylerde [104, 113, 114] 25(OH)D seviyeleri ile VO₂max arasında pozitif bir korelasyon gözlenmiştir ve profesyonel sporcularda yapılan çalışmalar ise yetersizdir. Sağlıklı denekler arasındaki önceki çalışmaların ana sınırlaması 25 yaşından küçük [113, 115] veya 65 yaşından büyük olan [113, 116-119] sınırlı yaş aralıklarını içermeleridir. Sadece 2 çalışma [104, 120] daha geniş bir yaş aralığını araştırmıştır. Bu çalışmaların ilki [104] bir çift kör bir klinik çalışmaya katılan 200 sağlıklı yetişkinde D vitamini seviyesini ve fitness düzeyini inceledi. Maksimum aerobik egzersiz kapasitesi (VO₂max) modifiye Balke treadmill egzersiz testi sırasında ergospirometre ile ölçüldü. Paffenbarger Fiziksel Aktivite Anketi kullanılarak günlük fiziksel aktivite değerlendirildi. Çalışma sonunda serum 25 (OH) D konsantrasyonu VO₂max ile pozitif olarak ilişkiliydi. Ayrıca 25 (OH) D seviyesi ile orta ve kuvvetli fiziksel aktivite (MVPA) arasında anlamlı bir bağlantı vardı. Sonuç olarak, bu çalışmada serum D vitamini düzeylerinin yetişkinlerde VO₂max'ı öngörebileceği ve ilişkinin fiziksel aktivitenin düşük olduğu kişiler arasında en fazla olduğu belirtilmiştir. Kaul ve ark.'nın yaptığı diğer çalışma ise, 25-hidroksivitamin D

25(OH)D ile kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET) ile ölçülen fiziksel kapasite arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Bu araştırmada toplam 2027 katılımcının egzersiz kapasitesi bisiklet ergometresi ile ölçülmüş ve 25(OH)D seviyeleri ile tüm kardiyopulmoner egzersiz kapasitesi parametreleri ile pozitif korelasyon saptanmıştır. Her iki grupta da 25(OH)D düzeyi yüksek olan kişiler, 25(OH)D düzeyi düşük olanlara göre daha yüksek egzersiz kapasitesi göstermiştir. Bu iki çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda D vitamini metabolizmasını etkileyebilecek ilaç kullanımı olanlar sorgulandı ve D vitamini metabolizmasını etkileyebilecek ilaç kullanımı olanlar ve parathormon, kalsiyum ve fosfor düzeyleri anormal olanlar çalışmaya dahil edilmediler. Ayrıca D vitamini için mevsimsel değişiklikler de dikkate alınarak D vitaminin daha düşük düzeylerde olduğu kış mevsiminde kişiler çalışmaya alınmadı. Ayrıca bizim çalışmamızda genç ve orta yaştaki bireyler çalışmaya dahil edilirken bu iki çalışmada genç, orta ve yaşlı popülasyonu içeren geniş bir yaş aralığı çalışmaya dahil edilmiştir. Bu nedenle bizim çalışmamızın bu iki çalışmadan farklı sonuçlanmasında yukarıda bahsedilen değişkenlerin etkisi olabilir.

Fitzgerald ve ark., 52 genç buz hokeyi oyuncusunda D vitamini düzeyi ve kardiyorespiratuar fitness arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Sporcularda koşubandı ile yapılan egzersiz testi ile en yüksek oksijen alımı (VO₂pik) ölçülmüştür. Buz hokeyi oyuncularının neredeyse % 38'inde D vitamini yetersizliği saptanmış ancak D vitamini düzeyi kardiyorespiratuar zindelik ile anlamlı bir korelasyon göstermemiştir [121]. Bu çalışmanın sonucu bizim çalışmamızla uyumluydu. Bizim çalışmamızda bu 3 çalışmadan farklı olarak VO₂max ölçümü ergospirometre ile ölçülmemiştir.

D vitaminin kardiyak rehabilitasyon programına etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada [109] kalp hastalığı olan 131 hastaya haftada 4 seans olmak üzere toplamda 20 seans kardiyak rehabilitasyon programı (KR) uygulanmıştır. Birincil sonlanım noktaları, 6 dakika yürüme mesafesi ve maksimum güç (6DYM, Pmax) olarak belirlenmiştir. Çalışma başlangıcında D vitamini eksikliği olan hastaların (n = 48, % 37) ilk 6 dakika yürüme testi mesafesi ve maksimum güç değerleri daha düşük bulunmuştur. Tedavi sonunda da bu fark korunmuştur. Bu araştırmanın bizim çalışmamızdan farkları; kalsiyum, fosfor ve paratiroid hormon seviyeleri ve 25(OH)D takviyesi gibi verilerin eksik olması ve kalp hastalığı olan kişilerde yapılan

retrospektif bir çalışma olmasıdır. Ancak, bu araştırmanın sonuçları, morbiditesi olan hastalarda D vitamininin kas performansı üzerine etkisinin daha önemli olabileceği görüşünü desteklemektedir.

Daha yüksek serum D vitamini konsantrasyonları, bazı [122-125] çalışmalarda daha fazla kas kuvveti ve performansı ile ilişkilendirilmişken, bu sonuç çalışmaların hepsinde [126-128] bulunmamıştır. Önceki bazı çalışmalarda el kavrama gücü[123, 127] veya diz ekstansiyon kuvveti [122, 124, 125] gibi üst ve alt ekstremitede tek kas grubu performansı ölçülmüştür. Mevcut literatür, D vitamini takviyesinin kaslardaki VDR sayısını ve kas performansını artırdığını ve kemik kırığı riskini azalttığını gösterse de, bu sonuçlar yine esas olarak yaşlılarda gösterilmiştir [42, 106]. Sporcularda ve genç popülasyonda yapılan çalışmaların sonuçları yetersizdir. Bazıları D vitamini desteğinin sporcularda kas kuvveti ve egzersiz kabiliyetleri üzerine olumlu etkileri olduğunu gösterirken [129], bazıları ise göstermemiştir[130]. Bizim çalışmamızda ise D vitamini düzeyi ile el kavrama gücü ve triceps kas gücü arasında ilişki bulunmamıştır. Forney ve ark.'nın [115] 39 fiziksel aktif öğrencide (20 kadın,19 erkek) D vitamininin vücut kompozisyonu, fiziksel fitness (VO₂max) ve kas gücü üzerine etkilerini incelediği çalışmada sadece erkek öğrencilerde 25(OH)D seviyesi >35 ng/ml ile VO₂max arasında pozitif korelasyon saptanırken, 25(OH)D seviyesi ile kuvvet veya güç parametreleri arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Dubnov-Raz ve ark. nın[131] 53 kadın ve erkekten oluşan profesyonel yüzücü grubunda yaptığı araştırmada; 12 hafta boyunca 2.000IU / gün D3 vitamini veya plasebo alımının kavrama gücüne etkisi gösterilememiştir. D vitamini takviyesini inceleyen başka bir araştırmada ise; 61 profesyonel sporcu ve 31 kontrolün karşılaştırılmasında, sekiz haftalık D vitamini desteği (5000 IU/gün) sonrasında serumda 25(OH)D'nin yükseldiği ve performans düzeylerinin geliştiği gözlenmiştir. Bu araştırmada yazarlar performansın artması için 25(OH)D düzeyinin >40 ng/ml olması gerektiğini ileri sürmüşlerdir [129]. Bizim araştırmamızda da 25(OH)D düzeyi normal olarak kabul edilen grupta bile ortalama 28.5 ng/ml idi. Sağlıklı bireylerde de tıpkı sporculardaki gibi daha yüksek D vitamini düzeylerinde egzersiz ve kas gücünde farklılık görülebilir. Bu çalışmaların sonuçlarına ve bizim çalışmamıza bakarak D vitamini düzeyi ve takviyesinin kas gücü üzerine etkisini henüz tam olarak açıklamak mümkün değildir.

Üst vücut egzersizlerine verilen fizyolojik tepkilere olan ilgi son yıllarda artmıştır. D vitaminiyle fiziksel performansı değerlendirmelerin çoğu koşu bandı ve bisiklet ile yapılmıştır ve bizim çalışmamız bir kol ergometresi kullanılarak D vitamini düzeyi ile fiziksel performansı değerlendiren ilk çalışmadır. Kol ergometresi, fiziksel aktivite sırasında ortaya çıkan tüm fizyolojik tepkileri değerlendirebilen güvenilir bir egzersiz şeklidir. Ancak, alt ekstremitte kaslarının kullanıldığı koşu bandı ve bisiklet egzersiz testlerine göre elde edilen maksimal ve submaksimal pik egzersiz seviyeleri daha düşük kalmaktadır. Koşu bandı ve bisiklet ile yapılan çalışmaların çoğunda D vitaminiyle fiziksel performans ilişkili iken bizim kol çalışmamızda D vitaminiyle fiziksel performans arasında ilişki bulunamaması, katılımcıların yeterince yüksek VO₂ düzeylerine ulaşamaması ile ilişkili olabilir. Üst ekstremiteler kasları alt ekstremitelere göre daha kondüsyonsuz olabileceği için D vitaminin üst ve alt ekstremitte egzersiz performansına etkisi farklı olabilir. Düzenli üst ekstremitte egzersizi yapan sağlıklı bireylerle yapmayanların karşılaştırıldığı bir araştırmanın sonucu bu açıdan daha iyi bilgi sağlayabilir.

Sonuç olarak; sağlıklı bireylerde kol ergometresi kullanılarak D vitamini düzeyinin egzersiz kapasitesine etkisinin olup olmadığını inceleyen daha fazla sayıda katılımcıyı içeren ve D vitamini replasmanı ile öncesi ve sonrası karşılaştırmaların yer aldığı randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

1. Aurbach, G.D., S.J. Marx, and A.M. Spiegel, Parathyroid hormone, calcitonin, and the calciferols, J.D. Wilson and D.W. Foster, Editors. 1992, Philadelphia: WB Saunders Co: Williams Textbook of Endocrinology, 8th edition. p. 1397–476.
2. Boland, R.L., VDR activation of intracellular signaling pathways in skeletal muscle. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2011. **347**(1-2): p. 11-6.
3. Arslan, M., et al., Ulusal obezite rehberi. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği Yayını, 1999: p. 1-24.
4. Akpınar, P. and A. İçağasıoğlu, D vitamininin yaşam kalitesi ile ilişkisi. *Türk Osteoporoz Dergisi*, 2012. **18**(1): p. 13-18.
5. Mesci, E., N. Mesci, and A. İçağasıoğlu, D vitamini eksikliğinin yorgunluk, gündüz uyku hali ve fiziksel aktivite düzeyi ile ilişkisi. *Turk J Phys Med Rehab*, 2016. **62**(3): p. 222-228.
6. Smith, P.M., M.J. Price, and M. Doherty, The influence of crank rate on peak oxygen consumption during arm crank ergometry. *Journal of Sports Sciences*, 2001. **19**(12): p. 955-960.
7. Smith, P.M., M. Doherty, and M.J. Price, The effect of crank rate strategy on peak aerobic power and peak physiological responses during arm crank ergometry. *Journal of Sports Sciences*, 2007. **25**(6): p. 711-718.
8. Schrieks, I.C., M.J. Barnes, and L.D. Hodges, Comparison study of treadmill versus arm ergometry. *Clinical Physiology Functional İmaging*, 2011. **31**(4): p. 326-331.
9. Grimaldi, A.S., et al., 25 (OH) vitamin D is associated with greater muscle strength in healthy men and women. *Medicine and Science In Sports and Exercise*, 2013. **45**(1): p. 157.
10. Ataş, A., A. Çakmak, and M.D. Soran, D vitamini metabolizması ve Rikets hastalığı. *Bakırköy Tıp Dergisi*, 2008. **4**(1): p. 1-7.
11. Bringhurst, F.R., Hormones and disorders of mineral metabolism. Williams Textbook of Endocrinology, 1998: p. 1155-1200.

12. Bringhurst, F.R., et al., Bone and mineral metabolism in health and disease, in Harrison's Principles Of Internal Medicine, D.L. Kasper, E. Braunwald, and A.S. Fauci, Editors. 2005: The Mcgraw-Hill Companies. p. 2218-2227.
13. Tanakol, R., D vitamini, in Endokrinoloji Metabolizma ve Beslenme Hastalıkları Geriatri İlavesi İle, E. Sencer, Editor. 2001, Nobel Tıp Kitapevi: Ankara. p. 569-581.
14. AYDIN, C.G., Sporcularda D vitamininin etkileri. Spor Hekimliği Dergisi, 2014. **49**(3): p. 111-122.
15. Holick, M.F., et al., Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 2011. **96**(12): p. 1911-1930.
16. Holick, M.F. and T.C. Chen, Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. The American Journal of Clinical Nutrition, 2008. **87**(4): p. 1080-1086.
17. Dursun, A., D vitamininin kemik metabolizması dışındaki etkileri. Beslenmede Yenilikler I-II, Katkı Pediatri Dergisi, 2007. **28**: p. 225-234.
18. Smith, C., A.D. Marks, and M. Lieberman, Kolesterolün emilmesi, sentezi, metabolizması ve yazgısı, in Temel Tıbbi Biyokimyası Klinik Yaklaşım 2. Baskı, C. Smith, A.D. Marks, and M. Lieberman, Editors. 2007: Ankara: Günes Tıp Kitabevleri. p. 619-613.
19. Oudshoorn, C., et al., Ageing and vitamin D deficiency: effects on calcium homeostasis and considerations for vitamin D supplementation. British Journal of Nutrition, 2009. **101**(11): p. 1597-1606.
20. Tellioğlu, A. and S. Başaran, Güncel bilgiler ışığında vitamin D. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 2013. **22**(2): p. 259-271.
21. Issa, L., G. Leong, and J. Eisman, Molecular mechanism of vitamin D receptor action. Inflammation Research, 1998. **47**(12): p. 451-475.
22. Ceglia, L., Vitamin D and skeletal muscle tissue and function. Mol Aspects Med, 2008. **29**(6): p. 407-14.
23. Geusens, P., et al., Quadriceps and grip strength are related to vitamin D receptor genotype in elderly nonobese women. Journal of Bone Mineral Research, 1997. **12**(12): p. 2082-2088.

24. Sözen, T., D hormon: Güncel gelişmeler. Hacettepe Tıp Dergisi, 2011. **42**: p. 14-27.
25. Öngen, B., C. Kabaroğlu, and Z. Parıldar, D Vitamini'nin biyokimyasal ve laboratuvar değerlendirmesi. Türk Klinik Biyokimya Dergisi, 2008. **6**(1): p. 23-31.
26. Anderson, P.H., et al., Vitamin D depletion induces RANKL-mediated osteoclastogenesis and bone loss in a rodent model. Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research, 2008. **23**(11): p. 1789-1797.
27. Wacker, M. and M.F. Holick, Vitamin D - effects on skeletal and extraskeletal health and the need for supplementation. Nutrients, 2013. **5**(1): p. 111-48.
28. Gupta, A. and P.D. Thompson, The relationship of vitamin D deficiency to statin myopathy. J Atherosclerosis, 2011. **215**(1): p. 23-29.
29. Sørensen, O., et al., Myopathy in bone loss of ageing: improvement by treatment with 1 α -hydroxycholecalciferol and calcium. J Clinical science, 1979. **56**(2): p. 157-161.
30. Freedman, L.P., Transcriptional targets of the vitamin D3 receptor—mediating cell cycle arrest and differentiation. J The Journal of nutrition, 1999. **129**(2): p. 581-586.
31. Sato, Y., et al., Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. J Cerebrovascular Diseases, 2005. **20**(3): p. 187.
32. Yoshikawa, S., et al., Osteomalacic myopathy. J Endocrinologia Japonica, 1979. **26**(Supplement): p. 65-72.
33. Al-Shoha, A., et al., Osteomalacia with bone marrow fibrosis due to severe vitamin D deficiency after a gastrointestinal bypass operation for severe obesity. J Endocrine Practice, 2009. **15**(6): p. 528-533.
34. Grimby, G. and B. Saltin, The ageing muscle. Clin Physiol, 1983. **3**(3): p. 209-18.
35. Bischoff-Ferrari, H.A., Relevance of vitamin D in muscle health. J Reviews in Endocrine Metabolic Disorders, 2012. **13**(1): p. 71-77.

36. De Boland, A.R. and R.L. Boland, Rapid changes in skeletal muscle calcium uptake induced in vitro by 1, 25-dihydroxyvitamin D₃ are suppressed by calcium channel blockers. *J Endocrinology*, 1987. **120**(5): p. 1858-1864.
37. Vazquez, G., A.R. De Boland, and R. Boland, Stimulation of Ca²⁺ release-activated Ca²⁺ channels as a potential mechanism involved in non-genomic 1, 25 (OH) 2-vitamin D₃-induced Ca²⁺ entry in skeletal muscle cells. *J Biochemical Biophysical Research Communications*, 1997. **239**(2): p. 562-565.
38. Ceglia, L., et al., Multi-step immunofluorescent analysis of vitamin D receptor loci and myosin heavy chain isoforms in human skeletal muscle. *Journal of Molecular Histology*. , 2010. **41**(2-3): p. 137-142.
39. Geusens, P., et al., Quadriceps and grip strength are related to vitamin D receptor genotype in elderly nonobese women. *J Bone Miner Res*, 1997. **12**(12): p. 2082-8.
40. Pfeifer, M., B. Begerow, and H.W. Minne, Vitamin D and muscle function. *Osteoporos Int*, 2002. **13**(3): p. 187-94.
41. Janssen, H.C.J.P., M.M. Samson, and H.J.J. Verhaar, Vitamin D deficiency, muscle function, and falls in elderly people. *J The American Journal of Clinical Nutrition*, 2002. **75**(4): p. 611-615.
42. Dawson-Hughes, B., Vitamin D and muscle function. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2017. **173**: p. 313-316.
43. Wimalawansa, S.J., Vitamin D and cardiovascular diseases: Causality. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2018. **175**: p. 29-43.
44. Lee, J.H., et al., Vitamin D deficiency: an important, common, and easily treatable cardiovascular risk factor? *Journal of the American College of Cardiology*, 2008. **52**(24): p. 1949-1956.
45. Lips, P., Vitamin D physiology. *J Progress In Biophysics Molecular Biology*, 2006. **92**(1): p. 4-8.
46. Bischoff-Ferrari, H.A., et al., Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *J The American Journal of Clinical Nutrition*, 2006. **84**(1): p. 18-28.

47. Mathieu, C. and L. Adorini, The coming of age of 1, 25-dihydroxyvitamin D3 analogs as immunomodulatory agents. *J Trends In Molecular Medicine*, 2002. **8**(4): p. 174-179.
48. Adorini, L., 1, 25-Dihydroxyvitamin D3 analogs as potential therapies in transplantation. *J Current Opinion In Investigational Drugs*, 2002. **3**(10): p. 1458-1463.
49. Cantorna, M.T., et al., Vitamin D status, 1, 25-dihydroxyvitamin D3, and the immune system. *J The American Journal of Clinical Nutrition*, 2004. **80**(6): p. 1717S-1720S.
50. Nagpal, S., S. Na, and R. Rathnachalam, Noncalcemic actions of vitamin D receptor ligands. *J Endocrine Reviews*, 2005. **26**(5): p. 662-687.
51. Mathieu, C., et al., Vitamin D and diabetes. *J Diabetologia*, 2005. **48**(7): p. 1247-1257.
52. Bouillon, R., Vitamin D: Photosynthesis, metabolism, and action to clinical applications. *J Endocrinology*, 2001.
53. Akdeniz, S., 60 yaş ve üzeri kadınlarda d vitamini düzeyi ile denge arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. 2012, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Uzmanlık Tezi: İzmir.
54. Bischoff-Ferrari, H.A., et al., Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged ≥ 60 y. *J The American Journal of Clinical Nutrition*, 2004. **80**(3): p. 752-758.
55. Chapuy, M.C., et al., Vitamin D3 and calcium to prevent hip fractures in elderly women. *N Engl J Med*, 1992. **327**(23): p. 1637-42.
56. Bischoff, H.A., et al., Effects of vitamin D and calcium supplementation on falls: a randomized controlled trial. *Journal of Bone Mineral Research*, 2003. **18**(2): p. 343-351.
57. Ross, A.C., et al., The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab*, 2011. **96**(1): p. 53-8.

58. Adams, J.S., et al., Resolution of vitamin D insufficiency in osteopenic patients results in rapid recovery of bone mineral density. *J The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 1999. **84**(8): p. 2729-2730.
59. Ginde, A.A., M.C. Liu, and C.A. Camargo, Demographic differences and trends of vitamin D insufficiency in the US population, 1988-2004. *J Archives of internal medicine*, 2009. **169**(6): p. 626-632.
60. Holick, M.F., Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*, 2007. **357**(3): p. 266-81.
61. Matsuoka, L.Y., et al., Sunscreens suppress cutaneous vitamin D3 synthesis. *J Clin Endocrinol Metab*, 1987. **64**(6): p. 1165-8.
62. Clemens, T.L., et al., Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesise vitamin D3. *Lancet*, 1982. **1**(8263): p. 74-6.
63. Chen, T.C., et al., Factors that influence the cutaneous synthesis and dietary sources of vitamin D. *J Archives of Biochemistry Biophysics*, 2007. **460**(2): p. 213-217.
64. Holick, M.F., et al., Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 2011. **96**(7): p. 1911-1930.
65. Holick, M., L. Matsuoka, and J. Wortsman, Age, vitamin D, and solar ultraviolet. *J The Lancet*, 1989. **334**(8671): p. 1104-1105.
66. Wortsman, J., et al., Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *J The American Journal of Clinical Nutrition*, 2000. **72**(3): p. 690-693.
67. Thompson, W.R., N.F. Gordon, and L.S. Pescatello, American College of Sports Medicine, ACSM' Guideline for Exercise Testing and Prescription. 2010: Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams&Wilkins.
68. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002. **166**(1): p. 111-7.
69. Nieman, D.C., Physical Fitness and Health Defined, in *Exercise Testing And Prescription: A Health Related Approach*. 7th ed. 2011, The McGraw-Hill Companies: New York. p. 3-16.
70. Cooper, C.B. and T.W. Storer, Egzersiz Testleri ve Yorumu, ed. A. Kayserilioğlu and H. Çavuşoğlu. 2003, İstanbul: Yüce Yayınları.

71. Health-Related Physical Fitness Testing and Interpretation, in ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, D. Riebe, Editor. 2018.
72. Lowis, H. Bisiklet ergometrisinde efor testi değerlendirmesi. in İkinci Ulusal Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Sempozyumu; 09-10.04.2015. Ankara/Türkiye.
73. Exercise Testing, in ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th ed, R.A. LSP, Editor. 2014: Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. p. 39-160.
74. Demirsoy, N., Kardiyovasküler fonksiyon testleri, in Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, Y.G.K. Mehmet Beyazova, Editor. 2011: Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. p. 727-43.
75. McKelvie, R.S. and N.L. Jones, Cardiopulmonary exercise testing. Clin Chest Med, 1989. **10**(2): p. 277-91.
76. Medicine ACoS. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 1991: Philadelphia: Lea & Febiger. p. 55-89.
77. Myers, J., et al., Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the american heart association. Circulation, 2009. **119**(24): p. 3144-61.
78. Peveler, W.W., Effects of saddle height on economy in cycling. J Strength Cond Res, 2008. **22**(4): p. 1355-9.
79. Peveler, W.W. and J.M. Green, Effects of saddle height on economy and anaerobic power in well-trained cyclists. J Strength Cond Res, 2011. **25**(3): p. 629-33.
80. Peveler, W.W., J.D. Ponders, and P.A. Bishop, Effects of saddle height on anaerobic power production in cycling. J Strength Cond Res, 2007. **21**(4): p. 1023-7.
81. Hambrecht, R.P., et al., Greater diagnostic sensitivity of treadmill versus cycle exercise testing of asymptomatic men with coronary artery disease. Am J Cardiol, 1992. **70**(2): p. 141-6.
82. Pollock, M.L., Exercise in health and disease. J Evaluation Prescription for Prevention Rehabilitation, 1990.

83. Myers, J., et al., Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *Journal of the American College of Cardiology*, 1991. **17**(6): p. 1334-1342.
84. Fletcher, G.F., et al., Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *J Circulation*, 1995. **91**(2): p. 580-615.
85. Demirsoy, N., Kardiyak Rehabilitasyon, in *Tıbbi Rehabilitasyon*. 3rd ed, H. Oğuz, Editor. 2015: İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri. p. 1043-59.
86. Örsçelik, A. and T. Aydın, Kardiyopulmoner fitness ve egzersiz fizyolojisi, in *Kardiyak ve Pulmoner Rehabilitasyon*, M. Uzun, Editor. 2014: İstanbul Tıp Kitabevi p. 291-302.
87. Dursun, H., Tedavi edici egzersizler, in *Tıbbi Rehabilitasyon*, H. Oğuz, Editor. 2015: İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri. p. 319-50.
88. Bayat, B., Elit Kısa Mesafe Koşucularının Ayak Bileği Esnekliği ve İzokinetik Kas Kuvvetinin Koşu Hızına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007.
89. Otman, A. and N. Köse, Egzersiz tedavisinde temel prensipler ve yöntemler. 2006, Meteksan A. Ş. p. 21-51.
90. Kaminsky, L.A., ACSM's health-related physical fitness assessment manual. 2013: Lippincott Williams & Wilkins.
91. Gökhan, N. and H. Çavuşoğlu, *Tıbbi Fizyoloji*, Guyton, 7. Basım. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi.
92. Otman, A.S. and N. Köse, *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*, 4. baskı. 2008: Ankara.
93. Parpucu, T.İ., Sağlıklı bireylerde el bileği çevre kas kuvvetinin değerlendirilmesinde dijital el dinamometresinin etkinlik ve güvenilirliğinin araştırılması. 2009, SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
94. May, L.A., R.S. Burnham, and R.D. Steadward, Assessment of isokinetic and hand-held dynamometer measures of shoulder rotator strength among individuals with spinal cord injury. *J Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 1997. **78**(3): p. 251-255.
95. Li, R.C., et al., The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. *J Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 2006. **87**(3): p. 411-417.

96. Cannell, J.J., et al., Athletic performance and vitamin D. *J Medicine Science in Sports Exercise*, 2009. **41**(5): p. 1102-1110.
97. Campbell, P.M.F. and T.J. Allain, Muscle strength and vitamin D in older people. *J Gerontology*, 2006. **52**(6): p. 335-338.
98. Ward, K.A., et al., Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *J The Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, 2009. **94**(2): p. 559-563.
99. Hamilton, B., Vitamin D and human skeletal muscle. *J Scandinavian Journal of Medicine Science In Sports*, 2010. **20**(2): p. 182-190.
100. Ogan, D. and K. Pritchett, Vitamin D and the athlete: risks, recommendations, and benefits. *J Nutrients*, 2013. **5**(6): p. 1856-1868.
101. Sercan, C., et al., Sporcu sağlığı ve atletik performansta D vitamini ve reseptörünün önemi. *J Clinical Experimental Health Sciences*, 2015. **5**(4): p. 259-264.
102. Holick, M.F., Vitamin D: extraskeletal health. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2010. **39**(2): p. 381-400, table of contents.
103. Larson-Meyer, D.E. and K.S. Willis, Vitamin D and athletes. *J Current Sports Medicine Reports*, 2010. **9**(4): p. 220-226.
104. Ardestani, A., et al., Relation of vitamin D level to maximal oxygen uptake in adults. *Am J Cardiol*, 2011. **107**(8): p. 1246-9.
105. Petchey, W.G., et al., Cardiorespiratory fitness is independently associated with 25-hydroxyvitamin D in chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2011. **6**(3): p. 512-8.
106. Ceglia, L., et al., A randomized study on the effect of vitamin D(3) supplementation on skeletal muscle morphology and vitamin D receptor concentration in older women. *J Clin Endocrinol Metab*, 2013. **98**(12): p. E1927-35.
107. Shuler, F.D., et al., Sports health benefits of vitamin d. *Sports Health*, 2012. **4**(6): p. 496-501.
108. Hamilton, B., Vitamin d and athletic performance: the potential role of muscle. *Asian J Sports Med*, 2011. **2**(4): p. 211-9.

109. Ucay, O., et al., Vitamin D deficiency related to physical capacity during cardiac rehabilitation. *Ann Phys Rehabil Med*, 2017. **60**(1): p. 2-5.
110. Bulthuis, Y., et al., Arm crank ergometer is reliable and valid for measuring aerobic capacity during submaximal exercise. *J Strength Cond Res*, 2010. **24**(10): p. 2809-15.
111. Vanga, S.R., et al., Role of vitamin D in cardiovascular health. *J The American journal of cardiology*, 2010. **106**(6): p. 798-805.
112. Dahlquist, D.T., B.P. Dieter, and M.S. Koehle, Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *J Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2015. **12**(1): p. 33.
113. Mowry, D.A., M.M. Costello, and K.A. Heelan, Association among cardiorespiratory fitness, body fat, and bone marker measurements in healthy young females. *J Am Osteopath Assoc*, 2009. **109**(10): p. 534-9.
114. Gregory, S.M., et al., Changes in vitamin D are not associated with changes in cardiorespiratory fitness. *J Age*, 2013. **44**: p. 16.4.
115. Forney, L.A., et al., Vitamin D status, body composition, and fitness measures in college-aged students. *J Strength Cond Res*, 2014. **28**(3): p. 814-24.
116. Toffanello, E.D., et al., Vitamin D and physical performance in elderly subjects: the Pro.V.A study. *PLoS One*, 2012. **7**(4): p. e34950.
117. Mathei, C., et al., No relation between vitamin D status and physical performance in the oldest old: results from the Belfrail study. *Age Ageing*, 2013. **42**(2): p. 186-90.
118. Houston, D.K., et al., Change in 25-hydroxyvitamin D and physical performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2011. **66**(4): p. 430-6.
119. Houston, D.K., et al., Association between vitamin D status and physical performance: the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2007. **62**(4): p. 440-6.
120. Kaul, A., et al., Vitamin D is associated with cardiopulmonary exercise capacity: results of two independent cohorts of healthy adults. *Br J Nutr*, 2016. **115**(3): p. 500-8.

121. Fitzgerald, J.S., et al., Vitamin D status and V[combining dot above]O₂peak during a skate treadmill graded exercise test in competitive ice hockey players. *J Strength Cond Res*, 2014. **28**(11): p. 3200-5.
122. Dhesi, J.K., et al., Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age Ageing*, 2004. **33**(6): p. 589-95.
123. Foo, L.H., et al., Low vitamin D status has an adverse influence on bone mass, bone turnover, and muscle strength in Chinese adolescent girls. *J Nutr*, 2009. **139**(5): p. 1002-7.
124. Gerdhem, P., et al., Association between 25-hydroxy vitamin D levels, physical activity, muscle strength and fractures in the prospective population-based OPRA Study of Elderly Women. *Osteoporos Int*, 2005. **16**(11): p. 1425-31.
125. Ward, K.A., et al., Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 2009. **94**(2): p. 559-63.
126. Annweiler, C., et al., Is there an association between serum 25-hydroxyvitamin D concentration and muscle strength among older women? Results from baseline assessment of the EPIDOS study. *J Nutr Health Aging*, 2009. **13**(2): p. 90-5.
127. Ceglia, L., et al., Serum 25-hydroxyvitamin D concentration and physical function in adult men. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2011. **74**(3): p. 370-6.
128. Verreault, R., et al., Low serum vitamin d does not predict new disability or loss of muscle strength in older women. *J Am Geriatr Soc*, 2002. **50**(5): p. 912-7.
129. Close, G.L., et al., Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healthy adults during the winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. *J Sports Sci*, 2013. **31**(4): p. 344-53.
130. Fairbairn, K.A., et al., Vitamin D₃ supplementation does not improve sprint performance in professional rugby players: a randomized, placebo-controlled, double-blind intervention study. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.*, 2018. **28**(1): p. 1-9.
131. Dubnov-Raz, G., et al., Vitamin D concentrations and physical performance in competitive adolescent swimmers. *J Pediatric Exercise Science*, 2014. **26**(1): p. 64-70.

7. EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı



T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 14/02/2019
TOPLANTI NO : 2019/04

KARARLAR :

- 12- Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2019-32-14/02 Protokol no'lu "Sağlıklı Yetişkinlerde D Vitamini'nin Üst Ekstremitelerde Egzersiz Kapasitesi ve Kas Gücü Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi" konulu çalışmasının Etik Kurul İlkelerine uygun olduğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Günnur ÖZBAKIŞ DENGİZ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Ek 2: Asgari Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

	ASGARI BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Doküman Adı: KADB-F.23-R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 1/3
		Onaylayan: Daire Başkanı

Sayın	Tarih:	Versiyon-I
<p>Sizi Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Kliniği n’de yürütülen “<i>Sağlıklı Yetişkinlerde D Vitamininin Üst Ekstremité Egzersiz Kapasitesi Ve Kas Gücü Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi</i>” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmamızın niçin ve nasıl yapılacağını, bu araştırmamızın gönüllü katılımcılara getireceği olası faydaları, riskleri ve rahatsızlıklarını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. İsterseniz bu bilgileri aileniz, yakınlarınız ve/veya doktorunuzla tartışınız. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, gerekli yerleri siz, doktorunuz ve kuruluş görevlisi bir tanık tarafından doldurup imzalanmış bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir.</p> <p>Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahipsizsiniz. Ayrıca sorumlu araştırmacı gerek duyarsa sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmama, çalışmadan çıkma veya çıkarılma durumlarında bir ceza veya tedaviniz ve klinik izleminizde hakkınız olan yararların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır.</p> <p>Araştırma konusuyla ilgili ve sizin araştırmaya katılmayı devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde, siz veya yasal temsilciniz zamanında bilgilendirilecektir.</p> <p>Araştırmamızın yürütücülerini, Etik Kurul Üyeleri, Sağlık Bakanlığı ve diğer ilgili sağlık otoriteleri sizin bu araştırmadaki tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişebileceklerdir; ancak kimlik bilgileriniz kesinlikle gizli tutulacaktır ve bu çalışmadan elde edilen bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.</p>		
Araştırma Sorumlusu Prof.Dr. Selda Sarıkaya		

<p>Araştırmanın Amacı: Çalışmamızın amacı sağlıklı kişilerde D vitamininin üst ekstremité (kolların) egzersiz kapasitesi ve kas gücü üzerine etkisini değerlendirmektir.</p>

<p>İzlenecek Olan Yöntem ve Yapılacak İşlemler:</p> <p><i>Çalışmamıza Bülent Ecevit Üniversitesi tıp fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon polikliniğine farklı nedenlerle başvuran ve D vitamin düzeyi incelenen 18-40 yaş arası kadın ve erkek toplamda 260 sağlıklı kişi alınacaktır.</i></p> <p><i>Çalışmaya katılmamız durumunda cinsiyet, yaş, meslek gibi bilgileriniz, günlük yaşantıdaki aktivite durumumuz, yazarken ve yemek yediğinizde en çok kullandığımız eliniz, alkol sigara kullanımı gibi bilgileriniz kaydedilecektir.</i></p> <p><i>Araştırmaya dahil olmanız durumunda vitamin d düzeyi normal olanlar veya düşük olanlar olarak ayrılan 2 gruptan birine dahil edileceksiniz. Kollarınızın egzersiz kapasiteleri kol bisikleti ile yapılacak 10 dakikalık egzersiz testi ile değerlendirilecektir. Test öncesinde kalp grafinizin çekimi ve istirahat kalp hızımız, kan</i></p>
--

	ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Doküman Adı: KADB-F.23-R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 2/3
		Onaylayan: Daire Başkanı

basıncınız ve kandaki oksijen değeri ölçümünüz yapılacaktır. Yapılan egzersiz testinden şu bilgiler elde edilecektir: egzersiz testiyle elde edilen en fazla kalp hızı ve iş yükü, egzersiz zorluk derecesi, egzersiz süresi. Test sonrasında kollarınızın kas gücü değerlendirilmesi amacıyla dinamometre cihazı ile üst kol kas gücü ölçümü ve el kavrama gücü ölçümü yapılacaktır. Tüm değerlendirme ölçükleri aynı araştırmacı tarafından, çalışmaya katılan kişilerle görüşülerek aynı gün içinde doldurulacaktır.

Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği

Araştırmanın Süresi: 6 ay
Katılması Beklenen Gönüllü Sayısı: 260

Size Getirebileceği Olası Faydalar:
Kollarınızın egzersiz kapasitesini ve kas gücünüzü öğrenmek

Size Getirebileceği Ek Risk ve Rahatsızlıklar:
Test sırasında göğüs ağrısı, kan basıncı düşmesi veya yükselmesi, nefes darlığı gelişebilir. Bu durumlar olduğunda test gözetiminde olan doktor tarafından egzersiz testiniz sonlandırılacaktır ve gerekli müdahaleniz yapılacak ve gözleme alınacaksınız.

Çalışmaya Katılan Araştırmacılar:
- Selda Sarıkaya
- Burcu Saruhan
- Füzün Öztürk

İletişim Kurulacak Kişi(ler):
Araştırma hakkında, kendi haklarınız hakkında veya araştırmayla ilgili daha fazla bilgi temin edebilmeniz veya meydana gelebilecek herhangi bir olumsuz durum için günün 24 saatinde 05056038014.....no'lu telefondan Dr. Burcu Saruhan..... 'a ulaşabilirsiniz. Araştırma konusuyla ilgili ve araştırmaya katılmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde siz veya yasal temsilcisinin zamanında bilgilendirilebileceksiniz

Ben,.....[gönüllünün adı, soyadı (kendi el yazısı ile)]

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. Çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi ve araştırmadan ayrıldığım zaman mevcut tedavimin olumsuz yönde etkilenmeyeceğini biliyorum.

Bu koşullarda;

	ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Doküman Adı: KADB-F.23-R.00
		Yayın Tarihi: 18.04.2013
		Sayfa No: 3/3
		Onaylayan: Daire Başkanı

- Söz konusu Klinik Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı (çocuğumun/vasimim bu çalışmaya katılmasını) kabul ediyorum.
- Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurum kuruluşların erişebilmesine,
- Çalışmada elde edilen bilgilerin (*kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile*) yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz ve/veya ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

"[.....] çalışması kapsamında alınan biyolojik örneklerimin (kan, idrar vb.);
(Gönüllü tarafından uygun olan şık işaretlenmelidir)

- Sadece yukarıda bahsi geçen çalışmada kullanılmasına izin veriyorum
- İleride yapılması planlanan tüm çalışmalarda kullanılmasına izin veriyorum.
- Biyolojik materyallerimin analizlerinin yurtdışında yapılmasına izin veriyorum.
- Hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum.

Gönüllünün (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Adresi:

(varsa Telefon No, Faks No):

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../....

Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı Soyadı:

İmzası:

Adresi:

Varsa Telefon No, Faks No:

Tarih (gün/ay/yıl): .../.../....

Onay Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin

Adı-Soyadı:

İmzası:

Görevi:

Tarih (gün/ay/yıl):.../.../....

Açıklamaları Yapan Kişinin

Adı-Soyadı:

İmzası:

Tarih (gün/ay/yıl):.../.../....

NOT: Bu formun bir kopyası gönüllüde kalacak, diğer kopyası ise hasta dosyasına yerleştirilecektir. Hasta dosyası veya protokol numarası olmayan sağlıklı gönüllülerden alınacak onam formunun bir kopyası mutlaka sorumlu araştırmacı tarafından saklanacaktır.

Ek 3: Hasta Değerlendirme Parametreleri

Algılanan Eforun Derecelendirilmesi İçin Borg Skalası

Test esnasında hissettiğiniz eforu skalayı kullanarak belirtiniz. Örneğin, egzersizin direnç ve ağırlığını tabloda gösterildiği gibi numaraları seçerek tanımlayınız.

6	Hiçbir Şekilde zorlama yok
7	Son derece hafif
8	
9	çok hafif
10	
11	Hafif
12	
13	Kısmen ağır
14	
15	Ağır
16	
17	çok ağır
18	
19	çok fazla ağır
20	En st düzeyde ağır

Başka insanların düŐündükleri değil, sizin hissettikleriniz ve yaŐadıęınız zorlanma düzeyi önemlidir. Skalaya bakınız ve numaralardan birini iŐaretleyiniz.