

Adınızı soyadınızı giriniz

Tez kabul edildikten sonra yapılan **sabit ciltte sırt yazısı** bu şablona göre yazılacak. Yazılar tek satır olacak
Cilt sırtı yazıların yönü yukarıdan aşağıya
(sol yandaki gibi) olacak .

Tez, Yüksek Lisans'sa, YÜKSEK LİSANS TEZİ;
Doktora ise DOKTORA TEZİ ifadesi kalacak

Tez Sınavının yapılacağı yılı yazınız

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**SPOR YAPAN AMPÜTE BİREYLERDE FİZİKSEL
KONDİSYON VE İZOKİNETİK TEST
PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

FUNDA ARIKAN AKÜZÜM

**DANIŞMAN
PROF. DR. SAFİNAZ ALBAYRAK YILDIZ**

**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ PROGRAMI**

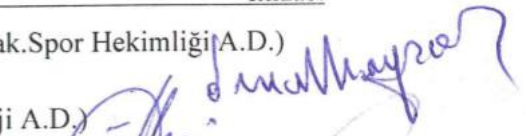
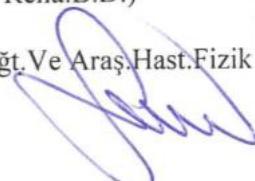
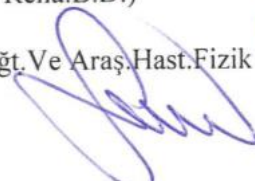
İSTANBUL-2019

TEZ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Hekimliği Anabilim Dalı Egzersiz Fiziyojisi Programında Fzt.Funda ARIKAN AKÜZÜM tarafından hazırlanan "Spor Yapan Ampute Bireylerde Fiziksel Kondisyon ve İzokinetik Test Parametrelerinin Değerlendirilmesi " başlıklı Yüksek Lisans tezi, yapılan tez sınavında Jürimiz tarafından başarılı bulunarak kabul edilmiştir.

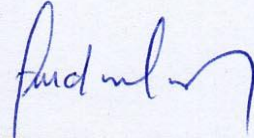
29 / 04 / 2019

Tez Sınav Jürisi

Ünvanı Adı Soyadı (Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı)	İmzası
1.Prof. Dr.Safınaz YILDIZ- Tez Danışmanı (İst. Üniv.İst.Tıp Fak.Spor Hekimliği A.D.)	
2.Prof. Dr.Gökhan METİN (İst.Üniv.Cerrahpaşa- CTF. Fiziyojisi A.D.)	
3.Prof. Dr.Ömer KURU (Sağlık Bil.Üniv. Okmeydanı Eğt.Ve Araş. Hast.Fizik Ted.Ve Reha. Böl.)	
4.Prof.Dr.Feryal SUBAŞI (İst.Yeditepe Üniv.Sağlık Bil.Fak.Fizik Ted.Ve Reha.B.D.)	
5.Doç.Dr.Selcen KANYILMAZ TURGUT(Sağlık Bil.Üniv.Okmeydanı Eğt.Ve Araş.Hast.Fizik Ted.Ve Reha.Böl.)	

BEYAN

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

**FUNDA ARIKAN AKÜZÜM**

İTHAF

Anneme, babama, eşime ve tüm engellere rağmen
hayata pozitif bakanlara ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince karşılaştığım zorluklar karşısında beni destekleyen ve çözümler üreten, tez çalışmam boyunca her türlü desteği sunan değerli tez danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Safinaz Albayrak Yıldız'a,

Eğitimim süresince bana yol gösteren ve rehabilitasyonda farklı bakış açısı kazanmamı sağlayan Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Hocam Prof. Dr. Bülent Bayraktar'a,

Tez çalışmam süresince çalışmanın gerçekleşmesine öncülük eden ve yardımını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Erdem Kaşıkçıoğlu'na,

Bilimsel çalışmalarıyla bize örnek olan Sayın Hocam Prof. Dr. Gökhan Metin'e,

Çalışmaya dahil edilen katılımcılara ulaşmamda desteğini esirgemeyen ve yol gösteren Sayın Doç. Dr. Yaşar Tatar ve ekibine,

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tez çalışmamda; her türlü desteğini esirgemeyen ve yol gösteren Sayın Egz. Uzm. Türker Şahinkaya'ya,

Tez çalışmamda; klinik bilgi ve tecrübesiyle, pozitif yaklaşımlarıyla, her türlü desteğini ve yardımını esirgemeyen Sayın Uzm. Dr. Sertaç Yakal'a,

Eğitimim süresince yardımlarından ve pratik yaklaşımlarındaki iyi niyetinden dolayı Sayın Uzm. Dr. Şensu Dinçer'e,

Birlikte olmaktan her zaman keyif aldığım tüm Spor Hekimliği Anabilim Dalı asistanları, fizyoterapistleri ve personeline,

Bana her türlü desteği sunan Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi ekibine,

Beni bugünlere getiren ve desteklerini her zaman hissettiğim canım aileme,

Tez çalışmamda benim kadar emeği olan, inancını hiçbir zaman yitirmeyen sevgili, biricik eşime teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	iii
BEYAN.....	iv
İTHAF.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ampütasyon	3
2.2. Ampütelerde Spor ve Egzersizin Önemi.....	4
2.3. Ampüte Futbolu	6
2.3.1. Türkiye’de Ampüte Futbolunun Kısa Tarihi	8
2.3.2. Ampüte Futbolun Kuralları	8
2.4. Sporcularda Fiziksel Kondisyon Değerlendirmesi	10
2.4.1. Vücut Kompozisyonu	11
2.4.1.1. Vücut Kütle İndeksi	12
2.4.1.2. Vücut Yağ Oranı Ölçümü	12
2.4.2. Postüral Stabilite	14
2.4.2.1. Postüral Stabilitenin Değerlendirilmesi	15
2.4.3. İzokinetik Kas Kuvvet ve Dayanıklılık Ölçümü.....	16
2.4.3.1. Gövde Kas Kuvvetinin İzokinetik Dinamometre ile Değerlendirilmesi.....	18
2.4.3.2. Ampütelerde Kas Kuvvetinin İzokinetik Dinamometre Değerlendirilmesi.....	18
2.4.4. Futbolun Solunum Fonksiyonlarına Etkisi	20
2.5. Fonksiyonel Değerlendirmede Kardiyopulmoner Egzersiz Testi.....	21
2.5.1. Futbolda Kardiyorespiratuvar Fitness Düzeyinin Değerlendirilmesinin Önemi.....	24

2.5.2. Futbolda Fizyolojik Testlerin Gerekçesi.....	25
2.5.3. Aerobik Kapasite Tayini İçin Kullanılan Laboratuvar Testleri	26
2.5.4. Kullanılan Egzersiz Test Protokolleri	27
2.5.5. KPET Fizyolojik Yanıtlar	29
2.5.5.1. Metabolik Aktivite	29
2.5.5.2. Hemodinamik Yanıtlar	36
2.5.5.3. Ventilatuvar Yanıtlar.....	37
2.5.5.4. Gaz Değişimleri	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	41
3.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri;.....	41
3.2. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;.....	42
3.3. Demografik Veri	44
3.4. Vücut Kompozisyonu	44
3.4.1. Vücut Kütle İndeksi (VKİ)	44
3.4.2. Vücut Yağ Yüzdesi	44
3.5. Tek Ayak Postüral Stabilite Testi	45
3.6. İzokinetik Kas Kuvvet ve Dayanıklılığı Ölçümü.....	47
3.7. Solunum Fonksiyon Testi	49
3.8. Kardiyopulmoner Performans Egzersiz Testi	50
3.8.1. Egzersiz Testine Hazırlık	50
3.8.2. EKG Monitörizasyonu	50
3.8.3. Kan Basıncı Monitörizasyonu.....	50
3.8.4. Koşu Bandı Testi.....	50
3.8.5. Kol Ergometri Bisiklet Testi	52
3.9. İstatistiksel Değerlendirme	53
4. BULGULAR.....	54
5. TARTIŞMA	64
KAYNAKLAR	77
FORMLAR	89
ETİK KURUL KARARI	94
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	95
ÖZGEÇMİŞ	96

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: Ambulasyon sırasında harcanan enerji miktarındaki artış.....	5
Tablo 2-2: Vücut kütle indeksi sonuçlarının sınıflandırılması.....	12
Tablo 2-3: Erkeklerde yaşa göre vücut yağ yüzdesi değerleriyle fitness düzeyinin derecelendirmesi.....	13
Tablo 2-4: Aktivite düzeyine göre tahmini VO ₂ maks değerleri.....	23
Tablo 2-5: Futbolda kondisyon düzeyini belirleme sebepleri.....	26
Tablo 2-6: Koşu bandı ve bisiklet karşılaştırması.....	27
Tablo 3-1: İzokinetik test protokolü.....	49
Tablo 3-2: Bruce protokolü.....	52
Tablo 4-1: Ampüte kontrol ve sporcu katılımcıların demografik verileri.....	54
Tablo 4-2: Kontrol ve sporcu katılımcıların amputasyon yaşı, bölgesi, tarafı ve nedenine göre sınıflandırılması.....	55
Tablo 4-3: Sporcu grubun spor yaşı ve antrenman süresine ait bilgiler.....	55
Tablo 4-4: Kontrol ve sporcu katılımcıların vücut yağ miktarı ve % değerlerinin karşılaştırılması.....	56
Tablo 4-5: Kontrol ve sporcu katılımcıların tek ayak postüral stabilite indeks değerlerinin karşılaştırılması.....	57
Tablo 4-6: Kontrol ve sporcu katılımcıların gövde fleksör kaslarının 60 ⁰ /sn ve 90 ⁰ /sn açısal hızlarda pik tork ve %BW değerlerinin karşılaştırılması.....	58
Tablo 4-7: Kontrol ve sporcu katılımcıların gövde ekstansör kaslarının 60 ⁰ /sn ve 90 ⁰ /sn açısal hızlarda pik tork ve %BW değerlerinin karşılaştırılması.....	58
Tablo 4-8: Kontrol ve sporcu katılımcıların solunum fonksiyon testi değerlerinin karşılaştırılması.....	59
Tablo 4-9: Kontrol ve sporcu katılımcıların kalp hızı değerlerinin karşılaştırılması.....	60
Tablo 4-10: Kontrol ve sporcu katılımcıların sistolik ve diyastolik kan basıncı değerlerinin karşılaştırılması.....	60
Tablo 4-11: Kontrol ve sporcu katılımcıların anaerobik eşik değerdeki kalp hızı, yaşa bağlı maksimum kalp hızının % değeri ve egzersiz süresi değerlerinin karşılaştırılması.....	61
Tablo 4-12: Kontrol ve sporcu katılımcıların gaz değişim değerlerinin karşılaştırılması.....	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Ventilatuvar eşiği tanımlamada kullanılan V-slope yöntemi.....	35
Şekil 2-2: Sağlıklı bireylerde egzersiz yanıtını gösteren 9 ayrı grafik.....	40
Şekil 3-1: Akış diyagramı.....	43
Şekil 3-2: Holtain marka skinfold cihazı ile deri kıvrım kalınlığı ölçümü.....	45
Şekil 3-3: Biodeks stabilite sistemi ekranı.....	46
Şekil 3-4: Tek ayak üstünde postüral stabilite ölçüm testi.....	47
Şekil 3-5: İzokinetik dinamometre ile gövde kas gücü ölçümü.....	48
Şekil 3-6: Solunum fonksiyon testi ölçümü.....	49
Şekil 3-7: Koşu bandı kullanılarak yapılan kardiyopulmoner performans testi.....	51
Şekil 3-8: Kol bisiklet ergometrisi kullanılarak yapılan kardiyopulmoner performans testi.....	53

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

J-P: Jackson-Pollock yöntemi

RPM: Revolutions per minute- dakikadaki devir sayısı

Pik tork: En yüksek kuvvet değeri

%BW: Vücut ağırlığına yüzdesi

Pik tork %BW: Yapılan en yüksek güç değerinin vücut ağırlığına göre yüzdesi

FVC: Zorlu vital kapasite

FEV1: 1. Saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim

FEV1/FVC: Bir saniyede yapılabilen ekspirasyonun yüzde değeri

PEF: Tepe ekspiratuar akım hızı

FEF25-75: Zorlu ekspiratuar orta akım hızı

MVV: Maksimum istemli ventilasyon

KPET: Kardiyopulmoner egzersiz testi

VO₂ maks: Maksimum oksijen tüketim hacmi

PikVO₂: Pik oksijen tüketim hacmi

VE: Dakika Ventilasyon Hacmi

PikVE: Pik Dakika Ventilasyon Hacmi

AnVE: Anaerobik Dakika Ventilasyon Hacmi

VE/VO₂: Oksijen için ventilatuvar ekivalanı

VE/VCO₂: Karbondioksit için ventilatuvar ekivalanı

RER: Solunum gazlarının değişim oranı

ÖZET

Arıkan Aküzüm Funda. Spor Yapan Ampüte Bireylerde Fiziksel Kondisyon ve İzokinetik Test Parametrelerinin Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Hekimliği ABD. Egzersiz Fizyolojisi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.2019.

Çalışma, ampüte bireylerin spora katılımının fiziksel kapasite üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Yaşları 18-45 yıl arasında değişen; Kontrol Grup (sedanter ampüte), (n=11) ve Sporcu Grup (ampüte futbolcu), (n=35) olarak toplam 46 ampüte birey ile çalışıldı.

Katılımcıların skinfold ile vücut kompozisyonları değerlendirildi. Biodeks Stabilite Sistemiyle postüral stabilite, Cybex Humac Norm 2 dinamometreyle 60°/sn ve 90°/sn açısal hızlarda gövde kas gücü ve dayanıklılık ölçüldü ve değerlendirildi. Breath-by-breath yöntemi kullanılarak kardiyopulmoner performans testi ile aerobik kapasiteleri değerlendirildi. Solunum fonksiyon parametreleri incelendi. Sporcu Grupta, vücut yağ yüzdeleri daha az olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$). Triceps, uyluk ve baldır bölgelerinin deri kıvrım kalınlığı Sporcu Grup katılımcılar lehine azalmıştı ($p<0.05$). Tek ayak, postüral stabilite salınım değerleri Sporcu Grupta anlamlı olarak az bulundu ($p<0.05$). Sporcu Grup ampütelerin daha yüksek gövde kas kuvvetine ve enduransına sahip oldukları belirlendi ($p<0.05$). Futbolcu ampüte katılımcıların MVV (%) ve PEF (%) değerleri anlamlı derecede gelişmişti ($p<0.05$). Kardiyopulmoner performans egzersiz testi sonuçlarına göre; Sporcu Grubun egzersiz sırasında ulaştıkları maksimum kalp hızı ve maksimum sistolik kan basıncı değerleri istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptandı ($p<0.05$). Sporcu Grup katılımcıların maksimum diyastolik kan basıncı anlamlı olarak azalmıştı ($p<0.05$). Sporcu Grubun daha uzun süre egzersiz yapabildiği ($p<0.05$), egzersiz süresince tüketilen oksijen miktarının ve üretilen karbondioksit miktarının anlamlı olarak daha yüksek olduğu ($p<0.05$), anaerobik eşik değerdeki ventilasyon ve gaz değişim değerlerinin de yüksek olduğu saptandı ($p<0.05$). Sonuç olarak, spor yapan ampüte futbolcuların aerobik güç ve kapasitelerinin, gövde kas kuvveti ve dayanıklılıklarının, denge stabilitelerinin, spor yapmayan ampüte bireylere göre, daha gelişmiş olduğu saptandı. Sonuçta ampüte bireylerin spora katılımının fiziksel performans gelişimi üzerinde belirgin pozitif etkileri olduğunu söyleyebiliriz.

Anahtar kelimeler: ampüte, futbol, kondisyon, kardiyopulmoner, izokinetik

ABSTRACT

Arıkan Aküzüm Funda. Evaluation of Physical Fitness and Isokinetic Test Parameters of Amputee in Sports. Istanbul University, Institute of Health Sciences, Sports Medicine Department, Master Thesis in Exercise Physiology, Istanbul 2019.

This study was designed to investigate the effect of participation in sports on functional capacity of amputees. Ranging from 18 to 45 years; control group (sedantary amputee), (n=11) and sports group (amputee football player), (n=35) a total of 46 amputees were studied. The body composition of the participants were evaluated with skinfold. Postüral stability with Biodex Stability System, trunk muscles strength and endurance with Cybex Humac Norm 2 dynamometer at angular velocities of 60⁰/sec and 90⁰/sec were measured. Aerobic capacities were evaluated by cardiopulmonary performance exercise test with Breath-by-breath method. Pulmonary function parameters were examined. Although the body fat percentage was less in the sports group, it wasn't statistically significant. The skin fold thickness of the triceps, thigh and calf regions decreased in favor of the participants of the sports group (p<0.05). Single stance postüral stability values were significantly lower in the sports group (p<0.05). Sports Group had higher trunk muscles strength and endurance (p<0.05). MVV (%) and PEF (%) values increased significantly in sports group (p<0.05). According to cardiopulmonary exercise test results; maximum heart rate and maximum systolic blood pressure values were found to be statistically higher in the sports group (p<0.05). Maximum dyastolic blood pressure of the sports group participants decreased significantly (p<0.05). It was found that sports group could exercise longer and carbondioxide output and oxygen consumption were significantly higher during exercise test in sports group (p<0.05). Anaerobic threshold ventilation and gas exchange values were also found to be higher in the sports group (p<0.05).

As a result, it was determined that aerobic capabilities and power, postüral stability and trunk muscles strength, balance stability of sports amputee players were more advanced than non-sport amputees. Ultimately, we can say that disabled person who participates sports regularly has positive effects on the development of physical performance.

Key words: amputee, football, condition, cardiopulmonary, isokinetic

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kas-iskelet sisteminin biyomekaniğinin bozulmasına neden olan üst-alt ekstremite amputasyonu; fiziksel, psikolojik ve mesleki kayıplara yol açan majör bir travmadır. Meydana gelen fiziksel kayıplar sonucunda vücutta kompensatuar hareketler görülür (1). Yerçekimi merkezinin değişmesi yürüme, koşma gibi aktivitelerin azalmasına ve aynı zamanda enerji tüketiminin artmasına neden olarak, yorgunluk oluşumunu hızlandırır. Bu fonksiyonel yetersizliklerle birlikte algılanan vücut imajındaki değişiklikler sonucunda depresyon eğilimi artabilir ve sosyal hayata katılımında zorluk yaşanabilir (2). Üst-alt ekstremite amputasyonuna bağlı olarak görülen adım aralığında ve yürüme mesafesinde azalma, enerji ihtiyacında artma, proteze uyum sağlamada zorluk, güdükte meydana gelen atrofi, eklem limitasyonu gibi problemler fiziksel aktivite yeteneğinin kaybına neden olurken; immobilizasyona zemin hazırlar. Immobilizasyona bağlı komplikasyonların gelişmesinin sonucunda genel sağlık durumunda bozulma meydana geldiği bildirilmektedir (3, 4).

Engelli bireylerin sportif aktivitelere katılımı önemlidir. Sportif aktivitelerin, ruh hali durumunun iyileştirilmesine, kaygı ve depresyonun azalmasına, benlik saygısının artmasına ve yeterlilik duygusunun gelişmesine katkı sağladığı ileri sürülmektedir. Yeni deneyimler ve yeni dostluklar kurulması, kişinin durumunu kabul etmesi gibi sosyolojik kazanımlar da sağladığı bildirilmektedir (2, 5, 6). Ayrıca genel sağlık durumunu iyileştirmede, kronik hastalıkların oluşma riskini azaltmada da sporun etkili olduğu bilinmektedir. Engelli bireylerin spora katılımının teşvikiyle sağlık harcamalarında azalma sağlanacağı ve endüstriyel fayda sağlanacağı da göz ardı edilmemelidir (7).

Kişiyeye uygun spor türünün belirlenmesi ve ampute bireyin spora yönlendirilmesi post-prostetik rehabilitasyon sürecinde olmalıdır. Ampute bireye uygun spor branşını ve o branşa uygun adaptif cihazlamayı yapmak önemlidir. Ancak yapılan sporun ampute bireyin yaşamına etkisini inceleyen çalışmalar yeterli sayıda değildir (8). Sağlıklı elit sporcuların ve farklı branşlardaki sporcuların vücut kompozisyonunun, solunum kapasitelerinin ve fiziksel uygunluk düzeyinin değerlendirildiği çalışmalara literatürde sıklıkla rastlanılmaktadır (9, 10). Ampute sporcularla ilgili çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Yapılan çalışmaların çoğunda da aerobik kapasiteyi dolayısıyla fiziksel kondisyonu belirlemek için indirekt ölçüm-saha test yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir (11-13). Bu yöntemler aerobik kapasite hakkında bilgi verse de daha

güvenilir sonuçların elde edildiği direkt-laboratuvar test yöntemleri ile değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, sağlıklı sedanter bireylerin fiziksel kapasitesiyle ilgili literatürde birçok çalışmaya rastlanırken, amputasyonun neden olduğu sedanter yaşam tarzının sonuçlarını değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (2, 14).

Ülkemizde ve dünyada yaygınlaşmakta olan amputé futbolunun popüleritesi günden güne artmaktadır. Spor bilimcileri tarafından ilgi çekici bir konu olan amputé futboluyla ilgili yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte, kullanılan değerlendirme yöntemleri birbirinden farklı olduğu için elde edilen verilerin standardizasyonunu yapmak zordur. Bu ihtiyacı gidermek için bu çalışmada, sporun fiziksel engel üzerine etkilerini araştırmayı ve bu bulgular ışığında belirli norm değerlere ulaşmayı amaçladık.

Amputé futbolu Dünyada ve Türkiye’de yaygınlaşmakta olan bir spor dalı olduğu için; Türkiye amputé futbol süper liginde yer alan futbol oyuncularıyla bu çalışmanın yapılması planlandı. Bu çalışma, sporun amputasyona bağlı engel durumu üzerine olumlu etkilerinin olup olmadığını belirlemek amacıyla vücut kompozisyonu, postüral salınım, gövde ekstansör-fleksör kas kuvveti, solunum fonksiyonları ve aerobik kapasite ölçümlerinin yapılması ve ölçüm sonuçlarının spor yapmayan amputé bireylerle karşılaştırılıp istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda sağlık çalışanlarına ve antrenörlere önerilerde bulunmak üzere planlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ampütasyon

Ampütasyon herhangi bir nedenle ekstremitte veya ekstremitelerin tamamen veya kısmen kesilmesidir. Sağlık İstatistikleri Ulusal Merkezinden alınan verilere göre, Amerika’da her yıl ortalama 50.000 ampütasyon gerçekleşmektedir ve yaklaşık 1.230.000 ampütenin yaşadığı bilinmektedir (15, 16). Ampütasyonun majör nedenleri travma, periferik damar hastalıkları ve konjenital ekstremitte eksiklikleridir. Ampütasyon nedenleri ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde travma, gelişmiş ülkelerde ise sigarayla kötüleşebilen diyabetin vasküler komplikasyonları ampütasyonun ana nedenidir.

Uzuv kaybına neden olan medikal komorbiditeler sıklıkla alt ekstremiteleri etkilemektedir ve yaklaşık 5’e 1 oranında üst ekstremiteye oranla daha fazla alt ekstremitte ampütasyonu meydana gelmektedir. Konjenital ekstremitte eksikliklerinin insidansı 10.000 doğumda 4,1 oranında görülmektedir ve ekstremitte ampütasyonlarının toplam sayısının küçük bir kısmını oluşturmaktadır (15, 16).

Üst ekstremitte ampütasyonlarının en sık nedeni (%80) travmadır. Üst ekstremitte majör ampütasyonlarının yaklaşık %30’u travma sonucu oluşmaktadır ve sıklıkla motorlu taşıt kazaları, askeri yaralanmalar, endüstriyel veya tarım kazalarına bağlı uzuv kaybı görülmektedir. Genç, aktif ve ekonomik olarak üretken popülasyonlarda meydana gelen travmaya bağlı ampütasyonlarda, üst ekstremitte ampütelerin %60’ı 21-65 yaş arasındadır ve %10’u ise 21 yaş altındadır (16). İş kazasına bağlı uzuv kaybı erkeklerde kadınlara oranla daha sık görülmektedir ve tüm toplumda üst ekstremitte ampütasyon insidansı erkeklerde daha fazladır.

Üst ekstremitenin distal segmentinin ampütasyonu proksimal segment ampütasyonundan daha sık görülmektedir. Sağ üst ekstremitte sola göre daha fazla etkilenmektedir ve en sık 20 ve 40 yaş arasındaki erkeklerde görülmektedir. Üst ekstremitte ampütasyonları karpal ve transmetakarpal dezartikülasyon, el bilek dezartikülasyonu, transradial, dirsek dezartikülasyonu, transhumeral, omuz dezartikülasyonu ve forequarter seviyede olmaktadır. Üst ekstremitte ampütasyonlarının %65’i transradial seviyede, %25’i transhumeral seviyede meydana gelmektedir. Kalan %10’luk kısım ise omuz, dirsek ve el bileği dezartikülasyonlarını kapsamaktadır (17).

Ampütasyonların %82'sine neden olan damar hastalıklarının %97'si alt ekstremitede meydana gelmektedir. Vasküler kaynaklı ampütasyonların en önemli risk faktörü diyabettir. Ampütasyonların %16'sına neden olan travmaların ise %32'si alt ekstremitede meydana gelmektedir. Ampütasyonların yaklaşık %1'inden sorumlu olan malignite ve enfeksiyöz hastalıkların ise %75'i alt ekstremitede görülmektedir. Geriye kalan %1'lik kısmı ise konjenital eksiklik ve deformiteleri oluşturmaktadır (18). Diyabetes mellitus ve kardiyovasküler hastalıkların insidansında görülen yükselmeye ve genel popülasyondaki yaş ortalamasının artışına bağlı olarak ampute birey sayısında artış olacağı öngörülmektedir.

Alt ekstremitte ampütasyon seviyeleri parmak ampütasyonu, parsiyel ayak ampütasyonu, ayak bileği ampütasyonu, transtibial ampütasyon, diz dezartikülasyonu, transfemoral ampütasyon, kalça dezartikülasyonu, hemipelvektomi ve hemikorporektomidir. En sık görülen alt ekstremitte ampütasyon seviyesi ise transtibialdır.

Tüm ampütasyonların %39'u transtibial, %31'i transfemoral, %15'i transradial, %8'i transhumeral düzeydedir (16).

2.2. Ampütelerde Spor ve Egzersizin Önemi

Ampütasyon günlük yaşamda ve fiziksel aktivitelerde kısıtlanmaya neden olmaktadır. Ampütasyondan sonraki özellikle ilk 2 yılda anksiyete ve depresyon oranlarında yükselme kaydedilmektedir (19). Ampütasyona bağlı olarak daha düşük hızda ve kadansta yürüme, adım uzunluğunda azalma, adım genişliğinde artma görülmektedir (20-23). Uzuve kaybına bağlı olarak meydana gelen ağırlık merkezindeki yer değiştirme sonucunda denge gerektiren aktivitelerin zorlaştığı bildirilmektedir (24-26). Özellikle diz üstü ampütasyonlarda dengenin daha çok etkilendiğı görülmektedir. Ampütelerin statik ve dinamik dengesinin daha iyi hale getirilmesi için; yürüme, koşma, zıplama, yer değiştirme, engel aşma kursları, mini trampolin gibi aktiviteleri tedavi programına dahil etmeleri önerilmektedir (27).

Topla yapılan aktivitelerde, protez kullanmadan aktiviteye katılım genel olarak tercih edilirken; protez kullanılıyorsa, topa sağlam bacakla vurularak yükün protez bacak üzerine aktarılması sağlanmalıdır. Alt ekstremitte ampütelerinde hız ve çeviklik de

olumsuz etkilendiği için yönün hızlı değiştiği futbol, basketbol gibi aktiviteleri gerçekleştirmek zorlaşmaktadır.

Sağlıklı bireylerle vasküler ya da travmatik nedene bağlı olarak amputasyon geçirmiş sporcuların kardiyopulmoner fizyolojik fonksiyonlarının farklı olmadığı varsayılmaktadır. Konjenital kaynaklı amputasyonlarda ise sendromun bir parçası olarak kabul edilen kardiyak anomali görülebilir.

Alt ekstremitte amputasyonunda, ambulasyon için daha fazla enerji gerekmektedir. Uzun kaybı geçiren kişilerde ambulasyonda harcanan enerjiyi tespit etmek için çeşitli ölçümler yapılmıştır. Eşit oksijen tüketim oranında amputeler sağlıklı bireylerden daha yavaş yürümektedir. Bu yüzden ampute sporcuların ampute olmayan sporcularla benzer hızlarda yarışı tamamlamaları için ihtiyaç duydukları oksijen miktarı daha yüksektir (Tablo 2-1). Ampute olanlar ve olmayanlar karşılaştırıldığı zaman, eşit mesafede ihtiyaç duydukları enerji unilateral travmatik transtibial amputelerin sağlıklı bireylerden yaklaşık 7% ve vasküler kaynaklı transtibial amputelerin ihtiyaç duydukları enerji miktarı ise sağlıklı bireylerden 25% daha fazladır (16).

Tablo 2-1: Ambulasyon Sırasında Harcanan Enerji Miktarı

Ambulasyon Sırasında Harcanan Enerji			
Ampütasyon Seviyesi	Ampütasyon Nedeni	Unilateral / Bilateral	Mesafe Başına Enerji Artışının Yüzdesi (%)
Transtibial	Travmatik	Unilateral	7
		Bilateral	41
	Vasküler	Unilateral	25
		Bilateral	107
Transfemoral	Travmatik	Unilateral	25
		Bilateral	120
	Vasküler	Unilateral	87
		Bilateral	187
Transfemoral ve transtibial		Bilateral	118
Diz dezartikülasyonu		Unilateral	53
Kalça dezartikülasyonu		Unilateral	60
Hemipelviktomi		Unilateral	97

Teknolojik gelişmeler, ileri, verimli, hafif protez ürünlerine rağmen, ampütelerin mobilizasyonunda azalma görülmektedir ve kompensatuvar hareket yapma zorunluluğundan dolayı enerji tüketiminde de artma meydana gelmektedir (23). Özellikle çift taraflı ampütasyonu olan bireylerde kullanılan protezler göreceli olarak ağırdır ve enerji tüketimini arttırmaktadır (28).

Bilateral diz altı ampütelerde enerji tüketiminin %40-120 oranında arttığı bildirilmektedir (20). Kanadyen kullanımına bağlı olarak enerji tüketimi artacağı ve yorgunluğa neden olacağı için egzersize katılımı olumsuz etkileyerek tekerlekli sandalye kullanmaya eğilimi artmaktadır, bu da hareketsiz yaşama bağlı olarak obezite gibi komplikasyonlara yol açmaktadır (27).

Ampütasyon sonucunda değişen ağırlık merkezi bazı kompensatuvar hareketlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ampütasyon sonucunda yürüme, koşma gibi aktivitelerde yetersizlik görülmektedir. Düzenli fiziksel aktivite veya spora katılımın fiziksel kondisyon denge ve yaşam kalitesi üzerine pozitif etkileri olduğu bildirilmektedir (13, 29). Ampütelerin egzersiz ve spor yapması sonucunda güdük sertleşir, dolaşım artar, kas atrofisi önlenir, vücut dizilimi düzelir böylece yürümenin fonksiyonelliği artar (30).

Bilateral üst ekstremitte ampütasyonu geçiren bireyler alt ekstremitelerini kullanacakları faaliyetlerde başarılı olurken, unilateral diz altı ampüteler ise çeviklik ve hareket yeteneğinin çok gerekmediği yüzme, kayak, ağırlık kaldırma, su kayağı, gülle atma, okçuluk, sırık atma gibi sporları başarı ile yapabilmektedir. Bilateral diz ampütelerinin yer değişimi veya beden teması, sıçrama gibi faaliyetleri içeren atletizm, futbol, basketbol gibi sportif aktivitelerde bulunmaları zordur. Genellikle tekerlekli sandalye veya kanadyen ile mobilize olan bilateral diz üstü ampüteler ise badminton, okçuluk ve basketbol gibi sporları oturarak veya eğimli pozisyonda yapmaktadırlar (27). Ampüte rehabilitasyonunda spora özgü spesifik testler uygulanarak, ampüte bireye en uygun olan spor dalının seçilmesi önemlidir.

2.3. Ampüte Futbolu

Ampüte futbolu 1980'li yıllarda oynanmaya başlamıştır (31). Oyun ilk kez Seattle (ABD) şehrinde ampütte kişiler arasında futbolu tanıtmaya çalışan Don Bennett tarafından icat edildi. Başlangıçta ampüte futbolu, ABD Milli Takımı engelli kayağı

yapan sporcuların yaz boyunca uygun dayanıklılık ve fitness seviyelerini korumalarında destek sağlayan bir antrenman şekli olarak kullanıldı (31). Ampüte futbolu, dünyanın en iyi bilinen sporlarından birinin bir varyasyonu olduğundan ve oyuncu seçiminde yaş sınırı olmadığından hızla popüler oldu. İlk uluslararası organizasyon (Uluslararası Ampüte Futbolu), ampüte futbol koçu ve koordinatörü olan Bill Barry tarafından kuruldu. Barry, ampüte futbolunu El Salvador ve Doğu Avrupa'da yaydı. İlk uluslararası ampüte futbol turnuvası 1984'te yapıldı ve El Salvador, Kanada ve ABD'nin milli takımları turnuvaya katıldı. Ampüte futbolu, terör mağduru gazilerin sayısının fazla ve yaşlarının genç olması nedeniyle ve aynı zamanda genel popülerliğine paralel olarak ülkemizde yaygınlaşmaktadır.

1987 yılına kadar her takımdan 11 oyuncu maça çıkıyordu ve oyun sahası standart ölçülerdeydi. 1988'de, Barry İngiltere'ye geldi ve ampütasyonlardan sonra İngilizler için hafta sonu etkinliğine katıldı. İngiltere'de ampüte futbolunun tanıtımı aynı yıl Seattle'daki Dünya Şampiyonasına giren milli takımın kurulmasına yol açtı. 1991 yılında, Dünya Şampiyonası ilk defa Kuzey Amerika dışında yapıldı. Turnuva Özbekistan'da düzenlendi. 1997 yılına kadar ampüte futbol kuralları temelden değişmedi. O zamanlar, bugün hala oynanmakta olduğu gibi, her takımın 7 oyuncusu sahada olacak şekilde düzenleme yapıldı. Bir yıl sonra, ilk resmi Ampüte Futbol Dünya Kupası turnuvası İngiltere'de gerçekleşti.

1998 yılında Uluslararası Ampüte Futbol Federasyonu (IAFF) Moskova'da kuruldu. IAFF, WAFF (Dünya Ampüte Futbol Federasyonu) ve AFFA'ya (Afrika Ampüte Futbol Federasyonu) dönüştürüldü (32).

WAFF, dünyadaki en önemli ampüte futbol organizasyonudur ve Dünya Kupası, bu sporun Paralimpik Komite tarafından resmi bir Paralimpik disiplini olarak tanınmaması nedeniyle, futbol oyuncularını için ana spor etkinliği olarak kabul edilmektedir. WAFF, Tokyo'daki 2020 Paralimpik Oyunları programına ampüte futbolu tanıtmak için başvuruda bulundu (32).

Avrupa'da birkaç profesyonel, yarı profesyonel ve amatör lig vardır. İki ligin bulunduğu Türkiye en iyi örnektir. Ampüte futbolu bazı Türk sporcular için bir yaşam biçimidir (ücret alırlar) ve kulüpler arasında oyuncu transferleri vardır (33).

2.3.1. Türkiye’de Ampüte Futbolunun Kısa Tarihi

Türkiye’de 2004 yılında Bedensel Engelliler Spor Federasyonu tarafından kurulan Türkiye Ampüte Milli Takımı 2007 yılında dünya kupasında 3. olmuştur. 2008 yılında Türkiye Ampüte Milli Takımı, Avrupa Ampüte Futbol Şampiyonasında ise 2. olmuştur. 2014 yılında ise Avrupa Ampüte Futbol Şampiyonasında ikincilik ve Dünya Ampüte Futbol Şampiyonasında ise üçüncülük elde eden milli takımımız, 2017 yılında EAFF Avrupa Şampiyonasında birinciliği elde etmiştir (34). 2018 yılında düzenlenen Dünya Kupasında finale kalan ampüte milli takımımız, ikincilik elde etmiştir (33).

2.3.2. Ampüte Futbolun Kuralları

Futbol, aerobik ve anaerobik eforların ardarda kullanıldığı, kardiyorespiratuvar ve kassal uygunluğa ihtiyaç duyulan, bir dizi hareketlerin koordineli şekilde yapıldığı bir takım sporudur (16). Futbolun bir çeşidi olarak, ampüte futbolu da genel FIFA kurallarına dayanır. Ancak, oyuncuların limitasyonlarının olması ve farklı fiziksel yeteneklere sahip olmaları nedeniyle, bazı düzenlemelerin engelli bireylere göre ayarlanması gerekmektedir. En büyük fark sahanın boyutlarıyla ilgilidir. Ampüte futbolunda, saha 60 m uzunluğunda ve 40 m genişliğindedir. Ceza sahası 8 x 10 metre; penaltı atışı ceza sahası dışından, kaleye 9 metre uzaklıktadır. Kalenin boyutu 5 x 2.20 metredir (32). Her birinde kaleciler dahil yedi oyuncudan oluşan iki takım vardır (kaleciler dahil).

Kaleci dışındaki oyuncular tek taraflı alt ekstremitte ampütasyonu olan futbolculardan oluşmaktadır, kaleciler ise tek taraflı üst ekstremitte ampütasyonuna sahiptir (32).

Protez kullanılarak oynanan ampüte futbolu daha sonraları protez kullanılmadan kanadyenler aracılığıyla oynanmaya başlanmıştır. Maç sırasında, oyuncuların sadece metal kanadyen kullanmasına izin verilir. Tüm tehlikeli kanadyen parçalarının bantla kapatılması gerekir. Bir maç 50 dakikadır ve 25 dakikalık iki devreden oluşmaktadır. Maç aralarında 10 dakikalık dinlenme süresi vardır. Maç sonunda kazanan olmadığında, 10 dakikalık iki periyottan oluşan ekstra süre oynanır. Fazladan verilen süreden sonra kazanan olmazsa, penaltı atışları yapılır. Ofsayt kuralı ampüte futbolunda geçerli değildir (33). Bir maç sırasında, kanadyenle topun kasıtlı olarak teması, topa elle dokunmaya benzer bir ihlal olarak değerlendirilir. Kalecinin topu kontrol etmek için

ampüte uzvunu kullanmasına izin verilmez (bu ihlal aynı zamanda bir penaltı atışıyla sonuçlanacaktır). Aynı kural dış saha oyuncuları için de geçerlidir. Bir diğer önemli kural ise kalecinin ceza alanından çıkamamasıdır (33).

Ampüte futbol oyuncularının sınıflandırılması

Ampüte futbol oyuncuları iki gruba ayrılır:

1) Unilateral alt ekstremitte ampütasyonu (A2 ve A4) veya ayak ampütasyonu olan dış saha oyuncuları,

2) Unilateral üst ekstremitte ampütasyonuna (A6 ve A8) veya el ampütasyonuna sahip kaleciler (36).

Ampüte futbolu, Les Autres grubundan kişiler, yani diğer lokomotor engeli olan kişiler tarafından da oynanabilir (ekstremitte gelişim geriliğinin olduğu durumlar) (37).

Dünya Ampüte Futbol Federasyonunun bu oyun kurallarını belirlemesiyle, ampüte futbolu özellikle terör ve savaşın yoğun olduğu bölgelerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Türkiye’de ampüte futbolu hızlı yayılım göstermektedir. Ayrıca konuya yönelik en fazla bilimsel çalışmanın yapıldığı ülke olması nedeniyle de dikkat çekmektedir (38).

Ampüte futbolu oynamanın fizyolojik parametreler üzerine etkisinin yanı sıra psikolojik etkilerinin de olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (13, 19). Ancak ampüte futbol oyuncuları, geleneksel futbol disiplininin farklı olarak, üst ekstremitte sakatlıklarına maruz kalmaya daha yatkındır. Geleneksel futbolda, futbolcular daha çok alt ekstremitte ve kafa kontüzyonlarından sıkıntı çekerken, ampüte futbolcuların sıkıntıları daha çok ellerde olmak üzere üst ekstremitte görülmektedir. Ampüte futbolcular arasında el yaralanmalarının görülme sıklığının yüksek olması, üst ekstremitelerin lokomotor amacıyla büyük oranda yer aldığı bu disiplinin özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (39). Bu konuda yeterli çalışma bulunmamakla beraber; yüklenmelerde üst ekstremitenin (avuç içi) vücut ağırlığının %111-175’i (yürüme-şut atma) oranında yüke maruz kaldığını göstermektedir (40). Uygun kuvvet antrenman programlarının yapılmaması halinde tekrarlayan yüklenmelerin ileride doğuracağı riskler göz ardı edilmemelidir. Yaralanma hızı ile ilgili yapılan araştırmalar,

ampütelerin futboldaki yaralanma hızı ile sağlıklı bireylerin futboldaki yaralanma hızlarının birbirine benzer olduğu bildirilmektedir (19).

Hem rehabilitasyonda hem de rekreasyonel aktivitelere katılımda ampüte futbolunun önemli rolü olduğu belirtilmektedir (31). Ampüte futbolu aerobik güç, anaerobik güç, kas kuvveti ve denge gibi yüksek fiziksel uygunluk gerektiren bir spor olduğu için bu parametrelerinin değerlendirilmesi ve eksikliklerin belirlenmesi sporcu açısından önemlidir (41).

2.4. Sporcularda Fiziksel Kondisyon Değerlendirmesi

Tüm spor branşlarında ve takım sporlarında farklı ölçüm metodları, test ve analiz yöntemleri uygulanmaktadır. Bu testlerin amacı; sportif branşa yatkınlığı belirlemek, oynanan mevkiye uygunluğu tespit etmek, verimliliğin nitelik ve niceliğini belirlemek, antrenman programlaması için eksiklikleri tespit edebilmek, uygulanan programın etkinliğini değerlendirebilmek ve yaralanma riskini tespit edebilmektir (42).

Fiziksel kondisyonu değerlendirmek için yapılan ölçümler; özellikle spor branşına yatkınlık, oynanan pozisyona uygunluk, performans alt yapısı ve yaralanma riski ile ilgili önemli bilgilere ulaşmamızı sağlamaktadır. Sporcu performansı ile ilgili yapılan ölçümler; aerobik güç ve kapasite (VO_2 maks) değerlendirilmesi, antropometrik değerlendirme, kas kuvvet ve dayanıklılık ölçümü olmak üzere 3 ana başlık altında incelenmektedir.

1. Antropometrik ölçümler; vücut kompozisyonu ile ilgili ölçümler, postür ölçümleri, somatotip tayini ile ilgili ölçümler, esneklik ölçümleri ve denge ölçümleridir.
2. Kas kuvvet ve dayanıklılık ölçüm testleridir.
3. Aerobik kapasite (VO_2 maks) ölçümü; gaz değişimi analizi, anaerobik eşik değer ve laktik asit tayini, istirahat kalp hızı, istirahat arteriyel kan basıncı, istirahat ve eforda EKG değişiklikleri, solunum fonksiyon testleri ve kan testleri (tam kan sayımı, hemoglobün miktarı, enzimler, elektrolitler, hormon tablosu vb.) ölçümleridir.

Sporcu Performans Testleri sahada veya laboratuvarda yapılmaktadır. Yüksek doğruluk, duyarlılık ve objektiflikte olması, optimal ve değişmez şartlarda uygulama imkanının olması, dış faktörlerden etkilenme ihtimalinin düşük olması ve testin aynı şartlarda tekrarlanmasına olanak vermesi nedeniyle; laboratuvarlarda maksimum tüketici egzersiz testleri ile metabolik ölçüm cihazları kullanılarak aerobik gücün direkt ölçümü yapılmaktadır. Laboratuvar testlerinin uzman ekip eşliğinde yapılması ve güvenilirliğinin yüksek olması, hata payının düşük olması ve sonuçların doğruluğu açısından; sporcu antrenman programlarının düzenlenmesi, sporcu yaralanmalarının önlenmesi, tedavi ve rehabilitasyon sürecinin efektif ve kısa olmasında önemli olduğu bilinmektedir. Ancak laboratuvar ortamında sporcu performans testi yapılmasının dezavantajları da bulunmaktadır. Gerekli ekipman sayısı ve maddi değerinin yüksek olması, uzman personelin az olması, uygulamanın riskleri ve maliyetinden dolayı laboratuvar testlerinin pratik olmadığı da bilinmektedir. En önemlisi laboratuvar testlerindeki uygulamaların her zaman branşa uygun hareketlerle yapılamaması ve laboratuvar ortamının doğal sportif uygulama alanından farklı şartlara sahip olması test sonuçlarının değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmadır (42).

Genel olarak sporcu performans testleri 3 ana başlık altında incelenebilir.

1. Temel verimlilik testleri; maksimum oksijen tüketim testleri, dayanıklılık testleri, sürat testleri, reaksiyon zamanı testi, kuvvet testleri, güç testleri, ve branşa özgü teknik testleridir.
2. Metabolik testler; gaz değişimi analizi, laktik asit tayini ve takibidir.
3. Psikolojik durum değerlendirme testleri; kaygı düzeyi, kişilik testleri, anksiyete testleri, beceri edinme testleridir.

2.4.1. Vücut Kompozisyonu

Yağlı ve yağsız vücut dokusunun veya yağsız vücut kitlesinin rölatif değerlerinin ortaya konmasıyla belirlenen vücut kompozisyon ölçümünün popülerliği, 1970’li yılların ortasından beri, hem spor performansı hem de sağlıkla ilişkisi nedeniyle giderek artmıştır. Elit olan ve olmayan sporcularda, kilo kontrolü programına katılan kişilerde ve kronik hastalıklarda vücut kompozisyonun değerlendirilmesi önemlidir (43).

2.4.1.1. Vücut Kütle İndeksi

Vücut Kütle İndeksi (VKİ) vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan yaygın bir antropometrik ölçümdür. VKİ, vücut kütlesinin vücut uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Engelli bireylerde VKİ ölçümüyle ilgili bir standardizasyonun olmadığı için ölçümlerde yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Kalça veya diz eklemine kontraktürlerinin olması vücut uzunluğu ölçümünde kısıtlılık meydana getirebilir, ayrıca amputasyon gibi durumlarda vücut ağırlığı ölçümlerinde yanıltıcı sonuçlar görülebilir (13). VKİ sınıflandırması Tablo 2-2 de gösterilmiştir.

Tablo 2-2: Vücut Kütle İndeksi (VKİ) Sonuçlarının Sınıflandırması.

VKİ (kg/m ²)	Sınıflandırma
<18.5	Zayıf
18.5-24.9	Normal
25-29.9	Kilolu
>30	Obez

2.4.1.2. Vücut Yağ Oranı Ölçümü

Vücut kompozisyonu profili, bir bireyin kas, yağ ve kemik kütlesinin nispeten ayrıntılı bir analizini sağlamak için tasarlanmıştır. Bir kişinin vücut tipini (mezomorfik, endomorfik, ektomorfik) belirlemek için antropometri kullanılabilir; ayrıca kişinin sporda istenilen aktivite düzeyine sahip olup olmadığını belirlemek ve sporcunun oyun pozisyonuna uygun olup olmadığını görmek için kullanılabilir.

Antropometri, deri kıvrım ölçümlerini (skinfold ölçümleri gibi) veya su altı tartılarını içerir. Bu iki ölçümden deri kıvrım kalınlığının ölçümü daha kolay ve daha

hızlı olduğu için klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel olarak erkek sporcuların, vücut yağ oranının %12-15'ten düşük olması gerekmektedir. Dayanıklılık sporları ile uğraşan sporcularda (koşucular, jimnastikçiler ve güreşçiler gibi) bu oran genellikle %7'nin altındadır. Futbol ve beyzbol oyuncularında bu oran ortalama %10-12 arasında değişmektedir. Vücut yağ oranının %5'in altına düşmemesi gerekir. Genel olarak, vücut yağ yüzdesi, erkeklerde %14 ve kadınlarda %17'den yüksek ise; diyet programına başlanmalıdır ya da ağırlık antrenmanları yaparak yağsız vücut kütlesi artırılmalıdır. Ama yine de, bu durum kişinin katıldığı aktiviteye bağlı olarak düzenlenmelidir (44).

Artan vücut yağ yüzdesine bağlı olarak, kullanılan yağsız vücut kitlesinin kilogramı başına düşen aerobik kapasite (oksijen kullanımı) azalmaktadır. Dayanıklılık sporuyla ilgilenen bireylerin yağsız vücut kitlesinin yüksek olmasının fiziksel performansın iyileşmesine katkı sağladığı bilinmektedir (45). Evrensel olarak kabul edilmiş norm değerler bulunmamaktadır, ancak erkeklerde yaşa göre vücut yağ yüzdesinin fitness düzeyiyle ilişkisi tabloda gösterilmiştir (46), (Tablo 2-3).

Tablo 2-3: Erkeklerde Yaşa Göre Vücut Yağ Yüzdesi Değerleriyle Fitness Düzeyinin Derecelendirmesi (46).

Fitness düzeyi	Yaş			
	20-29	30-39	40-49	50-59
Mükemmel (%)	8-11	12,5-15	15-17,5	17-19,5
İyi (%)	11,5-15	16-18,5	18,5-21	20-22,3
Normal (%)	15,8-19	19-21,6	21-23,5	23-25
Düşük (%)	19,7-24	22,4-25	24-26,6	25,6-28
Çok düşük (%)	25-33,4	26,5-35	27,8-35	29-26,4

2.4.2. Postüral Stabilite

Postüral stabilite, somatosensoriyel kortekse bilgi getirmekten sorumlu olan görsel, vestibüler ve propriyoseptif sistemler de dahil olmak üzere, duyuşsal bilgi mekanizmaları tarafından alınan dış uyarıların yorumlanması sonucunda uygun motor tepkinin oluşmasına dayanan, nöromüsküler kontrole ulaşmak için birçok sistemin entegre edildiğı, karmaşık bir süreçtir (47-49).

Alt ekstremitte amputasyonu olan bireylerde somatosensoriyel geri bildirimlerin bozulması sonucunda statik ve dinamik vücut pozisyonlarında sabit kalma yeteneğı olarak tanımlanan postüral stabilitenin azalacağı düşünülmektedir (50).

Aktivite düzeyi yüksek olan 6 unilateral alt ekstremitte amputasyonuna sahip bireyin postüral salınıminin ve dengesinin değerlendirildiğı bir çalışmada, amputelerin sağlıklı kontrollere göre hem statik hem de dinamik dengesinin daha kötü olduğu ve anteroposterior yönde denge kontrolünün mediolateral yönden daha bozuk olduğu belirtilmiştir (51). Diz altı seviyesinden amputé olan hastalarda dengenin statik postürografi cihazı ile değerlendirildiğı bir çalışmada ise amputé grubun düşme riskinin sağlıklı kontrol grubundan daha yüksek olduğu bildirilmiştir (50). Ayak bileğinin hareketinin eksik olmasına bağılı olarak dengenin olumsuz etkilendiğı vurgulanmaktadır. Aynı yaş grubundaki amputelerin amputasyon nedeni bağılı olarak (vasküler ve travmatik) dengelerinde farklılık olduğu tespit edilmiştir (52). Ayrıca bir diğér çalışmada amputelerin dik pozisyonunu sürdürebilmek için görsel girdilere bağımlılığının arttığı bildirilmiştir (53). Amputé futbol oyuncularında kor stabilizasyon ile denge ve kuvvet arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmada ise kor stabilizasyon ve kuvvet arasında ilişki tespit edilirken, dengenin bu parametrelere bağılı bir faktör olmadığı bulunmuştur (54). Dengenin Berg Denge Skalasıyla değerlendirildiğı bir çalışmada, amputé futbol oyuncuların dengesinin sedanter amputé bireylerin dengesinden daha iyi olduğu tespit edilmiştir (13). Ancak bu çalışmada, sonuçları destekleyecek daha objektif ekipmanlarla yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulduğundan bahsedilmektedir.

2.4.2.1. Postüral Stabilitenin Değerlendirilmesi

Futbol oyuncularının dengesi üzerine yapılan çalışmaların çoğunun sadece statik durumu analiz ettiği görülmüştür ve maçlarda veya antrenman seanslarında karşılaşılan daha dinamik aktiviteler hakkında bilgi sahibi olmak istenmesi dikkat çekicidir. Bu durum, dinamik koşullarda elde edilen bilgilerin basit statik duruşta elde edilen bilgilerden daha fazla gerekli olduğu anlamını taşımaktadır (55).

Enstrümantal dinamik denge testi, deneysel tasarım ve veri işleme açısından biraz daha karmaşık ve zor bir görev olsa da, son yirmi yılda bazı analizler yapılmış ve bu sayede elde edilen güçlü analiz teknikleri bulunmaktadır.

Bunların arasında en sık kullanılanlar:

1. Postüral kontrol sistemine destek tabanının yer değiştirmesi ve dönmesi ile meydana okuyan bir dizi rutine dayanarak hesaplanan dinamik bir stabilite endeksi sağlayan hareketli kuvvet platformları (örn. Biodex denge sistemi) ile donatılmış bilgisayarlı sistemleri.

2. Sabit kuvvet platformları. Sıçrama gibi dinamik aktivitelerden sonra ayakta durma gibi statik pozisyona geçiş sırasında meydana gelen dikey, medial-lateral ve anterior-posterior yönde yer reaksiyon kuvvetleri hakkında bilgi verir (55).

Günümüzde postüral stabilite ölçümlerinde Denge Stabilite Sistemleri (Biodeks gibi) kullanılmaktadır. Biodex Stabilite Sistemleri, her yöne 20 derecelik eğim ve 12 seviyeli zorluk seviyesine sahip mobil bir platformdan oluşmaktadır. Bu sistemle genel, ön-arka ve sol-sağ aksislerde aynı anda salınım yapabilen dairesel platformlar sayesinde denge değerlendirilmektedir (56, 57). Sağ-sol stabilite indeksleri, frontal düzlemde platform açısal yer değiştirmesinden elde edilir, ön-arka açısal yer değiştirme ise, sagittal düzlemde platform yer değiştirmesini temsil eder. Ölçümler sırasında, katılımcıların platformda tek ya da çift ayak üzerinde durmaları ve nispeten statik bir duruş sürdürmeleri gerekir. Bu eksenlerde hareketlere ek olarak; platform tarafından uygulanan kuvvet değişmektedir. Basma merkezini ölçen statik aletlere göre bu cihazlar; dinamik durumlarda tüm eksenlerde postüral stabilitenin ölçümünü sağlamaktadır (58-60).

Biodex Stabilite Sistemleri, hızlı ve objektif test sonuçları sağlayan bir araç olmasına rağmen, daha erişilebilir ve daha düşük maliyeti olan değerlendirme araçlarının mevcut olması (Berg denge testi, Y denge testi gibi), klinik uygulamalarda kullanımını sınırlandırmaktadır (61).

Biodex Denge Sistemi; sağlıklı bireylerde, ön diz ağrısı olanlarda, ön çapraz bağ yaralanmalarında ve kronik bel ağrısı gibi durumlarda postüral stabilitenin değerlendirilmesi için kullanılan orta ve yüksek güvenilirlik sağlayan bir stabilite indeksidir (61).

Postüral stabilite ölçüm tekniklerinde standardizasyon olmadığı için sporcuların özellikle ampute sporcuların dinamik postüral kontrolleriyle ilgili bilgiler yetersizdir. Özellikle, postürografi cihazları (Biodex Stabilite Sistemi gibi), sportif performans sırasında açığa çıkan kol salınımı, gövde hareketi ve hareket hızı gibi dinamik fonksiyonel aktivitelerdeki dengenin tüm parametrelerini değerlendirmese de sporcuların postüral kontrolünün, statik ve dinamik dengesinin değerlendirilmesinde yardımcı olmaktadır (58).

2.4.3. İzokinetik Kas Kuvvet ve Dayanıklılık Ölçümü

Kas-iskelet sisteminin dinamik yapısını oluşturan kasların, kuvvet ve dayanıklılık gibi değerlerinin ölçülmesi; klinik açıdan önem teşkil ederken, sporcuların fiziksel performansını belirlemek için de önemlidir.

Kas performansı geleneksel olarak kaldırılabilen ağırlık miktarı ile değerlendirilmiş, egzersizler de sabit ağırlık veya dirençlere karşı yapılan kasılmalarla gerçekleştirilmiştir. 1967 yılında James Perrine'in geliştirdiği, kas kasılmalarını dinometre ile izokinetik olarak ölçen yöntemin kullanımının 1980'li ve 1990'lı yıllarda daha yaygın hale geldiği bilinmektedir (62).

Sabit hızdaki hareket boyunca kas tonusunun maksimum devam ettirilmesiyle oluşan kasılma şekline izokinetik kas kasılması denir. İzokinetik kuvvet ise belli bir hız sırasında oluşan maksimum kasılma sırasında gerçekleştirilebilen yüksek döndürme moment (tork) değeridir. Elektromekanik cihazlarla yapılan izokinetik test ve egzersizler, dinamometre, koltuk ve bilgisayar sisteminden oluşmaktadır. Dinamometreyle kuvvet, pik tork ve açısal hız belirlenirken, bilgisayar bu verileri kaydetmektedir.

İzokinetik Kas Kuvvet Test Amaçları

- Niceliksel veri elde etmek, elde edilen bu verilerle izlem yapmak
- Spora özgü taramalar yapmak

- Farklı iş kollarında çalışan kişilerin kas performanslarını değerlendirerek işe uygunluğunu tespit etmek
- Kas sisteminin performans değerlerini saptamak.

İzokinetik Test ve Egzersizin Avantajları

- Nesnellik: Kas-iskelet sistemi performansının niceliksel ölçümünü sağlayan izokinetik test ile objektif parametreler elde edilir.
- Güvenlik: Kişi verdiği dirence karşılık aldığı için cihaz tarafından uygulanan direnç her zaman kişinin kasılma sırasında oluşturduğu kuvvete denktir, böylelikle kişinin zarar görme ihtimali azalır.
- Etkinlik: Belirlenen kas grubuna tüm hareket açıklığında dinamik olarak yüklenme sağlar ve etkin bir kuvvet çalışması gerçekleşir.
- Uyum: İzokinetik hareket, egzersizde görülebilecek ağrı ve yorgunluğa adapte olmaktadır.
- İzokinetik değerlendirmede kastaki zayıf hareket aralığı tespit edilir ve kas istenilen açı aralığında çalıştırabilir.
- Sağ/sol ekstremita kas kuvvet oranları, agonist/antagonist kas kuvveti oranlarının tespiti, kasın iş kapasitesi ve dayanıklılığın belirlenmesini sağlayan parametrelerle hareketin kinematik analizinin objektif olarak yapılmasına izin verir.
- Test ve egzersiz sürecinde performans monitörden grafiklerle izlenebilir ve böylece biofeedback sağlanır.
- Tanı, teşhis ve tedavi planlanmasında yardımcı olur.

İzokinetik Test ve Egzersizin Dezavantajları

- Cihaz pahalıdır.
- Cihazın kullanılıp sonuçların yorumlanması için eğitilmiş ve deneyimli uzmanlar gerekmektedir.
- Test ve egzersizin doğru sonuçlanması için hastanın uyumu önemlidir.
- Farklı eklemlerin değerlendirilmesinde, cihazın pozisyonunun değiştirilmesi sırasında zaman kaybı yaşanabilir.

- Birden fazla eklemi hedefleyen egzersiz yaptırılmak istendiğinde fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır.
- Egzersizler açık zincir pozisyonlarında yaptırılır.

İzokinetik Verileri

- Pik Tork: Hareket açıklığı sırasında üretilen en yüksek tork değeridir.
- Pik Tork Değerinin Vücut Ağırlığına Oranı (%BW): Elde edilen en yüksek pik tork değerinin vücut ağırlığına oranıdır.
- Ortalama Güç: Yapılan toplam işin zamana bölünmesiyle hesaplanır.
- Agonist/Antagonist Oranı: Test edilen agonist kas grupları ve antagonist kas grupları arasındaki orandır.
- Yorgunluk ve Dayanıklılık: Yapılan çok tekrarlı ölçümlerde kasta meydana gelen yorgunluğu ve kasın dayanıklılığını gösteren parametrelerdir.

2.4.3.1. Gövde Kas Kuvvetinin İzokinetik Dinamometre ile Değerlendirilmesi

Fonksiyonel aktivitelerin devam ettirilmesinde gerekli olan gövde stabilizasyonu, hareket sırasında gövde ve pelvisin kontrolünü sağlamaktadır. Bireyin postürünün devam ettirilmesi için gerekli olan gövde stabilizasyonunda yer alan kaslar distal mobilite için proksimali stabilize ederek gövdeden ekstremitelere enerji aktarımının gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır (63).

2.4.3.2. Ampütelerde Kas Kuvvetinin İzokinetik Dinamometre Değerlendirilmesi

Transtibial ampütelerde uyluk kas gücünün incelendiği birçok çalışma bulunurken (64-68), transtibial ve transfemoral ampütelerde kalça abduksiyon kas gücü de araştırılmıştır (69). Ayrıca bir diğer çalışmada unilateral transfemoral ampütelerde kalça fleksiyon ve ekstansiyon kas gücü değerlendirilmiştir (70).

Tüm bu çalışmalarda, sağlam bacakla ampüte bacak arasındaki kas gücü karşılaştırılmıştır. Isakov ve ark (64), yaptıkları çalışmada amputasyon yaşı ve kas gücü arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. 7 yıl ve 7 yıldan uzun süre önce amputasyon geçiren kişilerle yeni amputasyon geçiren kişiler arasında uyluk kas gücü açısından anlamlı fark tespit edememişlerdir.

Isakov ve ark (65), yaptıkları çalışmada güdük boyunun $<15,1$ cm olması durumunda kas gücünde ciddi kayıp olduğunu tespit etmişlerdir. Güdük boyu kısaldıkça kas gücünde azalma olduğu bildirilmektedir.

Klingenstierna ve ark (66), yaptıkları çalışmada 8 diz altı amputenin uyluk kas gücünü değerlendirmişlerdir ve 8-12 hafta boyunca izokinetik kuvvet antrenmanı yaptırıldıktan sonra özellikle ampute tarafın tip 2 kas liflerinde artış olduğunu, ayrıca amputelerin yürüme mesafelerinin 2 katına çıktığını bildirmişlerdir.

50 yaş ve üzerinde olan amputelerin değerlendirildiği bir çalışmada diyabetli amputelerin kuadriseps izokinetik kas kuvvetinin, diyabeti olmayan amputelere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu kas gücü kaybının yürüme hızında azalmaya neden olduğu düşünülmektedir (71).

Rutkowska-Kucharska ve ark (70), transfemoral amputeler üzerinde yaptıkları çalışmada, ampute bacakta görülen kuvvet kaybının, iki bacak arasında asimetriye neden olduğunu belirtmişlerdir ve her iki bacağın kalça ekstansör kas gücünün, kalça fleksör kas gücünden daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir.

Futbol oynayan ve futbol oynamayan 12 unilateral diz altı ampute bireyin, sağlam taraf alt ekstremité izokinetik kas kuvvetlerinin değerlendirildiği bir çalışmada, iki grup arasında izokinetik kas gücü yönünden bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Futbolcuların sağlam taraf kas gücünün daha yüksek çıkması beklenirken iki grup arasında kas gücü açısından fark bulunmaması araştırmacılar için beklenilmedik bir sonuç olmuştur (72).

11 ampute futbolcunun gövde kas kuvvetinin izokinetik dinamometre ile değerlendirildiği bir çalışmada, $60^0/\text{sn}$ hızdaki fleksör kas kuvvetiyle, modifiye plank test ile elde edilen kas kuvveti arasında korelasyon olduğu belirtilirken; $180^0/\text{sn}$ hızdaki fleksör kas gücüyle, Oswestry Dizabilite İndeksi arasında negatif korelasyon tespit etmişlerdir (54).

Min Kyung Shin ve ark (73), 19 alt ekstremité amputasyonu geçiren bel ağrılı hastada 8 haftalık kuvvetlendirme egzersiz programının bel ağrısı, kuvvet ve fonksiyonellik üzerine etkisini incelemişlerdir. Gövde fleksör ve ekstansör kas gücünün izokinetik dinamometreyle değerlendirildiği çalışmada, egzersiz sonunda gövde fleksör ve ekstansör kasların pik torku ve total iş değerinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

2.4.4. Futbolun Solunum Fonksiyonlarına Etkisi

Futbolda düşük, orta ve yüksek yoğunluktaki eforları başarıyla gerçekleştirebilmek için solunum yoluyla oksijen alınması, alınan oksijenin akciğerlerden kana geçişinin sağlanması, kan ile oksijenin dokulara taşınması ve sonuçta da enerji üretilmesi gerekmektedir.

Fiziksel egzersiz sırasında kasların ihtiyacı olan oksijen miktarı artmaktadır ve antrenman ya da maç sırasında futbolcunun iyi bir fiziksel performans göstererek, etkili hamleler yapabilmesinde gerekli olan oksijenin sağlanması için solunum sisteminde fizyolojik adaptasyon gelişmesi beklenmektedir. Merkezi sinir sistemi ile kas iskelet sisteminin koordineli çalışmasının yanı sıra, dolaşım ve solunum sisteminin de uyumlu çalışması gerekmektedir. Kaslara O_2 tedariği, kardiyovasküler sistemin kapasitesiyle ilişkilendirilirken, akciğerler yoluyla kandan CO_2 'nin uzaklaştırılması için de pulmoner sistemin kapasitesi önemlidir. Efor sırasında, hem O_2 'nin taşınması, hem de CO_2 'nin dokulardan uzaklaştırılmasını sağlamak için dolaşım ve solunum sisteminin koordineli bir şekilde çalışması gerekmektedir.

Pulmoner ventilasyon ve pulmoner kan akımının büyük oranda arttığı egzersizde, oksijen için difüzyon kapasitesi genç erkek bireylerde dakikada maksimum 65 ml/dk/mmHg'ya, karbondioksit için difüzyon kapasitesi ise 1200-1300 ml/dk/mmHg'ya yükselmektedir (74, 75).

Futbolda görülen dayanıklılık performanslarına adaptasyon sonucunda göğüs kafesinde gelişme ve akciğer iç hacminde artış meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak da futbolcuların oksijen difüzyon kapasitesinde artma görülmektedir. Futbol disiplini gereği yapılan aerobik antrenmanlar, solunum kapasitesini arttırmaya yönelik olduğu için sporcunun dayanıklılığı organizmanın oksijenli metabolizma ile enerji üretebilme kapasitesi belirlenerek tespit edilebilir (76).

Kısa, uzun süreli ve şiddetli eforların sıklıkla ardarda meydana geldiği futbolda; akciğer hacim ve kapasiteleri birçok araştırmada incelenmiş ve futbolun solunum parametreleriyle ilişkisi değerlendirilmiştir. Sedanter bireylerle futbolcuların solunum hacimlerinin ve kapasitelerinin değerlendirildiği çalışmalar vardır (77-79). Ampüte futbolcularda futbolun solunum hacim ve kapasiteleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır.

Futbolda sporcuların genellikle vital kapasiteleri (VC) değerlendirilmektedir. Ancak vücut yapısı, ölçüm sırasında sporcunun vücut durumu, akciğer ve göğüs çeperlerinin kompliyans yeteneği, solunum kas kuvveti gibi faktörler vital kapasiteyi etkilemektedir ve bu durum yanıltıcı sonuçlara neden olmaktadır. Bu nedenle maksimum istemli solunum (MVV) değerlerinin incelenmesiyle daha doğru sonuç elde edilmektedir. Normal bireylerde MVV değeri 110-120 lt/dk iken bu değer futbolcularda 170-180 lt/dk'ya kadar çıkmaktadır (76).

2.5. Fonksiyonel Değerlendirmede Kardiyopulmoner Egzersiz Testi

Kardiyopulmoner egzersiz testi (KPET), semptomla sınırlanan, maksimum tüketici egzersiz sırasında vücuttaki pulmoner, kardiyovasküler, hematopoetik, nörofizyolojik ve kas-iskelet sistemlerinin egzersize yanıtını bir arada değerlendirme imkanı veren ve çok sayıda temel ölçüm parametresini elde etmemizi sağlayan önemli bir değerlendirme yöntemidir (80).

KPET sırasında, (şiddeti tedricen artan maksimum bir egzersiz testinde) kalp hızı, kan basıncı, tüketilen O_2 miktarı (VO_2), üretilen CO_2 miktarı (VCO_2), dakika ventilasyonu (VE), gaz değişim oranları (RER), 12 derivasyon EKG ritmi, egzersiz süresi ve yoğunluğu kaydedilerek kardiyovasküler, pulmoner, kan ve kas-iskelet sistemiyle ilgili detaylı bilgi elde edilmektedir.

KPET Endikasyonları (81)

- **Diagnostik – Prognostik** (Tanısı konmamış, egzersiz intoleransının değerlendirilmesi veya solunum yolu hastalıkları / belirtileri olan hastaların değerlendirilmesini sağlar).
 - Kalp hastalığı şüphesi
 - Koroner arter hastalığı için risk faktörü taşıyan asemptomatik kişiler
 - Myokard infarktüsü sonrası taburculuk aşaması
 - Koroner anjioplasti
 - Aritmi provakasyonu
 - Periferik vasküler hastalık
- **Fonksiyonel kapasite belirlenmesi** (Fiziksel uygunluk düzeyinin değerlendirilmesini sağlar.)
 - Sağlıklı ve sedanter kişilerde egzersiz reçetesi yazılması
 - Myokard infarktüsü sonrası
 - Kalp kapak tamiri sonrası
 - Kronik akciğer hastalığı
 - Kronik böbrek yetmezliği

- **Terapötik etkinliğin değerlendirilmesi** (İlaç tedavisinin ve rehabilitasyonun aerobik kapasite üzerindeki etkisini tespit eder.)
 - Antianjinal ajanlar (nitrat, beta blokör, kalsiyum kanal blokörleri)
 - Antiaritmik ajanlar
 - Antihipertansif ajanlar
 - Bronkodilatörler
 - Vazodilatörler

KPET Kontraendikasyonları (81)

• **Kesin Kontraendikasyonlar**

- Aktif miyokardiyal iskemi (unstable anjina, miyokard enfarktüsü 30 gün)
- Akut kalp yetmezliği
- Egzersizle indüklenen senkop
- Kontrol edilemeyen aritmiler
- Şiddetli aort stenozu
- Akut endokardit, miyokardit, perikardit
- Akut aort diseksiyonu veya diseksiyondan şüphelenilen aort anevrizması
- Akut pulmoner emboli veya alt ekstremitelerde derin ven trombozu
- Aktif KOAH alevlenmesi veya kontrol edilemeyen astım
- Aktif pulmoner ödem
- İstirahatte oksijen saturasyonunun $< 85\%$ olması
- Akut solunum yetmezliği

• **Rölatif Kontraendikasyonlar**

- Şiddetli pulmoner hipertansiyon
- Sol ana koroner arter stenozu
- Orta stenotik kapak hastalığı
- Şiddetli hipertansiyon (sistolik kan basıncı >200 mmHg, diyastolik kan basıncı > 120 mmHg)
- Hipertrofik kardiyomiyopati
- Yüksek derecede atriyoventriküler blok
- Şiddetli elektrolit anomalisi
- Taşıyaritmiler veya bradiaritmiler
- İleri ve komplike gebelik
- İmplant kardiyak defibrilatör

Egzersiz Sınırlamasının Değerlendirilmesi

Bir şikayet olarak dispneden ziyade egzersiz sınırlaması ile başvuran bireyler, geçmişte yapabildikleri iş miktarını gerçekleştiremediklerini ifade etmişlerdir. Bu şikayetleri objektif olarak değerlendirmek, ne kadar zamandır bu problemlere maruz kalındığını belirlemek zordur. KPET bu ortamda, bir kişinin denetimli bir testte yapabileceği iş miktarını ölçmek ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında yapabileceklerini karşılaştırmak için kullanışlıdır (Tablo 2-4) ve bir kişinin yapabildiğini ifade ettiği egzersiz düzeyiyle ilişkili olan maksimum oksijen tüketiminin kabaca bir tahminini verir (81). Normal popülasyonda geniş bir egzersiz kabiliyeti yelpazesi bulunduğunu unutmamak önemlidir. Her ne kadar bir birey maksimum oksijen tüketimi ile değerlendirildiği gibi normal bir egzersiz çalışmasına sahip olsa da, herhangi bir birey için gözlemlenen yanıt, egzersiz performansında önceki bir supranormal seviyeden önemli bir düşüş gösterebilir.

Tablo 2-4. Aktivite Düzeyine Göre Tahmini VO₂ maks Değerleri (81)

Aktivite Limitasyonları	Yaklaşık VO ₂ maks (ml/kg/dk) değeri
Kürek, basketbol ve futbol gibi yarış sporlarına katılabilme. Düzenli endurans antrenmanları yapabilme. Yavaşlama olmaksızın tam saha basketbol oynama, 8 dk/mil hızında koşu yapabilme	>40
Sürekli ağır işi iyi tolere etme; rekreasyonel futbol veya tam saha basketbol oynama	35-40
Rekreasyonel kros kayağı katılımı veya yarı saha basketbol minimal kısıtlılıklarla oynayabilme	30-35
Yokuş aşağı kayak yapabilme (yorgunluk sınırlayabilir)	25-30
Ağır ev işi bahçe işinde dispne; tek tenis oynayamama	20-25
İki basamak merdiven çıkarken dispne	17-20
Ortalama büyüklükteki odayı süpürememe veya çarşafı dinlenmeden değiştiremememe	14-17
Alışveriş merkezinde yaşlılarıyla yavaşça yürümede zorluk	12-14
Saç tarama, giyinme, duş alma sırasında dispne	<12

2.5.1. Futbolda Kardiyorespiratuvar Fitness Düzeyinin Değerlendirilmesinin Önemi

Elit futbol maçı, oyuncuların yüksek seviyede aerobik ve anaerobik kondisyonlarla desteklendiği, aralıklı yüksek yoğunluklu aktivite gibi karakteristik özellikleri olan bir oyundur. Bu aerobik tabanlı oyun aynı zamanda, hızlanma, sprint, yön değişiklikleri, atlama, yan koşu, topu ayağında tutma ve oyuna özgü teknik beceriler de dahil olmak üzere yüksek yoğunluklu aktivitelerle doludur (82, 83). Hareketlerdeki çeşitliliğin oyun sırasında sağlanabilmesi için, oyuncuların yeterli anaerobik kapasitesi, kas kuvveti, esneklik ve çevikliğe sahip olması gerekir (82, 84). Bu yüksek yoğunluk dönemleri, bir futbol maçının sadece en ilginç anları değil aynı zamanda en belirleyici olanlarıdır. Bununla birlikte, oyun sırasında pozisyon ve oyun tarzı ile takım taktiklerine bağlı olarak oyuncular arasında belirgin bireysel farklılıklar vardır (82, 85-87). Bu nedenle, antrenörlerin sezon boyunca oyuncu seçimi ve antrenman programı için oyuncunun fiziki durumuyla ilgili objektif verilere erişmeleri önemlidir.

Antrenörlerin sezon boyunca oyuncuların fiziksel durumlarıyla ilgili objektif değerlendirme yapmaları, antrenman hedefleri ve seçimi açısından önemlidir (88). Bu tip değerlendirme verilerinin olması geribildirim olarak kullanılır ve oyuncuların motivasyonunu arttıran bir etkiye sahiptir (85, 86). Fiziksel performansını değerlendirmek için yapılan testler bu bilgiyi sağlayabilir. Son yıllarda, profesyonel futbol kulüpleri, profesyonel futbolu geliştirmek amacıyla spor bilimleri hizmeti için ayırdıkları bütçeyi artırarak çok sayıda futbola özgü test uygulamıştır. Futbol maçı oyununun karmaşık doğası ve belirli performans göstergelerinin izole edilmesindeki zorluk nedeniyle, futboldaki tüm fiziksel performans belirleyicilerini aynı anda ölçebilecek tek bir test yoktur. Bu nedenle fiziksel değerlendirmeler tipik olarak futbol maçı oyununun bir veya iki fiziksel bileşenini ölçmeye odaklanmıştır. Futbolcuların laboratuvarlardaki ve sahadaki fizyolojik testleri yaygın olmakla birlikte, özgüllük (89-91) ve doğruluk (92) konularıyla ilgili her iki yöntem de sorgulanmıştır. Son on yılda yapılan saha testlerinde ölçülen aerobik kapasite değerinde yaklaşık $\pm 10-15\%$ oranında hata payı vardır (93).

2.5.2. Futbolda Fizyolojik Testlerin Gerekçesi

Futbolda performans; teknik, taktik, zihinsel ve fiziksel beceriler dahil olmak üzere sayısız bileşene dayanmaktadır (94). Fiziksel yönü, eğitim, sağlık durumu ve genetik faktörlerle ilişkilidir (95). Spor bilimcileri, sporculara fizyolojik testler uygulayarak bu bileşenleri analiz edebilir ve bu bilgiyi, diğer takım oyuncularına da uygulayarak kıyaslama yapabilir, katılımcıların önceki testlere ilişkin güçlü ve zayıf yönlerini içerecek şekilde bireysel profillerini oluşturmak için kullanabilir (96). Bu bilgiler daha sonra zayıf yönlerin düzeltilmesi amacıyla bireysel antrenman programını oluşturmak için kullanılır. Kondisyon testinden elde edilen veriler, fiziksel kondisyon antrenman programının temelini oluşturmalıdır (97). Ayrıca, spora özgü gereksinimler dikkate alınarak uygun dinlenme ve toparlanma sürelerinden oluşan, hareket becerilerini geliştirmeyi hedefleyen kısa ve uzun vadeli ilerlemeyi vurgulayan çok yönlü bir yaklaşım olmalıdır.

Balsom (92), bireysel oyuncu profillerini analiz etmenin, antrenman programının etkinliğini incelemenin yanı sıra, sporcuların sakatlanmadan sonra antrenmana dönme ve oyuna hazır olma durumlarını analiz etmede nesnel fayda sağladığını açıklamıştır. Bu nedenle, fitness testinden elde edilen sonuçların, antrenman etkinliğinin takıma ve bireylere kazanımları hakkında antrenörlere ve oyunculara geribildirim sağladığı için değerli olacağı düşünülmektedir.

Kondisyon düzeyinin belirlenmesi için kapsamlı bir gerekçe listesi Tablo 2-5'te verilmiştir. Genel fizyolojik değerlendirmenin bir parçası olarak veya sosyal özelliklere uygunluğun temel öğelerini ölçmek için kullanılabilecek birkaç test geliştirilmiştir (örneğin, çeviklik, hız, güç, çoklu sprint kabiliyeti ve dayanıklılık). Bir performans protokolü seçerken üç faktör göz önünde bulundurulmalıdır: geçerlilik, güvenilirlik ve hassasiyet (98).

Tablo 2-5. Futbolda Kondisyon Düzeyini Belirleme Sebepleri (Carling'e göre [99])

1	Her oyuncunun profilinin belirlenmesi ve bir bütün olarak takımın oluşturulması.
2	Bireysel güçlü yönleri (güçlenmek) ve zayıf yönleri belirlemek (iyileştirmek).
3	Oyunculara kendi kapasiteleri hakkında geri bildirim sağlamak ve gelişmeleri için motivasyonlarını desteklemek.
4	Belirli bir antrenmana bağlı gelişim etkinliğini objektif olarak değerlendirmek.
5	Beslenme veya psikolojik gelişim programları gibi eğitimle ilgili diğer programların etkinliğini nesnel olarak değerlendirmek.
6	Rehabilitasyon sırasındaki ilerlemeyi izlemek veya bir sporcunun spora dönüşe hazır olup olmadığını belirlemek.
7	Bireysel performans kapasiteleri ile rekabetin gerçek talepleri arasındaki ilişkiyi tanımlamak.
8	Bir oyuncunun sağlık durumunu izlemek.
9	Yetenekli futbolcuların özelliklerini tanımlamada yardımcı olmak.
10	Yaş kategorisine, gelişim evresine, özel popülasyonlara, oyun pozisyonuna ve spora göre performans normları oluşturmaya çalışmak.
11	Genç oyuncuların gelişimini izlemek ve değerlendirmek.
12	Oyuncuları uygun bir antrenman grubuna yerleştirmek.
13	Performansın yıldan yıla gelişimini incelemek.
14	Gelecekteki performansın tahmin edilmesini sağlamak.
15	Bilimsel araştırmalara performansın sınırlamaları hakkında veri sağlamak.

2.5.3. Aerobik Kapasite Tayini İçin Kullanılan Laboratuvar Testleri

Çevresel faktörlerin etkisini sınırlayarak kontrollü bir ortam sağlayan laboratuvar testleri, genel olarak fiziksel kondisyon düzeyini belirlemektedir. Saha testlerine göre laboratuvar testlerinin daha güvenilir ve daha doğru veriler sağladığı bilinmektedir (88). Laboratuvar protokolleriyle aerobik performansı gösteren parametreler daha doğru şekilde değerlendirilmektedir. Bu testlerin varyasyon katsayısı % 1 - 3 arasındadır (100).

Bunun yanı sıra kullanılan cihazların maliyetlerinin yüksek olması, testleri uygulayacak ve yorumlayacak uzman personel sayısının yetersiz olması, uygulanacak test prosedürünün yapılan sportif performansa uygun olmaması ve sporcuyu test etmek için yerel üniversitelerdeki laboratuvar tesislerine veya kliniklere yapılan ziyaretlerin birçok kulüp için zaman sıkıntısı yaratması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (101).

KPET, özellikle alt ekstremité olmak üzere büyük kas gruplarında oluşan fizyolojik yanıtları değerlendirmek için koşu bandı, bisiklet ergometrisi ve kol ergometrisi gibi cihazların kullanıldığı bir testtir. Vasküler, ortopedik veya nörolojik hastalığı bulunan bireylerde alt ekstremité performansının görülemeydiği durumlarda kullanılan kol ergometrisi, performansı değerlendirmek için kullanılan alternatif bir metottur. Bisiklet ergometrisinin ve koşu bandı kullanılarak uygulanan performans testlerinin birbirlerine göre avantajları Tablo 2-6’da belirtilmektedir.

Tablo 2-6. Koşu Bandı ve Bisiklet Karşılaştırması

Koşu Bandı	Bisiklet
Eğim ve hız artar.	Watt cinsinden iş yükü artar.
İş yükü hesaplanamaz.	İş yükü hesaplanabilir.
Artefakt daha çok.	Artefakt daha az.
Maksimum egzersize daha çabuk ulaşır.	Egzersiz paterninde değişiklik az.
VO ₂ maks daha yüksek	VO ₂ maks daha düşük (%5-10)
Ventilasyon ve laktat üretimi hafifçe daha düşük	Ventilasyon ve laktat üretimi hafifçe daha yüksek
Aktif normal bireylerde daha çok tercih edilir.	Hasta grubunda daha çok tercih edilir.
Kolay	Yürüyüş ve koşmaya göre daha zor.

2.5.4. Kullanılan Egzersiz Test Protokolleri

Koşu Bandı Protokolleri

Koşu Bandı Protokolleri

Koşu bandının kullanıldığı egzersiz testlerinde hız ve eğim düzenli olarak artmaktadır. Testin uygulanacağı kişiye uygun olarak farklı hızlarda ve eğim derecelerinde koşu bandı protokolleri uygulandığı görülmektedir. Bu protokollerden bazıları Bruce, Balke, Ellestad, Naughton ve Astrand protokolleridir. Bu protokoller arasında ise en çok tercih edilen protokol Bruce ve Balke’dir. Çok basamaklı aşamaların olduğu Bruce protokolünde, iş yükü arttırılmadan önce kararlı hal (steady state) durumunun oluşmasına izin veren 3 dakikalık periyotlar vardır ve test sırasında her periyotta oksijen tüketiminde 2-3 MET’lik artışlar görülür. Bazı hastalar her periyotta olan büyük iş yükü artışını tolere edemeyebilir ve testte ulaşılması istenen maksimum efor gerçekleşmeden testi sonlandırmak gerekebilir. Daha düşük egzersiz düzeyleri

amaçlanıyorsa, bu durumlarda Modifiye Bruce protokolü uygulanabilir. Modifiye Bruce Protokolünde, standart Bruce protokolüne ek olarak iki aşama daha eklenmiştir. 1,7 mil/saat hız ve %0 ve %5 eğimden oluşan 2 periyot daha bulunmaktadır. Balke protokolünde ise sabit hızda eğim artışı görülmektedir.

Bisiklet Ergometre Protokolleri

KPET'in en çok tercih edilen tipleri 2 ana gruba ayrılmaktadır (102):

Sabit yük egzersiz testleri (hafif veya orta, ağır ve şiddetli)

Şiddeti düzenli olarak artan yüke karşı yapılan egzersiz testi

Sabit Yük Testleri

O₂ ve CO₂ transportu için spesifik organ sistemleri tarafından fizyolojik yanıtların oluşmasını sağlayan sabit yük egzersiz testlerinde iş gücü belirli orandan birden arttırılır ve test boyunca devam ettirilir. Sabit yük testleri, genellikle kardiyopulmoner rehabilitasyon sürecinde kullanılan bronkodilatörlere ve medikal cihazlara olan yanıtı değerlendirmek için, ayrıca artan bir egzersiz protokolünden sonra pulmoner gaz değişimiyle ilgili bilgi elde etmek için kullanılmaktadır.

Hafif veya orta şiddetteki egzersizler: Arteriyal kan laktik asit konsantrasyonunun artmayıp sabit kaldığı bu protokolde, vücut çok büyük bir stres altında kalmadan sürdürülebilir bir aktiviteyi gerçekleştirmektedir.

Ağır şiddetteki egzersizler: Bu egzersiz protokolünde, arteriyal kan laktik asit konsantrasyonu egzersizin başlangıcında hafif artmaktadır, ancak egzersizin devamı ile birlikte sabit kalarak daha fazla artmamaktadır.

Çok ağır şiddetteki egzersizler: Arteriyal kan laktik asit konsantrasyonunun egzersizle birlikte sürekli olarak arttığı egzersiz protokolüdür.

Şiddeti Düzenli Olarak Artan Yüke Karşı Yapılan Egzersiz Testleri

İş gücünün sıfırdan başlayarak, tolere edilebilen en yüksek seviyeye çıkarıldığı egzersiz testinde, iş gücü düzenli olarak artmaktadır. Bu test ölçümüyle sistemlerin en üst limit fonksiyonları belirlenebilir. Egzersiz yanıtlarını bir referans popülasyona göre veya diğer fizyolojik fonksiyonlara göre değerlendirme imkanı sağlayabilir. Egzersiz intoleransının sebeplerinin belirlenmesine katkıda bulunabilir.

Şiddeti düzenli olarak artan yüke karşı yapılan egzersiz testlerinde en iyi cevabı almak için uzun sürede artış gösteren basamaklı testler yerine kısa süreli, kademeli artan (rapid incremental) egzersiz testlerini tercih etmek gerekmektedir.

Yaklaşık 8-12 dk süren testte, önemli olan temel parametrelerin ölçülmesi için istirahatten sonra egzersizin artan aşamasını yük vermeden 0 Watt ile başlatmak gerekir. 2-3 dakikalık istirahat/dinlenme süresinden sonra 2-3 dakikalık yüksüz pedal çevirme ile başlanan testte yüklenme sırasında her dakikada (5-25 W/dk) arttırarak devam edilir, dakikada pedal sayısı 40-70 arasında olmalıdır (ideali 60 rpm) ve test semptomlarla sınırlanıncaya kadar ya da hasta testi bırakana kadar devam ettirilir.

Sabit yük egzersiz testleri sadece aerobik ya da anaerobik iş gücünü değerlendirirken, şiddeti düzenli olarak artan yüke karşı yapılan egzersiz testleri hem aerobik hem de anaerobik egzersiz kapasitelerini belirlemektedir. Şiddeti düzenli olarak artan yüke karşı yapılan egzersiz testi iş gücü sürekliliği sağlayarak aerobik ve anaerobik egzersiz bölgelerindeki organ ve sistemlerin fonksiyonel durumlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Böylece solunum sisteminin, dolaşım sisteminin ve metabolizmanın uygulanan iş gücü ile ilişkisi belirlenerek bireyin durumu ile ilgili önemli bilgiler elde edilebilir.

KPET süresi 6 dakikadan az ise ölçülen VO_2 ve yük arasında doğrusal olmayan bir ilişki bulunabilir veya test 12 dakikadan uzun sürerse eklem ağrısı ve yorgunluk gibi ortopedik faktörlerden dolayı maksimum kalp hızı elde edilemeyebilir. Bu nedenle uygun test protokolünün seçimi doğru parametreleri elde etmek açısından önem teşkil etmektedir.

Şiddeti düzenli olarak artan egzersizde ortaya çıkan fizyolojik yanıtları dört temelde (metabolik aktivite, hemodinamik yanıtlar, ventilatuvar yanıtlar ve gaz değişimi) incelemek yararlı olacaktır (103).

2.5.5. KPET Fizyolojik Yanıtlar

2.5.5.1. Metabolik Aktivite

- **Maksimum Oksijen Tüketimi (VO_2 maks)**

Maksimum oksijen tüketimi (VO_2 maks), şiddetli egzersiz sırasında vücudun kullanabileceği en yüksek oksijen miktarıdır. En sık kullanılan aerobik güç ve metabolizma göstergelerinden biri VO_2 maks'tır ve aerobik performansı ölçmek için

düzenli olarak kullanılır. VO_2 maks altın standart olarak kabul edilir ve aerobik kapasitenin en önemli ölçüsüdür. VO_2 maks, genel olarak, ulaşılan seviye (L/dk) veya kg başına tüketim (ml/kg/dk) şeklinde değerlendirilmektedir. VO_2 maks değeri, kişinin düzenli olarak artan bir egzersiz testi esnasında iş gücü artışı olmasına rağmen oksijen tüketiminin sabit kaldığı değerdir. İş gücü oranında artış olmasına rağmen daha fazla VO_2 artışı olmamasıyla egzersizde ulaşılabilen en yüksek VO_2 değerini temsil etmektedir. İş gücünün düzenli olarak arttığı egzersiz testi esnasında VO_2 'de plato, maksimum bir VO_2 için hedefe ulaşılması anlamında karar vermek için gerekli kanıt sağlar. VO_2 maks'a ulaşmanın birincil koşulu VO_2 'de bu platonun oluşmasıdır. VO_2 'de bir plato oluşması durumunda, solunum değişim oranının (RER) 1,15'in üzerine çıkması, kan laktat konsantrasyonunun 8 mmol/l'nin üzerine çıkması ve kalp hızının yaşa bağlı maksimum değerine yükselmesi gibi birçok ikincil koşul vardır (93).

Egzersiz testinde elde edilen VO_2 maks değeri; kalp debisi (kalp atım hızı x kalp atım hacmi) ve arteriyovenöz O_2 farkı $[C(a-v)O_2]$ sonucunun Fick denklemi yardımıyla değerlendirilmesi ile belirlenir:

$$VO_2 \text{ maks} = (\text{Kalp hızı} \times \text{Kalp atım hacmi}) \times [C(a-v) O_2]$$

Aerobik gücün en önemli belirteci olarak kabul edilen VO_2 değeri başlangıçta L/dk olarak ifade edilse de, kişinin dakikada vücut ağırlığının kilogramı başına oksijen mililitresi (ml/kg/dk) olarak ifade edilmesiyle daha standart bir değerlendirme imkanı sağladığı kabul edilmektedir.

Şiddeti düzenli olarak artan egzersiz sırasında, iş gücü artmasına rağmen VO_2 'de bir artış görülmez ve sabit kalır. VO_2 'de görülen plato ile VO_2 maks değeri belirlenir, bu plato, kişinin fizyolojik üst sınırına ulaştığının bir göstergesidir. Ancak bu plato her zaman gözlenmeyebilir. Platonun görülmediği durumlarda kişinin ulaştığı VO_2 değeri, pik VO_2 değeri olarak adlandırılmaktadır ve egzersiz kapasitesini ifade etmek için kliniklerde kullanımı daha yaygındır.

Ortalama sedanter bireylerde, egzersizin sonunda VO_2 maks değeri kabaca 30-40 ml/kg/dk bulunurken, bu değer sporcularda 80-90 ml/kg/dk'ya kadar ulaşabilir. VO_2 maks değeri yaş ve cinsiyet gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Yoğun egzersiz programıyla, fiziksel olarak uygun olmayan bireylerin VO_2 maks'ı %15 ile %25 artabilir ancak, VO_2 maks'ı ortalama bir seviyeden elit bir seviyeye yükseltmek mümkün

değildir (104). Genetik faktörler de VO_2 maks'ın tanımlanmasında önemli rol oynamaktadır (105, 106). Klinik egzersiz testinde, bir bireyin VO_2 maks'ı, büyük popülasyon çalışmalarından elde edilen verilere dayanarak, yaşları ve cinsiyetleri için öngörülebilecekleri referans alınarak tipik olarak ifade edilir. Tüm referans değerlerinde olduğu gibi normal aralık, üzerinde çalışma yapılan popülasyona bağlıdır (107). Hansen ve ark. (108), eski tersane işçilerinden oluşan yaşlı erkek grubunu çalışmalarına alırken Neder ve ark. (109), yaşları 20-80 arası eşit sayıda kadın ve erkek bireyleri çalışmalarına dahil etmiştir.

Futbolda VO_2 maks

Uluslararası erkek futbol oyuncularının maksimum oksijen alımının 50 ile 75 ml/kg/dak arasında olduğu bildirilmiştir (94), bu da aerobik enerjinin futbol performansına önemli katkı sağladığı görüşünü desteklemektedir. Gerçekten de, bir futbol maçı sırasında toplam enerjinin yaklaşık % 90'ının aerobik metabolizmadan karşılandığı açıklanmaktadır (85, 86). Bir oyuncunun maksimum aerobik kapasitesini belirlemek önemlidir. VO_2 maks sporcularda ölçüldüğünde, test protokolünün belirli bir sporun aktivite profilini yansıtmaması çok önemlidir (110). Bu nedenle, futbolcularda VO_2 maks değerlendirmesinde bisiklet ergometrisi yerine treadmill kullanılması daha geçerli olacaktır.

Oyun sırasında bir oyuncunun dayandığı ortalama egzersiz yoğunluğu, anaerobik eşiğe yakın olarak maksimum kalp hızının % 80-90'ı kadardır (85, 86, 94). İdeal olarak, futbolcular 90 dakikalık bir maç boyunca yüksek yoğunluklu çalışmaları sürdürebilmelidir. Oysa seçkin ve alt elit futbol oyuncularının oyunun ikinci yarısında ilk yarısına göre yüksek yoğunluklu egzersiz yapma becerisinin azaldığını açıklayan çalışmalar bulunmaktadır (82, 111-113). Oyunun sonlarına doğru, kat edilen mesafede azalma (85, 86), daha düşük yoğunlukta performans gösterme (114), kan şekeri, kas glikojeninde ve laktat konsantrasyonunda azalma (85, 86) olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur.

VO_2 maks seviyesi yüksek olan oyuncular bir futbol maçı boyunca yüksek yoğunluklu eylemler gerçekleştirmek için gerekli olan enerji salınımında yüksek glikojen seviyelerine sahiptir. VO_2 maks değeri yüksek olan oyuncuların sprint sayısının, VO_2 maks değeri düşük olan oyunculardan daha yüksek olduğunu bildirilmiştir (115). Aynı zamanda, bu oyuncuların toparlanma süresi daha iyidir (82) ve

aynı iş yükünde kullanılan enerjinin çoğu yağlardan karşılanmaktadır (83), böylece bir oyunun en yoğun ve kararlı anları için gerekli olan glikojen korunabilir. Bu nedenle, gerçekte VO_2 maks'ı daha yüksek olan oyuncuların daha yüksek yoğunlukta ve daha uzun mesafede koşmasının nedeni glikojen tüketimindeki artışın az olmasından kaynaklanmaktadır. Takım için oyuncu seçimlerinde, oyuncuların takım içindeki görevinin belirlenmesinde ve oyun içindeki taktik kararlar için VO_2 maks tayini yapılması önemlidir.

Araştırmalarda aynı zamanda bir oyuncunun VO_2 maks değerinin bir maç boyunca gerçekleştirilen toplam çalışma miktarı ve kat edilen mesafe ile korelasyon içinde olduğunu da gözlemlenmiştir. Maksimum kalp hızının %90-95 yoğunluğunda yapılan antrenmanların VO_2 maks'ı geliştirdiği ve bu gelişimin maç performansını direkt etkilediği görülmektedir (116). Ayrıca, ortalama VO_2 maks değeri ve takım sıralaması arasında ilişki olduğunu gösteren çalışmalar vardır (117).

VO_2 maks'ın başarılı ve başarısız takımlar arasında farklılık gösterebileceğini, daha yüksek sıralama takımları ve belirli ulusal liglerdeki takımların daha yüksek VO_2 maks değerlerinin, elit ve elit olmayan oyuncular arasındaki oyun pozisyonları arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği bildirilmiştir (94, 118-120). Bazı çalışmalar, VO_2 maks'ın mevsimsel olarak değişkenlik gösterdiğinden, VO_2 maks değerlerinin, sezon öncesi profesyonel futbolcularda, tipik olarak aerobik koşullanmaya önem verildiğinde, belirgin bir şekilde iyileşme gösterdiğini vurgulamaktadır (86, 116).

Futbolda VO_2 maks Ölçüm Limitasyonları

Kanıtlar VO_2 maks testinin futbolcuları değerlendirmek için yararlı bir araç olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, laboratuvar VO_2 maks testinin kullanılmasında çeşitli sınırlamalar vardır. İlk olarak, çalışmalar VO_2 maks testlerinin performans ve bireysel antrenman programlarının göstergelerine duyarsız olduğunu göstermiştir. İyi eğitilmiş futbolculardaki submaksimal koşu sırasındaki VO_2 maks değerinin futbola özgü dayanıklılık testi olan Bangsbo testi tarafından ölçülen dayanıklılık kapasitesine duyarsız olduğu gösterilmiştir (121). Sezonun farklı zaman dilimlerinde ölçülen VO_2 maks değerinin profesyonel oyuncuların antrenman düzeyindeki gelişmeleri yansıtmadığı bildirilmektedir (122). Bu bilgilere paralel olarak, 50 elit erkek oyuncuya uygulanan 10 haftalık antrenmanın ve Omega-3 desteğinin VO_2 maks değerinde farklılığa yol açmadığı tespit edilmiştir (123).

VO₂ maks'ın ayrıca, popülasyonlar arasındaki ve farklı ülkelerdeki ligler arasındaki rekabet seviyesini ayırt edemediği gösterilmiştir (119, 124-127).

Futbol performans göstergelerinin tespit edilememesi, futboldaki etkinlik kalıpları ve VO₂ maks testleriyle genel fizyoloji arasındaki temel farklardan kaynaklandığı varsayılmaktadır (96). Tabii ki, VO₂ maks testinin (koşu bandı) doğası, futbol maçındaki koşu ile tarif edilen aktivite modelini kopyalamaz, çünkü doğrusal koşu futbol için özel bir aktivite değildir (94). Bir test, spora özgü egzersiz modellerine uygun olduğunda ve testin geçerliliği, gerçek performansa benzer fizyolojik tepkiler ortaya çıkarma yeteneğine bağlı olduğunda daha güvenilir ve etkilidir (98). Gerçekten de, futbolun doğasında olan intermittent aktivite profili fizyolojik gerilimi arttırmıştır ve VO₂ maks testinde gözlenenlerin üstünde yoğunlukta performans gerektirir (85, 86). Zaman-hareketi analizlerini benimseyen araştırmalar, elit futbolda tekrarlayan yüksek yoğunluklu egzersiz (aralıklı olarak) yapma yeteneğinin önemini vurgulamaktadır. VO₂ maks değerinin futbol oyuncularında kardiyorespiratuvar performansı değerlendirmede yetersiz olduğu görülmektedir. Bu yüzden sezon süresi boyunca performans değişimlerindeki kayda değer küçük farklılıkları tespit edemeyebilir.

VO₂ maks testini uygulayacak birçok futbol takımı için, pahalı ekipman ve alanın yanı sıra kendi çalışanlarında bulunmayan eğitimli personel gerektirecektir. Her oyuncuyu test etmek, yerel üniversitelerdeki laboratuvar tesislerine veya birçok kulüp için kliniklere yapılan çok sayıda zaman harcayan ziyareti içerir (88, 128, 129). Ayrıca, göz ardı edilmemesi gereken motivasyon faktörleri vardır. Yüksek motivasyon seviyeleri ve kendini zorlama isteği, gerçek maksimum oksijen alımını elde etmenin ön koşullarıdır. Oyuncular bir kondisyon testinde maksimum performans göstermek için motive olmadıklarında, testi ölçmek için tasarlanan performans değişkeninin geçerli bir ölçümü sağlayıp sağlayamayacağı şüphelidir. VO₂ maks'a ulaşma kriterleri ile ilgili zorluklardan dolayı, VO₂ maks'ı değerlendirmek için benimsenen terminoloji ve metodolojiye özen gösterilmelidir. Sporcuya uygulanacak test anlatılmalıdır, test öncesi ısınma programı yapılmalıdır, uygun test protokolü hazırlanmalıdır ve test kriterleri dikkate alınmalıdır (130).

Laboratuvarda uygulanan VO₂ maks testi, futbolculardaki fiziksel performansın kesin bir ölçütü değildir ve performansın diğer belirleyicileri incelenmelidir. Aerobik kapasite, genel futbol performansını tanımlayan karmaşık bir yapının sadece bir kısmıdır. Nitekim, futbol maçı ağırlıklı olarak aerobik olmasına rağmen, bir rakibi

yenmek veya hızlı atlamak gibi hızlı bir şekilde sıçramak gibi en belirleyici eylemler anaerobik metabolizmayı gerektirir (85, 86).

- **Karbondiyoksit Üretimi (VCO_2)**

Ekspirasyon sırasında üretilen CO_2 'in ölçülüp solunum frekansı ile çarpılması sonucunda elde edilen dakika CO_2 hacmidir. KPET'in değerlendirilmesinde önemli olan bir diğer parametre de VCO_2 'dir. Anaerobik eşik değerin altında VO_2 ve VCO_2 ilişkisi lineer seyretmektedir. Ancak iş yükü arttıkça VO_2 ve VCO_2 eğiminin daha dik olduğu görülmektedir. Bunun nedeni anaerobik eşik değeri aşıldığı zaman, dokulardaki ve kaslardaki asidozu kompanse etmek için oluşan bikarbonattan (HCO_3) CO_2 oluşumunun artması ve dokularda depolanan ve biriken CO_2 'nin atılmasıdır. Orta şiddette bir egzersizde anaerobik eşik değere kadar VCO_2/VO_2 lineer olarak artar bu noktadan sonra da ilişki lineerdir fakat eğim daha hızlıdır. Dolayısıyla anaerobik eşik değere önce ve sonraki eğrilerin kesiştiği nokta non-invaziv olarak saptanan anaerobik eşik değeri. Bu nokta aynı zamanda arter kanında laktat ve laktat/pürivat oranının artıp HCO_3 'ün düştüğü noktadır (107).

- **Solunum Gaz Değişim Oranı**

Akciğerlerden dokulara O_2 taşınması kanın her 100 mililitresinde yaklaşık 5 ml'dir, ancak dokulardan akciğerlere CO_2 taşınması 4 ml'dir. İstirahat halinde alınan O_2 'nin %82'si kadar CO_2 atılır. CO_2 üretiminin, O_2 tüketimine oranına (VCO_2/VO_2) solunum gaz değişim oranı (RER) denir. Birey eforunun göstergesi olarak pik RER değeri ile önemli bir parametredir. Maksimum efor sırasında sağlıklı yetişkin bireylerin RER değerinin 1.10-1.20 arasında olması beklenilmektedir (75).

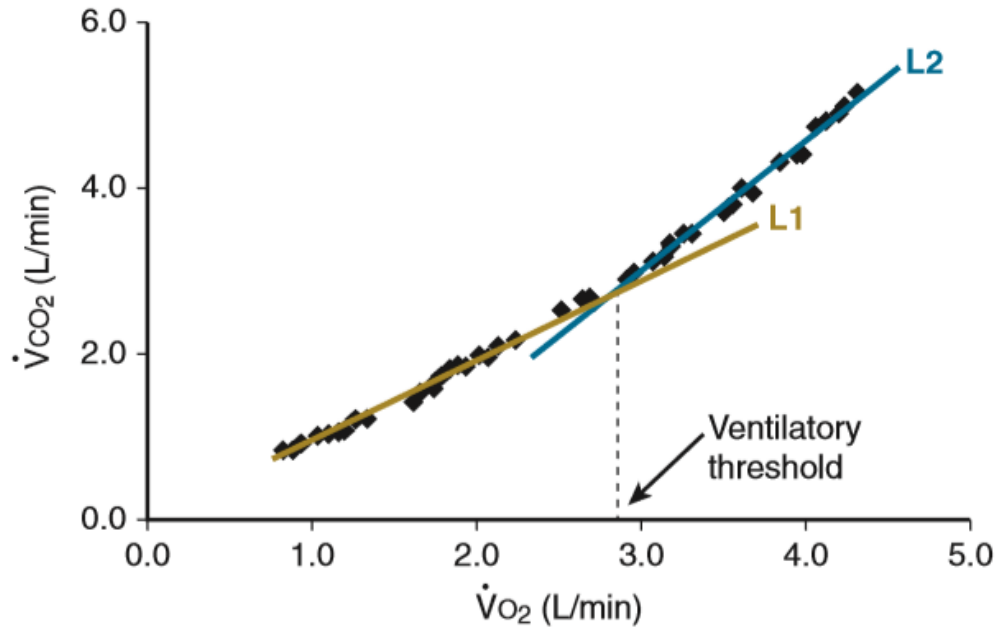
- **Ventilatuvar Eşik**

Egzersiz sırasında iş yükü arttıkça dışarı atılan karbondiyoksit (VCO_2) de artmaktadır. Egzersizin erken evrelerinde, oksijen alımı (VO_2) ve karbondiyoksit atımı (VCO_2) doğrusal artmaktadır, ancak ekspirasyon sırasında CO_2 atımı daha hızlı artar, VO_2 ve VCO_2 'nin bu paralelliğinin bozulduğu yer ventilatuvar eşik olarak adlandırılır (Şekil 2-1). Egzersiz sırasında anaerobik metabolizma sonucunda ortaya çıkan ve kanda artmaya başlayan metabolik asit ile bunu tamponlayan sistemler arasındaki (HCO_3 gibi)

mücadele sonucunda ortaya çıkan CO_2 gibi yan ürünlerin neden olduğu VE artışının tespit edilmesiyle anaerobik eşik değeri belirlenir. Bu eşik, egzersizin ilerleyen aşamalarında, metabolik ihtiyaçları karşılamak için egzersiz kasına gereken kan akışının yetersiz kaldığı ve bireyin hafif-orta ve orta-yüksek yoğunluklu egzersize geçtiği kritik noktayı işaret eder. Artan egzersiz iş yükünde VO_2 üretimini ve VCO_2 tüketimi gösteren V-slope yöntemi KPET yorumunda önemli bir adımdır (81).

Ventilatuvar eşik anaerobik eşik ve OBLA (kan laktat birikiminin başlangıcı) olarak adlandırılır.

Egzersiz yapmayan kişilerde VE, VO_2 maks'ın yaklaşık %50'sidir, ancak antrenmanlı bireylerde bu oran daha yüksektir. VE egzersiz toleransının önemli bir ölçümüdür, çünkü submaksimal egzersiz boyunca sağlanan maksimum çalışma oranını temsil eder.



Şekil 2-1: Ventilatuvar eşik tanımlamada kullanılan V-slope yöntemi. (Eşikten önce, O_2 tüketimi ve CO_2 üretimi aynı oranda yükselir. Bu noktalardan geçen en uygun çizgi L1, kahverengi renk ile belirtilmiştir. Ventilatuvar eşikten sonra CO_2 üretimi O_2 tüketiminden daha hızlı artar. Bu noktalardan geçen en uygun çizgi mavi renkle belirtilen L2 çizgisidir. İki çizginin kesiştiği nokta, ventilatuvar eşikine erişilen VO_2 'yi belirtir.)

2.5.5.2. Hemodinamik Yanıtlar

- **Kalp Debisi (Kardiyak output)**

Kalp debisi (mL/dk), pulmoner arter kateteriyle invaziv olarak ve gaz soluma teknikleri kullanılarak non-invaziv olarak ölçülebilir. Fick prensibi kullanarak oksijen alımından tahmin edilebilecek kalp debisi, maksimum egzersizde platoya ulaşana kadar iş yükü artışıyla doğrusal olacak şekilde artar (131). İlk artış atım hacmi ve kalp hızı fonksiyonlarındaki artışa bağlı görülürken, maksimum egzersiz seviyesine yaklaştıkça görülen değişiklikler kalp hızı artışından kaynaklanır (132).

- **Kalp Hızı**

Metabolik stresin düzenli olarak artırıldığı egzersizde, iş yükü artışına bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanması için kalp atım hızında da düzenli artış meydana gelmektedir. Egzersizle birlikte, ilk olarak vagal tonusta azalmaya bağlı olarak kalp hızında artış görülmektedir. Egzersiz devam ettikçe, kalbi ve sistemik kan dolaşımını etkileyen sempatik tonusun artışına bağlı olarak kalp hızında daha fazla artış olmaktadır.

Egzersizin başlamasıyla vagal tonusta azalma, sempatik tonusta artma ve venöz dönüşün artmasıyla kalp atım hızında artma görülmektedir. Egzersizde ulaşılan maksimum kalp atım hızı, kişinin yaşının 220'den çıkarılmasıyla (Karvonen metodu) belirlenebilir. Conconi ve ark, egzersiz sırasında kalp hızı-iş gücü arası kırılma noktası ile anaerobik eşik değer arasında yakın ilişki bulmuşlardır (133). Artan egzersiz yoğunluğuna bağlı olarak kan laktat seviyesinde ve katekolamin üretiminde artışlar meydana gelmektedir ve bu durum sempatik sistemi uyararak kalp atım hızında artışa neden olmaktadır.

- **Pulmoner Arter Basıncı**

Şiddeti düzenli olarak artan egzersizde, akciğerlerden geçen kan akımı 4-7 kat artar. Bu fazladan akım akciğerlerde 3 şekilde olur: 1) açık kapiller sayısında artış 2) kapiller dilatasyon ve kan akımı artışı 3) pulmoner arter basıncındaki artış

Sağlıklı kişilerde ilk iki değişim birlikte görülür ve pulmoner vasküler direnci azalır, böylece pulmoner arter basınç artışı çok az olur.

Egzersiz sırasında akciğerlerin artmış kan akımına uyum gösterme yeteneği, sağ kalbin enerjisini korur ve pulmoner kapiller basınç artışını önleyerek yüksek kalp debisi sırasında pulmoner ödem gelişimi önlenir (75).

- **Strok Volüm (Atım Hacmi)**

Atım hacmi egzersizin başlangıcında artar ve egzersiz seviyesi arttıkça atım hacmi hafifçe azalmaktadır. Şiddeti düzenli olarak artan egzersizde önceleri kalp debisindeki artış, atım hacmi ve kalp hızı artışı ile sağlanırken egzersizin şiddeti arttıkça bu artış daha çok kalp hızı artışı ile olur. Başlangıçtaki artış alt ekstremitte venöz damarlardaki kan akışıyla sağlanırken, daha sonradan, inotropik aktivite artışına bağlı daha küçük artışlar meydana gelir (132).

- **Sistemik Kan Basıncı**

Kardiyak debideki artış ve deri, böbrek ve splanknik dolaşımdaki damar direncine bağlı olarak aşamalı egzersizde sistemik kan basıncı (mmHg) artar. Her ne kadar egzersiz sırasında kaslar diyastolik basıncın yükselmesini engellese de maksimum egzersizde oluşan ventilasyon eşliğini takiben sistolik basınç değeri 200 mmHg'nın üzerine çıkabilir (75).

2.5.5.3. Ventilatuvar Yanıtlar

- **Dakika Ventilasyon**

Tidal volümle, solunum sıklığının çarpımıdır. Egzersiz sırasında ulaşılan ventilasyon eşliğinden sonra, solunum hızı ve tidal volümdeki artışa bağlı olarak dakika ventilasyonu (VE, mL/dk) artmaktadır. FEV1 x 40 veya MVV kullanılarak maksimum egzersizde tahmin edilen ventilasyon değeri, tipik öngörülen maksimum değerinin %80'inden daha azdır (134).

- **Oksijen ve Karbondioksit için Ventilatuvar Ekvivalanı**

Ventilasyon/perfüzyon dengesizliğini en iyi gösteren parametrelerden biri VE/VO₂ ve VE/VCO₂ yani O₂ ve CO₂'nin ventilatuvar ekivalanıdır. Şiddeti düzenli

olarak artan egzersizin erken evresinde VO_2 ve VCO_2 doğrusal olarak artar. Böylece VE/VO_2 ve VE/VCO_2 oranı nispeten sabit kalır. Egzersizin ilerleyen evrelerinde VE/VO_2 ve VE/VCO_2 'de azalma meydana gelir. Azalmanın meydana geldiği bu nokta ventilasyon/perfüzyon dengesizliğini gösterir. VE/VO_2 'nin en düşük olduğu nokta laktik asidozun başladığı noktayı, VE/VCO_2 'nin en düşük olduğu nokta da solunumun metabolik asidozu kompanse etmeye başladığı noktayı gösterir ve bu noktalardan sonra her iki parametre tekrar artmaya başlar. Sağlıklı kişilerde VE/VO_2 'nin en düşük olduğu nokta 22-27 L, VE/VCO_2 'nin en düşük olduğu nokta ise 26-36 L olarak bilinmektedir.

- **Fizyolojik Ölü Boşluğun Tidal Volüme Oranı (V_D/V_T)**

Maksimum egzersiz sırasında, tidal volümde (V_T) ve pulmoner kan akımında artış görülür. İstirahatte V_D/V_T oranı 0.3-0.4 arasında iken maksimum egzersiz sırasında bu değer 0.2'nin altına düşer (107). Egzersiz sırasında akciğerlerdeki ventilasyon perfüzyon dengesizliğini yansıtan V_D/V_T oranında artma, ölü boşluk solunumunda artış olduğunu ve ventilasyon işinin büyük bir kısmının boşuna tüketildiğini gösterir. Çünkü değiştirilen hava hiçbir zaman kana geçemez.

2.5.5.4. Gaz Değişimleri

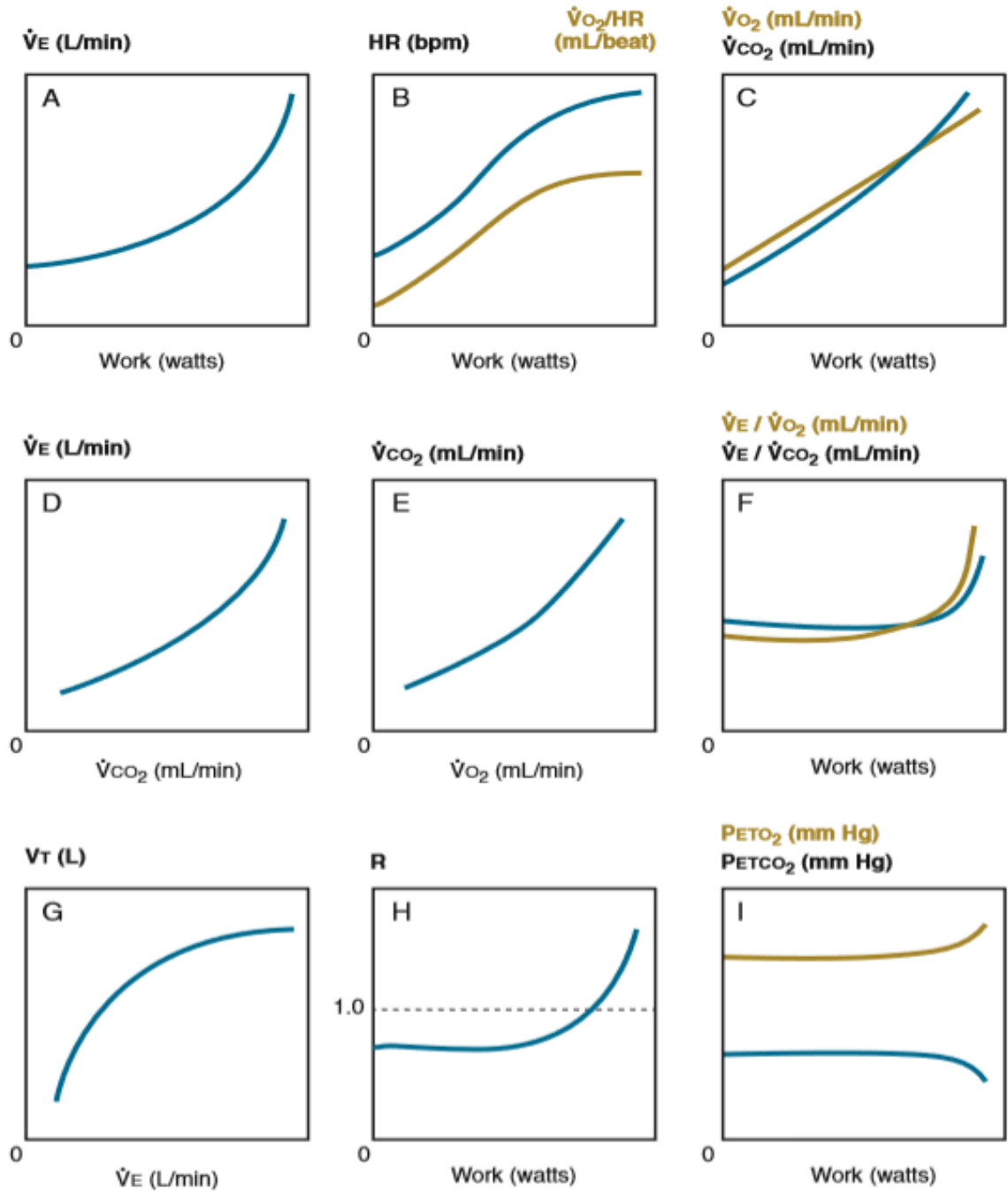
Karbondiyoksitin Arteriyel ve End-Tidal Kısmi (Parsiyel) Basınçları

Egzersizin erken evrelerinde VCO_2 'deki artışla beraber alveoler ventilasyonun da orantılı artması sonucundakarbondiyoksitin arteriyel ($PaCO_2$, mmHg) ve son tidal parsiyel basıncı ($PETCO_2$, mmHg) normaldir. Egzersiz başlangıcında parsiyel basıncı hiperventilasyon yapan bireylerde değerler düşük görülebilir, ancak bu değerler genellikle egzersizin ilk birkaç dakikasında normale döner. Ventilatuvar eşiği takiben, VCO_2 'deki artışa oranla, dakika ve alveolar ventilasyon yükselir ve sonuç olarak hem arteriyel PCO_2 hem de $PETCO_2$ düşer (135).

Arteriyel ve End-Tidal Kısmi (Parsiyel) Oksijen Basıncıları ve Alveoler-Arter Oksijen Farkı

Ventilasyon eşiğinin altında, hem end-tidal oksijen basıncı (P_{ETO_2} , mmHg) hem de arteriyel oksijen basıncı (P_{O_2} , mmHg) normal aralıkta kalır. Sağlıklı bireyler ventilatuvar eşiği geçip maksimum egzersize yaklaştıkça, alveoler ventilasyon artışına bağlı olarak P_{ETO_2} artar. Alveoler ventilasyon artarken, fizyolojik şantlama nedeniyle arteriyel P_{O_2} değişmeden kalır. Sonuç olarak, alveoler-arter oksijen basıncı ağır egzersizde hafifçe artar. Nadir de olsa VO_2 maks'ı yüksek olan bireylerde, egzersiz sonunda arteriyel P_{O_2} ve arteriyel SO_2 düşebilir. Bu durum egzersizle indüklenen arteriyel hipoksemi olarak adlandırılmaktadır (136, 137).

KPET'te daha önce açıklanan parametrelerin çoğundaki değişiklikler, tablo veriler olarak tanımlanabilir, ancak Wasserman ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve dokuz ayrı grafiğin standart bir biçimde gösterildiği grafik formatı daha çok tercih edilmektedir (138). Daha önce tarif edilen sağlıklı bireylerin egzersize verdiği yanıt grafik formatında gösterilmiştir. Bu grafikte artan iş yüküne bağlı dakika ventilasyonu A grafiğinde, artan iş yüküne bağlı kalp hızı ve oksijen nabzı (VO_2/HR) değişiklikleri B grafiğinde, artan iş yüküne karşı oksijen tüketimi (VO_2) ve karbondioksit üretimi (VCO_2) değişiklikleri C grafiğinde, VCO_2 ile VE arasındaki ilişki D grafiğinde, VO_2 ile VCO_2 arasındaki ilişki E grafiğinde, artan iş yüküne bağlı oksijen ve karbondioksit için ventilatuvar ekivalanı (VE/VO_2 , VE/VCO_2) F grafiğinde, tidal volümle (VT) ventilasyon (VE) arasındaki ilişki G grafiğinde, artan iş yüküne karşı gaz değişim oranı (RER) H grafiğinde, oksijen ve karbondioksit için end-tidal parsiyal basıncın (P_{ETO_2} ve P_{ETCO_2}) artan iş yüküyle ilişkisi I grafiğinde gösterilmiştir (81) (Şekil 2-2).



Şekil 2-2: Sağlıklı bireylerde egzersiz yanıtını gösteren 9 ayrı grafik. A, Dakika ventilasyon (VE) iş (watt) grafiği; B, kalp hızı ve pulse oksijen (VO_2/HR) iş (watt) grafiği; C, oksijen tüketimi (VO_2) ve karbondioksit üretimi (VCO_2) iş (watt) grafiği; D, VE ile VCO_2 arasındaki ilişki; E, VCO_2 ile VO_2 arasında ilişki; F, oksijen için ventilatuvar ekivalanı (VE/VO_2) ve karbondioksit için ventilatuvar ekivalanı (VE/VCO_2) iş (watt) grafiği; G, tidal volum (VT) ventilasyon (VE) grafiği; H, solunum gaz değişim oranı (RER) iş (watt) grafiği; I, end-tidal parsiyel O_2 basıncı (P_{ETO_2}) ve end-tidal parsiyel CO_2 basıncı (P_{ETCO_2}) iş (watt) grafiği. Y eksen değişkenleri için etiketler, her grafiğin üstünde gösterilir. (Luks AM, Glenn RW, Robertson HT: Introduction to cardiopulmonary exercise testing. New York, 2013, Springer, Fig. 3-1'ten uyarlanmıştır.)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Spor yapan ampüte bireylerde fiziksel kondisyon ve izokinetik test parametrelerinin değerlendirildiği bu çalışma İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Çalışma İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurul'un 27/10/2017 gün ve 17 sayılı toplantısında onaylandı.

Çalışma, 18-45 yaş grubu, sedanter unilateral alt ekstremitte amputasyonuna sahip erkek katılımcıların dahil edildiği Kontrol Grubu (n=11), ile aynı yaş grubuna uygun unilateral alt veya üst ekstremitte amputasyonu olan ampüte futbolcuların dahil edildiği Sporcu Grubu (n=35) katılımcılar ile tamamlandı. Kontrol Grubu için İstanbul merkezde bulunan özel protez uygulama merkezinden gönderilen katılımcılar çalışmaya alındı. Sporcu Grubu Pendik Engelliler Spor Kulübü Derneğinin profesyonel oyuncularından oluşturuldu. Sporcu Grubun erkeklerden oluşması üzerine cinsiyet farklılığının etkisini ortadan kaldırmak için Kontrol Grubuna sadece erkek katılımcılar dahil edildi.

Çalışmaya, farklı seviyelerde unilateral alt veya üst ekstremitte amputasyonu olan 35 sporcu ile unilateral alt ekstremitte amputasyonu olan 11 sedanter ampüte olmak üzere 46 birey dahil edildi.

Bu araştırma 18-45 yaş grubu spor yapan ve yapmayan amputelerin fiziksel kondisyonunun ve izokinetik parametrelerinin değerlendirilmesiyle elde edilen verilerle yapılan tanımlayıcı bir araştırma olup, kesitsel özellik taşımaktadır.

3.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

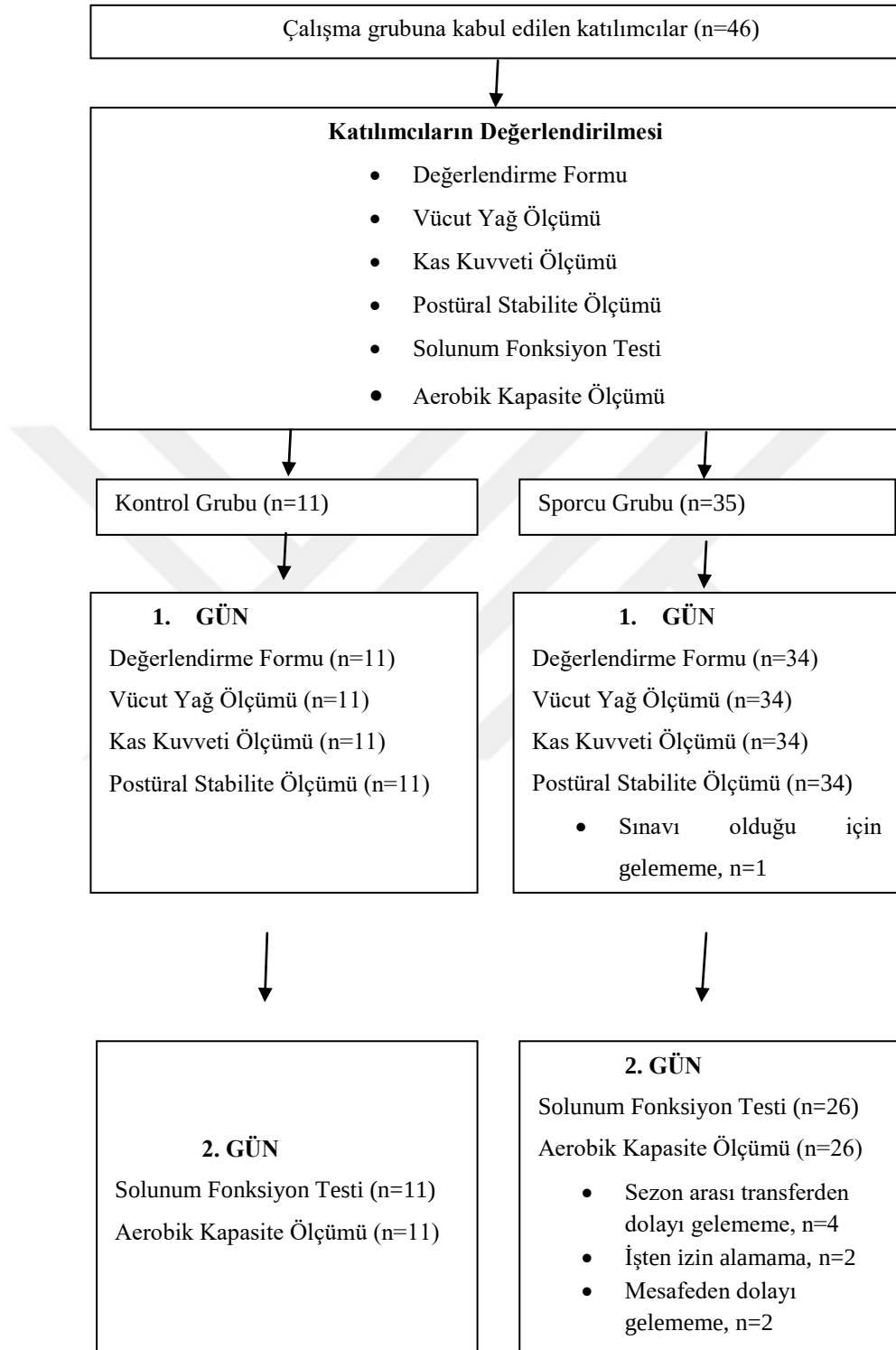
- Yaş aralığı 18-45 yıl arasında olmalı,
- Unilateral veya bilateral alt veya üst ekstremitte amputasyonuna sahip olmalı,
- Sporcu grubuna dahil edilmek için en az 1 yıldır spor yapıyor olmalı,
- Testleri yapabilecek ve tamamlayabilecek düzeyde zihinsel ve fiziksel aktivite düzeyine sahip olunmalı,
- Kardiyovasküler sistem hastalığı bulunmamalı.

3.2. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

- Çalışmayı kabul etmemek,
- Testlerin yapılmasını engelleyen ağrının olması,
- Kognitif ve mental problemin bulunması,
- Nörolojik problemin bulunması,
- Kardiyovasküler sistem hastalığı bulunması.

Yapılacak testlerle ilgili ölçümlerden önce bilgilendirilen katılımcılar Gönüllü Onam Formunu imzaladı.

İlk olarak katılımcılara ait bilgiler kaydedildi ve vücut kompozisyonu skinfold ile değerlendirildi. Vücut yağ ölçümünü takiben tek ayak üzerinde postüral stabilite indeks ölçümü postüral stabilite sistemi ile ölçüldü. Daha sonra izokinetik dinamometre ile gövde kas gücü ölçüldü. Farklı bir günde de spirometre ile solunum fonksiyon testi yapıldıktan sonra metabolik ölçüm için kardiyopulmoner egzersiz testi uygulandı. Test sonuçları katılımcılara bilgilendirildi (Şekil 3-1).



Şekil 3-1: Akış diyagramı

3.3. Demografik Veri

- İletişim bilgileri (adres, telefon)
- Yaş
- Boy uzunluğu
- Vücut ağırlığı
- Ampütasyon bilgileri
- Spor süresi / sıklığı ile ilgili bilgiler kaydedildi.

3.4. Vücut Kompozisyonu

3.4.1. Vücut Kütle İndeksi (VKİ)

Katılımcıların vücut ağırlığı Tess marka elektronik laboratuvar baskülü ile çıplak ayak ve spor kıyafetleriyle ölçüldü. ± 1 mm hata payı olan sabit stadiometre (Holtain, UK) kullanılarak vücut ağırlığı ile ölçüldü. Vücut uzunluğu olarak ayakta dik pozisyonda duran katılımcının başının üzerine gelen kaliperin gösterdiği değer kaydedildi. VKİ, protezsiz vücut ağırlığının, vücut uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle elde edildi.

3.4.2. Vücut Yağ Yüzdesi

Vücut yağ yüzdesini tespit etmek için Holtain marka skinfold kaliper aleti kullanıldı. Deri kıvrım kalınlığı ve yağ dokusu kalınlığı ölçüldü. Ölçümler sırasında katılımcılar ayakta durdu ve ölçümler sağ taraftan yapıldı (Şekil 3-2). Sağ ampütasyonu olan sporcularda eksik uzvun yerine o bölgenin karşısına gelen sol taraftan ölçüm yapıldı. Katılımcıların göğüs, biceps, triceps, subskapular, abdominal, suprailiak, uyluk ve baldır bölgelerinden ölçüm yapıldı. 8 farklı bölgeden alınan değerler mm cinsinden kaydedildi.



Şekil 3-2: Holtain marka skinfold cihazı ile deri kıvrım kalınlığı ölçümü

Vücut yağ yüzdesini hesaplamak için Jackson-Pollock (J-P) yöntemi kullanıldı.

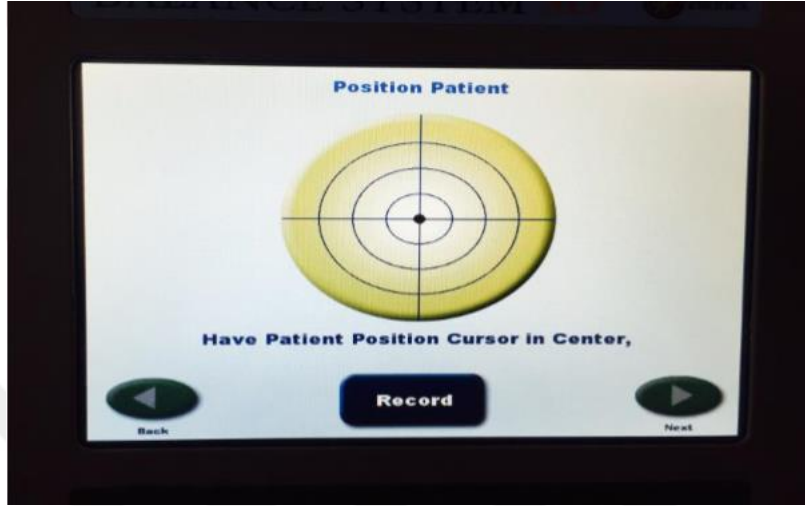
Jackson-Pollock (J-P) yöntemine göre:

1. Göğüs + abdomen + uyluk = Skinfoldlar Toplamı (ST)
2. Vücut Yoğunluğu = $1.10938 - (0.0008267 * ST) + (0.0000016 * ST^2) - (0.0002574 * \text{yaş})$
3. Vücut Yağ Yüzdesi = $(495 / \text{Vücut Yoğunluğu}) - 450$

3.5. Tek Ayak Postüral Stabilite Testi

Tek ayak postüral stabilite ölçümünde geçerliliği ve güvenilirliği yüksek olan Biodex marka (Biodex, Inc., Shirley, New York) denge stabilite sistemi kullanıldı. Ön-arka / sağ-sol 20°'ye kadar eğim yapabilen sistemin 360°'lik platformu vardır ve bu platform çok eksenli yapıdadır. Sistem ekranı test sırasında 4 kadran ve 4 bölgeye ayrılmaktadır (Şekil 3-3). Test sonucunda sağ-sol, ön-arka ve genel stabilite indeksi belirlenmektedir. Elde edilen değerler ile kişinin postüral salınımlarının standart sapmaları elde edilmektedir. Tüm değerlerde azalma olması dengenin iyi olduğunun,

tüm değerlerde artış olması ise dengenin kötü olduğunun göstergesidir. Biodeks Denge Sistemi 12 zorluk seviyesinden oluşmaktadır ve bu sistemde 12. seviye en kolay seviye olup, 1. seviye en zor seviyedir. Biodeks Denge Sistemi düzenli olarak kalibre edilmektedir.



Şekil 3-3: Biodeks stabilite sistemi ekranı

4 kadrana bölünen platform yüzeyinde 1. kadrant; sağ ön 90^0 , 2.kadrant; sol ön 90^0 , 3.kadrant; sol arka 90^0 ve 4.kadrant sağ arka 90^0 'lık alanı gösterir.

1.kadrant	Alan A	0° - 5° 'lik eğimi
2.kadrant	Alan B	6° - 10° 'lik eğimi
3.kadrant	Alan C	11° - 15° 'lik eğimi
4.kadrant	Alan D	16° - 20° 'lik eğimi ifade eder.

Postüral stabilite ölçümünde için katılımcılar gözler açık, ayakkabı ve çorap olmadan teste alındı (Şekil 3-4). Katılımcı rahat pozisyonda merkezi bulduktan sonra ayağın koordinatları alındı ve kaydedildi, katılımcılara deneme ölçümü anlatıldı ve katılımcıların testi öğrenmesi sağlandıktan sonra test ölçümüne geçildi. 12-4 seviyeleri arasında 3 tekrardan oluşan ve tekrarlar arasında 10 saniyelik dinlenme aralıkları bulunan test tamamlandı. Katılımcıların test sırasında el temasının olması durumunda test sonlandırıldı. Üst ekstremité amputasyonlu katılımcılara, dominant olan bacak üzerinde, postüral stabilite testi uygulandı. Alt ekstremité amputasyonlu katılımcılarda ise test sağlam taraf üzerinde yapıldı. Testin sonunda katılımcıların genel, ön-arka ve sağ-sol stabilite değerleri kaydedildi ve değerlendirildi.



Şekil 3-4: Tek ayak üstünde postüral stabilite test ölçümü

3.6. İzokinetik Kas Kuvvet ve Dayanıklığı Ölçümü

Katılımcıların izokinetik kuvvet tayini, düzenli aralıklarla kalibre edilen, Humac Norm II model (Cybex, ABD) izokinetik dinamometreyle yapıldı. Uygulanan tüm test prosedürü aynı araştırmacı tarafından yapıldı. Gövde fleksiyon ve ekstansiyon kaslarının kuvvet ölçümü, gövde aparatıyla katılımcı ayakta dururken gerçekleştirildi. Ped yardımıyla alt ekstremitenin stabilizasyonu sağlandı. Pelvis güvenliği ve kalça fleksor kaslarının kullanımını engellemek için kemer kullanıldı. Cihazın omuz askısı ve arkılığı kullanılarak üst bölgenin hareketi desteklendi (Şekil 3-5).



Şekil 3-5: İzometrik dinamometre ile gövde kas gücü ölçümü

Gövde kaslarının kuvvet ölçümü, 60°/sn hızda 3 tekrarlı deneme ve 4 tekrarlı test ölçümüyle yapıldı. Kuvvet testi bittikten sonra 20 saniye dinlenme arası verildi ve kas dayanıklılık ölçümüne geçildi. Katılımcıların gövde kaslarının dayanıklılığı ise 90°/sn hızda 4 deneme ve 15 tekrarlı test ölçümüyle gerçekleştirildi (Tablo 3-1).

Tablo 3-1: İzokinetik Test Protokolü

Hız	60 ⁰ /sn	90 ⁰ /sn
Deneme Tekrarı	3	4
Test Tekrarı	4	15
Dinlenme Süresi (sn)	20	20

3.7. Solunum Fonksiyon Testi

Spirobank model bilgisayarlı solunum fonksiyon test cihazı kullanılarak Solunum fonksiyon testi (SFT) yapıldı. Teste başlamadan önce bilgisayarın karşısına outtran katılımcıya yapılacak işlem anlatıldı. Tüm nefesi ağzından alması gerektiği için plastik bir mandalla katılımcının burun delikleri kapatıldı, böylelikle katılımcının burundan nefes alıp vermesi engellendi. Katılımcıya kişiye özel tek kullanımlık karton ağızlık verilerek bu ağızlıktan nefes alıp vermesi istendi (Şekil 3-6). Test sırasında yapılması gereken solunum manevraları katılımcıya detaylı olarak anlatıldı ve ardından dinamik testlere geçildi. Test sonucunda katılımcıların FEV1, FVC, FEV1/FVC, FEV %25-75, FEF %50, PEF, MVV, IC değerleri saptandı.

**Şekil 3-6: Solunum fonksiyon testi ölçümü**

3.8. Kardiyopulmoner Performans Egzersiz Testi

3.8.1. Egzersiz Testine Hazırlık

- Spor hekimi tarafından teste başlamadan önce anamnez alındı, fizik muayene yapıldı ve katılımcı egzersiz testi kontraendikasyonları açısından değerlendirildi.
- Testten önce statik ve dinamik solunum fonksiyon testleri yapıldı ve ardından istirahat EKG'si çekildi.
- Üst ekstremité ampütesi olan katılımcılara koşu bandında nasıl yürümeleri gerektiği ve alt ekstremité ampütesi olan katılımcılara ise kol ergometrisini nasıl kullanmaları gerektiği gösterildi.
- Test protokolü hakkında katılımcılara ayrıntılı bilgi verildi, testin risk ve komplikasyonları anlatıldıktan sonra onam formu imzalatıldı.

3.8.2. EKG Monitörizasyonu

Egzersiz EKG (Eforlu EKG) kayıt sistemlerinde 10 elektrotlu standart (Mason-Likar) system ile 12 derivasyonun takibi kullanıldı. Elektrotlar yerleştirilmeden önce cildin yüzeyindeki ölü epidermis ve yağ tabakasının temizlenmesi için alkol kullanıldı. Elektrotların yerleştirilmesiyle bilgisayar ekranından her derivasyon takip edilerek, gereklilik halinde elektrotların yeri düzeltildi.

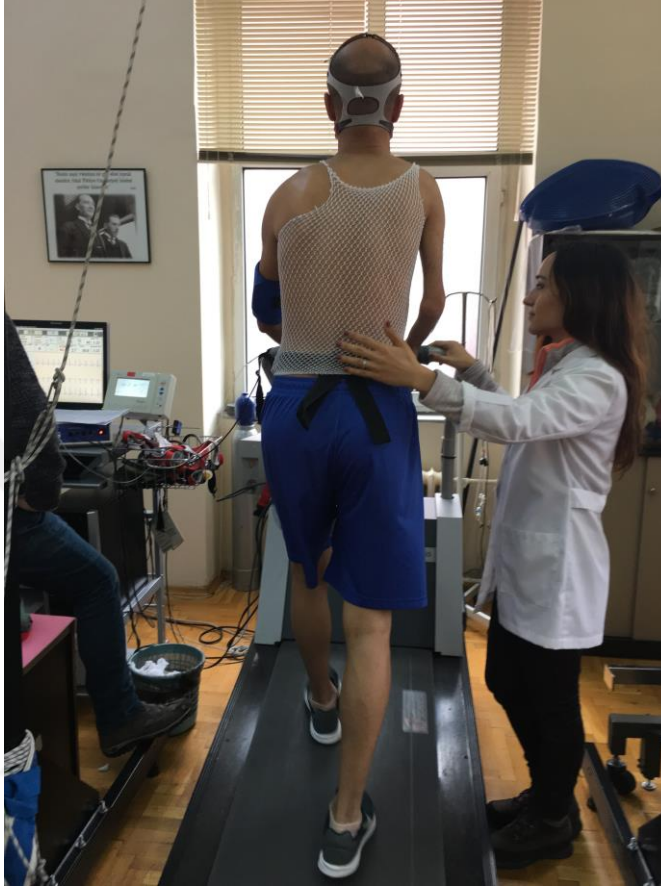
3.8.3. Kan Basıncı Monitörizasyonu

Test başlamadan önce katılımcılar oturur pozisyondayken kan basıncı ölçüldü. Test boyunca ölçüm sık sık tekrarlandı. Katılımcı maksimum seviyeye ulaşmadan önce kan basıncı ölçümü 2 dakikada bir ve maksimum düzeye ulaştığında ise dakikada bir olmak üzere tekrarlandı. Toparlanma fazında da 1-2 dakika aralıklarla ölçüme devam edildi.

3.8.4. Koşu Bandı Testi

İstirahat elektrokardiyografileri (EKG) alınan katılımcıların maksimum oksijen tüketim ve anaerobik eşik değerlerinin tespit edilmesi için Quinton 65 treadmill yürüme bandında Quinton 5000 eforlu test sistemi, Cortex Metalyzer 3B metabolik ölçüm cihazı ve Metasoft 2.7 software desteğiyle kardiyopulmoner performans egzersiz testi yapıldı. Breathe-by-breathe yöntemiyle oksijen tüketim ve karbondioksit üretim miktarları hesaplandı. Üst ekstremité ampütasyonu bulunan sporcuların metabolik

parametrelerinin ölçümü için test sırasında Rudolph Mask 2 way 7910 marka maske kullanıldı (Şekil 3-7).



Şekil 3-7: Koşu bandı kullanılarak yapılan kardiyopulmoner performans testi

Bruce protokolü kullanılarak kardiyopulmoner egzersiz testi uygulandı (Tablo 3-2). Test protokolü; her evresi 3 dakikadan oluşan 5 periyottan oluşmaktadır (Bruce Protokolü). Test sırasında her evrede, katılımcıların kan basınçları ölçüldü ve monitör üzerinden katılımcıların EKG değişiklikleri izlendi ve kaydedildi. Kardiyopulmoner egzersiz testinde, testi sonlandırmayı gerektirecek herhangi bir patolojik durum veya bulgu gelişmemesi şartıyla katılımcı tükeninceye kadar test devam ettirildi. Egzersizin son 10 saniyesindeki ortalama VO_2 değeri pik VO_2 olarak kabul edildi. V-slope yöntemi kullanılarak anaerobik eşik değeri hesaplandı. Yapılan kardiyopulmoner egzersiz testiyle, egzersiz süresi, istirahat ve maksimum kalp hızları, ulaşılan kalp hızının hedeflenen kalp hızına yüzdesel oranı (% hedef kalp hızı), istirahat ve maksimum kan basınçları, RER, istirahat dakika ventilasyon hacmi (istirahat VE), pik VE, ulaşılan

oksijen tüketiminin hedeflenen oksijen tüketimine yüzdesel oranı (%hedef VO_2), pik VO_2 , anaerobik eşik düzeyde kullanılan oksijen miktarı (an VO_2) değerleri kaydedildi.

Test sırasında amputé katılımcıların her evrede üç dakikada bir tansiyonları ölçüldü ve monitör üzerinden eforlu EKG değişiklikleri izlenerek kaydedildi. Testler semptom sınırlı olarak uygulandı. Pik oksijen tüketimleri, egzersizin son 10 saniyesinde saptanacak en yüksek ortalama değer olarak belirlendi. Anaerobik eşik değeri V-Slope yöntemi kullanılarak belirlendi.

Tablo 3-2: Bruce Protokolü

Tablo 3-2. Bruce Protokolü			
Evre	Zaman (dakika)	Hız (mil-km/saat)	Eğim (%)
1	3	2.7	10
2	3	4.0	12
3	3	5.4	14
4	3	6.7	16
5	3	8.0	18
6	3	8.8	20
7	3	9.6	22

3.8.5. Kol Ergometri Bisiklet Testi

Oturur pozisyonda, omuz yüksekliğinde monte edilen pedal ünitelerini, ellerle döndürme esasına dayanan kol ergometrisinde uygulanacak iş yükü, genel olarak, 60-80 çevirme/dakika hızında (rpm), her 3 dakikada 15 watt artışlar olacak şekilde protokol belirlenerek yapıldı. Başlangıç 25 watt olarak belirlendi. Test sırasında her evrede, katılımcıların kan basınçları ölçüldü ve monitör üzerinden EKG değişiklikleri izlenerek kaydedildi (Şekil 3-8). Kardiyopulmoner egzersiz testi esnasında, testi durdurmayı gerektirecek herhangi bir patolojik semptom veya bulgu gelişmemesi şartıyla katılımcı tükeninceye kadar test devam ettirildi. Katılımcı devam edemeyeceğini söylediğinde iş yükü 0- watt'a indirildi ve 40 rpm'de 3 dakika toparlama fazı gözlemlendi. Egzersizin son 10 saniyesinde analiz edilen ortalama VO_2 değeri pik VO_2 olarak kabul edildi, VE hesaplamasında V-slope yöntemi kullanıldı. Koşu bandıyla yapılan kardiyopulmoner

egzersiz testinde elde edilen değerler gibi kol ergometri bisikleti kullanılarak yapılan egzersiz testinde de bulgular kaydedildi ve değerlendirildi.



Şekil 3-8: Kol bisiklet ergometrisi kullanılarak yapılan kardiyopulmoner performans testi

3.9. İstatistiksel Değerlendirme

Tüm istatistiksel analizlerde IBM SPSS 21.0 programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler; kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortalama, standart sapma ve medyan olarak verildi. Gruplar karşılaştırılırken kategorik değişkenler için ki-kare ve fisher exact testi kullanıldı. Sayısal değişkenlerin iki grup karşılaştırmaları normal dağılım koşulu sağlandığı durumda Student t testi yapıldı. Değerlendirilmede anlamlılık düzeyi olarak $p<0.05$ kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, sportif aktivitenin amput  bireyler üzerindeki fizyolojik etkileri incelendi. Çalışmaya yaş ortalaması $29,3 \pm 6,4$ yıl olan 35 profesyonel erkek amput  futbol oyuncusu (Sporcu Grubu) ve yaş ortalaması $30,4 \pm 8,57$ yıl olan 11 sedanter erkek amput  (Kontrol Grubu) katılımcı dahil edildi. Katılımcıların aerobik kondisyon, gövde fleksör ve ekstansör kas kuvvetleri ölçüldü ve antropometrik değerlendirmeleri yapılarak, sonuçlar değerlendirildi ve iki grup arasında istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Tablo 4-1’de g r  ld ğ  gibi, her iki grup katılımcıların yaş, boy, vücut ağırlıkları ve VK  ortalama değerleri birbirine yakın bulundu.

Tablo 4-1: Amput  Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Demografik Verileri

Parametreler	Kontrol (n=11) (Ort $\pm$ SS)	Sporcu (n=35) (Ort $\pm$ SS)	P
Yaş (yıl)	$30,4 \pm 8,57$	$29,3 \pm 6,4$	0,72
Boy (cm)	$175 \pm 3,7$	$174 \pm 6,43$	0,51
Vücut ağırlığı (kg)	75 ± 16	$68,3 \pm 10,2$	0,21
VK� (kg/m ²)	$24,36 \pm 5,1$	$22,45 \pm 3$	0,26

Kontrol Grubu katılımcıların amputasyon yaşının ortalaması $12 \pm 11,7$ yıl, Sporcu Grubu katılımcıların ise $17 \pm 8,32$ yıl olarak belirlendi. Sporcu Grubunda 29 alt ekstremite, 6 üst ekstremite amputasyon bölgesi saptandı. Kontrol Grubu katılımcıların tamamı alt ekstremite amputasyonuna sahipti. Hem Sporcu hem de Kontrol Grubunda sol taraf amputasyonunun daha fazla olduğ  belirlendi. Travma her iki grupta da en sık görülen amputasyon nedeni olarak saptandı (Tablo 4-2).

Tablo 4-2: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların, Ampütasyon Yaşı, Bölgesi, Tarafı ve Nedenine Göre Sınıflandırılması

Parametreler		Kontrol (n=11) (Ort±SS)	Sporcu (n=35) (Ort±SS)
Ampütasyon Yaşı (yıl) (Ort±SS)		12±11,7	17±8,32
Ampütasyon Bölgesi (n,%)	Alt	11 (100)	29 (82,9)
	Üst	0	6 (17,1)
Ampütasyon Tarafı (n,%)	Sağ	5 (45,5)	16 (45,7)
	Sol	6 (54,5)	19 (54,3)
Ampütasyon Nedeni (n,%)	Konjenital	1 (9,09)	8 (22,86)
	Travmatik	10 (90,9)	24 (68,57)
	Tümör	0	3 (8,57)

Sporcu Grubu katılımcıların ortalama $8,03 \pm 5,03$ yıldır spor yaptığı ve haftada ortalama $7,6 \pm 2,98$ saat antrenman yaptığı saptandı (Tablo 4-3).

Tablo 4-3: Sporcu Grubun Spor Yaşı ve Antrenman Süresine Ait Bilgiler

Parametreler	Sporcu Grup (n=35) (Ort±SS)
Spor Yaşı (yıl)	$8,03 \pm 5,03$
Haftalık Yapılan Antrenman Süresi (saat)	$7,6 \pm 2,98$

Katılımcıların antropometrik incelemelerinde bölgesel yağları değerlendirildiğinde, her iki grup katılımcılarda abdominal yağlanmanın en yüksek olduğu görüldü. Suprailiik bölge yağlanması her iki grup katılımcılarda ikinci sıradaydı. Kontrol ve Sporcu Grubu vücut bölgesel yağ miktarı sonuçları karşılaştırıldığında, sadece triceps ($p<0.006$), baldır ($p<0.03$) ve uyluk ($p<0.02$) bölgelerinde sporcu grup katılımcılar lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık (yağ miktarında azalma) bulundu. J-P yöntemine göre hesaplanan % vücut yağ değerinin Kontrol Grubuna göre Sporcu Grup katılımcılarda daha düşük saptanmasına rağmen; bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 4-4).

Tablo 4-4: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Vücut Yağ Miktarı ve % Değerlerinin Karşılaştırılması

Bölgeler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=34) (Ort± SS)	Medyan	P
Abdominal (mm)	23,57±12,05	25,8	18,45±9,39	15,7	0,22
Göğüs (mm)	11,15±6,66	10,8	8,01±4,33	7,35	0,17
Suprailiik (mm)	23,35±12,43	30,7	15,74±8,02	14,7	0,08
Biceps (mm)	7,71±5,26	6,8	4,6±1,37	4,05	0,08
Triceps (mm)	12,85±4,52	13,8	8,03±3,01	8	0,006**
Subskapular (mm)	21,16±11,14	18,2	14,74±6,99	12,6	0,10
Uyluk (mm)	15,93±8,52	126	9,01±4,2	8,4	0,02*
Baldır (mm)	8,78±3,24	8,6	5,02±2,5	4,65	0,003*
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	15,16±7,82	14,9	10,41±4,88	9,25	0,08

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Katılımcıların tek ayak üstünde postüral stabiliteleri Biodex Marka Denge sistemiyle değerlendirildi; her iki grup katılımcılarda sağ-sol denge stabilite değerleri, ön-arka ve genel denge stabilite ortalama değerlerinden daha iyi bulundu. Sporcularda salınım değerleri azalmıştı. İki grup katılımcıların genel, ön-arka ve sağ-sol stabilite indeksi ortalama değerleri karşılaştırıldığında, Kontrol Grubu katılımcılara göre, Sporcu Grup katılımcılarda denge sapma-salınım değerleri azalmıştı bu sonuçlar, istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0.05$, $p<0.01$ sırasıyla), (Tablo 4-5).

Tablo 4-5: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Tek Ayak Postüral Stabilite İndeks Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=34) (Ort± SS)	Medyan	P
Genel denge stabilite indeksi	1,44±0,71	1,2	0,88±0,29	0,8	0,03*
Ön-arka denge stabilite indeksi	1,02±0,58	0,8	0,57±0,26	0,5	0,03*
Sağ-sol denge stabilite indeksi	0,95±0,45	0,8	0,52±0,22	0,5	0,01**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Tablo 4-6’da görüldüğü gibi; Kontrol ve Sporcu Grubu Katılımcıların gövde fleksör kasları 60°/sn ve 90°/sn açısız hızlarda pik tork ve pik torkun vücut ağırlığına oran (%BW) değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu katılımcıların sonuçlarına göre, Sporcu Grup katılımcılarda, her iki açıdaki pik tork kas kasılma kuvvet ortalama değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$ sırasıyla). Bu sporculardaki kas kuvvet değerlerindeki artma değerleri pik tork kas kuvvetinin vücut ağırlığına oranı (%BW) ortalama değerlerinde anlamlı olarak çok daha yüksek bulundu ($p<0.001$ sırasıyla).

Tablo 4-6: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Gövde Fleksör Kaslarının 60°/sn ve 90°/sn Açısıl Hızlarda Pik Tork ve %BW Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=34) (Ort± SS)	Medyan	P
60°/sn pik tork	224,55±62,85	217	273,62±58,64	275,5	0,036*
60°/sn pik tork%BW	302,45±70,93	307	401,65±71,83	408	0,001***
90°/sn pik tork	220,45±54,79	231	269,91±54,21	264	0,018*
90°/sn pik tork%BW	295,82±59,35	286	396,91±70,25	396	0,0001***

*p<0.05, ***p<0.001

Kontrol ve Futbol sporu yapan katılımcıların gövde ekstansör kaslarının 60°/sn ve 90°/sn açısıl hızlarda pik tork-kas kuvvetleri ve pik torkun vücut ağırlığına oranının (%BW) ortalama değerleri karşılaştırıldığında; Kontrol Grubu (sedanter ampüte) katılımcı sonuçlarına göre, Sporcu Grup lehine istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu (p<0.05), (Tablo 4-7).

Tablo 4-7: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Gövde Ekstansör Kaslarının 60°/sn ve 90°/sn Açısıl Hızlarda Pik Tork ve %BW Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=34) (Ort± SS)	Medyan	P
60°/sn pik tork	184,27±53,73	172	232,68±51,38	233	0,018*
60°/sn pik tork%BW	246,36±54,88	235	344,35±81,12	334	0,0001***
90°/sn pik tork	163±51,26	174	204,15±56,29	207,5	0,036*
90°/sn pik tork%BW	217,18±55,21	200	302,56±86,68	299,5	0,001**

*p<0.05, ***p<0.001

Katılımcıların solunum fonksiyonları değerlendirildiğinde ortalama %FVC, %FEV1, FEV %25-75, FEF %50, %IC değerleri Sporcu Grupta daha yüksek bulunmasına rağmen, istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, iki grup katılımcı sonuçları arasında anlamlı farklılık tespit edilmedi. Ortalama %PEF ve %MVV değerleri Sporcu Grupta istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$), (Tablo 4-8).

Tablo 4-8: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Solunum Fonksiyon Testi Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=26) (Ort± SS)	Medyan	P
%FVC	89,64±16,08	89	92,77±12,34	90	0,57
%FEV1	95,18±13,33	91	98,5±12,26	98	0,49
%FEV1/FVC	110,55±11,47	107	108,62±7,29	108,5	0,61
FEV %25-75	99,09±16,97	97	101,92±23,71	97,5	0,69
FEF %50	93,63±16,65	93	98,19±23,81	91	0,51
%PEF	76,55±11,04	78	87,31±15,16	89	0,02*
%MVV	88,64±13,70	89	107,73±16,66	109	0,001***
%IC	89,18±22,26	92	87,62±18,59	83	0,84

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

Kontrol ve Sporcu katılımcıların istirahat kalp hızının (vuru/dk) ortalama değerleri birbirine yakındı. İki grubun istirahat kalp hızı ortalama değerleri karşılaştırıldığında; iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Ancak egzersiz testi sırasında Sporcu Grubu katılımcıların daha yüksek maksimum hedef kalp hızına ulaştığı görüldü ve bu değerler karşılaştırıldığında Sporcu Grup katılımcılarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu saptandı ($p<0.05$), (Tablo 4-9).

Tablo 4-9: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Kalp Hızı Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler (vuru/dk)	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=26) (Ort± SS)	Medyan	P
İstirahat Kalp Hızı	78,27±8,91	74	79,77±15,43	82	0,714
Maksimum Kalp Hızı	150,73±19,39	150	166,89±25,5	174,5	0,046*

*p<0.05

Katılımcıların istirahat sistolik kan basıncı (SKB) ve diyastolik kan basıncı (DKB) (mmHg) ortalama değerleri birbirine yakındı ve iki grup sonuçları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. İki grup katılımcıların egzersiz testi sırasında ulaştıkları maksimum kan basıncı değerleri karşılaştırıldığında; istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edildi (Tablo 4-10). Ortalama egzersiz maksimum SKB (mmHg) ortalama değerinin Sporcu Grubunda istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptandı ve ortalama egzersiz maksimum DKB (mmHg) ortalama değerinin ise Kontrol Grubunda istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptandı (p<0.05 sırasıyla).

Tablo 4-10: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Sistolik ve Diyastolik Kan Basıncı Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler (mmHg)	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=26) (Ort± SS)	Medyan	P
İstirahat SKB	115,82±10,02	120	122,62±15,56	120,5	0,124
Maksimum SKB	146,46±21,71	150	165,27±22,88	158	0,028*
İstirahat DKB	82±9,39	80	76,96±10,76	80	0,168
Maksimum DKB	93,18±16,82	90	75,81±14,7	74,5	0,009*

*p<0.05

Kontrol ve Sporcu Katılımcıların kardiyopulmoner egzersiz testi ile performansları değerlendirildiğinde; Sporcu Grubu katılımcıların anaerobik eşik değerdeki kalp hızı (vuru/dk) ortalaması, Kontrol Grubuna göre daha yüksek bulundu ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.001$). Katılımcılarda egzersizde ulaşılan yaşa bağlı maksimum kalp hızının % ortalama değerlerinin, Kontrol Grubu katılımcı sonuçlarına göre, Sporcu Grup katılımcılarda daha yüksek olmasına rağmen; iki grup karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi. Katılımcıların egzersiz devam süresi ortalama değerleri Sporcu Grup katılımcılarda daha yüksek bulundu, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0.05$), (Tablo 4-11).

Tablo 4-11: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Anaerobik Eşik Değerdeki Kalp Hızı, Yaşa Bağlı Maksimum Kalp Hızının % Değeri ve Egzersiz Süresi Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=26) (Ort± SS)	Medyan	P
Anaerobik Eşik Değerdeki Kalp Hızı (vuru/dk)	108,27±12,7	108	136,04±19,42	136	0,000***
Anaerobik Eşik Değerdeki VO ₂ (ml/kg/dk)	13,45±3,14	14	21,63±6,91	19,5	0,001***
Egzersiz devam süresi (sn)	273,09±136,76	283	535,85±244,36	462,5	0,000***

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

İki grup katılımcıların gaz değişim parametreleri karşılaştırıldığında; anaerobik eşik değerdeki $VO_2 - VCO_2$ gaz değişim oranı (an RER) ortalama değeri ve en yüksek pik gaz değişim oranı (Pik RER) ortalama değeri, anaerobik eşik değerdeki oksijen için ventilatuvar ekivalanı (an VE/VO_2), pik oksijen tüketim değeri için ventilatuvar ekivalan (Pik VE/VO_2) ortalama değeri, anaerobik eşik değerdeki karbondioksit için ventilatuvar ekivalanı (an VE/VCO_2) ortalama değeri, pik karbondioksit için ventilatuvar ekivalan (Pik VE/VCO_2) ortalama değerlerinde; iki grup katılımcıların sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı (Tablo 4-12).

Kontrol ve Sporcu Katılımcıların egzersiz testi sırasında ventilasyon değerleri değişimleri incelendiğinde; anaerobik eşik değer karşılığı ventilasyon değer ortalamasının, Sporcu Grup katılımcılarda daha yüksek olduğu gözlemlendi ve bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p<0.01$). Aynı şekilde pik ventilasyon değerinin (Pik VE) ampute futbolcularda daha yüksek olduğu saptandı ve sonuç istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulundu ($p<0.001$), (Tablo 4-12).

Kontrol ve Sporcu Grup katılımcıların gaz değişim parametre sonuçları açısından karşılaştırıldığında; iki grup arasında anaerobik eşik değerdeki oksijen tüketimi (an VO_2) (L/dk), anaerobik eşik değerdeki kilogram başına dakikada tüketilen oksijen miktarı (an VO_2) (ml/kg/dk), anaerobik eşik değerdeki karbondioksit atılım ortalama değeri (an VCO_2) ve pik karbondioksit atılımı (pik VCO_2) ortalama değerleri ampute sporcularda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.01$ sırasıyla). Egzersiz testi sırasında pik oksijen tüketimi (pik VO_2), (L/dk) ve kilogram başına tüketilen pik oksijen miktarı (pik VO_2) (ml/kg/dk) değerleri, Sporcu Grup lehine, istatistiksel olarak oldukça yüksek bulundu ($p<0.001$ sırasıyla) (Tablo 4-12).

Tablo 4-12: Kontrol ve Sporcu Katılımcıların Gaz Değişim Değerlerinin Karşılaştırılması

Parametreler	Kontrol G. (n=11) (Ort± SS)	Medyan	Sporcu G. (n=24) (Ort± SS)	Medyan	P
anVO₂ (L/dk)	0,95±0,26	0,98	1,48±0,43	1,34	0,001**
pik VO₂ (L/dk)	1,15±0,33	1,23	2,05±0,68	1,83	0,000***
anVO₂ (ml/kg/dk)	14±3,66	14	22,27±7,55	19,5	0,001**
pikVO₂ (ml/kg/dk)	16,36±3,85	17	29,92±10,09	27	0,000***
anVCO₂ (L/dk)	0,92±0,24	0,97	1,45±0,45	1,33	0,001**
pikVCO₂ (L/dk)	1,29±0,44	1,40	2,28±0,81	2,07	0,001**
an RER	0,95±0,67	0,98	0,97±0,80	0,99	0,338
pik RER VO₂	1,09±0,14	1,12	1,10±0,09	1,11	0,719
AnVE	28,23±7,8	30,2	41,5±12,46	38,55	0,01**
pik VE	41,38±15,3	42,7	67,38±21,59	65,1	0,0004***
anVE/VO₂ (L/dk)	27,03±3,36	26,8	26,22±3,31	26,7	0,516
pik VE/VO₂	31,37±7,14	30,8	31,39±4,14	31,35	0,995
anVE/VCO₂	28,24±2,87	27,8	26,85±2,10	27	0,170
pik VE/VCO₂	29,65±3,59	29,9	28,35±2,38	28,35	0,295

p<0.01, *p<0.001

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türkiye Ampüte Süper Ligde oynayan ampüte futbolcular ve spor yapmayan ancak günlük yaşamda aktif olan sedanter ampüte bireylerin fiziksel kondisyonları farklı test metotları ile ölçüldü, sonuçlar karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak değerlendirildi.

Sedanter ampüte katılımcıların ve ampüte futbolcuların; yaş, vücut ağırlığı, vücut uzunluğu ve VKİ değerlerinin birbirine yakın bulunması, bireyler arasında demografik homojenlik sağlamış oldu (Tablo 4-1). Bizim bu çalışmada Kontrol Grubu katılımcıların yaş ortalamaları $30,4 \pm 8,57$ yıl ampüte futbolcuların ise $29,3 \pm 6,4$ yıl olarak belirlendi. Katılımcılarımızın bu sonucu literatür verileri ile uygunluk göstermektedir. Gomes ve ark (139) yaptıkları bir çalışmada, Brezilya ampüte milli takım oyuncularının yaş ortalamalarının 26 yıl olduğunu, Kasinska ve ark (38) yaptıkları çalışmada ise, Polonya ampüte milli takım oyuncularının yaş ortalamalarının 29,7 yıl olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Güçhan ve ark (13), ampüte futbol oyuncularının yaş ortalamalarının 26,67 yıl olarak belirtmişlerdir.

Ampüte bireylerde vücut profilinin belirlendiği çalışmalarda; VKİ ortalama değerlerinin 21,88 - 25,4 kg/m² aralığında olduğu gösterilmiştir (54, 72). Güçhan ve ark (13), transtibiyal ampüte futbol oyuncularının VKİ ortalama değerini 23,33 kg/m² olarak belirtmişlerdir. Aynı çalışmada kontrol grubu sedanter ampütelere göre, ampüte futbol oyuncularının VKİ ortalama ve standart sapma değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda da, Kontrol Grubu katılımcıların $24,36 \pm 5,1$ kg/m² ortalama değerine göre, Sporcu Grup katılımcıların VKİ ortalama değerleri $22,45 \pm 3$ kg/m² olarak düşük bulundu (Tablo 4-1). Fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Yazıcıoğlu ve ark (72), yaptıkları bir çalışmada, sedanter ampüteler ile ampüte futbol oyuncularının VKİ sonuçlarını karşılaştırmışlar, anlamlı bir fark bulamadıklarını belirtmişlerdir. Bizim çalışma sonuçlarımız literatür verileri ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 4-2’de görüldüğü gibi, Kontrol Grubu katılımcıların ampütasyon yaşına göre, Sporcu Grubu katılımcıların ampütasyon yaşının daha yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmamızda elde edilen bu sonuçlar literatür verilerindeki sporcuların ampütasyon yaş ortalamaları ile benzerlik göstermektedir. Monteiro ve ark (14), 69 sedanter ampütenin ve 69 ampüte futbolcunun fonksiyonel ve sosyal performansını

belirlemek için yaptıkları bir çalışmada, katılımcıların ampütasyon özellikleriyle ilgili bilgilerini sorgulamışlar ve kontrol grubu ampütelerin ampütasyon yaşının, spor yapan ampütelerin ampütasyon yaşından daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Bizim çalışmamıza 6 üst ekstremit ve 29 alt ekstremit ampütasyonu olan 35 futbolcu ile 11 alt ekstremit ampütasyonu olan sedanter birey katıldı (Tablo 4-2). Kontrol Grubu katılımcılarının sadece alt ekstremit ampütasyonuna sahip bireylerden oluşması bu çalışmanın bir limitasyonudur. Ancak alt ekstremit ampütasyonunun görülme sıklığının daha fazla olması, ayrıca kontrol grubunun katılımcı sayısının az olmasından dolayı spor yapmayan üst ekstremit ampüteleri çalışmaya dahil edilemedi. Aytar ve ark (54), 11 ampüte futbolcunun denge, kuvvet ve kor stabilizasyonu arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmada; 10 futbolcunun alt ekstremit ampütasyonu ve 1 futbolcunun ise kaleci olduğu ve üst ekstremit ampütasyonuna sahip olduğunu bildirmişlerdir. Oysa çalışmaların çoğunun tek ampütasyon bölgesine sahip bireylerin katılımıyla yapıldığı görülmektedir (13, 14, 41, 70, 72).

Tablo 4-2’de görüldüğü gibi, çalışmamıza katılan sedanter alt ekstremit ampütasyonu olan 11 katılımcıdan 6’sının sol tarafında uzuv kaybı vardı. Sporcu Grubunda yer alan ampütelerden 19 futbolcunun sol ve 16 futbolcunun sağ uzvunun olmadığı saptandı Bu sonuçlar literatür verileri ile uygunluk göstermektedir. Aytar ve ark (54), 11 ampüte futbolcu üzerinde yaptıkları çalışmada 7 futbolcunun sol ve 4 futbolcunun ise sağ uzvunun olmadığını bildirmişlerdir. Güçhan ve ark (13), çalışmaya katılan 12 sedanter alt ekstremit ampüteden yarısının sol tarafında ampütasyon bulunduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, spor yapan ampütelerin sol ekstremit kayıplarının daha yoğun olduğu görülmektedir.

Çalışmamıza katılan ampütelerin çoğunda travma sonucunda uzuv kaybı yaşadıkları belirlendi (Tablo 4-2). Futbolcu ampüte grubu katılımcılardan 24 sporcunun (% 68, 57) Kontrol Grubunda ise 10 bireyin (% 90,9) travma nedeni ile ampüte olduğu saptandı. Langworthy ve ark (140), 50 yaşının altındaki erkeklerin çoğunlukla travmaya bağlı ampütasyon geçirdiklerini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada yaş ortalaması 36 yıl olan ve alt ekstremit ampütasyonu geçiren 138 bireyin majör ampütasyon nedeninin travma olduğu belirtilmiştir (14). Bizim çalışma bulgularımız literatür çalışmaları ile uygunluk göstermektedir.

Bizim çalışmamızda, futbolcuların ampüte futbolu oynama süresinin ortalama $8,03 \pm 5,03$ yıl, haftalık antrenman süresinin $7,6 \pm 2,98$ saat ve sıklığının 3 gün/hafta

olduğunu tespit ettik (Tablo 4-3). Aytar ve ark (54), futbolcuların ampüte futbolu oynama süresinin ortalama 4,13 ay, antrenman sıklığının ortalama 3 gün/hafta ve antrenman süresinin ortalama 5,45 saat/hafta olduğunu belirtmişlerdir. Wiecezorek ve ark (141) tarafından Polonya ampüte milli takımının el kavrama kuvveti ile sprint etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada, milli takımın ampüte futbolu oynama süresinin ortalama 30.8 ay, haftalık antrenman süresinin ise ortalama 6,2 saat olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamıza katılan sporcuların spor yaşı ortalamalarının daha yüksek olmasının nedeni ülkemizde ampüte futbolunun daha yaygın yapıyor olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Çalışmaların yapıldığı ülkeler ve ülkelerdeki bölgesel farklılıkların spora katılım sürecini etkilediği bildirilmektedir (19).

Vücut kompozisyonunu değerlendirmede ampüte bireylere özgü spesifik bir test bulunmadığı için bu parametreyi değerlendirmek zordur. Üstelik etkilenen vücut bölgesine bağlı olarak, her engel durumu için bireysel farklılıklar oluşmaktadır. Ancak, sporcu performansının değerlendirilmesinde ve bireysel antrenman gerekliliklerinin kontrolünde vücut kompozisyonunun belirlenmesi önemlidir.

Çalışmamızda J-P yöntemiyle belirlenen Sporcu Grubu katılımcıların vücut yağ yüzdesi $10,41 \pm 4,88$, Kontrol Grubu katılımcıların vücut yağ yüzdesine göre ($15,16 \pm 7,82$) daha düşük bulunmasına rağmen, bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildi (Tablo 4-4). Ampüte bireylerde ve sporcu ampütelerde vücut yağ miktarı ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları tartışmalıdır. Güçhan ve ark (13), ampüteler üzerinde iki farklı yöntem kullanarak değerlendirdikleri vücut yağ oranı ölçümlerinde; sedanter grup ile futbolcu grup arasında J-P yönteminde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu belirtirken, Durnin-Womersley yöntemiyle ölçtüklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda sporcu-futbolcu grubu katılımcıların vücut yağ yüzdesi değerlerindeki azalmanın, kontrol grubu katılımcıların sonuçlarına göre anlamlı bulunmamasında; sonuçlarımızda standart sapma değerlerinin yüksek olması, kontrol grubu katılımcı sayısının düşük olması etkili olmuş olabilir.

Sonuçlarımıza göre; sadece ampüte futbolu yapan sporcu katılımcılarımızın vücut yağ yüzde değerleri $10,41 \pm 4,88$ bulundu. Bu bulgu literatür verileri ile benzerlik göstermektedir. Özkan ve ark (41), yaş ortalaması 25,5 yıl olan 15 diz altı ampüte futbolcunun vücut yağ oranının %10.1 olduğunu, Kayıhan ve ark (11), ampüte milli takım oyuncularının vücut yağ yüzde değerinin ortalama %10.15 olduğunu

belirtmişlerdir. Brezilya ampüte milli takımının değerlendirildiği bir çalışmada ise, vücut yağ oranının %15.73 olduğu bildirilmiştir (36). Diğer bir çalışmada, Brezilya ampüte futbol takımı oyuncularının vücut yağ yüzdesi 14.4 olarak verilmiştir (139). Brezilya oyuncularındaki düzensiz beslenme alışkanlıklarının ve karbonhidrat içeriği düşük, protein ve yağ içeriği yüksek besinleri tüketmelerinin bu yüksek yağ yüzdesi değerleri ile ilişkisi olduğunu açıklamışlardır. Kızılcı ve ark (12), ampüte futbolcularda özel antrenman programının etkinliğini değerlendirmişlerdir. Özel antrenman programının yanı sıra standart antrenman programının da sporcuların vücut yağ oranlarında azalma sağladığını, ancak bu azalmanın özellikle FIFA 11+ programı uygulanan grupta daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Futbol ve beyzbol gibi spor dallarıyla uğraşan sağlıklı sporcuların vücut yağ oranının ort %10-12 olduğunu belirten çalışmalar (44) incelendiğinde; çalışmamıza katılan futbolcuların vücut yağ oranlarının bu standart değerlere uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 4-4’de görüldüğü gibi, her iki ampüte grup katılımcılarda ölçülen 8 farklı bölgenin deri kıvrım kalınlığı incelendiğinde; en yüksek deri kıvrım kalınlığı abdominal bölgede bulunmasına karşın; en az deri kıvrım kalınlığı biceps kasındaydı. Kontrol Grubu katılımcıların abdominal, göğüs, suprailiak, biceps, triceps, subskapular, uyluk ve baldır bölgelerindeki deri kıvrımı kalınlıklarına göre, Sporcu Grubu katılımcıların deri kıvrımları kalınlıkları daha düşük bulunmasına karşın; sadece triceps, uyluk ve baldır bölgelerinde deri kıvrımı kalınlığındaki azalma ortalama değerleri istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0.05$, $p<0.01$ sırasıyla). Ampüte futbolunun çift kanadyen kullanarak oynanması ve genelde sporcuların günlük yaşamda da kanadyen kullanımını tercih etmelerinden dolayı triceps deri kıvrım kalınlığının Sporcu Grupta daha düşük bulunması beklenen bir durumdu. Kontrol Grubu katılımcılarda ise yardımcı cihaz kullanımı yaygın değildi. Sporcuların uyluk ve baldır bölgelerindeki deri kıvrımı kalınlığının anlamlı olarak daha az bulunması; ampüte bireylerde spor yapmanın vücut kompozisyonu üzerine olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Ampütasyon sonrası immobilizasyona bağlı olarak görülen komplikasyonların (obezite gibi) önlenmesinde de spora katılımın önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Bizim çalışmamızda, Tablo 4-5’de görüldüğü gibi, futbol yapan ampüte katılımcıların tek ayak üstünde, gözler açık, postural stabiliteleri; Biodex denge sisteminde genel denge, sağ-sol denge, ön-arka denge stabilite ortalama değerleri yani salınım değerleri azalmış bulundu, bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0.05$,

$p < 0.01$ sırasıyla). Literatür verileri ile bu sonuçlar birbirini desteklemektedir. Literatürlerde, amputé bireylerde sportif aktivitelerin postüral stabilite üzerine olumlu etkisi olduğu bildirilmektedir (12, 13, 72, 142). Futbol oynayan ve oynamayan katılımcılardan oluşan bir çalışmada, tüm denge parametrelerinin futbolcu grup lehine iyileşmiş olduğu bildirilmiştir (142). Literatürde, spor yapan amputé bireylerde postüral stabilitenin Biodex Stabilite Sistemi kullanılarak değerlendirildiği çalışmalara rastlanılmamıştır. Amputé spor yapmayan bireylerde kullanılan farklı protezlerin denge üzerine etkisini değerlendirmek için Biodeks Stabilite Sisteminin kullanıldığı bir çalışma bulunmaktadır (143). Arifin ve ark (143), yaptıkları bu çalışmada; farklı protez tiplerinin ayakta duruş sırasında postural salınımda farklılığa yol açmadığını belirtirken; gözler kapalı ölçüm tekrarlandığında postural salınımda artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bilgisayarlı sistemlerin daha pahalı ve ulaşılabilirliğinin zor olmasından dolayı çalışmalarda daha çok saha testleri tercih edilmiştir. Genel olarak çalışmalarda postural dengeyi değerlendirmek için Berg denge skalası kullanılmıştır. Amputelerde dengeyi değerlendirmek için kullanılabilecek en uygun ve güvenilir saha testinin ise fonksiyonel uzanma testi olduğu bildirilmiştir. Güçhan ve ark (13), amputé futbolcularda ve sedanter amputelerde Berg denge skalası kullanarak sporun denge üzerine etkisini araştırmışlardır. Amputé futbolcularda denge stabilitelerinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada, Berg denge skalası içinde bulunan tek ayak üstünde durma ve tandem duruşu testlerinin tek taraflı alt ekstremité amputasyonu geçiren kişiler için uygun olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada bilgisayarlı dinamik/statik posturografi gibi objektif cihazlarla yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kızılcı ve ark. (12), amputé futbolcularda uyguladıkları özel antrenman programının denge üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Futbolcuların yumuşak ve sert zeminlerde, gözler açık ve kapalı iken, sağlam bacak üzerinde durma sürelerini kaydetmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, antrenman programı uygulanan futbolcularda sert ve yumuşak zeminlerde, gözler açık ve kapalı iken, tek bacak üstünde durma süresinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, amputé futbolcuların gözleri kapalıyken dengede durmakta zorluk çektiklerini belirtmişlerdir. Yazıcıoğlu ve ark (72), KAT2000 denge sistemi ve Berg denge skalasını kullanarak amputé bireylerde futbolun denge üzerine etkisini araştırmışlardır. KAT2000 denge sistemi ile yapılan ölçümlerde sağlam bacak üzerinde statik denge ve protez kullanarak her iki bacak üzerinde dinamik denge testi yapmışlardır. Dinamik denge ölçüm sonuçlarında amputé futbol grubu ile

sedanter ampüte kontrol grubu katılımcı sonuçları arasında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, KAT2000 denge sistemi kullanılarak test edilen statik denge sonuçları iki grup arasında anlamlı farklılık olduğu belirtilmiştir. Berg denge skalası ile elde edilen sonuçlara göre ise iki grubun denge sonuçlarının birbirine benzer olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca, futbol oynayan ampüte grup sporcuların, kontrol grubu ampüte katılımcılara göre, daha uzun süre protez ayak üzerinde durduklarını göstermişlerdir. Buckley ve ark (51), spor yapan 6 sağlıklı birey ile 6 ampüte bireyin statik ve dinamik denge değerlerini karşılaştırmışlar. Ampüte bireylerin dengelerinin daha kötü olduğu ve dinamik denge kontrolünde ön-arka denge kontrolünün sağ-sol yön denge kontrolünden daha kötü olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda sağlıklı kontrol grubu olmadığı için sağlıklı bireylerle ampüte bireyler karşılaştırılamamıştır. Ancak, çalışmamızda, Kontrol ve Sporcu Grubu ampüte katılımcılarda ön-arka denge salınım değerinin sağ-sol denge salınım değerinden daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 4-5). Aytar ve ark (54), SportKAT3000 denge sistemi kullanılarak sağlam bacak üzerinde statik denge ölçümü yaptıkları bir çalışmada, ampüte futbolcularda gövde stabilizasyonu ile gövde kas kuvveti, sakroiliak eklem disfonksiyonu ve denge parametreleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Sonuçlarımıza göre futbolun denge üzerine pozitif etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

Bu çalışmada, Tablo 4-6'da görüldüğü gibi; katılımcıların gövde fleksör kasları $60^0/\text{sn}$ ve $90^0/\text{sn}$ açısal hızlarda pik $\text{tork}=\text{kasın ürettiği}$ en yüksek kuvvet değeri ve bunun vücut ağırlığının $\text{kg}'na$ düşen kuvvet değerlerinin ortalamaları; Kontrol Grubu katılımcıların sonuçlarına göre, Sporcu Grubu Katılımcıların sonuçları istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0.05$, $p<0.001$ sırasıyla). Aynı şekilde, gövde ekstansör kaslarda da $60^0/\text{sn}$ ve $90^0/\text{sn}$ açısal hızlarda pik $\text{tork}=\text{kasın ürettiği}$ en yüksek kuvvet değeri ve bunun vücut ağırlığının $\text{kg}'na$ düşen kuvvet değerlerinin ortalamaları yüksek bulundu (Tablo 4-7). Bu sonuçlar literatür verileriyle paralellik göstermektedir. Fonksiyonel aktivitelerin kontrolünde gövde ve pelvis pozisyonunun korunması için iyi bir gövde stabilizasyonun olması gerekmektedir. Gövde stabilizasyon kasları gövdeden ekstremitelere enerji transferinde önemli rol oynamaktadır. Aytar ve ark (54), 11 ampüte futbolcunun gövde kas kuvvetini izokinetik dinamometre ile değerlendirmişlerdir. $60^0/\text{sn}$, $120^0/\text{sn}$ ve $180^0/\text{sn}$ açısal hızlarda gövde fleksiyon ve ekstansiyon kas kuvveti ile gövde stabilizasyonu arasında ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Ampüte futbolcularda ve sedanter ampütelerde sırt ekstansörlerinin ve

abdominallerin kuvvet ve dayanıklılığını değerlendiren Güçhan ve ark (13), futbolcuların gövde (fleksiyon-ekstansiyon) kas kuvvetinin ve dayanıklılığının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Bel ağrısı olan alt ekstremitte amputelerde gövde kaslarının $60^0/\text{sn}$ ve $120^0/\text{sn}$ açısal hızlarda izokinetik dinamometre ile değerlendirildiği, diğer bir çalışmada; gövde kuvvetlendirme egzersizlerinin her iki grup kas kuvvetini arttırdığı bildirilmiştir (73). Bizim çalışmamızda da futbol yapan grup katılımcıların gövde kas kuvvetinin yüksek olmasında, düzenli antrenmanların ve müsabakaların etkisinin olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda katılımcıların solunum fonksiyonları değerlendirildiğinde; %FVC, %FEV1, FEV $\%25-75$, %IC, FEF %50, ortalama değerleri Sporcu Grup katılımcılarda daha yüksek bulunmasına rağmen; aradaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu değerlerden sadece %PEF ve %MVV ortalama değerleri Sporcu Grup katılımcılarda yüksek bulundu (Tablo 4-8). Yapılan araştırmalarda, sağlıklı sporcularda düzenli uygulanan antrenman programlarının solunum, dolaşım sistemi ve kan parametreleri üzerine olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (76). 15 farklı spor branşından 477 sağlıklı sporcu ve 16 sedanter kişide, solunum fonksiyon kapasitelerinin değerlendirildiği bir çalışma sonuçlarına göre; futbol yapan grup katılımcılarda %MVV değeri yüksek bulunmuştur (144). Başka bir çalışmada, futbolcularda solunum fonksiyon parametrelerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmediği bildirilmiştir (145). Ancak, literatürde ampute sporcuların solunum fonksiyonlarının değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamız bu açıdan özgündür. Sporcularda MVV değeri aerobik performans gelişiminin önemli bir göstergesidir. Dolayısıyla çalışmamızda futbol sporu yapan ampute katılımcılarda bu parametrenin yüksek olması, yapılan sporun kardiyopulmoner sistem dayanıklılığı üzerinde olumlu etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda Kontrol Grubu ile Sporcu Grubu katılımcıların istirahat kalp hızı değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmadı (Tablo 4-9). Güçhan ve ark (13), yaptıkları çalışmada sedanter ampute grubunun ve futbolcu grubunun istirahat kalp hızı değerlerinin birbirine yakın olduğunu bildirmişlerdir. Literatür incelendiğinde sağlıklı sedanter erkeklerin istirahat kalp hızı değeri ortalaması 72 vuru/dk, profesyonel sporcu erkeklerin ise 50 vuru/dk olduğu belirtilirken (146); bizim çalışmamızda spor yapan ampute bireylerin istirahat kalp hızı değerleri sağlıklı spor yapan bireylerin istirahat kalp hızı norm değerlerinden daha yüksekti. Bu sonuç, ampute sporcuların aerobik

fitness düzeylerinin profesyonel sporcu seviyesine ulaşmadığının bir göstergesi diyebiliriz.

Tablo 4-9'da görüldüğü gibi, çalışmamızda Kontrol Grubu katılımcıların egzersiz testinde ulaştıkları maksimum kalp hızı $150,73 \pm 19,39$ vuru/dk iken; ampüte futbolcuların egzersiz testinde ulaştıkları maksimum kalp hızı $166,89 \pm 25,5$ vuru/dk olarak yükseldiği saptandı. Aradaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$). Bu değer ($166,89 \pm 25,5$ vuru/dk) hedeflenen kalp hızı değerinin %86,42'sına denk gelmektedir. Bu sonuçları literatür verileri desteklemektedir. Güçhan ve ark (13), yaptıkları bir çalışmada aerobik kondisyon ölçümü için uyguladıkları 12 dakika Cooper Koşu-Yürü Testi sonucunda futbolcu grup katılımcıların maksimum kalp hızı değerlerinin anlamlı derecede yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Egzersizde ulaşılan maksimum kalp hızı yüzdesinin futbolcu grupta %86.97 olduğunu bildirmişlerdir. 8 ampüte futbolcunun ve 20 sağlıklı bireyin katıldığı bir çalışmada (147), bisiklet ergometrisi kullanılarak yapılan kardiyopulmoner egzersiz testinde ampüte futbolcuların maksimum kalp hızı ortalaması 161,6 vuru/dk olduğunu bildirmişlerdir. Bu değer hedeflenen kalp hızı değerinin %86'sına denk gelmektedir. Mikami ve ark (147) bu çalışmasının sonuçları bizim sonuçlarımızı desteklemektedir. Şiddeti tedricen artan maksimum egzersiz testinde ampüte futbolcularımızın ulaştıkları maksimum kalp hızlarının yüksek olması; aerobik kapasitelerinin iyi olduğunun bir göstergesidir. Kardiyak fonksiyonların diğer sistemlerle koordineli bir şekilde çalıştığını gösteren kalp hızı değişkenlik değerleri, ampüte futbolcularımızın yaptıkları sporun fiziksel kondisyon üzerine olumlu etkisi olduğunun bir kanıtı olabilir.

Bu çalışmada, Kontrol Grubu ve Sporcu Grup katılımcıların istirahat sistolik ve diyastolik kan basıncı sonuçları arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı. Sporcu Grubu maksimum sistolik kan basıncının, Kontrol Grubu sonuçlarına ($146,46 \pm 21,71$ mmHg) göre, daha yüksek değerlere ($165,27 \pm 22,88$ mmHg) ulaştığı görülmektedir. İki grup arasındaki bu yükselme farkı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$). Aynı şekilde, Kontrol Grubu katılımcılarda maksimum diyastolik kan basıncı ($93,18 \pm 16,82$ mmHg) olmasına karşın; Sporcu Grup katılımcılarda, maksimum-tüketici egzersizde kaydedilen maksimum diyastolik kan basıncı ortalama değeri ($75,81 \pm 14,7$ mmHg) istirahat değerinden bile düşük bulundu. Bu iki grup arasındaki azalma farkı istatistiksel olarak anlamlı idi (Tablo 4-10). Bu sonuçlar beklenen sonuçlardı. Futbol yapan ampüte bireylerde egzersizde kaydedilen maksimum sistolik kan basıncındaki

yükselme, düzenli yapılan spora adaptasyon geliştiğinin bir göstergesi olup; egzersizde yükselen kalp debisinin sonucudur. Aynı şekilde futbol yapan ampüte sporcularda egzersizde diyastolik kan basıncındaki anlamlı azalma; düzenli yapılan spor sonucunda gelişen adaptasyon ile periferik direncin düştüğünün göstergesidir. Ampüte futbolcularda egzersizde sistolik basınçta anlamlı yükselme ve diyastolik basınçta anlamlı azalma değerleri bu bireylerde, yapılan spora/antrenmanlara adaptasyon gelişimi ile kardiyovasküler sistem dayanıklılığının arttığını ifade etmektedir. Bu sonuçlar ampüte bireylerde futbol sporunun kalp-damar sistemi fizyolojik fonksiyonları üzerine pozitif etkisi olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar literatür verileri ile desteklenmektedir (148).

Bizim çalışmamızda ampüte sedanter katılımcıların pik VO_2 ortalama değeri 16,36 ml/kg/dk bulunmasına karşın, ampüte futbolcuların pik VO_2 ortalama değeri ise 29,92 ml/kg/dk olduğu saptandı. Ampüte sedanter ile futbolcular arasındaki pik VO_2 yükselme fark değeri istatistiksel olarak anlamlı idi (Tablo 4-12). Bu sonuçlarımız literatür verilerini desteklemektedir.

Güçhan ve ark (13), sedanter ve futbolcu ampüte bireylerin aerobik kapasitelerini tespit etmek için 12 dakika Cooper Koş-Yürü Testini kullanmışlardır. 12 dakika Cooper Koş-Yürü Testi sonuçlarında da; sedanter ampüte katılımcıların VO_2 maks ortalama değerleri 8.8 ml/kg/dk bulunduğu, buna karşın ampüte futbolcuların VO_2 maks ortalama değerleri 30.74 ml/kg/dk yükseldiğini bildirmişlerdir. Kızılcı ve ark (12), aynı şekilde, 12 dakika Cooper Koşu-Yürü Testini ile VO_2 maks değerini tespit etmişlerdir. Sonuçlarına göre, ampüte futbolcularda maksimum oksijen tüketim kapasitesinin 20.39 ml/kg/dk olarak tespit etmişlerdir. Uygulanan FIFA 11+ egzersiz programı sonucunda ise VO_2 maks değerinin 22.87 ml/kg/dk'ya ulaştığını bildirmişlerdir. Bu sonuç, oksijen tüketim kapasitesinin arttırılmasında özel antrenman programlarının etkinliğini göstermektedir. Mikami ve ark (147), Kol Ergometri Bisiklet Testi ile Breath by Breath yöntemini kullanarak, 8 ampüte futbolcuda yaptıkları bir çalışmada, pik VO_2 ortalama değerini 30,3 ml/kg/dk bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada laboratuvar metodu kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, şiddeti tedricen artan tüketici bir egzersiz testi sırasında, Breath by Breath Yöntemiyle egzersizde kasların kullandığı pik oksijen değeri saptandı. Bu ergometri cihazları ile yapılan laboratuvar testi yaygın kullanımı olan, güvenilirliği yüksek bir laboratuvar testidir. Oysa, literatür incelendiğinde, ampüte futbolcularda aerobik kapasite ölçümü

için genellikle saha testleri tercih edildiği görülmektedir. Saha testlerinin uygulamasının kolay olması, ekipman ihtiyacının az olması, zaman açısından tasarruf sağlaması, değerlendirme için uzman gerekmemesi ve ucuz olması gibi avantajları bulunmaktadır. Fakat saha testleri ile elde edilen sonuçlarda hata payı olduğunu da biliyoruz. Çalışmalarda saha testlerinin kullanımı, testler sırasında protez kullanımı aerobik güç ve kapasite tayininde sınırlayıcı faktör olabileceği ileri sürülmektedir. Biz test esnasında protez kullanmadık. Mikami ve ark. (147), tek-bacak egzersiz testinde kas-iskelet sisteminden kaynaklanan limitasyonların, çift-kol egzersiz testinden daha büyük bir sınırlayıcı etkiye yol açacağını bildirerek; ampute futbolcuların enduransını ölçmek için çift-kol egzersiz testinin tercih edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bizim çalışmamızda kardiyopulmoner egzersiz testinin kol ergometrisinde yapılması bir avantaj sağlamış olabilir. Tekerlekli sandalye basketbol oyuncularında aerobik kapasitenin ölçümü için yapılan bir çalışmada, koşu bandı ve kol bisiklet ergometresi kullanılmıştır (149). Her iki testin de birbirine göre avantajları ve dezavantajları olduğu belirtilmiştir. Ancak aerobik kapasiteyi değerlendirmek için her iki yaklaşım arasında anlamlı bir fark olmadığı, tekerlekli sandalye basketbol oyuncularında pik VO_2 belirlenirken, koşu bandı ya da kol bisiklet ergometrisi kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Katılımcılarımıza uyguladığımız kardiyopulmoner klinik egzersiz testi sonucunda; V-Slope Yöntemi ile Anaerobik Eşik Değer tespit edildi. Sonuçlara göre; Anaerobik Eşik Değere karşılık gelen Kalp Hızı değerleri, Kontrol Grubu katılımcılarda $108,27 \pm 12,7$ vuru/dk iken, bu değer ampute futbolcu katılımcılarda (Sporcu Grup) $136,04 \pm 19,42$ vuru/dk olarak yüksek bulundu. Bu yükselme farkı istatistiksel olarak oldukça anlamlı idi ($p < 0.001$), (Tablo 4-11). Aynı şekilde, Anaerobik Eşik Değere karşılık gelen VO_2 ortalama değerleri, Kontrol Grubu katılımcılarda $13.45 \pm 3,14$ ml/kg/dk olmasına karşın; ampute futbolcu katılımcılarda (Sporcu Grup) $21,63 \pm 6,91$ ml/kg/dk olarak yükselmiş bulundu (Tablo 4-12). Bu bulgular, yani anaerobik eşik değer karşılığı kalp hızının ve VO_2 ortalama değerlerinin anlamlı olarak yüksek bulunması, ampute futbolcularımızda aerobik kapasitenin, organizmanın antrenmanlara uyum sağlayarak, geliştiğinin bir göstergesidir. Aynı şekilde futbolcularımızın pik VO_2 ortalama değerlerindeki anlamlı yükselme de bu bulguyu desteklemektedir. Sporcularda/bireylerde, egzersiz testinde, anaerobik eşik değer egzersiz yoğunluğunun yüksek bulunması, sporcunun/bireyin aerobik kondisyonun

geliştiğinin, yani kardiyovasküler dayanıklılığının arttığının göstergesidir. Diğer anlamda sporcunun egzersiz kaslarının oksidatif metabolizma ile daha uzun süre ve daha yoğun egzersizde iş ürettikleri anlamına gelmektedir. Sağlıklı bireylerde fiziksel performansın değeriendirilmesi ve geliştirilmesi, hasta bireylerde egzersiz sınırlarının belirlenmesi için anaerobik eşik değeri egzersiz yoğunluğu önemli bir bulgudur. Bu çalışmada ampüte sporcuların egzersiz testini ortalama $535,85 \pm 244,36$ sn devam ettikleri saptandı. Kontrol Grubu katılımcılar ise ortalama $273,09 \pm 136,76$ sn bulundu. Ampüte futbolcularımızda test süresindeki bu fark istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0.05$). Sonuçta ampüte sporcularımızın test sırasında egzersizi daha uzun süre devam ettikleri saptandı. Bu bulgu yani sporcuların daha uzun süre egzersiz yapmaları aerobik/kardiyovasküler sistem dayanıklılığının diğer bir göstergesidir.

Klinik Kardiyopulmoner egzersiz testlerinin birkaç sistem fonksiyonlarını aynı anda değeriendirmeye olanak sağladığı bilinmektedir. Tablo 5-12'de görüldüğu gibi Kontrol ve Sporcu Grubu katılımcılarda egzersiz şiddeti tedricen artan tüketici egzersiz testi sırasında belirlenen anaerobik eşik değeri egzersiz yoğunluğunda; organizmada egzersizde ventile edilen hava miktarının ortalama değeri ve ventilasyonun pik değeri, ampüte sedanter katılımcılara göre, ampüte futbolcularımızda, istatistiksel olarak oldukça anlamlı derecede yüksek bulundu ($p < 0.01$, $p < 0.001$ sırasıyla). Sporcularımızda egzersizde kasların ihtiyacı olan oksijenin kaslara sunulduğu ve kaslar tarafından uptake edildiği, ve aynı şekilde ventile edilen hava miktarı ve bu havadan tüketilen oksijen miktarının arttığının göstergesidir diyebiliriz. Bu sonuçlar, düzenli yapılan futbol sporu ile solunum mekaniği, gazların exchange kapasiteleri, gazların taşınması gibi solunum sistemi fizyolojik fonksiyonlarında efektif adaptasyon geliştiğinin göstergesi olabilir. Düzenli antrenman yapan ampüte futbolcularımızda, antrenman programlarının etkisi ile egzersiz kaslarının oksidatif metabolizma etkinliğinin arttığı ve oksidatif metabolizma ile elde edilen ATP'yi kullanmak suretiyle daha yüksek yoğunlukta iş yaptıklarını söyleyebiliriz.

Tablo 4-12'de görüldüğu gibi; şiddeti düzenli olarak artan egzersiz testi sırasında; V-Slope yöntemi ile yapılan metabolik değeriendirme sonuçlarımızı göre; anaerobik eşik değeri karşılık gelen oksijen tüketim miktarı ve metabolik ürün olarak açığa çıkan karbondioksit volüm ortalama değeri (anVO₂ L/dk, an VO₂ ml/kg/dk ve anVCO₂ L/dk) profesyonel futbol oynayan ampüte sporcularımızda, anlamlı olarak yüksek saptandı. Aynı şekilde, pik VO₂ L/dk, pikVO₂ ml/kg/dk ve pik VCO₂ L/dk

ortalama değerleri de ampüte futbolcularımızda anlamlı olarak yüksekti. Sonuç olarak; futbol oynayan ampüte sporcularımızda tüketici egzersizde organizmada kasların kullandığı oksijenin pik değerleri ayrıca bu değerlerin vücut ağırlığının kilogramına düşen miktarları yüksek bulundu. Bu sonuç sporcularımızın aerobik kapasitelerinin anlamlı olarak geliştiğini göstermektedir.

Tüketici egzersizde; kaslarının oksidatif metabolizmalarının devamı gereği kullandıkları oksijen ve açığa çıkan karbondioksit miktarı ile o anda ölçülen dakika ventilasyon miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren; solunum verimliliğinin göstergesi olan, VE/VO_2 ve VE/VCO_2 solunumsal eşitliklerin; anaerobik eşik değere karşılık gelen egzersiz yoğunluğundaki ortalama değeri ve tüm egzersiz sürecinde ulaştığı en yüksek pik ortalama değerleri; Kontrol Grubu ampüte sedanter katılımcılarımızın ortalama değerlerine ile Sporcu Grup=ampüte futbolcularımızın ($anVE/VO_2$, pik VE/VO_2 , $anVE/VCO_2$ ve pik VE/VCO_2) ortalama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadı. Literatür verileri ile sonuçlarımız birbirini desteklemektedir (150). Sonuçlarımız katılımcılarımızın egzersizde dakika ventilasyonun, oksijen ve karbondioksit metabolik değişimleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Sağlıklı bireylerde pik VO_2 değeri ve bununla birlikte pik VE/VO_2 değerleri kardiyorespiratuvar fitnesin en iyi indikatörü olarak kabul edilmektedir. Buna karşın, pik VE/VCO_2 değerleri klinikte hastalarda kardiyorespiratuvar fitnesi değerlendirmede diğer bir indikatör olabileceği vurgulanmaktadır. Pik VE/VO_2 değeri anaerobik eşik değerin saptanmasında önemli iken; pik VE/VCO_2 değeri ise solunumsal eşik değerin yani solunum sistemi kompensasyon mekanizmasının etkinliğini gösterdiği kabul edilmektedir (151). Çalışmamızda futbolcularımızın pik VE/VO_2 değerinin yüksek bulunması aynı zamanda $anVO_2$ ml/kg/dk değerinin yüksekliği birbirini desteklemektedir. Sonuçta anaerobik eşik değer egzersiz yoğunluğunun yüksekliğinin bir ifadesi olarak; futbolcularımızın kardiyorespiratuvar fitneslerinin gelişmiş olduğunu söyleyebiliriz. Diğer tarafta, çalışma sonuçlarımızda, solunumsal eşitliklerden pik VE/VCO_2 'nin ortalama plato değerinin normal sınırlarda bulunması; katılımcılarımızda tüketici egzersizde solunum sisteminin kan pH'nı düzenlemedeki kompensatuar mekanizmanın etkinliğinin de arttığının ifadesi olarak değerlendirebiliriz. Sonuçta ampüte futbolcularımızda solunum sisteminde de antrenmanlara adaptasyon geliştiğini görmekteyiz.

Sonuç olarak, çalışmamızda futbol sporunun sağlıklı bireylerde olduğu gibi, ampüte bireylerde de aerobik kapasite, vücut kompozisyonu, kas kuvvet ve dayanıklılığı

üzerine pozitif etkileri olduğunu görmekteyiz. Bizim çalışmamız sedanter ampüte ve ampüte sporcu bireylerin fiziksel kondisyonlarını laboratuvar koşullarında detaylı olarak değerlendiren ilk çalışmadır. Türkiye’de ampüte futbol sporunun yaygın oynandığını göz önüne aldığımızda, sporcularımızın fiziksel kondisyon seviyelerini değerlendirerek elde ettiğimiz fizyolojik parametrelerdeki değişkenlikleri gösteren sonuçlarımızın, ülkemiz ampüte sporcuları için norm değerler oluşturulduğunu söyleyebiliriz. Bu konuda ileri çalışmalar yapılmasını ve sonuçlarımızın bu ileri çalışmalara rehber olacağı kanısındayız.

Çalışmanın Limitasyonları

Çalışma, ülkemizdeki farklı ampüte spor disiplinlerindeki oyunculara genel olarak kapsamlı fiziksel kondisyon taraması yapılmak üzere planlandı ancak çalışma ekibinin dağılması nedeniyle, tek bir spor branşı ile sınırlandırıldı.

İki grup arasındaki katılımcı sayıları birbirine eşitlenemedi. Spor yapmayan ampüte bireylerin daha içe dönük olduğu ve çalışmaya katılmak istemedikleri gözlemlendi.

Çalışma planlanırken ampüte bireylerin protez kullanarak koşu bandı ergometri cihazı ile aerobik kondisyon değerlendirmesi yapılacak şekilde düşünüldü. Ancak, sporcuların protez kullanmayı tercih etmemeleri, protezleriyle ilgili sıkıntı yaşamaları, farklı tipte protez kullanmaları ayrıca alt ekstremitte amputasyonu olan sedanter/ futbolcu bireylerin oldukça fazla olması nedeniyle testlerin kol bisiklet ergometrisi ile yapılması tercih edildi.

Öneriler

Sonuç olarak; sporun engelli bireylerin yaşamı için ne kadar gerekli olduğu bir kez daha vurgulayabiliriz. Ampüte bireylerin daha sosyal, dışa dönük kişilik gelişimini sağlamak ve dolayısıyla yaşam kalitesini arttırmak amaçlı, spora yönlendirilmesi gerektiğini önerebiliriz. Bunun için mümkün olduğu kadar erken ampüte yaşlarında, bireyin rehabilitasyonunun ilk aşamasında fiziksel kondisyonunun değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulayabiliriz. Uygulanan fiziksel muayene ve testler sonucunda; ampüte bireye özgün spor türünün belirlenmesi ve yönlendirilmesini tavsiye edebiliriz. Fiziksel kondisyonu ayrıntılı bir şekilde değerlendirmede uyguladığımız güncel, güvenilir testler ve test sonucu belirlenen fizyolojik parametre sonuçlarımızın, ampüte bireyler ile ilgilenen tüm profesyonellere rehber olacağı ve literatüre katkı sağlayacağı görüşündeyiz.

KAYNAKLAR

1. Gailey, R. S, Clark, C. R. (1992). Physical therapy management of adult lower limb amputees. Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic and rehabilitation principles. 2th edition, Bowker JH, Michael JW. St. Louis, editors. Baltimore: Mosby Yearbook, 569-597.
2. Tatar Y. Body image and its relationship with exercise and sports in Turkish lower-limb amputees who use prosthetics. Science Sports. 2010; 25: 312–317.
3. Kuiken TA, Miller L, Lipschutz R, Huang ME. Rehabilitation of people with lower limb amputation. In Braddom RL (Ed): Physical Medicine & Rehabilitation. Chine, Saunders Elsevier, 2007, p.283-323.
4. Gonzales EG, Edelstein JE. Energy expenditure during ambulation. In Braddom RL (Ed): Physical Medicine & Rehabilitation. Chine, Saunders Elsevier, 2007, p, 417-447.
5. Deans SA, McFadyen AK, Rowe PJ. Physical activity and quality of life: a study of a lower-limb amputee population. Prosthet Orthot Int. 2008;32(2):186–200.
6. Groff DG, Lundberg NR, Zabriskie RB. Influence of adapted sport on quality of life: perceptions of athletes with cerebral palsy. Disabil Rehabil. 2009;31(4):318–326.
7. Shephard RJ. Benefits of sport and physical activity for the disabled: implications for the individual and for society. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1991, 23(2):51-59.
8. Anderson M, Dionne C. Athletic Options for Persons with Amputation In. Orthotics and Prosthetic in Rehabilitation (3 Ed), 2013.
9. Tiana D. et al. The training type influence on male elite athletes' ventilator function. BMJ Open Sport Exerc Med 2017;3:e000240.
10. Pau M. et al. Relationship between static and dynamic balance abilities in Italian professional and youth league soccer players. Physical Therapy in Sport: 16 (2015) 236-241.
11. Kayihan G. Comparative analysis of two different field testes; assessment of aerobic capacity according to heart rate responses in amputee football players. Int J Acad Res 2014;6(3):188-93.

12. Kızılcı, M.H. Ampüte futbolcularda F-11+ programının fiziksel uygunluk düzeyine etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protez Ortez Biomekani Programı Doktora Tezi. Ankara, 2014.
13. Guchan Z., Bayramlar K., Ergun N., Determination of the effects of playing soccer on physical fitness in individuals with transtibial amputation, *TheJournal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2017 June;57(6):879-86.
14. Monteiro, R., Pfeifer, L., Santos, A., &Sousa, N. (2014). Soccer practice and functional and social performance of men with lower limb amputations. *Journal of Human Kinetics*, 43(1), 33-41.
15. Esquenazi A. Amputation rehabilitation and prosthetic restoration. From surgery to community reintegration. *Disabled Rehabil* 2004; 26: 831-836.
16. Herman D. The Para-athlete. *DeLee & Drez's Orthopaedic Sports Medicine*, 2015, Saunders Elsevier, s. 356-64.
17. Esquenazi, A. Üst Ekstremit Ampütasyonları, Rehabilitasyonu ve Protez Uygulamaları (çeviri: O. Özdemir) Ketenci A, Evcik D, Çetin A, Şendur ÖF (Editörler). *Current Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Tanı ve Tedavi*. İstanbul: Ema Tıp Kitabevi; 2016. s. 453-59.
18. Uustal, H. Alt Ekstremit Ampütasyonları, Rehabilitasyonu ve Prostetik Restorasyonu (çeviri: E. Esen) Ketenci A, Evcik D, Çetin A, Şendur ÖF (Editörler). *Current Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Tanı ve Tedavi*. İstanbul: Ema Tıp Kitabevi; 2016. s. 438-52.
19. Bragaru, M.,Dekker, R., Geertzen, J.H., Dijkstra, P.U. (2011). Amputees and sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 41(9), 721-740.
20. DuBow LL, Witt PL, Kadaba MP, Reyes R, Cochran V. Oxygen consumption of elderly persons with bilateral below knee amputations: Ambulation vs wheelchair propulsion. *Arch Phys Med Rehabil* 1983;64(6):255-59.
21. Barth DG, Schumacher L, Sienko-Thomas S. Gait analysis and energy cost of below-knee amputees wearing six different prosthetic feet. *J Prosthec Orthot*. 1992;4(2): 63-75.
22. Schmalz T, Blumentritt S, Jarasch R. Energy expenditure and biomechanical characteristics of lower limb amputee gait: The influence of prosthetic alignment and different prosthetic components. *Gait Postüre* 2002;16(3):255-63.

23. Su PF, Gard SA, Lipschutz RD, Kuiken TA. Gait characteristics of persons with bilateral transtibial amputations. *J Rehabil Res Dev* 2007; 44(4):491-502.
24. Hughes PP, Sherrill C. Les autres conditions and amputations In: Sherrill C. (Ed). *Adapted Physical Activity, Recreation, and Sport* (6th Ed). McGrawHill, Boston, 2004; pp 643-72.
25. Matjacic Z, Burger H. Dynamic balance training during standing in people with trans-tibial amputation: a pilot study. *Prosthet Orthot Int* 2003;27(3):214-20.
26. Miller WC, Deathe AB. A prospective study examining balance confidence among individuals with lower limb amputation. *Disabil Rehabil* 2004;26(14-15):875-81.
27. Poretta DL. Amputation, dwarfism, and les autres. In: Winnick JP (ed): *Adapted Physical Education and Sport* (4th Ed). Human Kinetics, Champaign IL, 2005; pp. 255-74.
28. Huang GF, Chou YL, Su FC. Gait analysis and energy consumption of below-knee amputees wearing three different prosthetic feet. *Gait and Posture* 2000;12(2): 162-68.
29. Yıldız H. Ampute futbolcularda hazırlık dönemi çalışmalarının fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi. Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2014.
30. Ho HHP, Disabled athlete. In: Fu FH, Stone DA. *Sports Injuries: Mechanisms, Prevention and Treatment* (2nd Ed). Lippincott Williams &Wilkins. Philadelphia, 2001; pp.265-76.
31. Frere J. The History of modern Amputee Football. In: *Amputee Sports for Victims of Terrorism*, IOS Press;2007.p.5-13
32. world amputee football.com [Internet]. [cited 2019 March 03]. Available from: <http://www.worldamputeefootball.com>
33. tbesf.com [Internet]. [updated 2018 Nov 5; cited 2019 Feb 11]. Available from: <http://www.tbesf.com>
34. Sarıgöz AO, Kayıhan G, Erkıılıç AO, Özkan A, Türkiye'de Ampüte Futbol'un Kısa Tarihçesi, *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS)*, December, 2017, 3 (SI): 53-60.

35. Akgün N. (1994). Egzersiz Fizyolojisi. 5. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, s:269,179.
36. Simim MAM, Silva BVC, Marocolo Junior M, Mendes EL, de Mello MT, da Mota GR. Anthropometric profile and physical performance characteristic of the Brazilian amputee football (soccer) team. UEM 2013;19(3); 641-8.
37. Molik B. Osoby po amputacjach oraz z innymi schorzeniami narządu ruchu (Les Autres). In Kosmol A, editor. Teoria i praktyka sportu niepełnosprawnych. Warszawa: Wydawnictwo AWF Warszawa;2008.p.202-11.
38. Kasinska Z, Tasiemski T, Amputee football in practice and research, Postepy Rehabilitacji (4), 55-66, 2016.
39. Wieczorek et al. Sport Injuries In Elite Amputee Football Players, Central European Journal of Sport Sciences and Medicine Vol. 18, No. 2/2017: 13–22.
40. Tatar Y, Gercek N, Ramazanoğlu N, Gulmez I, Uzun S, Sanli G, Karagozoglu C, Cotuk HB. (2018). Load distribution on the foot and lofstrand crutches of amputee football players. Gait&Postüre, Jul;64: 169-173.
41. Özkan, A., Kayıhan, G., Köklü, Y., Ergun, N., Koz, M., Ersöz, G., Dellal, A. (2012). The Relationship Between Body Composition, Anaerobic Performance and Sprint Ability of Amputee Soccer Players. Journal of Human Kinetics, 35(1), 141-146.
42. Bayraktar B, Kurtoglu M. Sporda performans ve performans artırma yöntemleri. Atasü T, Yücesir İ, eds. Doping ve futbolda performans artırma yöntemleri, İstanbul, 2004; 269-296.
43. Nieman DC. Physical Fitness and Health Defined. Exercise Testing And Prescription: A Health Related Approach. 7th ed. New York: TheMcGraw-HillCompanies; 2011: p.316.
44. David J, Orthopedic Physical Assessment, Chapter 17, pp.1072-1104 In. Orthopedic Physical Assessment, (6th Ed), 2014.
45. Bouchard C, Body composition, energy balance, and weight control In: McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology, Nutrition, Energy, and Human Performance (8th Ed). Lippincott Williams &Wilkins. Philadelphia, 2015; pp. 731-62.
46. Exercise Testing. In: Ross Arena LSP, editor. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th ed. Philadelphia: WoltersKluwer/Lippincott Williams &Wilkins; 2014; p.39-160.

47. Kinzey SJ, Armstrong CW. The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1998 May; 27(5):356-360.
48. Hiemstra LA et al. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2001 Oct; 31(10):598-605.
49. Wassinger CA et al. Acute effects of rearfoot manipulation on dynamic standing balance in healthy individuals. *Man Ther*, 2014 Jun; 19(3):242-5.
50. Akkaya N, Akkaya S, Atalay N, Demirkan F, Kıter E, Ardıç F; Alt ekstremitte amputelerde statik postüral stabilite ve düşme riski. *PamMed J* 2012;5(2):63-67.
51. Buckley JG, O'Driscoll D, Bennett SJ. Postural sway and active balance performance in highly active lower-limb amputees. *Am J PhysMedRehabil*. 2002;81:13-20.
52. Hermodsson Y, Ekdahl C, Persson BM, Roxendal G. Standing balance in trans-tibial amputees following vascular disease or trauma: a comparative study with healthy subjects. *ProsthetOrthotInt* 1994; 18: 15058.
53. Fernie GR, Holliday PJ. Postural sway in amputees and normal subjects. *J Bone JointSurg (Am)* 1978; 60:895-898.
54. Aytar, A., Pekyavas, N. O., Ergun, N., Karatas, M. (2012). Is there a relationship between core stability, balance and strength in amputee soccer players? A pilot study. *ProstheticsandOrthotics International*, 36(3), 332-338.
55. M. Pau et al. / *Physical Therapy in Sport* 16 (2015) 236-241.
56. Son et al. Influence of Isokinetic Strength Training of Unilateral Ankle on Ipsilateral One-legged Standing Balance of Adults. *J. Phys. Ther. Sci.* 25: 1313–1315, 2013.
57. Chen CH et al. Comparison of the test-retest reliability of the balance computerized adaptive test and a computerized posturography instrument in patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014 Aug;95(8):1477-83.
58. Krkeljas, Z. (2017). Comparison of jump-landing protocols with Biodex Balance System as measures of dynamic postural stability in athletes. *Sports Biomechanics*, 17(3), 371–382.
59. Brent L.A., Randy J.S. Examination of Balance Measures Produced by the Biodex Stability System. *Journal of Athletic Training*. 1998;33(4): 323-327.
60. Alahmari K.A., Marchetti G.F. Estimating Postüral Control with the Balance Rehabilitation Unit: Measurement Consistency, Accuracy, Validity, and Comparison

with Dynamic Posturography. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2014;95:65-7.

61. G.P.L. Almeida et al. Musculoskeletal Science and Practice 27 (2017) 1-6.

62. Kılıç Berivan Beril. Kronik Ayak bileği İnstabilitesi Olan Genç Bayan Basketbolcularda KinesioTape Uygulamasının Fonksiyonel Performans Ölçümleri Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Hekimliği ABD. Egzersiz Fizyolojisi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.2015.

63. Chaudhari, A.M.W.,Jamison, S.T.,Best, T.M. (2012) Proximal Risk Factorsfor ACL Injury: Role of CoreStability. 169-183.

64. Isakov E, Burger H, Gregoric M, Marincek C. Isokinetic and isometric strength of the thigh muscles in below-knee amputees. ClinBiomech 1996; 11: 23235.

65. Isakov E, Burger H, Gregoric M, Marincek C. Stump length as related to atrophy and strength of the thigh muscles in trans-tibial amputees. ProsthetOrthotInt 1996; 20: 96100.

66. Klingenstierna U, Renstrom P, Grimby G, Morelli B. Isokinetic strength training in below-knee amputees. Scand J RehabilMed 1990; 22: 3943.

67. Moirenfeld I, Ayalon M, Ben-Sira D, Isakov E. Isokinetic strength and endurance of the knee exors in trans-tibial amputees. ProsthetOrthotInt 2000; 24: 22125.

68. Renstrom P, Grimby G, Larsson E. Thigh muscle strength in below-knee amputees. Scand J RehabilMedSuppl 1983; 9: 16373.

69. Nolan L, A training programme to improve hip strength in persons with lower limb amputation, J Rehabil Med 2012; 44: 241–248.

70. Rutkowska-Kucharska A, Kowal M, Winiarski S, Relationship between Asymmetry of Gait and Muscle Torque in Patients after Unilateral Transfemoral Amputation, Appl Bionics Biomech, 2018:5190816.

71. Kalyani RR, Tra Y, Yeh HC, Egan JM, Ferrucci L, Brancati FL, Quadriceps strength, quadriceps power, and gait speed in older U.S. adults with diabetes mellitus: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2002, J Am Geriatr Soc. 2013 May;61(5):769-75.

72. Yazicioglu, K.,Taskaynatan, M. A., Guzelkucuk, U., Tugcu, I. (2007). Effect of playing football (soccer) on balance, strength, and quality of life in unilateral below knee amputees. AmericanJournal of PhysicalMedicine&Rehabilitation, 86(10), 800-805.

73. Shin MK et al. Effects of Lumbar Strengthening Exercise in Lower-Limb Amputees With Chronic Low Back Pain. *Ann Rehabil Med* 2018;42(1):59-66.
74. Hayes DJ, Kraman SS. The physiologic basis of spirometry. *RespirCare* 2009;54:1717-26.
75. Guyton and Hall, Respiration In: Guyton and Hall, Textbook of Medical Physiology, 13th Ed, Elsevier, Philadelphia, 2016; pp. 509-546.
76. Bostancı Ö. Elit Yüzücülerde ve Futbolcularda Akciğer Hacim Oranının Stereolojik Yöntemle Belirlenip Solunum Parametreleri ile Karşılaştırılması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi-2009.
77. Mehrotra PK, Varma N, Tiwari S, Kumar P, Pulmonary functions in Indian sportsmen playing different sports, *Indian J Physiol Pharmacol*, 1998 Jul;42(3):412-6.
78. Doğan M, 10-12 yaş grubu erkek futbolcularla aynı yaş grubu sedanter çocukların solunum fonksiyonlarının karşılaştırılması. Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar, 2008.
79. Melekoğlu T, Işın A, Ünlü G, Antrenmanın 13-14 Yaş Adölesanlarda Solunum Sistemi Üzerine Etkisi, *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1),1-7.
80. Ulubay G, Kardiyopulmoner Egzersiz Testlerinin Klinik Kullanımı, *Türkiye Klinikleri Arch Lung* 2012; 13:2 s. 74-80.
81. Luks A, Glenny R, Robertson H: Introduction to cardiopulmonary exercise testing, New York, 2013, Springer.
82. Ekblom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med*. 1986;3(1):50–60.
83. Reilly T, Thomas V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud*. 1976;2:87–9.
84. Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci*. 2006;24:919–32.
85. Bangsbo J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1994;151(619):1–156.
86. Bangsbo J. Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci*. 1994;12:S5–S12.

87. Sporis G, Jukic I, Ostojic SM, Milanovic D. Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(7):1947–53.
88. Drust B, Gregson W. Fitness testing. In: Williams AM, editor. *Science and soccer*. 3rd ed. London: Routledge; 2013. p. 43–64.
89. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med*. 2008;38:37–51.
90. MacDougall JD, Wenger HA. The purpose of physiological testing. *Physiological testing of the high-performance athlete*; 1991. p. 1–5.
91. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Competitive-level differences in Yo-Yo intermittent recovery and twelve-minute run test performance in soccer referees. *J Strength Cond Res*. 2005;19(4):805–9.
92. Balsom P. Evaluation of physical performance. In: Ekblom B, editor. *Handbook of sports medicine and science-football (soccer)*. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1994. p. 102–23.
93. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise*. 3rd ed. New York: McGraw Hill; 1986.
94. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med*. 2005;35:501–36.
95. Viru A, Viru M. *Biochemical monitoring of sports training*. Champaign: Human Kinetics; 2001.
96. Svensson M, Drust B. Testing soccer players. *J Sports Sci*. 2004;23:601–18.
97. Gambetta, V. (2007). *Athletic development, the art & science of functional sports conditioning*. Human Kinetics.
98. Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med*. 2008;38:297–316.
99. Carling C, Reilly T, and Williams, AM. *Performance Assessment for Field Sports*. London, UK: Routledge. 2009.

100. Astrand, P.O., & Rodahl, K. Dahl, H. A. Stromme, S. B. (2003). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise, (4th) Human Kinetics.
101. Jemni et al. Assessing Cardiorespiratory Fitness of Soccer Players: Is Test Specificity the Issue?—A Review, *Sports Medicine - Open* (2018) 4:28.
102. Whipp B.J. Domains of aerobic function and their limiting parameters. In: *The Physiology and Pathophysiology of Exercise Tolerance*. Edited by Ward S.A, Part 3, chapter 12, pp 83-89. Plenum Press. New York, 1996.
103. Luks AM, Glenny RW: Clinical exercise testing. In: Murray and Nadel's *Textbook of Respiratory Medicine*. 26, 436-457. e6
104. Gallagher CG, Brown E, Younes M: Breathing pattern during maximal exercise and during submaximal exercise with hypercapnia. *J Appl Physiol* 63:238–244, 1987.
105. Bouchard C, Daw EW, Rice T, et al: Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: the HERITAGE family study. *Med Sci Sports Exerc* 30:252–258, 1998.
106. Timmons JA, Knudsen S, Rankinen T, et al: Using molecular classification to predict gains in maximal aerobic capacity following endurance exercise training in humans. *J Appl Physiol* 108:1487– 1496, 2010.
107. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 167:211–277, 2003.
108. Hansen JE, Sue DY, Wasserman K: Predicted values for clinical exercise testing. *Am Rev Respir Dis* 129:S49–S55, 1984.
109. Neder JA, Nery LE, Castelo A, et al: Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomised study. *Eur Respir J* 14:1304–1313, 1999.
110. Strømme SB, Ingjer F, Meen HD. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. *J Appl Physiol*. 1977;42:833–7.
111. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:1165–74.
112. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci*. 2005;23:593–9.
113. Tumilty D. Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*. 1993;16:80–96.

114. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003; 21:519–28.
115. Smaros G. Energy usage during a football match. In: Vecchiet L, editor. *Proceedings of the 1st international congress on sports medicine applied to football.* Rome: D. Guanello; 1980. p. 795–801.
116. Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med c.* 2001;33:1925–31.
117. Apor P. Successful formulae for fitness training. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ, editors. *Science and football.* London: E & FN Spon; 1988. p. 95–107.
118. Reilly T. Football. In: Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, editors. *Physiology of sports.* London: E & FN Spon; 1990. p. 371–425.
119. Puga N, Ramos L, Agostinho J, Lomba I, Costa O, de Freitas F. Physical profile of a first division Portuguese professional soccer team. In: Reilly T, Clarys J, Stibbe A, editors. *Science and football II.* London: E & FN Spon; 1993. p. 40–2.
120. Davis JA, Brewer J, Atkin D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *J Sports Sci.* 1992;10:541–7.
121. Bangsbo J, Lindquist F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med.* 1992; 13:125–32.
122. Casajus JA. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med* 1;41:463–7.
123. Raastad T, Hostmark AT, Strømme SB. Omega-3 fatty acid supplementation does not improve maximal aerobic power, anaerobic threshold and running performance in well trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 1997;7: 25–31.
124. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Refae SA, Sulaiman MA, Dafterdar MY, Al-Ghamedi A, Al-Khurairji KN. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41:54–61.
125. Drust B, Reilly T, Cable NT. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Science.* 2000;18:885–92.
126. Strudwick A, Reilly T, Doran D. Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002;42:239–42.
127. Di Salvo V, Gregson W, Atkinson G, Tordoff P, Drust B. Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *Int J Sports Med.* 2009;30:205–12.

128. Aziz AR, Tan FHY, The, K. C. Pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005;4:105–12.
129. Pyne DB, Spencer M, Mujika I. Improving the value of fitness testing for football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2014;9(3):511–4.
130. Midgley AW, McNaughton LR, Polman R, Marchant D. Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Med*. 2007;37(12):1019–28.
131. Fontana P, Boutellier U, Toigo M: Non-invasive haemodynamic assessments using Innocor during standard graded exercise tests. *Eur J Appl Physiol* 108:573–580, 2010.
132. Higginbotham MB, Morris KG, Williams RS, et al: Regulation of stroke volume during submaximal and maximal upright exercise in normal man. *Circ Res* 58:281–291, 1986.
133. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol* 1982; 52: 869-873.
134. Campbell SC: A comparison of the maximum voluntary ventilation with the forced expiratory volume in one second: an assessment of subject cooperation. *J Occup Med* 24:531–533, 1982.
135. Stickland MK, Lindinger MI, Olfert IM, et al: Pulmonary gas exchange and acid-base balance during exercise. *Compr Physiol* 3:693–739, 2013.
136. Dempsey JA, Wagner PD: Exercise-induced arterial hypoxemia. *J Appl Physiol* 87:1997–2006, 1999.
137. Hopkins SR: Exercise induced arterial hypoxemia: the role of ventilation-perfusion inequality and pulmonary diffusion limitation. *Adv Exp Med Biol* 588:17–30, 2006.
138. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, et al: Principles of exercise testing and interpretation, ed 5, Philadelphia, 2012, Lippincott Williams & Wilkins.
139. Gomes, A.I.S.M.S., Ribeiro, B. G. ve Soares, E.A. (2006). Nutritional profile of Brazilian Amputee Soccer Team during the precompetition period for the world championship. *Nutrition*, 22(10), 989-995.

140. Langworthy, M.J., Smith, J.M., Gould, M. (2004). Treatment of the mangled lower extremity after a terrorist blast injury. *Clinical orthopaedics and related research*, 422, 88-96.
141. Wieczorek et al. Hand Grip Strength Vs. Sprint Effectiveness in Amputee Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* volume 48/2015, 133-139.
142. Sucan, S., Yılmaz, A., Can, Y., Süer, C., Aktif Futbol Oyuncularının Çeşitli Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi, *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* 14(1) 36-42, 2005.
143. Arifin et al. *BioMedical Engineering OnLine*, 2014.
144. Mazic S, et al, Respiratory Parameters in elite athletes – does sport have an influence? *Rev Port Pneumol*, 2015.
145. Rong C, Bei H, Yun Ma, Yuzhu W, Mingwu Z, Lung Function and Cytokine Levels in Professional Athletes, *Journal of Asthma*. 2008; 45:343–348.
146. Günay, M., Tamer, K., Cicioğlu, İ. (2006). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*, Gazi Kitabevi, Baran Ofset, Ankara.
147. Mikami et al. Exercise loading for cardiopulmonary assessment and evaluation of endurance in amputee football players, *J. Phys. Ther. Sci.* 30: 960-965, 2018.
148. Bitigen et al. Blood pressure response to treadmill exercise testing. *Arch Turk Soc Cardiol* 2006;34(6):376-381
149. Molik et al, Comparison of Aerobic Performance Testing Protocols in Elite Male Wheelchair Basketball Players. *Journal of Human Kinetics* volume 60/2017, 243-254.
150. Keller-Ross ML, Chantigian DP, Evanoff N, Bantle AE, Dengel DR, Chow LS. VE/VCO₂ slope in lean and overweight women and its relationship to lean leg mass. *IJC Heart & Vasculature* 21 (2018) 107-110.
151. Christopher B, Cooper ve Thomas W. Storer. *Egzersiz Testleri ve Yorumu (Çeviri Editörleri: Kayserilioğlu A, Çavuşoğlu H). İstanbul Yüce Yayınları; 2003. s. 93-149.*

FORMLAR

EK-1

GÖNÜLLÜ AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

Sizi İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalında yürütülen Spor Yapan Ampüte Bireylerde Fiziksel Kondisyon ve İzokinetik Test Parametrelerinin Değerlendirilmesi başlıklı araştırmaya davet ediyoruz.

Bu araştırmanın amacı, gövde çevresi kas kuvvetinizin yanı sıra gövde kas dayanıklılığınızı da test etmek ve yaptığınız sporun egzersiz kapasiteniz üzerindeki etkilerini incelemektir. Sayın katılımcı, ampüte bireylerle sağlıklı bireyler karşılaştırıldığında, ampüte bireylerin kardiyovasküler fitness düzeylerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir. Kas kuvveti, kas dayanıklılığı, kardiyovasküler dayanıklılık, denge vb. olan bu faktörlerin her birinin sahip olunma derecesi bireyin hareketteki performansını etkileyecektir. Bu bağlamda, size izokinetik test cihazıyla gövde çevresi kas kuvveti ile dayanıklılığı ölçümü, Biodeks denge sistemi ile denge değerlendirmesi, kardiyopulmoner egzersiz testi ile egzersiz kapasitesi değerlendirilecektir. Aynı zamanda yaş, boy, kilo, amputasyon nedeni, yapılan spor türü ve antrenman sıklığı gibi bilgileriniz kaydedilecektir. Test ölçümleri yapılırken herhangi bir sakatlanma, yaralanma, kanama riski; acı ve ağrı duyma riski olmayacaktır. Buna rağmen eğer yapılacak olan testleri tolere edemezseniz testi sonlandırma hakkına sahipsiniz. Çalışmada maddi olarak sizden hiçbir değerlendirme veya test ölçümleri için ücret alınmayacaktır ve size herhangi bir ücret ödenmeyecektir. Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. İletişim bilgileriniz ise sadece izninize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için ortak katılımcı havuzuna aktarılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya fzt_fundaarikan@hotmail.com e-posta adresi ve 05534124733 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının:

Adı-Soyadı:

İletişim Bilgileri:

e-posta:

Telefon:

İletişim bilgilerimin diğer araştırmacıların benimle iletişime geçebilmesi için ortak araştırma havuzuna aktarılmasını;

☐ kabul ediyorum☐ kabul etmiyorum (lütfen uygun seçeneği işaretleyiniz)

İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Fzt. Funda ARIKAN AKÜZÜM

İmzası:

EK-2**TARİH:****Ampüte Değerlendirme Formu**

1. Ad-Soyad:
2. Yaş:
3. Boy: Kilo Protezsiz:
4. Eğitim düzeyi (en son mezun olunan)
 - 1) Mezun olduğum okul yok. 2) İlkokul 3) Ortaokul 4) Lise
 - 5) Üniversite 6) Yüksek lisans ve üzeri
5. Medeni durum:
 - 1) Bekar 2) Evli 3) Boşanmış 4) Dul
6. Meslek:
7. Sigara kullanıyor musunuz? 1) Evet 2) Hayır Evet ise;
Günde ne kadar? Ne kadar zamandır kullanıyorsunuz?
8. Düzenli spor yapıyor musunuz? Evet ise ne olduğunu da belirtiniz.....
Hayır 2) Haftada 1-2 3) Haftada 3-4 4) Hergün
9. Hangi kulüpte oynuyorsunuz?
10. Haftalık kaç saat antrenman yapıyorsunuz?
11. Kaç yıldır spor yapıyorsunuz?
12. Sistemik Hastalık: Diğerleri:
 - 1) Tansiyon 2) Diyabet (Şeker hastalığı)
 - 3) Kalp hastalığı 4) Kolesterol yüksekliği
13. Ampütasyon tarafı 1) Sağ 2) Sol

14. Ampütasyon Seviyesi:

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1) Diz altı amputasyonu | 5) Omuz dez. |
| 2) Diz dezartikülasyonu | 6) Transhumeral amp. |
| 3) Diz üstü amp. | 7) Transradial amp. |
| 4) Kalça dez. | 8) El bileği dez. |

15. Ampütasyon Nedeni:

- 1) Travmatik (trafik/tren kazası, silahlı yaralanma...)
- 2) Vasküler
- 3) Tümör
- 4) Yanık
- 5) İnflamatuvar
- 6) Konjenital

16. Ampütasyon Yaşı:

Protez kullanım süresi (amputasyondan sonrası hemen protez kullanıldı mı?)

Şu anda kaçınıcı proteziniz?

Ne kadar zamandır kullanıyorsunuz?

17. Yürümeye yardımcı araç kullanımı var mı?

1) Var

2) Yok

Varsa nedir?

1) Walker

2) Koltuk değneği

3) Kanadyen

Vücut Kompozisyonu

a- Vücut Kitle İndeksi (kg/m^2):

b- Yağ Yüzdesi – skinfold:

Abdominal:

Uyluk:

Göğüs:

Baldır:

Subskapular:

Biceps:

Suprailiak:

Triceps:

ACTA PHYSIOLOGICA

Turkish Society of Physiological Sciences 44th National Physiology Congress
01 – 04 November 2018, Antalya (Turkey)

OC43

Evaluation of Physical Fitness and Isokinetic Test Parameters of Athletic Individuals with Amputation

Funda Arkan Aküzüm, Safinaz Albayrak Yıldız, Sertaç Yakal, Türker Şahinkaya

¹Istanbul University, Faculty of Medicine, Department of Sport Medicine, İstanbul, Turkey

Aim: The functional condition and activities of daily living are negatively affected in the amputation. In this study, we aimed to determine the physiological effects of sports on amputation.

Methods: Our study was approved by the Istanbul University Regional Ethics Committee. 36 amputee football players' (mean age = 29.25 ± 6.3 years) body fat measurement, one-leg balance assessment, isokinetic trunk muscle strength measurement, respiratory function test and metabolic measurements were evaluated.

Results: The body fat percentage was 10.54 ± 4.9 , flexor isokinetic trunk muscle strength at the velocity of $60^\circ/\text{sec}$ is 275.09 ± 58.4 , extensor isokinetic trunk muscle strength at the velocity of $60^\circ/\text{sec}$ is 234.6 ± 51.8 , flexor isokinetic trunk muscle strength at the velocity of $90^\circ/\text{sec}$ is 271.43 ± 54.14 , extensor isokinetic trunk muscle strength at the velocity of $90^\circ/\text{sec}$ is 206.29 ± 56.8 , one-leg balance values overall 0.87 ± 0.28 , anterior-posterior stability index 0.57 ± 0.25 , medial-lateral stability index 0.52 ± 0.21 , FEV1 % 98.2 ± 12.13 , FVC % 92.63 ± 12.13 , FEV1/FVC 108.4 ± 7.2 . Athletes' resting heart rate(HR) $79.37 \pm 15.26/\text{min}$, maximum HR $166.15 \pm 25.3/\text{min}$, recovery HR $107.3 \pm 19.13/\text{min}$, targeted % HR 86 ± 11.86 , VO2max $30.96 \pm 11.05 \text{ ml/kg/min}$.

Conclusions: In this study, amputee football players' body composition, aerobic and anaerobic capacities and muscle power parameters were investigated extensively. There is a need for studies that have a higher number of participants.

Bu çalışma bulguları düzenlenerek; “Turkish Society of Physiological Sciences 44th National Physiology Congress in Antalya, Turkey, November 01-04, 2018.”

kongresinde, “Evaluation of Physical Fitness and Isokinetic Test Parameters of Athletic Individuals with Amputation” isimli bildiri ile sunulmuştur ve Acta Physiologica Volume 225, Issue S716, December 2018 yayınında sözel bildiri olarak yer almıştır.

ETİK KURUL KARARI

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**Sayı : 1266****Tarih : 06.11.2017****Konu: Prof. Dr. Safinaz YILDIZ hk.**

**Sayın Prof. Dr. Safinaz YILDIZ
Spor Hekimliği Anabilim Dalı**

İlgi : Spor Hekimliği Anabilim Dalının 17/10/2017 gün ve 388295 sayılı yazısı

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Funda Arıkan AKÜZÜM' ün yürüteceği 2017/1194 dosya numaralı "Spor Yapan Ampute Bireylerde Fiziksel Kondisyon ve İzokinetik Test Parametrelerinin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışma kurulumuzun 27/10/2017 tarih ve 17 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. A.Yağz ÜRESİN

İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar

Etik Kurul Başkanı

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

SPOR YAPAN AMPUTE BİREYLERDE FİZİKSEL KONDİSYON
VE İZOKİNETİK TEST PARAMETRELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%6

BENZERLİK ENDEKSİ

%4

İNTERNET
KAYNAKLARI

%2

YAYINLAR

%2

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.toraks.org.tr

İnternet Kaynağı

%1

2

www.istabip.org.tr

İnternet Kaynağı

%1

3

www.firattipdergisi.com

İnternet Kaynağı

<%1

4

tip.fusabil.org

İnternet Kaynağı

<%1

5

Submitted to TechKnowledge Turkey

Öğrenci Ödevi

<%1

6

www.tfbd.org.tr

İnternet Kaynağı

<%1

7

edoc.site

İnternet Kaynağı

<%1

8

www.sporbilim.com

İnternet Kaynağı

<%1

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Funda	Soyadı	Arıkan Aküzüm
Doğ.Yeri	Sivas	Doğ.Tar.	12.08.1989
Uyruğu	T.C.	TC Kim No	22346331778
Email	fzt_fundaarikan@hotmail.com	Tel	05534124733

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Y.O	2011
Lise	İzmir Konak Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Fizyoterapist	Sağlık Bilimleri Üniversitesi Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi	2014-
2.	Fizyoterapist	Yağmur Çocuklar Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	2013-2014
3.	Fizyoterapist	Gülen Yüzler Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	2011-2013

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(YÖKDİL) Puanı
İngilizce	İyi	İyi	İyi		70

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı			
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Word/Excell/Office Programları	İyi
SPSS	Orta

Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

TIFAO Osteopati Eğitimi 2. Sınıf, 2012-2013

Duyu Bütünleme Eğitim Sertifikası Modül 1-2, 2016-2017

APPI MW 1 Sertifikası, 2017

Özel İlgi Alanları (Hobileri): Kitap okumak, pilates yapmak



