

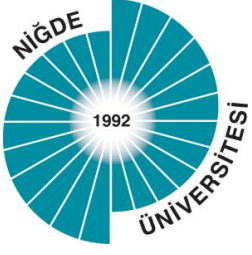
**T.C.
Niğde Üniversitesi
Niğde Sosyal Bilimler Enstitüsü
Bedensel Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Bedensel Eğitimi ve Spor Bilim Dalı**

**ANAEROBİK YORGUNLUĞUN DENGE VE KUVVET ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
TALİP ÇAVDAR**

Niğde Eylül- 2014



**T.C.
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ
NİĞDE SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI**

**ANAEROBİK YORGUNLUĞUN DENGE VE KUVVET ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Talip ÇAVDAR**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Hasan EKER**

NİĞDE Eylül- 2014

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**ANAEROBİK YORGUNLUĞUN DENGELİ VE KUVVET ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde tez yazım kılavuzuna uygun olarak tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

26/ 09/ 2014


ONAY SAYFASI

Yrd.Doç.Dr. HASAN EKER danışmanlığında TALİP ÇAVDAR tarafından hazırlanan "Anaerobik Yorgunluğun Denge ve Kuvvet Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih: 26.09.2014

JÜRİ :

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Hasan EKER



Üye : Doç.Dr. Baki YILMAZ



Üye : Yrd.Doç.Dr. C. Berkan DÜPRAZ



ONAY :

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulu'nun Tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Ömer İSKENDEROĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Talip ÇAVDAR

Bu çalışmamın sürecinde her türlü yardım ve fedakarlığı sağlayan, bana yol gösteren, bilgi, tecrübe ve güler yüzü ile çalışmama ışık tutan, benimle fikirlerini paylaşan Hitit Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Öğretim Üyesi danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan EKER hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. bu çalışmayı gerçekleştirebilmem için ve çalışmamın en doğru şekilde tamamlanması için bana Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulunda imkan sağlayan hocalarıma ve bu çalışmayı yetiştirmemde emeği geçen ve benden maddi, manevi hiçbir desteği esirgemeyen aileme de teşekkür ederim.

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ANAEROBİK YORGUNLUĞUN DENGE VE KUVVET ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ÇAVDAR, Talip

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hasan EKER

Ağustos 2014, 124 sayfa

Bu yüksek lisans çalışmasında, anaerobik yüklenmenin denge ve kuvvet üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek okulunda okuyan ve herhangi bir branşta sportif faaliyet gösteren 15 bayan 15 erkek öğrenci dahil edilmiştir. Çalışma ile sporcuların wingate anaerobik egzersiz sonrası denge ve kuvvetlerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Deneklerin denge ve kuvvet parametreleri frekans, aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri alınmıştır. Deneklerin ölçüm sonuçları iki değişkenli olan verilerde eşleştirilmiş örneklem t-testi, ikiden fazla değişkenli olanlarda ANOVA analizi ile SPSS 18,0 paket programı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Deneklerin denge parametrelerinin aralarındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi ile incelenerek % 0,01 ve % 0,05 önem seviyelerinde değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; anaerobik yorgunluk, kuvvet ve denge ile ilgili yapılan çalışmalarıda incelediğimizde, bizim çalışmamıza paralel olarak anaerobik yorgunluğun denge ve kuvveti bazı parametrelerde etkilediğini düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Anaerobik yorgunluk, anaerobik yüklenme, denge, kuvvet

ABSTRACT

ANAEROBIC INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FATIGUE THE BALANCE AND STRENGTH

ÇAVDAR, Talip

Department of Physical Education and Sports

Advisor: Asst. Assoc. Dr.. Hasan EKER

August 2014, 124 pages

In this post-graduate studies, the effects on balance and strength as a result of anaerobic loading were investigated. Working with the athletes for a certain period of anaerobic exercise after doing balance and strength a significant difference in whether araştırılmıştır. araştır to Nigde University School of Physical Education and Sports High school reading, and any branch of sport which operates 15 female and 15 male students, including edilmiştir. denek of all necessary measurements the data obtained is taken then were transferred to SPSS 18.0 package program. Personal information and the frequency distribution of the subjects was analyzed as a percentage, body mass index [BMI = body weight / (height) 2] was calculated according to the formula in Microsoft Excel environment. Balance and strength parameters, the frequency of subjects, mean, standard deviation, minimum and maximum values given were examined. The measurement results of the subjects in the data of two variables t-test, in which more than two variables were compared using ANOVA. The relationship between the subjects' balance parameters were examined with Pearson's correlation analysis, 99% and 95% significance levels are indicated in the relationship.

Keywords: Anaerobic fatigue, anaerobic load, balance, strength

YEMİN METNİ.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
RESİMLER LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	i
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM II	2
GENEL BİLGİLER	2
2.1. ENERJİ SİSTEMLERİ	2
2.1.1. Anaerobik Enerji Sistemi.....	3
2.1.2. Aerobik Enerji Sistemi.....	4
2.2. YORGUNLUK	7
2.2.1. Santral Yorgunluk.....	8
2.2.2. Yorgunlukta Afferent İntutlar	11
2.2.3. Kas Yorgunluğunda Motor Kortikal Ve Supraspinal Faktörler.....	12
2.2.4. Nöromüsküler Kavşak ve Yorgunluk	15
2.2.5. Periferik Yorgunluk	16
2.2.6. Farklı Kas Liflerinde Yorgunluk	29
2.2.7. Yorgunlukta PO ₂ Etkisi.....	30
2.2.8. Farklı Egzersizlerde Yorgunluk Oluşumu	31
2.2.9. Antrenmanlarla Yorgunluğa Karşı Gelişen Adaptasyonlar	34
2.3. KUVVET	38
2.3.1 Kuvvetin Sınıflandırılması.....	39
2.3.2 Kuvvetin Antrenman İlkeleri	41
2.3.3 Kuvvetin Geliştirilmesi.....	42
2.3.4 Kuvvet Antrenmanlarının Etkileri	45
2.3.5 Kuvvet Antrenman Metotları.....	47
2.3.6 Kuvvet Antrenmanında Dikkat Edilecek Noktalar	50
2.3.7 Kuvvet Antrenmanını Etkileyen Özellikler	51
2.4. DENGİ	69
2.4.1. Statik Denge.....	71
2.4.2. Dinamik Denge	72
2.4.3. Denge Pozisyonunun Algılanması.....	73
2.4.4. Dengeyi Etkileyen Faktörler	75
2.4.6. Dengenin Sporsal Önemi	78
BÖLÜM III.....	80
MATERYAL VE METOD.....	80
3.1. DENEKLERİN ÖZELLİKLERİ	80
3.2. ÇALIŞMANIN AMACI	80
3.3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	80
3.4. ÇALIŞMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ	80

3.5. VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ	81
3.6. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	81
3.6.1. Boy ve Vücut ağırlığı Ölçümleri.....	81
3.6.2. Beden Kitle İndeksi(BKİ)	81
3.6.3. Anaerobik Yorgunluk	81
3.6.4. Denge ölçümleri.....	82
3.6.5. Kuvvet Ölçümleri.....	84
3.7. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	86
BÖLÜM IV	87
BULGULAR VE YORUM.....	87
BÖLÜM V	102
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	102

TABLolar ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ

Tablo 4.1. Deneklerin özelliklerini gösterir tablo.....	86
Tablo 4.2. Deneklerin anaerobik güç ve kapasitelerinin cinsiyetlere göre karşılaştırılması	87
Tablo 4.3. Cinsiyetlere göre ön test ölçüm değerlerinin farklılıklarını gösteren tablo	88
Tablo 4.4. Cinsiyetlere göre son test ölçüm değerlerinin farklılıklarını gösteren tablo	91
Tablo 4.5. Erkeklerin ön test ve son test değerlerinin karşılaştırmalı olarak gösteren tablo	94
Tablo 4.6. Kadınların ön test ve son test değerlerinin karşılaştırmalı olarak gösteren tablo	96
Tablo 4.7. Deneklerin kuvvetleri, anaerobik güçleri ve kapasiteleri arasındaki ön test ve son test ölçüm ilişkilerini gösteren tablo	98
Tablo 4.8. Deneklerin denge ön test ve denge son test arasındaki ilişkiyi gösteren Tablo	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Krebs Devri (Günay, 1998)	6
Şekil 2.2. Aerobik Metabolizma (Günay vd., 2010)	7
Şekil 2.3. Kas Glikojeni ve Enerji (Rubai ve Moddy, 1991)	8
Şekil 2.4.Laktat Anyonları ve H ⁺ 'nin Hücre Metabolizmasına Etkileri (- işaretleri baskılayıcı niteliği göstermektedir)	22
Şekil 2.5.Laktat ve Hidrojenin Hücreden Taşınması (Haan ve Koudijs, 1994) ...	23
Şekil 2.6. Laktat Metabolizmasında MCT'ler (Hall, 2000) (Siyah noktalar MCT'ler M = mitokondri)	24
Şekil 2.7. Yorgunlukta P _i 'nin Kas Fonksiyonuna Etkileri (Gladden, 2004).	28
Şekil 2.8.Piramidal Metot	48
Şekil 2.9.Dalgasal Metot	49

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Monark 839 E bisiklet ergometresinde ölçüm alınırken.....	82
Resim 2. Tecno Body Prokin denge sisteminde ölçüm değerleri alınırken.....	83
Resim 3. Sport Expert marka dinamometre ile kuvvet ölçümleri alınırken	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
O ₂	Oksijen
H ₂ O	Su
CO ₂	Karbondioksit
K ⁺	Potasyum
Na ⁺	Sodyum
Ca	Kalsiyum
NH ₄	Amonyum
H ⁺	Hidrojen
Cr	Krom
HCO ₃	Karbonat
%	Yüzde
°C	Derece santigrad
Kısaltmalar	Açıklamalar
ATP	Adenozintrifosfat
ADP	Adenozindifosfat
Gr	Gram
Kcal	Kilokalori
Pi	İnorganikfosfat
AMP	Adenozinmonofosfat
Ph	Asit baz dengesi
DNA	Deoksiribonükleik asit
CK	Kreatin kinaz enzimi

Kg	Kilogram
CP	Kreatinfosfat
Sn	Saniye
FT	Hızlı kasılan kas lif tipleri
ST	Yavaş kasılan kas lif tipleri
Dk	Dakika
KAV	Kalp atım volümü
MI	Mililitre
Lt	Litre
KAS	Kalp atım sayısı
M	Metre
YVA	Yağsız vücut ağırlığı
YTKV	Yer tepkime kuvveti vektörü
Cm	Santimetre
Kg	Kilogram
m ²	Metrekare
BKİ	Beden Kitle İndeksi
SPSS	Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi
N	Toplam denek sayısı
X	Aritmetik ortalama
Sd	Standart sapma
PL	Statik dengede egzersiz boyunca yapılan toplam derece sayısı
AGP	Ekran yüzey görünümünün merkez daireye olan uzaklığının yüzdesel ifadesi

MS	Saniyede yapılan derecenin ortalaması
MEC-AP	Statik dengenin ön ve arka eksenindeki ulaştığı dereceler arasındaki ortalama
MEC-ML	Statik dengenin sağ ve sol eksenindeki ulaştığı dereceler arasındaki ortalama

BÖLÜM I

GİRİŞ

Spor öğrenme, antrenman veya yarışma sırasında yüksek seviyeli motor görevleri uygulamak, statik ve dinamik dengenin her ikisinde eş zamanlı olarak sürdürmeyi içermektedir (Erkmen, 2006). Bir cimnastikçinin yaptığı bir hareket sonrasında dengesini koruyarak yere inmesi, bir futbolcunun aynı anda takım arkadaşları ve rakibinin konumunu kontrol ederek kendisine gelmekte olan topa göre doğru pozisyonu dengesini sürdürerek alabilmesi veya bir voleybolcunun file üzerinde smaç için ya da blok için sıçrayıp yere indiğinde dengesini koruyabilmesi başarılı performans için şarttır.

Egzersiz sırasında oluşan streslerden dolayı meydana gelen yorgunluk sportif becerilerin istenilen düzeyde uygulanmasını engelleyecektir. Ayrıca bu yorgunluk denge kaybı neticesinde sakatlanmayada yol açabilir. Denge yeteneğinin üst düzeyde olması sporcuların iyi bir performans sergilemelerine yardımcı olacaktır.

Anaerobik gücü tanımlayacak olursak; bir sporcunun yüksek yüklenmeler altında, oksijensiz bir ortamda iş yapabilme, enerji üretebilme yeteneğidir (Sonel, 1986). Anaerobik güç daha çok kısa süreliğine yüklenme gerektiren halter, kısa mesafe koşuları vs. spor branşlarında kullanılan bir enerji sistemidir.

Bu çalışmada herhangi bir branşda aktif olarak spor yapanların anaerobik yorgunluk sonucu, denge ve kuvvetlerinde farklılık olup olmadığı ve oluşuyorsa değişimlerin ne ölçüde olduğu tesbit edilmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

2.1. ENERJİ SİSTEMLERİ

Enerji genel olarak iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. İnsan vücudunun çeşitli hareketleri yapabilmesi için vücut enerjeye ihtiyaç duyar. Bu, yaşamsal organların çalışmasından düşünmeye, konuşmaya, yürümeye, 2–3 saniyelik ani ve çok hızlı enerji üretimi gerektiren sıçrama hareketinden, iki saat kadar süren maraton koşusu gibi tüm aktiviteler için enerji gereklidir (Taş, 2006).

Enerji temel olarak yiyeceklerin vücutta yakılması sonucu oluşur. Vücudumuza aldığımız besin öğelerinden karbonhidratlar glikoza, proteinler amino asitlere ve yağlar da yağ asitlerine parçalanırlar. Bu besin maddelerinin enzimlerce kontrol edilen karmaşık kimyasal reaksiyonlarla parçalanması sırasında yavaş ve az miktarda enerji serbest bırakılır. Açığa çıkan bu serbest enerjiye adenozintrifosfat (ATP) adı verilir (Sönmez, 2002).

İnsanlar ve diğer canlılar yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan enerjiyi basit bir kimyasal bileşik olan ATP'nin parçalanmasıyla elde ederler (Fox vd., 1999).

Kassal aktivite, ATP molekülü şeklinde depolanmış olan kimyasal enerjinin miyoflamentler tarafından mekanik enerjiye dönüştürülmesi ile gerçekleştirilir (Buford ve Koch, 2004). ATP yıkımından açığa çıkan enerji kas kasılması için hazır enerji kaynağını oluşturur (Büyükaşar, 2005). Ancak kaslarda depolanmış olan ATP, maksimal kasılmayı 5–6 saniye aştığında ATP'nin sürekli olarak sentezi gereklidir. ATP'nin yeniden yapımı üç ana sistem tarafından sağlanır.

- ATP-PC sistemi(fosfojen sistem)
- Anaerobik glikoz, laktik asit sistemi
- Aerobik glikoz sistemi(oksijen sistemi)

ATP'nin yenilenmesi için gerekli olan enerjinin sağlanması, bu üç kaynaktan da aynı biçimde çalışır. Besinlerin ve fosfokreatinin parçalanmasıyla ortaya çıkan enerji ATP molekülünün yeniden bir araya getirilmesinde kullanılır (Fox vd., 1999).

2.1.1. Anaerobik Enerji Sistemi

Anaerobik enerji sisteminde, vücut egzersiz için gerekli olan enerjiyi, oksijen kullanmaksızın ya kaslarda depo halinde bulunan CP grubundan ya da glikojen depolarından sağlamaktadır (Ergen, 1993). Anaerobik sistem, daha çok kısa ve orta mesafe egzersizlerinde vücudun kullanmış olduğu enerji metabolizmasıdır. Örneğin; bir 100 m. koşucusu, enerjisinin tamamını ATP-PC (Fosfojen) sisteminden karşılamaktadır. 400-800 m. koşularında (orta mesafe) enerji, yine bir anaerobik sistem olan anaerobik glukoliz sisteminden sağlamaktadır (Guyton ve Hall, 2001).

2.1.1.1. ATP-PC veya Fosfojen Sistemi

Fosfojenler adı verilen ATP ve kreatin fosfat (CP veya PC) kasların içinde bir miktar depo edilmiş halde bulunurlar. Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizler (en fazla 15 saniye süren), depo edilmiş olan bu fosfojenlerin parçalanmaları ile açığa çıkan enerji tarafından gerçekleştirilir. Çünkü yüksek şiddetteki aktiviteler sırasında, ATP oldukça hızlı bir şekilde kullanılır ve organizmanın oksijen sistemi bu kadar hızlı bir tempoda ATP üretme becerisine sahip değildir. Bu nedenle, ATP'nin çok hızlı bir şekilde üretilmesinin önemli olduğu acil enerji gereksinimi durumlarında, kas içinde depolanmış olan enerjiden zengin CP bileşimi, ATP'nin sentezlenmesi için devreye girer (Borensztajn vd., 1975).

CP, aynı ATP gibi kas içerisinde bir miktar depolanabilir ve parçalandığında büyük miktarda enerji açığa çıkarır. Serbest kalan bu enerji de ATP'nin, ADP ve Pi moleküllerinden yeniden sentezlenmesi için kullanılır.

Bu şekilde elde edilen enerjinin miktarı oldukça azdır ve birkaç saniye süren çok kısa süreli aktiviteler için kullanılabilir. Örneğin, tam sürat egzersizlerinde veya çok kısa süreli yüksek şiddetli tekrarlanan aktiviteler sırasında, kas içindeki CP depoları çok hızlı şekilde azalır ve bu nedenle yaklaşık 20 saniye içerisinde yorgunluk ortaya çıkar. Fakat CP dinlenme sırasında çok çabuk bir şekilde yenilenebilir (Anderson ve Henriksen, 1977).

2.1.1.2. Anaerobik Glikoliz (Laktik Asit) Sistem

Bütün karbonhidratlar vücutta glikoz adı verilen basit şekere dönüşür. Glikoz ya hemen kullanılır ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde

glikojen olarak depolanır. Glikoz, glikozun veya glikojenin parçalanması olayıdır. Anaerobik glikoliz ise glikozun hücrede oksijensiz ortamda parçalanması ile enerji oluşmasıdır (Günay, 1998).

Kasta depo edilen glikojen glikoza parçalanabilir, glikozdan daha sonra enerji açığa çıkabilir. Anaerobik glikoliz oksijensiz ortamda gerçekleştiği için bu sürece anaerobik glikoliz denir. Glikozun parçalanması ile iki piruvik asit molekülü oluşur. Ortamda oksijen olmadığı için sitrik asit döngüsüne giremeyen piruvik asit laktik aside dönüşür. Bu yolla 3 mol ATP oluşturulur ve son ürün olarak da ortaya laktik asit çıkar. Bundan dolayı bu sisteme laktik asit sistemi adı verilir (Günay ve Cicioglu, 2001).

Laktik asit kas ve kanda yüksek yoğunluğa ulaşırsa yorgunluğa yol açar. Asit ortamı Ph'ı düşürür, mitokondrideki bazı enzim aktivitelerini engelleyerek karbonhidratların yıkım oranını (hızını) azaltabilir (Ergen, 1993).

Glikoz olayının tek amacı ATP üretimidir. Yukarıdaki reaksiyonla bir glikoz sonunda 3 mol ATP üretildiği görülse de net olarak 2 mol ATP üretilir. Halbuki bir mol glikoz aerobik ortamda parçalandığında 38-39 mol ATP elde edilmektedir (Ergen, 1993). Ancak, aerobik metabolizmadan 2,5 kat daha hızlı ATP üretilir. Fosfojen sistemi kadar hızlı olmasa da yine hızlı bir şekilde ATP yenilenmesi söz konusudur (Guyton ve Hall, 2001).

1-3 dk. kadar süren yüksek şiddetli egzersizler (büyük slalom yarışları) sırasında ATP, laktik asit sistem sayesinde elde edilir (Sönmez, 2002).

2.1.2. Aerobik Enerji Sistemi

Aerobik yol, mitokondrilerde besin maddelerinin enerji sağlamak üzere oksidasyonu demektir. Bu enerji sisteminde karbonhidrat ve yağlar, oksijenin de ortamda bulunmasıyla, su ve karbondioksite kadar parçalanırlar. Anaerobik üretimle glukoz molekülü parçalandığında 2-3 mol ATP üretilirken; glukoz, oksijenle parçalandığında (aerobik) 38-39 mol ATP üretimi sağlanmaktadır. Yağların oksidasyonunda (lipolisis) ise daha fazla enerji ortaya çıkmaktadır (Guyton ve Hall, 2001).

Bu oksijenli enerji elde etme sisteminde, enerji aerobik yoldan üretilmekte yorgunluk ise ilerleyen süre içerisinde vücut karbonhidrat depoları azalınca veya boşalınca oluşmaktadır (Ersoy, 1991).

Aerobik yolla enerji üretimi için, vücuda giren oksijen miktarının yeterli seviyede olması gerekmektedir. Akciğerlere alınan oksijen miktarı, akciğer volümü, solunum frekansı ve derinliği ile ilgili bir kavramdır. Dolayısıyla vücudun aerobik yolla sağladığı enerjinin, egzersize başladıktan yaklaşık 15–20 dakika sonra en yüksek seviyeye çıktığı düşünülmektedir (Erdoğan, 2007).

Aerobik sistemdeki tepkimeler üç ana gruba ayrılabilir:

- Aerobik Glikoz
- Krebs Dönüşümü
- Elektron Transferi Sistemi (Fox vd., 1999).

2.1.2.1. Aerobik Glikoliz

Bu sistem anaerobik glikoliz sisteminden çok farklı değildir. Bütün reaksiyonlar aynıdır. Ancak, piruvik asit anaerobik glikolizdeki gibi laktik aside değil, asetil koenzim A'ya dönüştürülür. Bu kimyasal madde, oksidatif sistemin başlangıç kısmı olan krebs çemberine girer (Sönmez, 2002).

Glukoz kan yolu ile kaslara gelir, kas içerisinde enerji üretimi için kullanılır veya glikojen olarak depolanır. Enerji üretimi gerektiği zaman tekrar devreye girer. Aerobik glikoliz, glukozun ve glikojenin oksijenin yardımı ile parçalanarak piruvik aside dönüşmesidir. Bu sistemde laktik asidin oluşmamasının nedeni, reaksiyonlar sırasında oksijenin varlığıdır. Oksijen metabolik olaylar sırasında hidrojen alıcı olarak görev yapar ve pirivuk asitin laktik aside dönüşmesini engeller. Anaerobik sistemde ise oksijen yeterli olmadığı için, piruvik asit laktik aside dönüşür (Sönmez, 2002).

2.1.2.2. Krebs Dönüşümü

Eğer reaksiyonlar aerobik yolla devam ediyorsa işlemler mitokondrilerde oluşmaktadır ve piruvik asit iki karbonlu yapı olan asetil koenzim A'ya dönüşerek

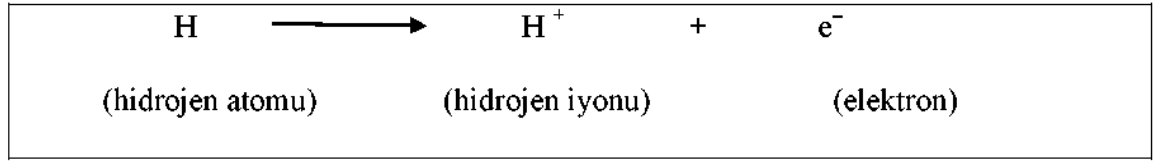
krebs siklusuna (sitrik asit döngüsü veya trikarbonsilik asit döngüsüne) girer (Günay, 1998).

Aerobik yolla enerji oluşumuna yağlar ve kısmen de proteinler katkıda bulunduğu halde (Ocak, 1996), proteinler vücudun koruma mekanizması, büyüme hormon sisteminde yer aldığından enerji veren bir madde olarak tercih edilmemektedir (Ergen vd., 2002).

Krebs devrinde iki önemli kimyasal süreç vardır:

- Karbondioksit üretimi
- Elektronların taşınması (oksidasyon)

Üretilen CO₂ solunum sistemi tarafından dışarı atılarak yok edilir. Taşınan elektronlar ise hidrojen atomları formundadırlar, pozitif yüklü olanlara iyon (proton) negatif yüklü olanlara elektron adı verilir (Günay, 1998).

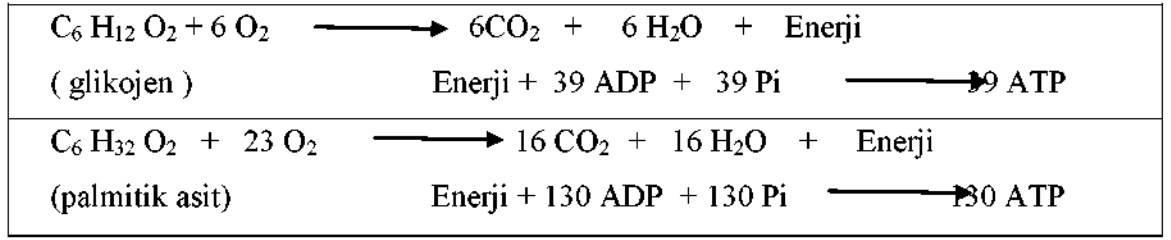


Şekil 2.1: Krebs Devri (Günay, 1998)

2.1.2.3. Elektron Taşıma Sistemi

Solunan oksijen ile krebs devrinden ayrılan/taşınan hidrojen iyonlarının birleşmesi sonucu su oluşmaktadır. Suyun meydana gelmesine sebep olan reaksiyonlar elektronlaşma sistemi veya solunum zinciri adını alırlar. Bu olaylarda mitokondri içerisinde gerçekleşir. Elektron taşıma sisteminde dört hidrojen iyonu, dört elektron ve oksijen, 2 molekül su meydana getirirler.³² Bu elektron ve hidrojen iyonları yüksek enerji düzeyine sahiptirler. Yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine geçişte; $4H^+ + 4e^- + O^2 \longrightarrow 2 H_2O$ meydana gelirken enerji açığa çıkar ve bu enerji ATP'nin resentezi için gerekli reaksiyonu sağlar (Günay vd., 2010).

Aerobik metabolizma sonucu bir mol glikojen ile 39 mol ATP, 1 mol yağ asidinin (palmitik asit) yıkımı ile 130 mol ATP üretilmektedir (Günay vd., 2010).



Şekil 2.2: Aerobik Metabolizma (Günay vd., 2010)

ATP üretiminde aerobik sistem en verimli yoldur. Örneğin, aerobik metabolizma ile tüm vücut kaslarında 87-89 mol ATP açığa çıkarılabilir. Bu diğer iki sistemin birleştirilmesinden elde edilecek miktarın 50 katıdır ve yenilenmesi için 20-32 saatlik bir dinlenmeyi gerektirir (Günay vd., 2010).

	<u>Kas Glikojeni</u>	
	Kg- Kas	Toplam Kas Kitlesi
1. Kastaki Miktarı (gr)	13 - 15	400 - 500
2. ATP Formasyonu (mol)	2.8 - 3.2	87 - 98
3. Kullanılabilir Enerji (kcal)	28 - 32	870 - 980

Şekil 2.3: Kas Glikojeni ve Enerji (Rubai ve Moddy, 1991)

Aerobik yol tamamen submaksimal seviyedeki uzun süreli egzersizlerde kullanılır. Bu tür egzersizlerde yeteri kadar oksijenin kas hücrelerine taşınabilmesi için oldukça uzun bir zaman vardır (Rubai ve Moddy, 1991; Sloan ve Weir, 1970).

2.2. YORGUNLUK

Yorgunluk kasılma kuvvetinin veya gücünün azalmasıdır (Sharon ve Denise, 2003; Billat, 2001; Oлару ve Öztürk, 1994). Spor disiplinleri tarafından bazı durumlarda yorgunluk farklı ifade edilebilmektedir. Mesela biyomekanikçiler kuvvet çıktısının azalması olarak tanımlarken, psikologlar tükenmişlik hissi olarak ve fizyologlar da fizyolojik sistemdeki baskılanma olarak ifade edebilmektedir (Sharon ve Denise, 2003). Günlük hayatta yorgunluk terimi fiziksel veya mental performansın azalması olarak kullanılmaktadır. Birçok sporcu tarafından yorgunluk “kasları zayıf, yavaş ve bazen de ağırlı hissetme” olarak tanımlanmaktadır (Billat, 2001). Yorgunlukta “ihtiyaç duyulan veya beklenen kuvvet devam ettirilemez” (Oлару ve Öztürk, 1994). Kas yorgunluğu literatürde genel olarak “kasın maksimal

kuvvet veya güç üretme kapasitesindeki azalma” olarak tanımlanmaktadır (Gandevia, 2001; Maughan ve Gleeson, 2004; Ament ve Gijsbertus, 2009; Bigland vd., 1986; Bigland vd., 1983). Yorgunluk durumu tamamen tükenme durumu ile her zaman aynı değildir. Egzersiz her yorgunluk durumunda değil, tükenme durumunda sonlandırılır (McComas, 1996), yani yorgunluk bir güven aralığıdır (Sharon ve Denise, 2003).

Yorgunluğun hangi organda gerçekleştiği konusunda bir görüş birliği yoktur. Çünkü yorgunluk çok faktörlü bir süreçtir ve kişinin form durumuna ve yüklenmenin şiddetine göre algısı değişmektedir. İlk araştırmalar iyi motive olan bireylerde küçük kas gruplarını içeren kasılmalarda yorgunluğun tamamen periferik olduğunu belirtirken (Ament ve Gijsbertus, 2009) daha sonraki araştırmalar santral aktivasyonda çok küçük bir baskılanmanın maksimal aktivasyonlarda çok sık görüldüğünü ve yorgunlukta bunun santral komponent olduğunu belirtmişlerdir (Bigland vd., 1986). Kas yorgunluğu ile kas hasarı birbirine karıştırılmamalıdır. Kas yorgunluğu aktivite sırasındaki geri dönüşümlü azalmalardır ve toparlanma ilk birkaç saatte gerçekleşir. Kas hasarı geri dönüşümü uzun süren baskılanmalara neden olur. Kas hasarı sarkomerik hasarları, membran hasarlarını ve sitokin salınımını içeren inflamasyon süreçlerini içerir ve toparlanması günler sürer (Allen vd., 2008).

2.2.1. Santral Yorgunluk

Pek çok araştırma yorgunluğun kaynağının ne olduğunu sormaktadır. Çünkü bu soru yorgunluk kaynağının periferde (kasın kendisinde) mi yoksa santral düzeyde mi olması açısından önem taşımaktadır. Periferik yorgunluk nöromusküler kavşakta ve sonrasında veya bazı kaynaklarda sadece kasın kendisinde meydana gelen ve performansı düşüren bir süreç olarak tanımlanırken; santral yorgunluk ise bu kavşağın öncesinde oluşan süreçleri içerir. Literatürde santral ve periferik yorgunluk ayırımına çok sık gidilmiş olsa da bunları birbirinden ayırmak oldukça zordur. Santral yorgunluk literatürde “aktif motor nöronların ateşleme frekanslarının azalması sonucu kuvvetin azalması” olarak ifade edilmektedir. Bu tanım motor nöronların bütün eksitator idaresinin azalmasını içerir (Duchateau vd., 2006). Maksimal istemli kasılma sırasında kuvvetin azalması ile görülen yorgunluk sürecinde aynı zamanda yüzeysel EMG ölçümünde de azalma kaydedilir. Bu bulgu kuvvet azalmasının

yetersiz kas aktivasyonu neticesinde olduğunu göstermektedir. Bu aktivasyon azalmasının nedeni santral sinir sisteminde motor idarenin azalması veya periferdeki elektrik geçişinin azalmasıdır (Bigland vd., 1983). Santral yorgunluk motor korteksteki motor yolların başlangıcında, impuls azalmasıyla ve α motor nöron aktivitesinin azalmasıyla veya motor sinir boyunca aksiyon potansiyeli iletiminin azalması nedeniyle gelişebilmektedir (Allen vd., 2008).

Bigland - Ritchie ve ark (1978) insanda santral yorgunluğu gösteren ilk çalışmayı yapmışlardır. Bu araştırmada maksimum istemli kasılma ile maksimum elektriksel kasılmada üretilen kuvvetler karşılaştırıldığında bazı bireylerin istemli kuvvetlerinin tekrarlayan yorucu kasılmalar neticesinde düştüğü görülmüş ve bu bireylerin artık bütün motor ünitelerini tamamen aktive edemedikleri, santral olarak yoruldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca maksimal istemli kasılma sırasında verilen elektrik uyarısı ile kuvvette ilave bir artış olmaması durumunda motor ünitelerin tamamen aktive olduğu sonucuna varılmış, ilave bir kuvvet artışı olduğunda ise motor ünitelerin tam olarak devreye girmediği çıkarımı yapılmıştır. Yani bu durumda basit olarak santral yolak kasın kuvvetini devam ettirebilmesi için gerekli olan desteği sağlayamamıştır. Korteks transcranial magnetic stimulyasyon tekniği ile uyarıldığında kas kuvvetinde ilave artış görülmüştür. İzometrik kasılmalarda yorgunluk sırasında α motor nöronun refleks inhibisyonu gösterilmiştir (Gandevia, 2001).

Santral sinir sistemindeki afferent bilgiler ile santral sinir sisteminin kendi içinde yorgunlukta bazı değişimler meydana gelir. Periferik yorgunlukla karşılaştırıldığında santral yorgunluk kişilerin motivasyon durumu ve egzersizin şiddetinin her zamanki aktivitelerine göre olan zorluk derecesi ile ilgilidir. İyi motive sporcularda santral yorgunluğun performansı sınırlayıcı olmadığı belirtilmektedir (Bigland vd., 1983).

2.2.1.1. Uyarı Frekansına Göre Yorgunluk Çeşitleri

2.2.1.1.1. Yüksek Frekanslı Yorgunluk

İnsan kası yüksek frekanslarla uyarıldığında (mesela 100 Hz) kas uyarılabilirliği hızla azalır. Bu koşullarda kuvvet de hızla düşer ve uyarının kesilmesiyle saniyeler içinde hızla yeniden toparlar (Bigland ve Ritchie, 1981;

Westerblad, 1991; Lamb, 1997). Bu durum “yüksek frekanslı yorgunluk” olarak isimlendirilmiştir. Bu tip yorgunluğun tekrarlı aksiyon potansiyelleri nedeniyle T tübül lümeninde progresif depolarizasyon artışı ve K^+ artması ve Na^+ azalması ile meydana geldiği belirtilmektedir. Bu progresif depolarizasyon sonucunda voltaja bağlı Na^+ kanalları inaktif kalmakta ve aksiyon potansiyelinin T tübülden içeri geçişini engellemektedir (Juel ve Pilegaard, 1997). Yüksek frekanslı yorgunlukta ana faktör T tübüllere uyarı geçişinin baskılanmasıdır. Bu baskılanma şu faktörlere bağlıdır: 1- Uyarı frekansı 2- T tübüldeki Na-K pompa yoğunluğu ve aktivitesi 3- T tübül sistemin miktarı 4- Yüzeyel membranda T tübül açıklık boyutu (Bigland ve Ritchie, 1981). Eğer bir fibril yüksek frekanslı uyarıda uzun süre yüksek gerim üretebiliyorsa metabolik sistemden yüksek gereksinimi olacaktır. Sonuç olarak yüksek frekanslı yorgunlukta baskın neden aksiyon potansiyelinin T tübüle geçişinin baskılanmasıdır ve bu da hücre içi Ca^{+2} miktarının azalmasına neden olur (Bigland ve Ritchie, 1981; Fitts, 2006; Lamb, 1997)

İstemli maksimal kasılmada ise gerim yüksek frekanslı uyarıdakinden daha yavaş azalır. Bunun nedeni istemli kasılmada α motor nöron ateşleme frekansının kademeli olarak azalmasıdır, böylece gevşeme de progresif olarak yavaşlar. Ancak yüksek frekanslı uyarı normal aktivitelerde gerçekleşmez, yüksek frekanslı yorgunluk modeli iyonik değişimlere dayanan bir yöntemdir (Bigland ve Ritchie, 1981).

Yüksek şiddetli aktiviteler tekrarlanıyorsa ve bu aktiviteler büyük kas gruplarını içeriyorsa nöral, kas ve metabolik sistem büyük oranda baskı altında kalır ve bu koşullarda yorgunluk hızlı gelişir. Bu durumda nöromüsküler sistemin bir veya daha fazla bölgesindeki yetmezlik nedeni ile kuvvet azalır. Periferal düzeyde maksimal veya maksimale yakın kuvvet üretmede gereken yüksek frekanslı aksiyon potansiyeli üretememe eksitasyonun aksamasına neden olur veya nöral sinyalin kasa geçişinin tamamen aksamasına yol açar (Allen vd., 2008; Juel ve Pilegaard, 1997). Bu koşullarda Na^+ ve K^+ gradientleri bir sonraki nöral impuls için hazır duruma geçememektedir (Allen vd., 1997). Sonuç olarak hücre dışında K^+ birikmesi hücrenin dinlenim membran potansiyelini düşürerek eksitabilitenin azalmasına neden olur. Bu durumda ayrıca su da interstisyel aralıktan hücre içine sızar.

Membran eksitabilitesindeki bu problem EMG ölçümlerine de integre EMG azalması olarak yansır (Fitts, 2006; Juel ve Pilegaard, 1997).

2.2.1.1.2. Düşük Frekanslı Yorgunluk

Kas düşük frekanslarda ve çok uzun süre ile uyarılırsa kuvvetin yeniden toparlaması günler alabilir. Bu tarz yorgunluğa “düşük frekanslı yorgunluk” denmektedir. Diğer bir adı da “uzun süreli yorgunluk”tur. Bu yorgunluğun nedeni tam bilinmemekle beraber toparlanmanın çok uzun sürmesi bu yorgunluğun kaynağının metabolik ürünler olmadığını düşündürmektedir. Nitekim metabolik toparlanma saatler içinde gerçekleşebilmektedir. Olası sebeplerden birisi hücre içi Ca^{+2} derişimindeki uzun süreli artıştır. Buradaki mekanizmanın SR’a Ca^{+2} geçişi ve bu süreçteki proteinler olduğu düşünülmektedir (Bigland vd., 1983). Bunlardan en önemlisi olan kalmodulin SR’a Ca^{+2} geçişinde önemli bir rol alır. Kalmodulin düşük sitoplazmik Ca^{+2} koşullarında aktive olurken, yüksek Ca^{+2} koşullarında inhibe olur. Yorgun olmayan bir kasta aktivasyon-inaktivasyon durumu döngüsel olarak devam eder. Ancak yorgunlukta sitoplazmik Ca^{+2} artar ve bu durumda kalmodulinin aktive olması zorlaşır (Bigland vd., 1983; Fitts, 2006; Lamb, 1997).

Bir diğer olası faktör serbest oksijen radikalleridir. Oksidasyon pek çok protein için zararlı etkiler gösterir. Bu zararlı etkilerden birisi de voltaj sensörlerini etkilemesidir (Fitts, 2006).

2.2.2. Yorgunlukta Afferent İntutlar

Kasılmalar sırasında kastan gelen bildirimler şu şekilde değişmektedir:

- **Kas İğciği Afferentleri:** İzometrik kasılmalar sırasında kasılma 1-2 sn den uzun sürüyorsa kas iğcik deşarj frekansı azalır ve yorgunluk gelişir. Konsantrik kasılmalarda iğcik afferentleri kas boyundaki değişimlerden dolayı daha sessiz kalır. Eksantrik kasılmalarda gerime bağıli olarak kas iğcik afferentleri artar (Gren, 1997).
- **Golgi Tendon Organ Afferentleri:** Golgi tendon organı deşarjı kuvvet üretiminin ilk birkaç saniyesinde adapte olur. Gerime duyarlılığı yorgunlukla değişir. Kasiğcik ve tendon organının etkileri grup III-IV afferentlerle karşılaştırıldığında daha azdır (Gren, 1997).

- **İğcik Olmayan Grup II-III ve IV Kas Afferentleri:** Yorgunluk sırasında grup III-IV kas afferentlerinin deşarjı sonlandıkları noktadaki sıcaklığa, kimyasal ve mekanik çevreye göre artar. Yorgunluğu takiben iğcik olmayan grup II kas afferentlerinin ve grup III mekanosensitif afferentlerin deşarj oranları artar. Gerime ve dokunmaya duyarlılık artarken kasılmaya cevap verebilirliği azalır. Grup III afferentler deşarjlarını ilk 10 sn içinde 1 Hz kadar artırır. Kasılmalar sonucunda kasta oluşan metabolitler grup III ve IV afferentlerin uyarılma eşliğini düşürürler (Gren, 1997).

2.2.3. Kas Yorgunluğunda Motor Kortikal Ve Supraspinal Faktörler

Yorucu egzersizlerin santral sinir sisteminde enkefalinergik, dopaminerjik ve serotonerjik yolları etkileyebileceği gösterilmiştir. Bu değişiklikler uyanıklık, motivasyon ve ağrının toleransı açısından önem taşır. Öte yandan yorgunluk sırasında ortaya çıkan diğer nöroendokrin yanıt bütünü (sempatik aktivasyon artışı, insulin konsantrasyonunda meydana gelen değişimler) ise kasa kasılması sırasında gerekecek substratların ulaşılabilirliğini etkiler (Gren, 1997).

Yapılan çalışmalarda kas yorgunluğunda ağrı, tükenmişlik hissi gibi subjektif algıların ortaya çıktığı ve sporcular tarafından bu hissin yorgunluk nedeni olarak ifade edildiği bilinmektedir. Buna karşın supraspinal düzeydeki elektrofizyolojik çalışmalar yanında bir takım biyokimyasal değişkenlerin de bir arada değerlendirilmesi, yorgunluğun objektif olarak yorumlanmasına anlamlı katkılar sağlamıştır. Deney hayvanlarında yorgunluğa yol açan bir fiziksel aktivitenin kortikomotor nöron hücrelerinin deşarjlarında değişiklikliğe neden olması, yorgunlukta santral sinir sisteminin katkısını vurgulama açısından önemlidir (Gren, 1997).

2.2.3.1. Motor Ünitelerin Etkinlik Örüntüsü

Basit düşünce sistematığı esas alınacak olursa, egzersiz şiddeti ve türü ne olursa olsun tükenme sırasında, ilgili kas grubundaki motor birimlerin tümünün etkinleştiği kabul edilir. Ancak yapılan çalışmalarda yorgunluk anında aktive olması beklenen motor nöronların bazılarının etkinleşmediği gösterilmiştir. Bu bulgu yorgunluğun tek başına periferik mekanizmalar ile açıklanmasını da olanaksız kılmıştır. Özellikle rekreasyonel amaçla spor yapan kişilerde uzun süreli egzersiz

sırasında etkinleşen motor birim sayısının bütüne oranı yaklaşık % 30 olarak hesaplanmıştır (Gandevia, 1997). Buna karşın üst düzey elit sporcularda bu oranın daha yüksek olduğu tespit edilmiş olmakla beraber hiçbir zaman tümüyle etkinleşmeği gösterilmiştir (Gandevia, 1997; Noakes vd., 2005). Ancak tartışılması gereken esas konu dinlenim halinde daha yüksek sayıda motor sinir etkinleştirebilen bir bireyin yorgunluk anında bu yeteneğini kaybediyor olmasıdır. Bu noktada sorulması gereken esas soru, santral sinir sisteminin söz konusu ince ayarlamayı hangi nedenle yaptığıdır. Yorgunluk sırasında meydana gelen stres koşullarının belirli bir noktadan sonra vücudun bütünü için zarar verme potansiyeli olabilmesi, motor birim aktivasyonundaki azalmanın bir savunma sistemi olarak yorumlanabileceğini düşündürmektedir (Belanger ve McComas, 1981).

Motor birimlerin etkinliğini düzenleyen mekanizmaların başında bireyin yorgunluk algısının temel sinyali olarak yorumlanabilen ağrı duyusu gelmektedir. Subjektif bir duygu olan ağrı, bireyin daha fazla kas lifini etkinleştirememesinin bir nedeni olarak kabul edilebilir. Ağrıya karşın sportif aktiviteye devam edebilen bireylerde (elit sporcular) yapılan EMG kayıtları, süreç içinde etkinleşen motor lif sayısında artma olduğunu göstermiştir. Buna karşın ağrıyı tolere edemeyen bireylerin, yedek motor lifleri etkinleştiremeden egzersizi bıraktıkları ortaya konmuştur. Ancak her iki gözlemden de bireylerin sportif form durumu ne olursa olsun, motor yolakları bütünü ile etkinleştirmemiş olmaları ortak özellikleri olarak ön plana çıkmaktadır (Noakes vd., 2005). Bu bilgilerin ışığı altında iskelet kasının kontraktıl özelliklerindeki azalmayı periferik ve santral bileşenleri ile bir arada değerlendirmek gerekir.

2.2.3.2. Yorgunlukta Motonöron Düzeyindeki Değişiklikler

Yapılan çalışmalarda uzun süreli egzersiz sonrası ortaya çıkan yorgunluğun intrinsik motor nöron özelliklerini etkileyerek refleks inhibisyona yol açtığı, beraberinde de renshaw hücrelerini baskıladığı gösterilmiştir. Supraspinal merkezlerden kaynaklanan motor nöron uyarılarının frekansında azalma olduğu tespit edilmiştir. Uyarı frekansındaki azalmanın özellikle hızlı kasılan kas liflerini öncelikli olarak etkilediği gözlemlenmiştir. Bu süreçte motor yolakta devreye giren

sinir sistemi yanında, serotonerjik sinir ağının da etkin olabileceği belirtilmiştir (Gandevia, 1997).

2.2.3.2.1. Motor Nöronların Eksitasyonunun Azalması

Yorgunluk mekanizmalarının öncelikli olarak araştırıldığı çalışmalarda elde edilen bulgular, spinal motor nöronların eksitasyonunda bir azalmanın olduğuna işaret etmektedir (Belanger ve McComas, 1981). Santral yorgunluk konusundaki araştırmalarda özellikle değerlendirilen bir değişken de sporcunun motivasyonu ile ilişkilidir. Nesnel olarak tanımlanması zor olan bu duygulanım ile santral sinir sisteminin çalışmasını doğrudan etkileyen biyokimyasal veya nörofizyolojik değişkenlerin olası ilişkisini göstermek teknik olarak günümüzde mümkün olamamıştır. Öte yandan yapılan çalışmalardan elde edilen veriler, dallı zincirli aminoasitlerin önemi olabileceğini düşündürmektedir. Santral sinir sisteminde serotonin konsantrasyonundaki artışın uyku ve yorgunluğa neden olduğu görüşü bu hipotezin temel dayanak noktasını oluşturmaktadır. Dallı zincirli aminoasitler (BCAA) ile triptofanın santral sinir sistemine aynı aminoasit taşıyıcısıyla girdiği bilinmektedir. Egzersiz sırasında BCAA'lerin iskelet kası tarafından kullanılması santral sinir sistemine triptofan girişinin artmasına neden olmaktadır. Serotonin ön maddesi olan bu amino asitin santral sinir sistemindeki artışı ise beraberinde serotonin konsantrasyonunun beklenilenden daha fazla yükselmesine neden olabilmektedir (Gandevia, 1997).

İskelet kas kuvvetinde azalmaya neden olan egzersizler sonrasında gözlemlenen bir diğer önemli bulgu kasın elektriksel aktivitesinde meydana gelen değişimlerdir (Enoka ve Stuart, 1992). Yorucu istemli maksimal kasılmalar sonrasında kuvvetin azalması EMG aktivitesini de etkiler. İskelet kasının elektriksel etkinliğindeki azalma motor nöron havuzunun refleks inhibisyonu ile ilişkilendirilmektedir. İskelet kasından kaynaklanan grup III ve IV afferent nöronların deşarj frekansındaki artma, motor yolağın medulla spinalis seviyesinde refleks baskılanmasına yol açabilmektedir. Bütün bu etkileşime ek olarak, kas kasılma hızı ve geriminde meydana gelen değişiklikler kas içi aktivitesinde de baskılanmaya yol açabilmektedir. Kas içi aktivitesinden kaynaklanan afferent uyarıların frekansındaki azalma motor nöron uyarılarının oranını azaltabilir (Fitts, 2006).

Normal dinlenme şartlarında motor nörondan kaynaklanan uyarılar kasa ulaştığında hedef dokuda aksiyon potansiyeli ve sonrasında da sarsıların ortaya çıkmasına yol açar. Ancak iskelet kasının yorulduğu durumlarda gözlemlenen yanıt dinlenme koşullarından farklı olabilmektedir. İskelet kasının motor uyarılara yanıt verememesinin olası nedenlerinden bir tanesi motor son plak işlevlerinde meydana gelen bozulma olarak yorumlanmaktadır. Nöral uyarının sinir kas kavşağında yayılımıyla ilgili sorundan kas hücresindeki iyon dengesinde meydana gelen uzaysal dengesizliğin sorumlu olduğu düşünülmektedir (Allen vd., 2008; Fitts, 2006; Enoka ve Stuart, 1992).

2.2.4. Nöromusküler Kavşak ve Yorgunluk

Ardışık uyarılar sırasında nöromusküler kavşakta meydana gelen bazı değişiklikler iskelet kasının kontraktıl özelliklerini doğrudan etkileyebilmektedir. Motor sinir son ucundan asetilkolin salınımının azalması, sinir kas kavşağında asetilkolinesteraz enzim aktivitesindeki artma ya da tam tersine azalma, kas lifi membran potansiyelinde meydana gelen değişiklikler ile iyon dengesindeki bozulmalar iskelet kasının uyarı örüntüsünü doğrudan etkileyebilmektedir (Guyton ve Hall, 2007; Westerblad, 1991).

Yukarıda ifade edilen değişiklikler nöromusküler hastalıkların fizyopatolojik temellerini oluşturma yanında, normal bireylerde yorgunluk sırasında geçici olarak da olsa ortaya çıkabilmektedir. Yukarı motor nöronların uyarı frekansındaki azalmaya ek olarak sinir kas kavşağında meydana gelen değişiklikler egzersiz sırasında gözlemlenen yorgunluğun santral bileşenini oluşturur. Buna karşın maksimal egzersiz sonrası yapılan elektriksel ya da verbal uyarıların kas kuvvetinde artışa neden olabileceğinin gösterilmiş olması, iskelet kasının yorgunluk anında tam kapasitesinin tükenmemiş olduğuna işaret eder. Aslında bu bulgu santral yorgunluğun normal bireylerde görülen kas kuvvet azalmasının önemli bir unsuru olduğuna da işaret etmektedir. Mekanizması tam olarak anlaşılammış bu yorgunluk etkeninin ortadan kaldırılmasına ya da daha geç ortaya çıkmasına yardımcı olacak girişimlerin sporcuların performansında artışa neden olabileceği bilinmektedir. Bu amaçla sporculara psikolojik destek verilmesi ve hatta ağrıyı tolere edebilmelerini sağlayacak antrenman örüntülerinin çalışma programına eklenmesi, uzun dönemde

sporcuların ağrı ya da isteksizlik nedeniyle sportif aktiviteyi bırakmamalarını sağlayacak uygulamalar olarak kullanılmaktadır. Bu antrenmanlardan beklenen temel kazanım, sporcunun santral yorgunluğunu engelleyebilmektir (Olaru ve Öztürk, 1994; Allen vd., 2008; Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Enoka ve Stuart, 1992).

2.2.5. Periferik Yorgunluk

İskelet kasının performansını sınırlayan temel değişkenin belirlenmesi spor fiziyojisi konusunda yapılan çalışmaların ana konu başlıklarından bir tanesini oluşturmaktadır. Özellikle aerobik egzersizlerde enerji için gereken oksijen ve besin öğelerinin dokuya ulaştırılmasını sağlayacak sürecin bütünü performans anlamında ön plana çıkar. Buna karşın anaerobik egzersizlerde kuvvetin sürdürülebilmesinde kasın kontraktıl özelliklerini kısa süre içinde belirleyebilecek metabolik tepkime bütününe değerlendirmek gerekir (Lamb, 1997; Brooks vd., 2005; Abbiss ve Laursen, 2005; Sahlin, 1996).

Maksimal şiddette yapılan egzersizlerde, iskelet kasının enerji gereksinimi, egzersizin şiddetine göre onlarca kat artar (Allen vd., 2008; Noakes ve St. Clair, 2004). İskelet kasının artan egzersiz sırasında enerji dengesinin sağlanamıyor olması ya da iskelet kasının elde ettiği enerjiyi kontraktıl makineyi etkinleştirmede kullanamaması periferik yorgunlukla ilgili tartışmaların ana başlığını oluşturmaktadır (Noakes ve St. Clair, 2004). Periferik yorgunluk kendi içinde metabolik ve metabolik olmayan mekanizmaları ile ayrı ayrı tartışılmaktadır. Metabolik yorgunlukta kontraksiyonlar için gereken enerjinin sağlanmasıyla ilgili tepkime bütünü değerlendirilir (Bigland vd., 1983). Düşük şiddette yapılan fiziksel aktivitelerde teorik olarak tepkimler sonrası elde edilen ATP gereksinim duyulan enerjiyi sağlamak için yeterlidir. Ancak egzersiz şiddetinin arttığı durumlarda metabolik süreç ATP sağlayabilmede yeterli hıza ulaşamayabilir. Bu durumda aerobik tepkimeler yerini ATP sentez hızı daha yüksek olan anaerobik tepkimelere bırakmak durumunda kalır. Anaerobik tepkimeler ATP sentez hızı yüksek olmakla beraber, ortaya çıkan son ürünler ve substrat düzeyindeki azalmalar nedeniyle kontraktıl mekanizmanın işleyişinde olumsuzluklara yol açabilir. Nitekim PCr konsantrasyonundaki azalma yanında P_i , kreatin, ADP, AMP, IMP NH_4^+ ve laktik

asit konsantrasyonunda gözlemlenen artışlar metabolik yorgunluk etkenleri olarak tartışılmaktadır (Allen vd., 2008; Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Noakes ve St. Clair, 2004; Abbiss ve Laursen, 2005). Öte yandan kas içi depo glikojen miktarındaki azalmanın da kas kontraktıl özelliklerini olumsuz yönde etkileyen faktörlerden bir tanesi olabileceği bildirilmektedir (Fitts, 2006; Juel ve Pilegaard, 1997; Noakes ve St. Clair, 2004).

Periferik yorgunluğa neden olan etkenlerden bir diğeri de iskelet kasının ardışık kontraksiyonları sonrasında yapısında meydana hasarlanmayla bir arada tartışılmaktadır. Yapılan çalışmalar kontraksiyon modalitesinin haraplanmayla doğrudan ilişkilendirilebileceğini, öte yandan eksantrik kasılmalar sonrasında daha belirgin olduğunu göstermiştir Sarkolemmannın bütünlüğünün bozulması, z bandı yırtıkları, miyofibriler yapı proteinlerinde harabiyet yanında makrofaj infiltrasyonu yorgunluğa ikincil doku düzeyinde meydana gelen hasarlanmalar arasında sayılabilir (Fitts, 2006).

Periferik yorgunluğu santral yorgunluktan ayıran en önemli özellik, tanımdan da anlaşılacağı üzere, iskelet kasının motor ünite deşarjındaki artışa karşın yeterli yanıtı oluşturamamasıdır. Yorgunlukta kas lifi membranı boyunca uyarının sağlıklı yayılım gösteremediği ve sonucunda da ileti hızının yavaşladığı bilinmektedir. T tübül lümeninde K^+ iyonlarının birikmesinin ileti hızının yavaşlamasından sorumlu mekanizma olduğu düşünülmektedir (Allen vd., 2008). Lümen yapısının dar olması ve özellikle de bu bölgedeki membranda Na-K ATPaz pompasının kısıtlı sayıda olması iyon derişimindeki değişikliklerin etkisini belirginleştirir. Ekstraselüler K^+ iyon konsantrasyonundaki artma uyarılabilirliği olumsuz yönde etkileyerek, uyarılma – kasılma eşleşmesinin kinetiğini bozar. Na-K ATPaz pompasının etkin çalışmaması sonucunda hücre dışı K^+ konsantrasyonu artarken, Na^+ konsantrasyonunda bir azalma gözlemlenir. Yorgunluğa neden olan fiziksel aktivitelerde Na-K ATPaz pompasının etkinliği K^+ ve Na^+ taşınımı için gereken hıza ulaşamayabilir ve iyon dengesi bozulur. Hücre dışı K^+ ile hücre içi Na^+ konsantrasyonlarındaki artma hücre zar potansiyelinin bozulmasına, sonucunda da uyarılabilirliğinde olumsuz etkilere neden olur (Bigland vd., 1983). T tübül sistemi içindeki iyon miktarının bölgesel artışı, T tübül sisteminin toplam hacmi düşünüldüğünde, çoğu kez plazma K^+ derişiminde önemli değişikliklere neden

olmaz. Ancak çok üst düzeydeki sporcularda meydana gelen aşırı yorgunluk hallerinde plazma K^+ yoğunluğunda anlamlı artışların olduğu bildirilmiştir (Allen vd., 2008; Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Sahlin vd., 1998; Lamb, 1997; Brooks vd., 2005).

İskelet kasında gözlemlenen performans azalmasında etkin olan unsurlardan bir tanesi de kontraktıl proteinlerin ardışık uyarılara beklenen yanıtı verememesidir. Düzgün iletilmiş bir uyarı sonrası sitozolde kalsiyum miktarının yükselmesine karşın, kas liflerinin beklenen yanıtı oluşturamadığı bu tablo “miyofibriler yorgunluk” olarak isimlendirilmektedir. Normal koşullar altında, dinlenim durumundaki bir kas yapısında birim sarkomerin oluşturduğu kuvvetin çapraz köprü sayısı ile orantılı olduğu belirtilmektedir. Teorik olarak sabit bit sitozolik kalsiyum konsantrasyonunda oluşturulan kuvvetin değişkenlik göstermesi kontraktıl elemanların işleyişiyle ilgili bir olumsuzluğu düşündürmektedir (Duchateau vd., 2006; Westerblad, 1991; Fitts, 2006).

2.2.5.1. Enerji Kaynakları ve Biyokimyasal Süreçlerdeki Değişimler

Yoğun egzersizde bir yandan hücre içi P_i , ADP, H^+ ve laktat iyon konsantrasyonları artarken bir yandan da tepkimeler için gereken enerjetiklerde azalma söz konusu olabilir (Sahlin, 1996). İskelet kas sisteminin temel fizyolojik kurgusu, hücre içi ATP düzeyini sabit tutmaktır. Nitekim enerjiden zengin bu molekül sadece kontraktıl proteinlerin etkinliği açısından değil, aynı zamanda hücre iyon dengesinin kurulmasında da hayati önem taşımaktadır. Hücre zarındaki sodyum-potasyum pompa aktivitesi yanında SR’da Ca^{+2} un yeniden geçmesi aktif enerji gerektiren süreçler olup, ATP’ye sürekli gereksinim duyar. Öte yandan yoğun egzersizlerde hücre içi ATP konsantrasyonundaki azalma, hücrenin bu tepkimeler bütününe kullanarak homeostatik koşullarını koruyabilmesini engeller (Maughan ve Gleeson, 2004; Allen vd., 2008; Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Lamb, 1997; Brooks vd., 2005).

İskelet kasının kontraksiyonlar sırasında kullandığı acil enerji kaynaklarından biri de PCr’dir. Ancak bu iki molekülün de hücre içi konsantrasyonlarının sınırlı olması, yeniden sentezlenmelerinin mümkün olmadığı durumlarda egzersizin yorgunluk nedeniyle kısa sürede sonlandırılmasına neden olur. Hücre içi PCr

konsantrasyonunun hızlı kasılan kas liflerinde, yavaş kasılanlara oranla %15-20 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Noakes ve St. Clair, 2004). Buna karşın hücre içi sınırlı konsantrasyonları nedeniyle maksimal şiddetteki kasılmalar sırasında depoların birkaç saniye içinde azalacağı ve buna bağlı olarak da kuvvette azalma olacağı gösterilmiştir (Allen vd., 2008; Westerblad, 1991; Noakes ve St. Clair, 2004). Öte yandan PCr azalmasının ATP senteziyle eşleştiği hatırlanacak olursa, ATP konsantrasyonunda ortaya çıkabilecek önemli değişiklikleri önleyen bir savunma mekanizması olarak da yorumlanabilir (Lamb, 1997; Westerblad, 1997; Haan ve Koudijs, 1994; Abbiss ve Laursen, 2005).

Depo ATP ve PCr miktarının sınırlı olması, hücrelerin devam eden fiziksel etkinliklerde ATP sentezi için diğer enerji yollarına gereksinim duyulmasını zorunlu kılar. İzleyen dönemde anaerobik glikolitik yolağın etkinliğinde görülen artış bu süreçte devreye giren üçüncü tepkime dizisini ifade eder (Bigland ve Ritchie, 1981). Bütün bu sürecin biyokimyasal karşılığı hücre içi bazı son ürünlerin konsantrasyonunda görülen artmadır. Özellikle ADP, AMP, Cr, H⁺ ve laktat molekülünün birikmesi bu konuyla ilgili süreci değerlendirmede kullanılan temel biyokimyasal değişkenlerdir (Allen vd., 2008; Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Noakes vd., 2005).

Anaerobik tepkimeler sonrası biriken son ürünlerle glikolitik süreç baskılanmaya başlar. Bu temel özellik canlı sisteminin artmış metabolik aktivitesini uzun süre devam ettirebilmesi için aerobik tepkimeler sonrasında elde edilecek ATP'yi zorunlu kılar.

Aerobik metabolizmanın önemli bir diğer avantajı glikoz molekülü yanında yağ asitleri ve proteinlerin de tepkimeye katılıyor olmasıdır (Noakes vd., 2005). Bu tepkimeler sırasında metabolik son ürün olarak ortaya CO₂ ve su molekülünün çıkıyor olması ve bu son ürünlerin ortamdaki uzaklaştırılmasının vücut açısından ciddi bir sorun teşkil etmemesi, aerobik metabolizmayı anaerobik metabolizmadan ayıran bir diğer önemli farklılıktır. Enerji kaynağı olarak kullanılacak maddelerin vücutta ciddi anlamda depolanmış olması yanında son ürünlerin rahatlıkla hücre dışına atılıyor olması, aerobik egzersizlerin anaerobik egzersizlere oranla çok daha uzun süre devam etmesine olanak sağlar. Aerobik egzersizin yüklenmeler sırasında

etkinlik kazanmasını sağlayan unsurların başında bireyin aerobik kapasitesinin yanında egzersizin süre ve şiddeti gelir. Genel olarak düşük şiddetli egzersizler sırasında aerobik metabolik yolak kullanılırken anaerobik metabolik yolda daha yüksek şiddetteki fiziksel etkinlikler ön plana çıkar. Buna karşın aerobik egzersiz sırasında görülen performans kaybından sorumlu mekanizmalar anaerobik egzersizlere oranla farklılık gösterir (Bigland ve Ritchie, 1981; Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Noakes vd., 2005; Brooks vd., 2005; Abbiss ve Laursen, 2005).

2.2.5.1.1. Glikojen

Glikoz kasta ve karaciğerde depo glikojen halinde bulunmaktadır. Kas glikojen depo miktarı ile dayanıklılık arasında ilişki belirtilmektedir. Submaksimal uzun süreli egzersizlerde glikojen azalması görülür. Ancak aynı iş yükünde yavaş hızda çevrilen pedalda glikojen azalması hızlı liflerde görülmezken, yüksek hızda çevrilen pedal hızında hızlı liflerde azalma görülür. Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde hepatik glikojenoliz uyarıldığı için kan glikoz düzeyi dinlenimin üstüne çıkar. Glikozun bu yüksek kalma düzeyi glikojen deposu ve glikojenolitik ve glikoneojenik enzim aktivitesi ile sınırlıdır. Uzun süreli egzersizlerde hepatik glikojen eksikliğinden dolayı glikoneogenez ile sınırlı olduğundan glikoz üretimi çalışan kasların ihtiyaç duyduğundan daha az olabilir²⁶. Uzun süreli egzersizlerde glikoneojenik ön maddeler olan laktat, pirüvat ve alanin artar ve hepatik glikoz üretimi azalır (Lieber, 1992). Kan glikoz düzeyindeki bu düşme nedeni ile egzersiz düzeyi subjektif olarak daha zor olarak algılanır (Westerblad, 1991; Fitts, 2006; Haan ve Koudijs, 1994).

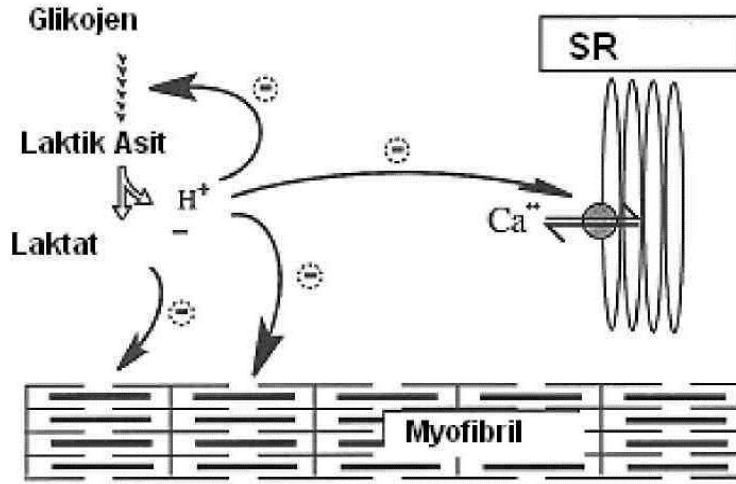
2.2.5.1.2. Laktat ve Asidite

Dinlenim halinde ve hafif egzersiz sırasında ATP gereksinimi aerobik yoldan karşılanır. Ancak egzersizin şiddeti arttıkça anaerobik yoldan enerji ihtiyacı önem kazanır. Kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerde kastan laktat uzaklaştırılması yavaş olmasına rağmen üretimi oldukça hızlıdır (Allen vd., 2008; Fitts, 2006; Brooks vd., 2005). Bu nedenle uzaklaştırılamayan laktat hızla kasta birikir ve kas içi laktatın artmasına neden olur ve kana laktat geçişi meydana gelir. Egzersiz yapan kasta zaten artmış olan kas kan akımı da laktatın kastan uzaklaştırılmasında yardımcı bir etkidir (Juel ve Pilegaard, 1997; Abbiss ve Laursen, 2005).

Laktik asidin karaciğer ve kas hücreleri tarafından metabolize edildiği gösterilmesine rağmen laktik asit halen bir son ürün olarak geçmektedir (Robergs vd., 2004). İlk kez 1907’de Fletcher&Hopkins tarafından varlığı dile getirilen laktik asitin 1920 ve 1930’larda pasif dinlenmeye göre hafif egzersiz sırasında daha hızlı uzaklaştırıldığı gösterilmiştir (Gladden, 1998). Daha sonraki yıllarda laktatın diğer kas hücrelerine geçebildiği anlaşılmıştır. Farklı test düzenekleri ile kasların sadece laktat üretmekle kalmayıp aynı zamanda laktat döngüsünde laktatın üretildiği kastan uzaklaştırılıp metabolize edilmesinde de önemli rol oynadığı gösterilmiştir (Robergs vd., 2004).

Laktatın kan ve kas arasında taşınmasında teorik olarak iki bariyer vardır: kapiller membran ve sarkolemma. Bunlardan kapiller membran direkt bir bariyer olarak görülmeyip laktat, endotelial hücreler tarafından alınarak diğer tarafa difüze olmaktadır. Ancak sarkolemma laktatın hem hücreden dışarı atılması ve hem de hücreye alınması için bir bariyerdir (Hall, 2000). Uzun yıllar laktatın sarkolemmadan basit difüzyon ile geçtiği sanılıyordu ancak 1997’de Juel bu taşınımın membrana bağlı taşıyıcı proteinlerle gerçekleştiğini öne sürdü (Robergs vd., 2004). Membrandaki bu proteinler “laktat taşıyıcı proteinler (MCT)” olarak adlandırıldı. Bu taşıyıcı proteinler ilerleyen bölümde anlatılacaktır.

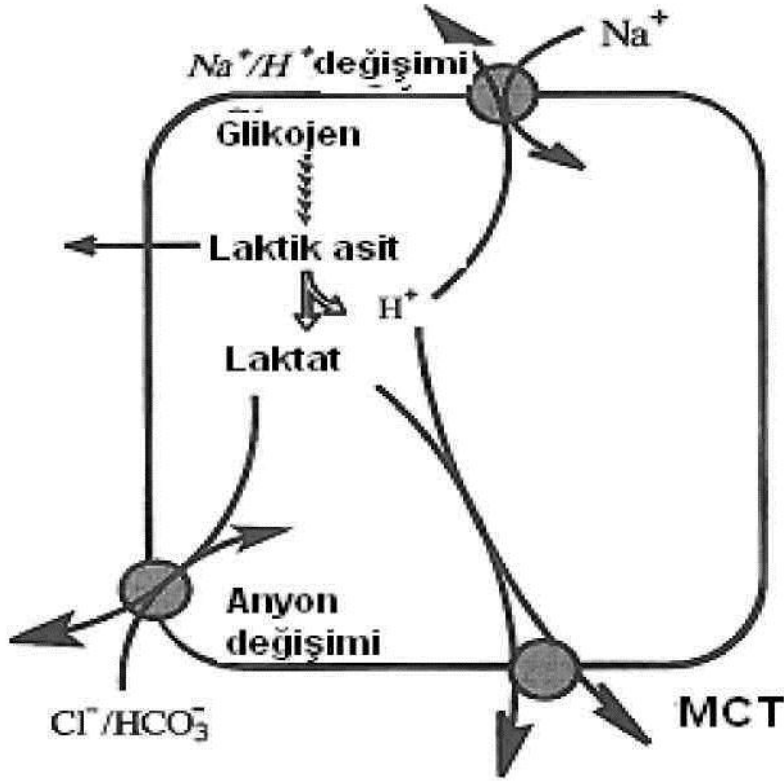
Anaerobik metabolizma sonucu oluşan laktik asit kas hücresinin osmotik basıncını artırarak ekstraselüler suyun kas içine geçmesine ve böylece hücre volümünün artmasına neden olur (Hall, 2000; Duchateau vd., 2006; Juel ve Pilegaard, 1997). Laktik asit güçlü bir asit olduğu için hücre pHsında laktat anyonu ve H⁺ iyonlarına ayrılır. Laktik asidin kendisinin glikolizi baskılayan bir etken olduğu, ayrıca H⁺ iyonlarının miyozin ATPaz üzerine baskılayıcı etki yaptığı belirtilmektedir. Bazı araştırmalarda (Pösö, 2002) laktat iyonlarının kas kasılması üzerine çok az etkisi olduğu belirtilmesine rağmen, bazı çalışmalara göre laktat anyonlarının kendisi de sarkomer fonksiyonları üzerine baskılayıcı etki yapar (Fitts, 2006; Juel ve Pilegaard, 1997; Hall, 2000). Şekil 2.5’de laktat anyonlarının ve hidrojen iyonlarının baskılayıcı etkileri özetlenmiştir (Hall, 2000).



Şekil 2.4: Laktat Anyonları ve H⁺'nin Hücre Metabolizmasına Etkileri (- işaretleri baskılayıcı niteliği göstermektedir)

2.2.5.1.2.1. Laktat Ve pH Kontrol Mekanizmaları

Egzersizizin şiddetinin artması ile glikolizin artmasına bağlı olarak, sitoplazmada biriken pirüvat konsantrasyonu mitokondrinin metabolize etme kapasitesini aştığında hücre içinde laktik asit birikmeye başlar (Allen vd., 2008). Anaerobik glikoliz sonrası son ürün olarak kasta artan laktik asit, laktat ve hidrojen iyonlarına ayrışır. Artan hidrojen iyonları kas pH' sının düşmesine neden olur. Hücre içinde pH'nın fizyolojik sınırlar içinde tutulması yaşamın devamı açısından hayati öneme sahiptir. Bu anlamda hücre içinde fosfat başta olmak üzere protein ve bikarbonat tampon sistemleri pH değişikliklerine karşı hücreyi koruyucu özellik gösterir (Fitts, 2006; Juel ve Pilegaard, 1997; Hall, 2000; Cairns, 2006; Abbiss ve Laursen, 2005).



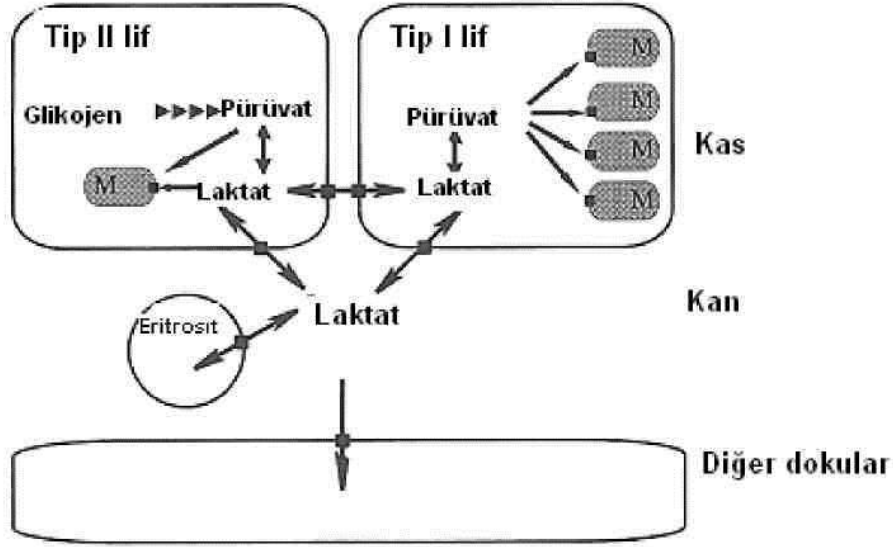
Şekil 2.5: Laktat ve Hidrojenin Hücreden Taşınması (Haan ve Koudijs, 1994)

Hidrojen iyonları Na-H değişim proteinleri ile hücre dışına pompalanırken, laktat, taşıyıcı proteinler olan MCT'ler ile hücreden uzaklaştırılır. Laktat taşıyıcı proteinler olarak bilinen MCT'lerin insan kasında MCT1 ve MCT2 formları tanımlanmıştır. MCT1'in mitokondri membranında yer aldığı ve laktatın metabolize edilmesinde önemli rol aldığı ifade edilmektedir. Kanda laktat eritrositler ile başta karaciğer olmak üzere glikoneogenezin etkin olduğu dokulara taşınır. Bu tepkimeler bütünüünün sonrasında laktat karaciğerde glikoza dönüştürülür (Juel ve Pilegaard, 1997; Brooks vd., 2005; Hall, 2000).

Kas hücresinde artan laktat molekülünün metabolizmasındaki seçeneklerden birisi mitokondride krebs döngüsüne katılmasıdır. Laktat molekülü mitokondride konumlanan MCT1 taşıyıcısı aracılığı ile mitokondriye taşınmaktadır. Mitokondri içinde LDH enzimi aracılığı ile pürüvata dönüştürülerek metabolik sürece katılmaktadır (Westerblad vd., 2002; Allen vd., 2008).

İnsan kasında yapılan araştırmalarda yavaş tip lif miktarı ile laktat taşıma kapasitesi arasında ilişki bulunması bu liflerin laktat metabolizmasındaki önemini

göstermektedir. Hem insan ve hem de hayvan çalışmalarında düşük şiddette yapılan antrenmanların laktat taşıma kapasitesi üzerine etkisi olmadığı halde, orta ve yüksek şiddetli antrenmanların laktat metabolizmasını geliştirdiği görülmüştür. Uygun şiddetteki yüklemeleri içeren birkaç günlük antrenman periyodunda kalpte ve oksidatif kas liflerinde MCT1 artışı olduğu ifade edilmektedir (Juel ve Pilegaard, 1997; Gladden, 2004).



Şekil 2.6: Laktat Metabolizmasında MCT'ler (Hall, 2000) (Siyah noktalar MCT'ler M = motikondri)

Bireyin form durumuna bağlı olarak değişmekle beraber maksimal aerobik kapasitenin % 50-60'ına karşılık gelen yüklemelerde laktik asit seviyesinin artmaya başladığı bilinmektedir. Kısa süreli maksimal yüklemelerde 10-20 mM laktat seviyelerine ulaşıldığı, tekrarlayan yüklemelerde ise laktat seviyesinin diğer egzersiz yüklemelerine oranla daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda (Westerblad, 1991; Juel ve Pilegaard, 1997) kas laktat seviyesinin kandaki değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Glikolitik süreci içeren yüksek şiddetteki fiziksel aktivitelerde kuvvet azalması laktat artışı ile ilişkili bulunmuştur. Ancak son araştırmalarda pH azalmasının yorgunluğu oluşturan esas etken olduğu ifade edilmektedir (Abbiss ve Laursen, 2005). Nitekim hücre içi pH'sının asit tarafa doğru kayması iskelet kas

fizyolojisini olumsuz yönde etkilemektedir (Juel ve Pilegaard, 1997). Düşük pH değerlerinde birçok protein aktivitesi baskılanmaktadır. Nitekim pH düşmesi Ca-ATPaz aktivitesini baskılayarak sitozolde kalsiyum miktarının artmasına ve gevşemenin yavaşlamasına neden olmaktadır (Duchateau vd., 2006; Westerblad, 1991; Juel ve Pilegaard, 1997; Westerblad, 1997; Pilegaard vd., 1994).

Kas pH'sının düzenlenmesinde etkin rol oynayan sistemleri proton taşıyıcı pompalar ve tampon sistemleri ile açıklamak mümkündür. Membranda yerleşmiş bulunan Laktat ve hidrojeni birlikte taşıyan proteinler, Na^+/H^+ değiştirici pompalar ve HCO_3^- bağlı taşıma sistemleri örnek olarak verilebilir. Bu taşıyıcı sistemlerden laktat-hidrojen taşıyıcılarıyla hidrojen iyonları artan laktat iyonları ile birlikte hücre dışına taşınırken; Na^+/H^+ değiştirici pompalar ise dinlenim pH sınırının düzenlenmesinde etkin rol alır (Allen vd., 2008; Juel ve Pilegaard, 1997). Ayrıca histidin aminoasidinin de pH düzenlenmesinde rol aldığı ifade edilmektedir (Allen vd., 2008).

En belirgin kas içi pH azalmasının 1-10 dk'lık yüksek şiddetli egzersizler ile maksimal şiddetteki interval yüklenmelerde olduğu belirtilmektedir (Dahlstedt vd., 2001). İnsan kas çalışmalarında da kuvvet azalması ile pH arasında yakın ilişki bulunmuştur. Ayrıca soyulmuş kas lifi çalışmalarında asiditenin hem izometrik kuvveti hem de kısalma hızını azalttığı gösterilmiştir (Allen vd., 2008). pH'nın asit tarafa doğru kayması iskelet kasının kontraktıl özelliklerini de dolaylı olarak etkilemektedir. Nitekim hücre dışı pH'nın asit tarafa kayması grup III-IV afferent nöronları aktive ederek yorgunluk algısına neden olmaktadır (Pösö, 2002). Ancak bu bulgular pH'daki düşüşün kuvvetteki azalma ile olan ilişkisini doğrudan açıklayamamaktadır. Nitekim yorgunluk sonrası kuvvetteki toparlanmanın pH'daki toparlanmadan daha önce olduğu gösterilmiştir (Fitts, 2006; Pösö, 2002).

Artan hidrojen iyonlarının kalsiyum iyonlarını troponinden ayırarak kas kasılmasını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Cairns, 2006). Troponin molekülünün serbest kalması sonucu çapraz köprü oluşumu baskılandığından kas kuvveti de azalmaktadır. Artan hidrojen iyonları neticesinde kan pH'sının asit tarafa kayması santral sinir sistemi etkileyerek, ağrı hissinin yanı sıra bulantı ve koordinasyon kaybı gibi duylara neden olabilmektedir (Brooks vd., 2005; Cairns,

2006). Düşük pH O₂-Hb disosiasyon ilişkisini etkileyerek doku oksijenasyonunu da değiştirebilmektedir.

2.2.5.2. Enzimler

2.2.5.2.1. LDH

Laktat dehidrogenaz enzimi (LDH) pirüvik asit ile laktat moleküllerinin birbirlerine dönüşümünü sağlayan bir proteindir. LDH iki temel formu bulunur: LDH (M) kasta ve LDH (H) ise kalpte bulunur. Farklı beş izotipi tanımlanan LDH enzimlerinden LDH4 ve LDH5 kas ve karaciğer dokusunda yer almaktadır. Kas hücreesindeki alt tipleri sitoplazmada, SR'da ve mitokondri yapısında bulunmaktadır. Son araştırmalarda LDH alt tiplerinin iskelet kası lif tiplerine göre farklılık gösterdiği ifade edilmiştir. Total LDH aktivitesi tip II lerde tip I liflerden daha yüksek bulunmaktadır. Ayrıca kısa mesafe koşan atletlerde LDH enzim aktivitesinin uzun mesafe koşan atletlerden daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Robergs vd., 2004).

Kas hasarının olduğu yüklemelerde LDH enziminin kandaki konsantrasyonu artmaya başlamaktadır. Kas dokusundaki yıkımın fazla olduğu egzersizlerden 48-72 saat sonra LDH seviyesinin bazal seviyeye döndüğü bilinmektedir (Abbiss ve Laursen, 2005).

2.2.5.2.2. CK

Kreatin kinaz enzimi PCR'in hidrolizini sağlayarak ADP'den yeniden ATP sentezlenmesini sağlayan bir enzimdir. Bu işlevi nedeni ile hücre içi ATP konsantrasyonunun sabit tutulmasında hayati önemi vardır. Bulduğu dokulara göre **CK-MM** (iskelet kası), **CK-MB** (miyokard), **CK-BB** (beyin) olmak üzere üç farklı izoformu bulunmaktadır. İskelet kasındaki CK aktivitesinin % 99'unu CK-MM izoenzimi oluşturur. Yorgunluk sürecinde kasta oluşan hasara bağlı olarak kas hücresi dışına CK enziminin çıktığı düşünülmektedir. Ortaya çıkan CK miktarı bireyin ırk, cinsiyet, yaş, egzersiz tipi ve form durumuna bağlı olarak değişebilmektedir. Kandan uzaklaştırılma hızı ise bireyin lenf akımına ve hasarın şiddetine göre değişebilmektedir. Egzersizi izleyen 24 saatlik sürenin sonunda en yüksek değerine ulaşan CK konsantrasyonu, 48 saatte düşmeye başlar ve 72 saat sonra egzersizden önceki bazal seviyesine geri döner (Lieber, 1992; Totsuka vd., 2002). Kas hücrelerinin enzimlere ait geçirgenliğinin bireyler arası farklılık

göstermesi, egzersiz sonrası elde edilen CK seviyeleri arasındaki değişikliklerin açıklayıcısı olabilir (Young, 1984). Vücut kitle indeksi, kas lifi tipi ve kas kitlesi gibi unsurların CK seviyesi üzerinde belirleyici olabileceği de araştırma konularından bir tanesini oluşturmaktadır (Havas vd., 1997; Brancaccio vd., 2007). Öte yandan tip II kas liflerinde meydana gelen kas hasarının tip I liflerine oranla daha fazla olduğunun gösterilmesi, CK artışının kişinin kas lifi dağılımıyla da ilgili olabileceğini düşündürmektedir (Rose vd., 1970).

Kreatin kinazın izoenzimlere sahip olduğu ve bu izoenzimlerin farklı hücre içi lokalizasyonlarda bulunduğu belirtilmektedir. Örneğin MM-CK çapraz köprülere yakın konumlanırken, Mi-CK ise mitokondri membranında bulunmaktadır. Kreatin kinazın farklı izoenzimlerinin hücrenin farklı yerlerinde konumlanması, PCr'in iskelet kası hücresinde farklı fonksiyonları olduğunu göstermektedir. Bu fonksiyonlardan en önemlisi ATP konsantrasyonunun devam etmesini sağlamasıdır. Ayrıca enerji aktarımı ve mitokondride oluşan ATP'nin miyofibrillere taşınmasında da etkisi olduğu bilinmektedir (Maughan ve Gleeson, 2004).

2.2.5.3. Yorgunlukta Elektrolit Değişiklikleri

2.2.5.3.1. Na-K Değişiklikleri

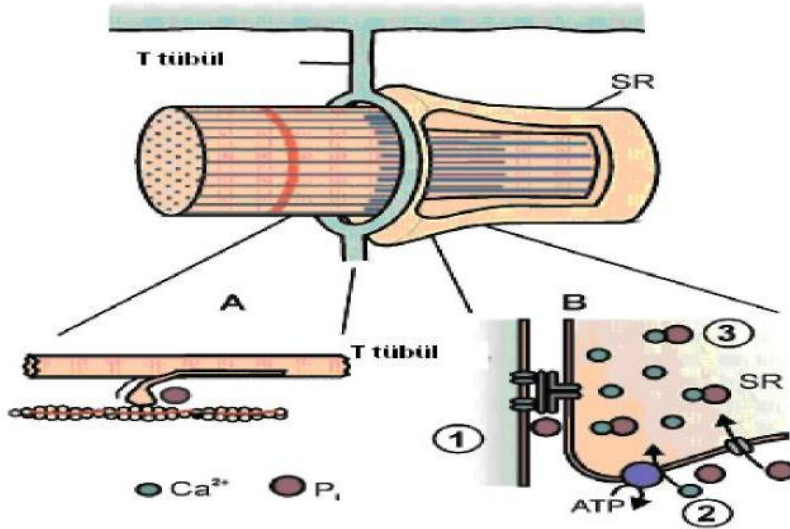
Tekrarlayan ardışık uyarılarda iskelet kasında iyon konsantrasyonlarında bazı değişimler meydana gelmektedir. Yüksek şiddetli ve uzun süreli aktivitelerde Na-K pompasının aktivitesi iyon dengesini koruyabilmede yetersiz kalmaktadır (Bigland ve Ritchie, 1981; Lieber, 1992).

Yüksek frekanslı sürekli uyarılarda T tübüllerde K^+ birikmesi ve Na^+ azalması görülür. K^+ konsantrasyonundaki artma depolarizasyonu yavaşlatır ve Na^+ kanallarını inaktive eder. Bu nedenle K^+ konsantrasyonundaki değişiklikler eş zamanlı olarak kuvvette azalmaya neden olur. Öte yandan Na^+ konsantrasyonunun azalması da aksiyon potansiyelinin genliğini azaltır ve ilerleyen süreçte SRdan Ca^{+2} salınımı baskılanır (Bigland ve Ritchie, 1981).

2.2.5.3.2. İnorganik Fosfat

P_i hem ATP'nin hidrolizi ve hem de PCr yıkımı sonrasında ortaya çıkan bir son üründür (Noakes ve St. Clair, 2004). Egzersiz sırasında P_i artışının meydana

gelmesi beklenen bir sonuç olarak yorumlanabilir. Öte yandan soyulmuş kas çalışmalarında P_i artışının kuvveti azalttığı görülmüştür. P_i artışı myofibrillerin Ca^{+2} 'a karşı duyarlılığını azaltarak, SR'dan Ca^{+2} salınımını baskılamakta ve miyofibrillerin kuvvet üretimini azaltmaktadır (Allen vd., 1997; Westerblad, 1997; Westerblad vd., 2002). P_i artışının Ca^{+2} üzerine etkileri en çok araştırılan konulardan biridir.



Şekil 2.7: Yorgunlukta P_i 'nin Kas Fonksiyonuna Etkileri. A: miyofibrillere direkt etki ederek çapraz köprü oluşumunu ve miyofibrillerin Ca^{+2} duyarlılığını azaltması, B: SR üzerine olan etkileri 1: Yorgunluğun başlarında P_i artışı SR'dan Ca çıkışını artırabiliriz, 2: ATP bağlı SR'a Ca^{+2} geri alımı azalabilir, 3: Yorgunluğun sonlarına doğru SR'a giren Ca^{+2} miktarı azalabilir (Gladden, 2004).

Şekil 2.7'de P_i 'in kasılma üzerindeki etkileri görülmektedir. Literatür bilgilerine göre P_i SR Ca^{+2} kanallarına doğrudan etki ederek hücre içi Ca^{+2} konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Ayrıca SR'a Ca^{+2} 'un yeniden alımını baskılayarak mitokondri gibi organellerde Ca^{+2} birikmesine yol açmaktadır.

P_i 'in SR'a girerek burada Ca^{+2} - P_i çöküşüne yol açtığı ve bu sayede gevşeme için gereken Ca^{+2} iyonlarının azalmasına neden olduğu da ifade edilmektedir (Pösö, 2002). İn vitro deney düzeneklerinden elde edilen bilgilere göre P_i , miyozin başının aktin molekülüne bağlanmasını zayıflatmaktadır. Ancak bu bulgunun in vivo

koşullardaki yansımasının ne oranda olduğu ayrıntılarıyla anlaşılmış değildir (Allen vd., 1997; Westerblad, 1997; Pösö, 2002; Dahlstedt vd., 2001; Sahlin, 1996).

2.2.5.3.3. Kalsiyum İyonları

Yapılan çalışmalar iskelet kasında yorgunluktan sorumlu etkenlerden birinin de kalsiyum iyon dengesindeki değişimlerin olduğunu göstermektedir. Yorgunlukta artan P_i SR'a girerek Ca^{+2} salınımını baskılamasının yanında, enerji desteğinin azaldığı durumlarda Ca^{+2} 'un yeniden SR'a pompalanması azaldığından serbestlenen Ca^{+2} miktarı da azalmaktadır. Yorgunluk sürecinde Ca^{+2} 'u tamponlayan mekanizmaların doygunlaşması da görülebilmektedir. Miyoplazmada Ca^{+2} bağlayan troponin ve parvalbumin molekülleri tetaniler sırasında yüksek oranda Ca^{+2} bağladığı için SR'dan salınan Ca^{+2} iyonları miyoplazmada birikmeye başlar. Ancak bu tablo hücre içi Ca^{+2} artışını açıklamasına rağmen gerimin azalmasını tek başına açıklamaz. Hücre içi pH değişikliklerinin Ca^{+2} 'un troponin C'ye bağlanmasını azalttığı, yorgunlukta artan P_i iyonlarının da miyofilamentlerin Ca^{+2} 'a duyarlılığı azalttığı hatırlanmalıdır. Son olarak yorgunlukta Ca^{+2} iyonlarının yeniden SR'a pompalayan pompa aktivitesi azaldığından gevşeme süresi uzamakta ve SR'da depo Ca^{+2} miktarının azalmasına neden olmaktadır (Allen vd., 2008; Fitts, 2006; Allen vd., 1997).

2.2.6. Farklı Kas Liflerinde Yorgunluk

Tip I lifler aerobik lifler olup yağları da metabolize edebilirken, tip II lifler anaerobik olarak glikojenolizi gerçekleştirirler. Kas lifi tipleri arasında metabolik süreçleri yanında yorgunluk açısından da farklılıklar vardır. Tip I lifler yorgunluğa dayanıklı iken tip II lifler daha çabuk yorulabilir niteliktedir. Egzersizin şiddeti anaerobik metabolizmanın baskın olduğu tip II liflerin aktiviteye katılımını gerektirmeyecek şiddette olduğunda birey yorulmadan daha uzun süre aktiviteye devam edebilmektedir (Duchateau vd., 2006; Bigland ve Ritchie, 1981). Ancak egzersiz şiddetinin artmasına bağlı olarak anaerobik metabolizmanın da etkinleşmesi nedeni ile yorgunluk daha erken ortaya çıkmaktadır (Bigland ve Ritchie, 1981).

Anaerobik liflerde yorgunluk nedenleri arasında şimdiye kadar sıralanan faktörlerden metabolit birikimleri (LA , H^+ , P_i , ADP) ve enerji kaynak sınırlaması (ATP , PCr , glikoz, glikojen) etkindir. Aerobik liflerde ise reaktif oksijen türlerinin

yanı sıra uzun süreli devam eden kasılmaların uzun süreli yorgunluğa neden olan kas hasarının baskın yorgunluk nedeni olduğu bilinmektedir (Abbiss ve Laursen, 2005).

2.2.7. Yorgunlukta PO₂ Etkisi

Aerobik metabolizmanın en önemli unsurlarından birisi dokunun oksijen (O₂) ihtiyacı olup, O₂ azaldığı durumlarda tepkimeler yavaşlar veya durur. Kan akımı doku O₂ desteğini sağlaması nedeni ile özel bir öneme sahiptir⁵¹. Yapılan çalışmalarda kasılmalar sırasında kan akımının yavaşladığı ve gevşeme sırasında ise arttığı gösterilmiştir (Allen vd., 2008; Nicol vd., 1996). Dinlenimde ve ılımlı egzersizlerde beynin perfüzyonu tamdır ve serebral oksijenlenme yeterlidir. Ancak yüksek şiddetli egzersizlerde hiperventilasyon sayesinde perfüzyon artmasına rağmen arteriyel oksijen açığı tam olarak kompanse edilemez (Abbiss ve Laursen, 2005; Nicol vd., 1996).

2.2.7.1. Düşük PO₂ ve Motor Performans

Herhangi bir nedenle iskelet kas dokusunun oksijenlenmesinde meydana gelen aksamalar beraberinde kas performansını da olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda üretilen iş miktarı düşer. Kaslara O₂ desteğinin azalması metabolitlerin birikmesini hızlandırarak bir yandan metabolik süreci baskılar ve diğer yandan da merkezi sinir sisteminde inhibitör yanıtın oluşmasını sağlar (Allen vd., 2008; Abbiss ve Laursen, 2005; Nicol vd., 1996).

Birçok çalışmada uzun süreli egzersizlerde (1-2 saat) santral yorgunluk görülmesi ile beynin oksijenlenmesi ilişkilendirilmektedir.

2.2.7.2. Egzersizde Serebral Oksijen Dağılımı

Uzun süre devam eden statik veya dinamik kasılmalar sırasında SSS'deki motor alanda kasılmayı sağlayan nöral deşarjda artış meydana gelmektedir (Ide vd., 1999). Her koşulda (hem dinlenim ve hem de egzersiz sırasında) hipoksiye duyarlı olan santral sinir sisteminin egzersiz sırasında aktivitesi arttığı için O₂'ye olan gereksinimi de artar. Nitekim artan O₂ ve glikoz ihtiyacını karşılamak için egzersiz sırasında beyin kan akımı da artar. Bu artışın egzersizin şiddeti ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Ancak maksimal yüklenmeler sırasında birçok farklı yöntemle (ultrasound dopler gibi) beyin kan akımının baskılandığı gösterilmiştir (McComas,

1996; Allen vd., 2008; Abbiss ve Laursen, 2005; Nybo ve Rasmussen, 2007; Ide vd., 1999). Maksimal O₂ tüketiminin %60'ın üstünde yapılan yüklemelerde beyin kan akımının azalmaya başladığı ifade edilmektedir (McComas, 1996). Özellikle de hipertermik koşullarda yapılan egzersizlerde görülen kan akımının azalmasına bağlı olarak da maksimal egzersizlerde beyin dokularında hipoksi gelişebildiği belirtilmektedir (Nicol vd., 1996; Ide vd., 1999; McComas, 1996). Söz konusu bu değişikliklerin SSS işlevlerini olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Allen vd., 2008; Nybo ve Rasmussen, 2007).

2.2.7.3. Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

Reaktif oksijen türleri ile ilgili çalışmalar hızla artmaktadır. Ancak bunların yorgunlukla ilişkilerinin hangi mekanizmalarla olduğu kesin değildir. Oksijen tüketimi arttığında vücutta artan reaktif oksijen türlerinden en önemlileri süperoksit (O₂⁻), hidrojen peroksit (H₂O₂) ve hidroksil radikalleridir (OH[·]). Ayrıca nitrik oksit süperoksit ile etkileşime girerek peroksinitrit (ONOO⁻) reaktif nitrojen türlerine neden olmaktadır. Süperoksit mitokondride oksidatif fosforilasyon sonucu oluşmaktadır. Süperoksit hızla süperoksit dismutaz (SOD) tarafından hidrojen perokside yıkılır. Süperoksit negatif yüküne rağmen membrandan kolayca geçemez ve anyon kanallarından veya voltaja bağlı anyon kanallarından geçer (Allen vd., 2008).

Reaktif oksijen türlerinin hücrenin biyokimyasal bileşenleri olan protein, lipid ve DNA yapılarında değişimlere neden olabileceği, hücrede başlıca potasyum olmak üzere taşıma sistemlerini etkileyerek yorgunlukta etkili olduğu ifade edilmektedir (Ide vd., 1999).

2.2.8. Farklı Egzersizlerde Yorgunluk Oluşumu

Yorgunluk bireyin form durumunun yanı sıra uyguladığı yüklenmenin çeşidine ve şiddetine göre değişebilmektedir. Bir 100 metre yarışı ile maraton koşusunda meydana gelen yorgunluk bulguları farklılık göstermektedir. Bu açıdan kullanılan metabolik yol (aerobik-anaerobik), biriken son ürünler, tükenen enerji kaynakları, kasta meydana gelen hasar gibi yorgunluk bulgularına farklı yansımaktadır.

2.2.8.1. Anaerobik Yüklemler ve Yorgunluk İlişkisi

Anaerobik yolun etkin olduğu aktiviteler kısa süreli maksimal yüklemelerin yanısıra daha uzun süreli anaerobik glikolizin kullanıldığı yüklemelerden oluşur. Her iki durumda da yorgunluğun tanımından da anlaşıldığı üzere maksimal kuvvet veya güç çıktısı sürdürülemez zaman içinde azalma gösterir. Elit bisiklet sprinterlerinde bisiklette yapılan çalışmalarda sporcuların maksimum güce 3-4 sn içinde ulaşabildikleri ve daha sonra gücün azaldığı görülmüştür. Sprint koşucularında ise yaklaşık 4-5 sn sonra sprint hızının azalmaya başladığı görülmüştür (Maughan ve Gleeson, 2004).

Bazı spor dallarında yüksek yoğunluklu aktiviteler birkaç dakikadan uzun sürebilmektedir (Maughan ve Gleeson, 2004). Bu türdeki yüklemelerde anaerobik metabolizmanın son ürünü olan LA konsantrasyonu da artmaktadır. Dolayısı ile orta mesafe koşuları gibi anaerobik yolağın etkin olduğu yüklemelerde, yorgunluğu glikolizin son ürünü olan laktik asit birikiminin artması ile tartışmak mümkündür. Pek çok egzersiz koşulunda PCr deposunun tamamen boşalmadığı, örneğin 6 sn süren bir sprint sırasında kas PCr konsantrasyonunun başlangıça oranla yaklaşık olarak % 57 kadar, ATP miktarının ise % 13 kadar azaldığı bulunmuştur (Maughan ve Gleeson, 2004; Gaitanos, 1993). Hipotetik olarak aynı şiddetteki egzersizin devamı durumunda PCr depolarının 10 saniyede, ATP depolarının ise 46 saniyede tamamen tükenmesi gerekir. Ancak 30 saniyelik maksimal bir sprintte ATP konsantrasyonunun % 40, PCr konsantrasyonunun ise % 70 oranında azaldığı kaydedilmiştir. Bu durumda daha sonraki aşamalarda devreye giren anaerobik glikolizin ATP desteğini sağlayıcı etkisi ön plana çıkmaktadır. Nitekim 6 sn'lik maksimal sprint yüklemesi sırasında dahi kas glikojenin yaklaşık olarak %14 oranında azaldığı gösterilmiştir. Futbol, basketbol gibi ara dinlenmeli sporlarda fosfajen sistemin anaerobik glikoliz yanında ATP desteğini sağlamada önemli role sahip olduğunu söylemek mümkündür (Olaru ve Öztürk, 1994).

Enerji kaynaklarındaki azalmanın yanında biriken son ürünlerin de yorgunluk sürecinde kuvvet veya güç üretiminde baskılayıcı etkilerinin olduğu bilinmektedir. ATP ve PCr hidrolizi ile artan P_i , uyarılma-kasılma eşleşmesini olumsuz etkilemektedir. 1-5 dk süren yüksek yoğunluklu egzersizlerde pH'nın asit tarafa

kayması yorgunlukla ilişkilendirilmektedir. pH'nın düşmesi Ca^{+2} 'un SR dan salınımını azaltmakta ve Ca^{+2} 'un yeniden SR'a alınımını baskılamaktadır. Artan aksiyon potansiyelleri sonucu hücrenin dinlenim membran potansiyelinin değişmesine neden olan ekstraselüler K^+ artışının da yorgunlukta kuvvet üretimini baskılayıcı etkilerinin olduğu gösterilmiştir (Maughan ve Gleeson, 2004).

Anaerobik metabolizmanın etkin olduğu maksimal şiddetli kısa veya daha uzun süreli yüklemelerde lif tipleri de önem taşımaktadır. Anaerobik lifler olarak bilinen tip II liflerde fosfajen azalmasının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Maughan ve Gleeson, 2004). Nitekim toparlanma sırasında da kas liflerinin PCr yeniden sentezi bu liflerde daha fazla olmaktadır.

2.2.8.2. Aerobik Yüklenmeler ve Yorgunluk İlişkisi

Sporcular maksimal şiddetlerine yakın egzersiz yoğunluğundaki aktiviteye birkaç dakikadan fazla devam edemez. Ancak anaerobik eşik noktasının daha yüksek O_2 alım değerlerine yaklaştığı üst düzey atletler 5000 metre yarışını VO_{2max} 'a yakın şiddette koşarlar (Maughan ve Gleeson, 2004).

Yüksek egzersiz şiddetinde yağlar değil karbonhidratlar etkin metabolizma kaynağı olduğundan uzun süreli ve yüksek şiddetli yüklenmelerde depo glikojen azalması yorgunlukta önemli rol oynar. Ayrıca maraton gibi uzun süreli yüklenmelerden sonra oluşan yorgunlukta iskelet kas bütünlüğünün bozulmasını içeren kas hasarının oluştuğu ve bazı inflamasyon bulgularının arttığı ifade edilmektedir. Reaktif oksijen türleri de aerobik yüklenmelerle görülen yorgunlukla ilişkilendirilmektedir.

Maraton koşucularının önemli bir özelliği sprint koşucularına oranla daha düşük izometrik kuvvete sahip olmalarıdır. Bunun olası nedeni kas kitlesi ve lif tipleri arasındaki farklılıklardır. Fiziksel aktivite örüntüsünün yüksek ve düşük şiddetteki yüklenmeleri içerdiği sportif branşlarında hem aerobik ve hem de anaerobik metabolizmanın üst düzeyde olması beklenir. Dolayısıyla bu tür aktivitelere katılan sporcuların yorgunluğu söz konusu metabolik süreçleri bir arada değerlendirilerek yorumlanmalıdır.

2.2.9. Antrenmanlarla Yorgunluğa Karşı Gelişen Adaptasyonlar

Antrenman, organizmada fonksiyonel ve/veya morfolojik değişimler sağlayan ve bireyin sportif veriminin yükseltilmesi amacıyla belirli zaman aralıkları ile uygulanan yüklenmelerin bütünüdür (Bompa, 2001). Bir diğer genel tanımlamada ise antrenman; “sportif performansın gelişmesi için sistematik ve düzenli aralıklarla yapılan egzersizlerin bütünü” olarak kabul edilmektedir (Billat, 2001). Antrenmanlara uyumun sağlanması vücudun ilgili organ sistemlerinin gelişmesi ile mümkündür. Bu fizyolojik sürecin açılımını vücudun gelişmesi olarak da ifade etmek mümkündür. Doğru uyaran örüntüsünün yaratacağı sonuç sportif performansın gelişmesidir. Bireyler arasındaki farklılıklar esas alındığında, antrenmanın bileşenleri olan kapsam, şiddet ve sıklık ile ilgili değişiklikler, sporcunun fizyolojik kapasitesine göre değiştirilmelidir (Bompa, 2001; Ball ve Herrington, 1998; Pottelger ve Wilson, 1989).

Performansı geliştirebilmek için antrenmanlarla pozitif adaptasyonlar sağlanmalıdır. Ancak bunlar antrenman unsurlarının düzenli ayarlanması ile mümkün olabilir. Antrenmanın frekansı, süresi veya şiddetinin aşırı artırılması işlevsel bozulmalara yol açarak performansın gelişimini engeller. Nitekim antrenmanların amacı uygun uyaranlarla (egzersiz de vücut için bir stres uyaranıdır) uyum sürecini tetiklemektir. Egzersiz vücudun normalde alışkın olduğu yükten daha fazlasını içeren yüklenmelerle homeostaziyi bozar ve yorgunluk yaratır. Bu yüklenmelere verilen uyum yanıtı vücudun daha şiddetli yüklenmelere yanıt verebilmesini sağlayan fizyolojik değişimleri tetikleyerek performansı geliştirir. Yapılan çalışmalarda form seviyesi düşük sporcuların performanslarının hızlı geliştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yüklenmelere verilen yanıtta antrenman yaşı, fiziksel, psikolojik ve genetik özellikleri yanında yüklenmeyi tolere edebilme kapasitesi bireyler arasındaki farklılığın temel nedenleri arasında sayılabilir (Kellman, 2002). Bu nedenle iki ayrı birey aynı antrenman uyaranına farklı yanıtlar verebilmektedir.

Antrenmanın şiddetini fiziksel aktivitenin düzeyi, süresi ve uygulama sıklığı belirler. Şiddet birim zamanda gerçekleştirilen motor sinir deşarjı ile doğrudan ilintili olup, yük, hız ve tekrarlar arası dinlenme süresine bağlı olarak değişir (Bompa, 2001; Ball ve Herrington, 1998; Pottelger ve Wilson, 1989; Casaburi, 1992).

Antrenmanlarda kullanılan ağırlık, hız, sıçrama yüksekliği, kat edilen mesafe gibi değişkenlerin değerlendirildiği antrenman modaliteleri, antrenmanın şiddetini belirlemede kullanılan referans değişkenlerinden bazılarıdır (Bompa, 2001; Kellman, 2002). Spor dalına özgü temel beklentiler yaptırılacak antrenmanın şiddeti üzerinde belirleyici olur.

Antrenmanın kapsamını ise antrenmanın bir evresi boyunca yapılan işin toplamı oluşturur. Kat edilen mesafe, ağırlık kaldırma ve tekrar sayısı gibi değişkenler bu bileşenin unsurları olarak kabul edilir (Bompa, 2001; Ball ve Herrington, 1998; Kellman, 2002). Antrenman programlarının başlangıç aşamasında bireylerden istenilen temel özellik, belirli bir iş yükünü gerçekleştirebilecek yeteneği kazandırmaktır. Bu amaçla öncelikli olarak antrenmanın kapsamı artırılarak sporcunun belirli bir işi yapabilir hale gelmesi sağlanır. İlerleyen aşamada ise antrenman şiddeti değiştirilerek sporcuların birim zamanda daha verimli iş yapabilmelerini sağlamak ve bu anlamdaki yeteneklerin geliştirmek amaçlanır. Antrenmanın kapsam ve şiddeti, spor dalına özgü genel karakteristikler ve sportif performans beklentileriyle uyumlu olacak şekilde ayarlanır. Genel özellik olarak sporcular yüksek şiddetli, düşük kapsamlı yüklenmeleri ancak kısa süreler için tolere edilebilir. Bu tür antrenmanlar performans anlamında daha çok anaerobik kapasitenin ön planda olduğu spor branşlarında, direnç ve hızı geliştirmek amacıyla yaptırılır. Aksine şiddeti düşük kapsamı geniş antrenmanların yaptırılması aerobik kapasiteyi geliştirirken, özellikle dayanıklılık gerektiren spor branşlarında performans beklentilerini karşılamak anlamında önem taşır (Billat, 2001; Pottelger ve Wilson, 1989; Kellman, 2002). Antrenman bütünlüğü içerisinde kaliteyi artırabilmek için antrenman şiddeti ve kapsamını bir bütün olarak değerlendirmek gerekir. Genel prensip olarak antrenmanın şiddeti ve kapsamı ters orantılıdır. Yarışma döneminin yaklaşmasıyla beraber kapsam kademeli olarak azaltılırken, yüklenme şiddeti artırılır (Bompa, 2001; Pottelger ve Wilson, 1989; Kellman, 2002; Casaburi, 1992).

2.2.9.1. Antrenmanlara Aerobik Adaptasyonlar

Ancak uygun antrenman yöntemi ile üst düzey atletik performans sahibi sporcular maksimal veya submaksimal yoğunluktaki yüklenmelere diğer yarışmacılardan daha uzun süre devam edebilirler. Bu sporcularda gözlenen

yorgunluğun ortaya çıkma zamanı yüklenme çeşidine göre değişir ve dayanıklılık performansını etkiler. Yorgunluk algısını daha geç hissedenden sporcu daha uzun süre yüksek performans sergileyebilecektir (Kellman, 2002). Bu sporcularda aerobik metabolizma geliştiğinden anaerobik eşik daha geçtir (McComas, 1996).

Uzun süreli fiziksel aktivitelerin yapıldığı sportif branşlarda başarılı olabilmek için oksidatif kapasitenin yüksek olması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda dayanıklılık performansı ile VO_{2max} arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. Bu anlamda oksidatif süreçten sorumlu tüm organ sistemlerinin en üst düzeyde etkinlik kazanması gerekir. Aerobik yüklenmelerin oksidatif lif miktarını artırdığı, liflerin mitokondri konsantrasyonunu artırdığı ve oksidatif metabolizmada etkin enzim aktiviteleri üzerinde pozitif etkilerinin olduğu ifade edilmektedir.

2.2.9.2. Antrenmanlara Anaerobik Adaptasyonlar

Genelde sprint ve direnç yüklemeleri gibi anaerobik antrenmanlardan sonra pik güç ve anaerobik kapasitede artış kaydedilmektedir. Bu gelişme kas hücrelerinin uyum yanıtını açıklayabilecek metabolik değişiklikler yanında, motor yolaktaki değişimlerle de açıklanabilir. Bu tarzdaki yüklenmeler sırasında ağırlıklı olarak tip II lifleri göreve çağırırlar. Antrenman dönemi sonunda tip II liflerin kesit alanında artış görülmesi metabolik uyumun bir sonucu olarak yorumlanabilir. Öte yandan bu yüklemelerden sonra tip I liflerin kesit alanında artış kaydedilmez. Bu nedenle hızlı/yavaş lif oranında artış meydana gelir. Bazı araştırmalar (McComas, 1996) sprint antrenmanlarından sonra tip II liflerinin oranında artış yanında tip I liflerde azalma ifade etmişlerdir.

Anaerobik antrenmanlardan sonra ATP-PCr ve anaerobik glikolitik enerji sisteminde anaerobik performansın gelişimiyle uyumlu olarak artış gözlemlenir. Kısa süreli yüksek şiddetli yüklemelerin ağırlıklı olarak ATP-PCr sistemini etkinleştirdiği bilinmektedir. 6 sn'yi geçmeyen maksimal eforlarda enerji ihtiyacı ATP ve PCr yıkımından elde edilir. Bir bacağa 6 sn süre ile maksimal diz ekstensiyonu yaptırıldığında ATP-PCr sisteminin geliştiği, diğer bacağa 30 sn maksimal ekstensiyon yaptırıldığında ise glikolitik sistemin geliştiği görülmüştür. Her iki antrenman modalitesinde de kuvvetin benzer oranda arttığı ve yorgunluğa direncin aynı düzeyde olduğu belirtilmiştir (McComas, 1996).

30 saniyelik yüklenmelerden oluşan anaerobik antrenmanlar glikolitik enzimlerin aktivitelerini artırır. En çok çalışılan glikolitik enzimler fosforilaz, fosfofruktokinaz ve laktat dehidrogenazdır. 30 saniyelik tekrarlı yüklenmelerde bu enzimlerin miktarında % 10'dan % 25'e kadar artış olurken, daha ziyade ATP-PCr sistemin kullanıldığı 6 sn'lik yüklenmelerde bu enzimlerde çok az değişiklik olduğu rapor edilmiştir. Fosfofruktokinaz ve fosforilaz enzimleri ATP nin anaerobik olarak elde edilmesinde hayati öneme sahip enzimler oldukları için bu yüklenmeler glikolitik kapasiteyi geliştirmekte ve kasın daha uzun süre daha büyük gerim üretebilmesini sağlamaktadır. Anaerobik yüklenmeler sonrasında laktik asit eşiğinde yükselme olduğu ifade edilmektedir. Bu kazanım anaerobik yüklenmeler sonrasında gelişen adaptasyonlar sayesinde laktatın daha iyi tamponlanması, anaerobik enzim aktivitesinin artması ile ilişkilendirilmektedir (McComas, 1996).

Yüksek hızdaki hareketler beceri ve koordinasyonu geliştirir ve hareketin daha ekonomik yapılmasını sağlarlar. Tekrarlı maksimal sprintlerde kasın aerobik kapasitesi de gelişir. Bu değişme az miktarda olsa da kastaki anaerobik metabolizmanın gelişmesine de yardım eder. 30 sn süresindeki maksimal sprint antrenmanlarının oksidatif enzimleri de artırdığı belirtilmiştir. Anaerobik antrenmanlar anaerobik glikoliz sonucu ortaya çıkan düşük pH'yı tolere etme kapasitesini geliştirir. Bikarbonat ve kas fosfatları gibi tamponlar hidrojenle birleşerek fibrillerdeki asiditeyi azaltır ve sonuç olarak yorgunluk algısını ötelemeye yardım eder. 8 hafta anaerobik antrenmanlarda tampon kapasitesinin % 12-50 arasında arttığı belirtilmektedir. Aerobik antrenmanlar tampon kapasitesini geliştirmez; bu sadece anaerobik antrenmanlara özgüdür. Tampon kapasitesinin artması ile sprint antrenmanlı kişiler tükenme noktasında antrenmansızlara göre kanlarında ve kaslarında daha fazla laktat biriktirebilirler. Çünkü laktik asidin hidrojeni tamponlanmakta ve laktat iyonları ise kasta ve kanda artmaktadır. Ancak pH 6.9'un altına düştüğünde glikolitik enzimler artık çalışamazlar ve glikojen yıkımı mümkün olmaz (McComas, 1996).

İnterval antrenman modaliteleri de anaerobik antrenman yüklemeleridir ve ara dinlenmeli yüksek şiddetli yüklemelerden oluşur. İnterval antrenmanın diğer antrenman modellerinden en önemli farkı iş/dinlenme oranını içermesidir (Fox ve Mathews, 1974). İlk kez 1959 yılında Riendell ve Roskamm tarafından tanımlanmış

ve daha sonraki yıllarda orta ve uzun mesafe koşucuları da bu antrenman metodunu kullanmışlardır. 1960'larda İsveçli fizyolog Åstrand tarafından VO_{2max} 'ın % 90-95'lerinde interval uygulamasının performans gelişimi üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Amerikalı bilim adamı Fox ise sürekli ve interval antrenmanlardaki metabolik yolaktaki değişiklikleri incelemiştir. Yapılan araştırmalarda önceki bulgularla uyumlu olarak daha az laktik asit biriktiği ve antrenmanlardan sonra daha az yorgunluk olduğu ifade edilmiştir (Billat, 2001). İnterval antrenmanlar sürekli yüklenmelerin yapıldığı antrenmanlara göre organizmaya toparlanması için bir miktar süre tanır. Bu sayede bir sonraki yüklenmenin de yüksek şiddette yapılabilmesine olanak tanır. Özellikle fosfajen depolarının yenilenmesi için interval yüklenmelerin uygun bir model olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda 30 sn lik bir dinlenme süresinde ATP-CP %50'sinin yenilenebildiği gösterilmiştir(Nevill vd., 1989).

2.3. KUVVET

Spor biliminde kuvvet kavramı (kas kuvveti) çok değişik alanlarda ve değişik biçimlerde tanımlanıp, sınıflandırılmıştır. Birçok spor bilim adamının değişik tanımlarında, kuvvet kavramı ifade ve anlam bulmuştur.

Hollman'a göre kuvvet 'bir dirençle karşı karşıya kalan kasların kasılabilme yada bu direnç karşısında belli bir ölçüde dayanabilme yeteneğidir' (Sevim, 1992).

Biyomekanikte ise kuvvet, fiziksel bir büyüklük olarak tanımlanır. Basit ancak geniş tanımı Meusel yapmıştır. Bu tanımın avantajı spor uygulamalarını direkt olarak kapsamasıdır. Buna göre; 'Kuvvet, insanın temel özelliği olup, bunun yardımıyla bir kütleyi hareket ettirir (kendi vücut ağırlığını ya da bir spor aracını), bir direnci aşar ya da ona kas gücü ile karşı koyar.

Başka bir ifade ile kas kuvveti; bir kasın gücü ya da bir kas grubunun maksimum gayretle dayanıklılık gösterebileceği güç olarak tanımlanabilir (Akgün, 1992; Fox, 1999).

Bütün tanımlardan anlaşıldığı gibi kuvvetin meydana gelebilmesi için bir kasın veya kas grubunun kasılması gerekmektedir. Kasın fonksiyonları, istemli kasılmaları ile belirlenebilir kasılmanın diğer bir boyutu ve eş anlamı da kuvvettir.

Bilinen bir gerçek kuvvet çalışmalarının sistematik bir şekilde uygulanması yönündedir. Kuvvet çalışmalarında kas liflerinin hacmi artmaktadır. Ve pek çok spor araştırmasında yıl içerisinde mutlaka kuvvet çalışmalarına yer verilmesi gerekliliğinden bahsedilmektedir. Romanlı ve Müniroğlu'da yaptıkları bir çalışma sonucunda uygun futbolcu profilini yakalamada, yetenek seçimi ve yönlendirme kriterlerinden başlayarak yıl boyunca yüklenme ve kuvvet antrenmanlarının devamlılığının önemini vurgulamışlardır (Romanlı ve Müniroğlu, 2002).

2.3.1 Kuvvetin Sınıflandırılması

Kuvvet karmaşık bir özelliktir. Kuvveti açıklamak için önce, belirli kuvvet özelliklerinin hangi antrenman amaçlarına yönelik geliştirilmek istendiği, sonra yapılan sınıflamada söz konusu olabilecek antrenman yöntemleri, fiziksel sınıflama ve kasın kasılma biçimlerine göre anatomik-fizyolojik tanımlar yapmak gerekir. Fakat kuvvet için düşünülen yaklaşımdan hiçbiri tek başına değerlendirilemez. Ve biri diğerinden soyutlanamaz. Çünkü bunlar bir birleriyle iç içe girmiştir biri diğerinin koşuludur (Dündar, 1998).

Teorik düşünceye göre kuvveti, Genel Kuvvet ve Özel Kuvvet olarak iki kısımda inceleyebiliriz (Gündüz, 1997).

Genel Kuvvet: Hiçbir özelleştirme olmadan tüm kasların kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Özel Kuvvet: Özel bir spor dalı ile ilgili bir kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Burada özel kuvvetin iki faktörün etkisi altında bulunduğunu vurgulamaktadır. İlgili spor türü içinde kuvvetle birlikte başka bir motorsal özelliğinde gelişmesine neden olur. Örneğin kuvvete devamlılık çalışması ile birlikte dayanıklılığın da geliştirilmesinin sağlandığı gibi.

Kuvvet diğer bir sınıflamaya göre;

Maksimal Kuvvet: Sinir kas sisteminin istemimizle kasılması sonucu, kaldırabileceği en büyük ağırlığın kaldırılması olarak düşünülmektedir. Kısaca, kasların ortaya koyduğu en büyük kuvvettir (Vilademir ve Kirejci, 1984). Karşı konulması gereken kuvvet azaldıkça maksimal kuvvet gereksinimi de azalır (Dündar, 1998).

Çabuk Kuvvet: Sinir kas sisteminin yüksek hızda bir kasılmayla dış dirençleri yenebilme yetisidir. Sinir kas sistemi, kasın elastik ve kasılabilir elemanlarının refleks sistemiyle birlikte hızlı bir yüklenme ve tepkiyi kabul eder ve uygulayabilir. Bu nedenle çabuk kuvvete elastik kuvvet ve patlayıcı kuvvet isimleri de verilir (Dündar, 1998).

Kuvvette Devamlılık: Sürekli kuvvet gerektiren çalışmalarda kasların yorulmaya karşı gösterdiği direnç yeteneğidir (Verducci, 1985).

Yine başka bir sınıflandırmaya göre;

a- Temel Kuvvet: Kasların geliştirebileceği en büyük kuvvet (Sevim, 1981).

b- Çabuk Kuvvette Devamlılık: Çabuk kuvveti mümkün olduğu en uzun süre devam ettirebilmek (Akgün, 1992).

Patlayıcı Kuvvet: Bir kas veya kas grubunun en kısa zamanda meydana getirebileceği en büyük kuvvete denir. Patlayıcı kuvvet yüksek hızla yapılan çalışmalarda maksimal enerji harcama yeteneğini gösterir ve güç patlaması için enerji seferberliği olarak tanımlanır (Verducci, 1985).

Kasların kuvvet tanımlarının yanı sıra kasılma biçimlerine göre de değişik sınıflamaları vardır.

İzometrik Kasılma: Bu tür bir kasılmada, dışarıdan görülebilen herhangi bir uzunluk değişmesi olmaz. Ancak kasın boyu kısalır, buna karşın kasta elastik yapıdan dolayı uzama ve daha büyük bir gerilme oluşur. Kısaca, uzunluğu sabit kalan, gerilimi artan statik bir kas kasılmasıdır (Dündar, 1998). En klasik örneği iki eli karşı karşıya getirip itmektir. Bu kasılma şeklinde hareket ortaya çıkmasına rağmen, kuvvet artışı olabilir ve bunu ilk ortaya koyan, Hettinger ve Müler adlı iki araştırmacıdır (Jürimae vd., 1990).

Egzantirik Kasılma: Dinamik ve izotonik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu sabit kalırken boyunda uzama olur. Elde tutulan bir ağırlığı, dirsekten ekstensiyon yaparak, aşağı doğru indirme sırasında görülen hareket, tipik bir örnektir (Kalyon, 1994).

Konsantrik Kasılma: Egzantirik kasılmaya benzer biçimde, dinamik ve izotonik bir kasılma şeklidir. Farklı olarak; kasın tonusu sabit kalırken boyunda

kısalma olur. Elde tutulan bir ağırlığın dirsekten fleksiyon ile kaldırılması sırasında yapılan hareket, bir konsantrik kasılma örneğidir. Kas gücünü arttırmak ve kasta hipertrofi oluşturmak için en çok kullanılan ve tercih edilen kasılma türüdür (Kalyon, 1994).

İzokinetik Kasılma: Bazı spesifik kuvvet antrenmanları ile kas gücünün ve kaslar arası koordinasyonun geliştiği bilinmektedir. Bu gelişim ile ilgili olarak çocukluktan ergenliğe geçişte izokinetik kuvvetinde arttığı bildirilmiştir (Arpınar vd., 2003). Tüm hareket açıklığı içinde, sabit bir hızla yapılan kasılma şeklindedir. Hareketin her açısında maksimal güçle kasılma olur ve bu kasılma tüm hareket boyunca devam ettirilir. Böylece eklemün tüm hareket açıklığı boyunca kaslar aynı dirençle yüklenmiş olur. İzokinetik kasılma ve izokinetik egzersizlerin yapılabilmesi için oldukça komplike ve pahalı sistemlere ihtiyaç vardır. Son yıllarda bu amaçla değişik sistemler piyasaya çıkmış olup en tanınmış örnekleri: Cybex, Kinethron, Isothron ve Byodex adlarıyla bilinmektedir (Kalyon, 1994).

Bu tanım ve kavramların yanı sıra antrenman bilimi açısından bilinmesi gereken iki kavram daha vardır (Dündar, 1998).

Salt Kuvvet: Bir sporcunun herhangi bir spor aktivitesi sırasında geliştirip uygulayabildiği maksimal kuvvettir.

Relatif Kuvvet: Vücut ağırlığının 1 kg'na karşılık olan kuvvet miktarıdır.

2.3.2 Kuvvetin Antrenman İlkeleri

İlgilenilen spor dalında üst düzey performans sergileyebilme becerisi temel olarak antrenman kalitesinin artması ile elde edilir. Antrenman kalitesi ise yüksek düzeyde özel antrenmanlar ile geliştirilebilir¹⁵¹. Spor dalının özel ihtiyaçları göz önüne alındığında, sporcunun fiziksel yapısı, performans üzerinde oldukça önem taşımaktadır. Olimpik düzeyde yapılan çeşitli spor dallarında ki sporcular üzerinde yapılan araştırmalar, bu sporcuların belirgin ayırt edici fiziksel özellikler taşıdığını göstermiştir (Grimson ve Hay, 1986).

Yapılan araştırmalara göre; kuvveti etkileyen birçok faktör vardır ki bunlar, kuvvet gelişimi, kasların kasılabilme büyüklüğü, kasılma süre ve kapsamına, antrenman kalitesine, sayısına, uygulanan metotlara, çalışma düzenine, eklemlerin

çalışma açısına, beslenme ve mevsim şartları gibi dış etkenlere bağlıdır (Saicaors, 1987).

‘Spor disiplinlerinde gerekli morfolojik ve biyokimyasal uyum koşullarının sağlanabilmesi için kuvvet antrenmanında, o spor disiplininde en çok görülen kasılma biçimlerine uygun antrenman yöntemine başvurulmalıdır’ (Kisner ve Colby, 1987). Bu ilkeye göre antrenman programı içinde yer alacak çalışmalar ile spor disiplini arasında ‘dinamik bir uyum’ bulunmalıdır. Bu ilke uygulanırken şu koşulların yerine getirilmesi de gerekir.

- Spor disiplinine özgü teknik ya da hareket özelliklerinin kinematik ve dinamik yanlarının yeterince bilinmesi,
- Sınır – kas sisteminin çalışma yapısı ve teknik uygulamadaki işlevlerine göre kasların çalışma şekilleri hakkında bilgi,
- Hareketlerin teknik uygulama aşamasında, kapsam ve yoğunluğun optimal oranda olması,
- Kuvvet antrenmanı esasında, bir motorik temel özelliğin öncelikli olarak geliştirilmesi sonuçta bir başka özelliğin gelişimini engelleyebilir. Unutulmaması gereken en önemli nokta kuvvet, sürat ve dayanıklılık özelliklerinin kuramsal olarak birbirinden soyutlanabildiği halde uygulama anında hiçbir zaman ayrı ayrı ve soyut olarak düşünülmediğidir.

Kuvvet antrenmanlarının çok yönlü olması sporcuların motivasyonunu ve çalışma isteğini artıracaktır (Sevim, 1997; Sevim, 1991a). Genel ve çok yönlü kuvvet antrenmanları, sporcuların seviyelerine göre genel ve/veya özel kuvvet gereksinmelerini karşılayacak nitelikte çok yönlü ve çeşitlilik ilkesine uygun olarak yaptırılmalıdır (Dündar, 1998).

2.3.3 Kuvvetin Geliştirilmesi

Kuvvet yaşla birlikte; boy, kilo, iskelet sistemindeki kaldıraçlar oranındaki ve bütün vücudun kas kitlesindeki artışına bağlı olarak artar (Muratlı vd., 2000).

Kuvvet antrenmanları, kişinin özellikleriyle bütünleştirilmelidir. Antrenmanlarda dikkat edilecek nokta; sporcuya uygun şiddette yüklenilmesi ve uygun dinlenme ilkesi olmalıdır (Fox ve Mathews, 1988).

Her spor dalını kuvvete olan gereksinimlerine göre sınıflayabileceğimiz gibi; kendi içinde maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık olarak da sınıflayabiliriz (Açıkada ve Ergen, 1990).

Maksimal kuvvet; sinir kas sisteminin istemimizle kasılması sonucu kaldırabileceği en büyük ağırlığın kaldırılması olarak değerlendirilir. Maksimal kuvvet tam anlamıyla insanın bütün kuvvetini temsil etmez. Zira maksimal zorlama ile bile ortaya çıkaramayacağımız rezervlerimiz vardır (Açıkada ve Ergen, 1990).

Maksimal kuvvetin büyüklüğü genelde beş faktöre bağlıdır. a. Kasın fizyolojik kesitinin büyüklüğü, b. İnter-müsküler koordinasyon (yapılan hareketlere katılan kaslar arasındaki koordinasyon), c. İnter-müsküler koordinasyon (kas içi koordinasyon), d. Kas fibril türü (FT dominant-baskın- olanlar daha fazla kuvvet üretir), e. Motivasyon (Kuter ve Öztürk, 1997).

Maksimal kuvvet iki ana metoda bağlı olarak geliştirilir (Çakıroğlu, 1993).

1. Statik (İzometrik) kasılma metodu: Fonksiyonel etkinliği olmayan, yani eklemden hareket meydana getirmeyen statik kasılma metodudur.

- Bu metoda maksimum kuvvetin %70 – 100'ü düzeyindeki statik kasılmalar etkili olabilir.
- Bu metot yeterli spor geçmişine sahip sporcular dışında, daha düşük yoğunlukta uygulanmalıdır.
- Antrenman dozajı her kasılma ile değil egzersiz sayısının artmasıyla sağlanır.
- Dinlenme periyotlarında (60 – 90 sn) gevşeme ve solunum egzersizleri tavsiye edilir.
- Kasılma süresi 6 – 12 sn arasında değişirken, bir çalışmada her kas grubu için 60 -90 sn'lik bir kasılma yapılır.
- Çok etkili bir program için, kasılmalar izotonik çalışmalarla değişimli kullanılmalıdır, özellikle sürat ve güce ihtiyaç duyan sporlar için tümüyle statik olan yöntemlerdendir; statik ve dinamik kasılmanın bir varyasyonu olan yöntemler daha avantajlı kabul edilmektedir (Bompa, 1983).

2. Ağırlık kaldırma metotları: Bu metoda kuvvetin gelişimi; ağırlığın miktarı, kaldırma ritmi, tekrar ve set sayısı gibi değişkenlerce yönlendirilir. Bu şekilde değişik amaçlarla çok çeşitli ağırlık kaldırma çalışması düzenlenebilir. Maksimum kuvvetin geliştirilmesi planlandığında, gelişimi yönlendiren yük artışıdır (Bompa, 1983).

Maksimal Kuvvet; İstemli izometrik kasılmalarla mümkün olan en fazla kuvvete ulaşabilme yeteneğidir. Maksimal kuvvet kasın fizyolojik enine kesiti, inter müsküler (kaslar arası) ve intra müsküler (kas içi) koordinasyon ile sınırlanır. Maksimal kuvvette bir artış için bu üç faktörden biri vasıtası ile gerçekleştirilebilir. Maksimum kuvvetin geliştirilmesiyle ilgili statik çalışmalar; dayanma, çekme ve baskı kuvveti şeklindedir. Maksimum kuvvetin dinamik olarak geliştirilmesi ise; tepki, çekme, itme, savurma kuvvetini içerir. Maksimum kuvvetin bu formları, performans talepleri doğrultusunda değişik varyasyonlarla organize edilerek geliştirilebilir (Çakıroğlu, 1993).

Çabuk Kuvvet; en kısa sürede oluşturulabilen en büyük kuvvettir. Yada nöro-müsküler sistemin (sinir-kas sistemi) bir direnci en kısa sürede yenebilme yeteneğidir. Bir kişinin vücudunun farklı bölümleri, farklı çabuk kuvvet üretir. Çabuk kuvvet şu faktörlere bağlıdır: a. İntra-müsküler koordinasyona b. Aktif hale getirilebilen liflerin kasılma hızına (burada aktif hale gelen liflerdeki FT-hızlı kasılan- ve ST –yavaş kasılan- lif oranları önem taşımaktadır) c. Devreye giren kas liflerinin kasılma kuvvetine (Kuter ve Öztürk, 1997).

Çabuk kuvvet, hareket hızının geliştirilmesiyle karakterizedir. Devirsiz güç gerektiren branşlarda performans, hareketin patlayıcı uygulamasıyla belirlenirken; devirli güç gerektiren branşlarda ise, hareketin çabuk uygulanması performansı belirler. Pliometrik çalışmalar çabuk kuvvet gelişiminde kullanılan bir başka egzersizlerdir (Çakıroğlu, 1993; Çimen, 1994).

Çabuk kuvvet maksimal kuvvetin bir parçası yani ‘maksimal kuvvetin dinamik gerçekleşmesi’ olarak tanımlanır (Çetin, 1993).

Kassal Dayanıklılık (Kuvvette Devamlılık); Bir ağırlığın uzun süre kaldırılabilme yeteneğidir. Bir başka deyişle, uzun süre devam eden kuvvet

uygulamalarında organizmanın yorgunluğu yenebilme, yorgunluğa karşı koyabilme yeteneği de denilebilir.

Kuvvette devamlılıkta iki ana faktör etkilidir. a. Uyarının şiddeti ve uyarıların kapsamı b. Kassal yorgunluk (Kuter ve Öztürk, 1997).

Kuramcılara göre, kuvvet artımının meydana gelebilmesi için rezistansın kişinin maksimal kuvvetinin en az %30'na eşit olması gerekir. Değişik kuvvet türlerinin geliştirilmesinde; kuvvetin ağırlık kaldırmayla sağlanması halinde, kaldırılan ağırlıkların maksimal kuvvet değerlerinin % 40–60 arası kuvvette devamlılık, % 60–80 arası çabuk kuvvet ve % 80–100 arası olduğu zaman maksimal kuvvet kazanılır. Ancak bu konuda tam bir fikir birliği yoktur. Değişik araştırmacılar değişik değerler verir. Antrenmanlarda dikkat edilecek nokta, sporcunun uygun dozda yüklenmesi yanında dinlenmesi için yeterli zaman tanımaktır (Dick, 1980).

Kuvvet yeteneğindeki artış, hormonal gelişimin, merkezi sinir sisteminin amaca uygun çalışır hale gelmesinin, oksijen borçlanması daha iyi katlanabilir hale gelmesinin de önemli etkisi vardır. Bu sebeplerle maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılıkta yaşa bağlı olarak farklı dönemlerde farklı gelişmeler görülür (Muratlı vd., 2000).

2.3.4 Kuvvet Antrenmanlarının Etkileri

Antrenman programı içinde yer alan kuvvet çalışmalarının, kuvvetin genel tanımlamasında olduğu gibi belirli bir hedefi içermesi gerekmektedir. Bu antrenmanların organizma üzerindeki etkileri ise şunlardır;

- Kas kitlesinin büyümesiyle, kuvvetinde büyümesi: Yapılan çalışmalarda hedef maksimal kuvvetin geliştirilmesine yönelikse kas liflerinde kalınlaşma meydana gelir. Kuvvet büyümesi iki etkene bağlıdır. Bunlar cinsiyet ve antrenman yöntemidir. Cinsiyet farklılığına bağlı olarak kadının kas kuvveti erkeğinkine oranla %30 daha azdır. Kuvvet antrenmanlarında, kısa bir sürede kasların gelişmeleri sağlanırsa da antrenmana ara verildiğinde veya antrenman bırakıldığı zaman elde edilen gelişme kısa sürede kaybolur. Bu nedenle kuvvet gelişimine yönelik antrenman ne kadar uzun süreli olur ise, o ölçüde de korunabilir. Kuvvet antrenmanına devam edilmediği takdirde, büyüyen kuvvet yaklaşık 10 haftalık bir süre sonunda yeniden başlangıç düzeyine düşer (Balcı vd., 2001; Dündar, 1998).

- Kas kuvvetinin devamlılığının gelişmesi, organizma içindeki bazı fizyolojik ve biyokimyasal uyum süreçlerinin gelişmesi ile oluşur. Antrenman içerisinde yüklenme uyarılarının optimal düzeye ulaşması durumunda, kan dolaşımının hızlanması ve kaslara daha fazla kan ve oksijen gitmesi sonucu antrenman etkinliğine bağlı olarak uyum süreci başlar ve bu da kılcal damarların çoğalmasına yol açarak sistemi büyütür. Bu sistemin büyümesi durumunda kan dolaşım sistemi de büyür. Bunun sonucu olarak kan akımı yavaşlar (atım volümünde ki artıştan dolayı), kan ve hücre arasındaki temas süresi arttığından hücre kandaki oksijeni daha iyi değerlendirir. Bilindiği gibi dayanıklılığın gelişmesi oksidasyon enerji kaynaklarına bağlıdır.
- Kuvvette dayanıklılığın gelişmesi için yapılan antrenman sonucunda karaciğer ve kas hücrelerinde görülen glikojen birikimleri kasın enerji ihtiyaçlarını karşılayarak faaliyete devam etmesine izin verir.
- Kasın çabukluk özelliğinin gelişmesi antrenman süreci içinde, kuvvet antrenman yöntemlerine uygun seçilmiş yüklenmelerle yapılan uyarılar kasın kasılma hızını artıracaktır. Yapılan uyarılar sonucu kası oluşturan motor ünitelerin zaman içerisinde hızlı kasılanları devreye sokarak yavaş olanları devre dışı bırakmasıyla veya o anda hakim olan fibril cinsinin fonksiyonuna uymaya kas kendini zorlar ve daha hızlı kasılma özelliğini geliştirir (Dündar, 1998).

İnsanda yaş ile birlikte kas kitlesi arttıkça kuvvette artmaktadır. En yüksek değerlere bayanlarda 20 erkeklerde ise 20–30 yaşlarında ulaşılır (Günay ve Cicioglu, 2001).

Kuvvet antrenmanları ile kas lif sayıları artmamakta fakat lif içerisindeki myofibril ve diğer hücre elemanlarında meydana gelen artışlarla kas lifleri büyümektedir (hipertrofi). Atletik antrenmanlarda kas gelişimi ve kuvvetin artışı kasa uygulanan yüke bağlıdır. Yapılan çeşitli araştırmalarla maksimal yüklenme şiddetine yakın (%80 ve üzeri) antrenmanların 6–8 hafta gibi bir süre ve 3 gün uygulanması ile kas kuvvetinde %25–30 arasında bir artış gelmektedir (Günay ve Cicioglu, 2001).

2.3.5 Kuvvet Antrenman Metotları

Kuvvet kazanabilmek ve kuvvet meydana getirebilmek bazı faktörlere bağlıdır. Ayrıca kuvvet ve kuvvet çalışmalarının insan organizmasına ve iskelet kaslarına etkisi vardır.

Kuvvet kazanabilmek üç temel faktöre bağlıdır. 1- Kasa uygulanan yüklenme yoğunluğu 2- Yüklenme süresi 3- Yüklenmenin sıklığı ve uygun dinlenmedir (Astrand ve Rodalh, 1986; Wolfgang, 1985).

Kasları kuvvetlendirmek için kuvvet antrenmanları zorunludur. Kuvvet antrenman metodu, sporculara ve spor dalına göre belirlenmelidir. Her branş kendine özgü çalışmaya ihtiyaç duyar (Mcardle vd., 1981).

Genelde kuvvet gelişimi, programlı ağırlık antrenmanlarıyla olur. Bu programın, spor dalının gerektirdiği özelliklere uygunluğu aranmalıdır. Bunlar ihtiva edilen enerji sistemi ve hareket modelleriyle, çalıştırılan özel kas gruplarıdır. Bu çalışmalar, kas gruplarının her zaman normalde uyguladıkları kuvvet ve direncin daha fazlasını uygulamasını sağlamaktır (Fox vd., 1988).

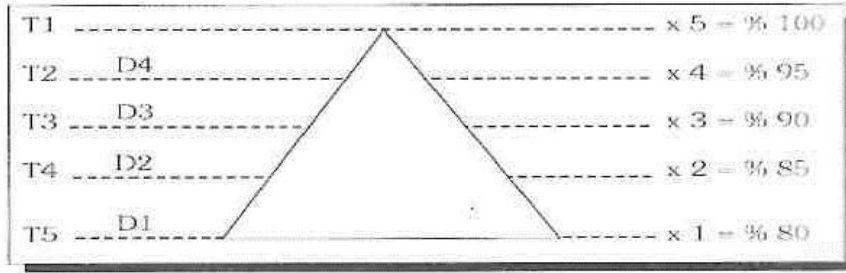
Kuvvet antrenmanlarının doğru yapılması sonucunda dikey sıçramada, yatay sıçramada, maksimal yarım suquat değerlerinde gelişme olması gerekmektedir⁷³. Kuvvetin genel anlamdaki antrenman metotlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Maksimal kuvvet antrenmanı.
- Çabuk kuvvet antrenmanı.
- Kuvvette devamlılık antrenmanı.
- İzokinetik kuvvet antrenmanı.
- İzometrik kuvvet antrenmanı.
- Elektro uyarıcı kuvvet antrenmanı.
- Desmodromik kuvvet antrenmanı.
- Negatif-Pozitif-Dinamik kuvvet antrenmanı.
- Pliyometrik kuvvet antrenmanı (Akça, 1993; Büyük Laurousse, 1991; DüNDAR, 1998).

2.3.5.1 Sportif Oyunlarda Kullanılan Antrenman Metotları

2.3.5.1.1 Piramidal Metot

Bu metotla sporcunun maksimal kuvveti, çabuk kuvveti ve kuvvette devamlılığı geliştirilir. Çalışma öncesi sporcunun maksimal kuvveti belirlenir ve yüklenmenin yoğunluğu buna göre ayarlanır (Sevim, 1997).



Şekil 2.8: Piramidal Metot

2.3.5.1.2 İstasyon Çalışmaları

İstasyon çalışmalarında, katılanların sayısına aletlerin sayısı ile özelliğine göre değişik alıştırma türleri süre ve tekrar metoduyla uygulanır.

- Süre Metodu: Yapılacak çalışmada alıştırmanın süresi ve dinlenme aralıkları önceden belirlenir. Sporcu her istasyonda belirlenen süre içerisinde hareketi mümkün olduğu kadar süratli tekrarlar (Sevim, 1997).
- Tekrar Metodu: Alıştırmanın tekrar sayısı her istasyon için belirlenmiştir. Diğer istasyona geçişte dinlenme verilmez. Tüm istasyonların bitiminde her sporcu için süre tespit edilir. Antrenmanlar boyunca sürede %10–20 düzelme olunca, her alıştırmanın tekrar sayısı artırılır ve dolayısıyla yüklenme yükselir (Sevim, 1997).

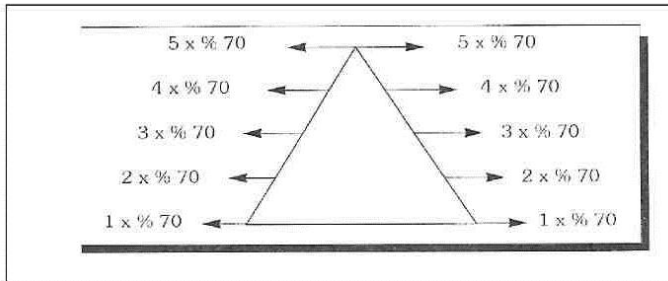
Kompleks bir metot olan istasyon çalışması zaman, malzeme ve organizasyon açısından avantajlara sahiptir (Bompa, 1986). Yapılan araştırmalar çabuk kuvvete yönelik istasyon çalışmalarının kondisyonel özellikler üzerine etkili olduğunu ortaya koymuştur (Sevim vd., 1996).

Oyuncuların genel ve özel kuvvetinin geliştirilmesinde çok etkin olan istasyon çalışmalarının yararları şöyle sıralanabilir;

- Her motorik özelliği antrenman amacına göre geliştirebilir.
- Özellikle maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık bu metotla geliştirilir ve düzeltilebilir.
- Çalışma çok sayıda sporcu ile uygulanabilir.
- Her türlü araç ve gereçten yararlanılabilir.
- Bireysel yüklenme g durumuna göre düzenlenebilir.
- İstasyonların kurulması ve toparlanması problemsizdir.
- Grubun ve sporcunun kendini kontrol imkanı vardır (Sevim, 1997).

2.3.5.1.3 Dalgasal Metot

Bu antrenman metodunda dalgasal olarak yükselen ve alçalan uygulama sayısında yüklenme sabit kalır. Örneğin 70 kg yüklenme ile 1+2+3+4+5 sayılarında hareket uygulanır ve daha sonra 5+4+3+2+1 şeklinde yapılır (Sevim, 1997).



şekil 2.9: Dalgasal Metot

2.3.5.1.4 Seri Metot

Kuvvet çalışmalarında uygulanan bir metottur. Özellikle abuk kuvvet ve kuvvette devamlılık çalışmalarında kullanılabilir.

Temel ilke olarak yüklenme ve alıştırmaların uygulama sayısı sabit kalır.

2.3.5.1.5 Kas Yapıcı Maksimal Kuvvet Antrenman Metodu

Bu antrenman metodunda temel ilke, uzun yüklenme süresinde (fazla tekrar sayısında) az ve orta dirençlerle (ağırlıkla) çalışılmasıdır. Örneğin, yüklenme yoğunluğu sporcunun maksimal kuvvetinin %40-60'ı, tekrar sayısı 8-12, hareket temposu akıcı ve yavaş, seri yeni başlayanlar için 2-4, üst düzey sporcular için ise 4-6 arası değişir. Seri aralarında sporcuların antrenman durumuna göre 1-3 dk dinlenme verilir.

2.3.5.1.6 Kas İçi Maksimal Kuvvet Antrenman Metodu

Bu antrenman metodunun yeni başlayanlar için kullanılması tavsiye edilmez. Bu antrenman metodu sporcularda yüksek ve hızlı kuvvet gelişimi sağlar. Çalışmalarda temel ilke olarak, yüklenme yoğunluğu yüksek, tekrar sayısı az, hareketler akıcı ve seri sayısı fazladır. Dinlenme seri arası 1-2 dakikadır.

2.3.5.2 Kombine Maksimal Kuvvet Antrenman Metodu

Bu antrenman metodunda kas yapıcı maksimal kuvvet antrenmanı ile intramüsküler (kas içi) koordinasyon kuvvet antrenmanı kombine edilir. Öncelikle kas yapıcı maksimal kuvvet antrenmanı ile başlanır ve daha sonra intramüsküler koordinasyon antrenmanına geçilir. Antrenman organizasyonu olarak piramidal metot kullanılır.

2.3.6 Kuvvet Antrenmanında Dikkat Edilecek Noktalar

Kuvvet antrenman uygulamaları oldukça çok risk taşıyan uygulamalardır. Bu nedenle bu uygulamalar sırasında; yapılacak çalışmanın amacına göre ısınma uygulanmalıdır. Özellikle stretching cimmnastiğinden yararlanılmalıdır.

- Eşli çalışmalar olmalıdır.
- Antrenmanların aynı saatlerde yapılması uyum süreci açısından önemlidir.
- Doğru ağırlık kaldırma tekniğinin öğrenilmesi gerekir.
- Ağırlık kaldırırken nefes al, hareketi uygularken ver.
- Ağırlık çalışmalarının uygulandığı mevsime göre spor giysisi kullanılmalıdır.
- Hatalı teknikle uygulanan alıştırmalar anında kesilmeli ve aşırı zorlamaya

gidilmemelidir.

- Yapılacak olan antrenmanın açıklaması sporcuları olumlu yönde motive edecektir.
- Kuvvet antrenmanları yeterli ve dengeli beslenme ile desteklenmelidir.
- Kuvvet çalışmalarında iki antrenman arası dinlenme çalışmanın yoğunluğuna göre 24–48 saat olmalıdır.
- Kuvvet antrenmanları amacına ve yıllık antrenman periyotlarının temel ilkelerine göre tüm yıla dağıtılmalıdır.
- Kuvvet antrenmanları genel olarak;
- İki haftada bir uygulanırsa kuvveti korur.
- Haftada bir uygulanırsa kuvvet artar.
- Haftada üç ya da daha fazla uygulanırsa iyi düzeyde artar.
- Sporcu yapacağı kuvvet çalışmasının yararına tam olarak inanmalıdır.
- Yeni kuvvet çalışmasına başlayacakların öncelikle karın ve sırt kaslarını geliştirici hareketleri yapmasında yarar vardır (Sevim, 1997).

Yeni başlayanlarda maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve dayanıklılık gelişimi aynı zamanda mümkündür. Bu düzeyde bu özelliklerin birlikte etkinliği mümkündür. Antrenman kapsamı tekniğin bozulmasına meydan vermemelidir (Dündar, 1998).

2.3.7 Kuvvet Antrenmanını Etkileyen Özellikler

2.3.7.1 Fiziksel Özellikler

Cinsiyet: Erkekler kadınlardan daha çok kas kitlesine ve dolayısı ile daha fazla kuvvete sahiptirler (Mcardle vd., 1981). Kg olarak, bütün kas gruplarında erkekler bayanlardan 1/3 oranında daha kuvvetlidir. Yetişkin bir erkekte total kuvvet kadınlara göre %45 daha fazladır. Bunun nedeni ise, kadınların kas fibrillerinin daha ince olmasıdır (Akgün, 1992).

İnsan vücudu incelendiğinde cinsiyete göre farklı oran ve yoğunluklarda kas, yağ ve kemik dokudan oluştuğu görülmektedir (Fox, 1976).

Yaş: Yaşlı insanlar motor-sinir hücrelerinin azalması durumuyla karşı karşıyadır ve kas hacminde düşüş görülür. 65 yaşındaki bir kişinin kuvveti, 20–25 yaşındaki bir kişinin kuvvetinin %70-80'i kadardır. 9 yaş öncesinde ise kas gelişimi tamamlanmadığı için kuvvet çalışması yapılması genellikle tavsiye edilmemektedir (Hallis, 1972).

Vücut Ağırlığı: Erkekler ve bayanlarda 12 yaşından 19 yaşına kadar olan devrede, vücut ağırlığındaki artmaya paralel bir şekilde, kuvvette artmaktadır. Bu artış 30 yaşına kadar yavaşlamakta ve 30 yaşından sonra azalma göstermektedir (Hallis, 1972).

2.3.7.2 Motorik Özellikler

Kondisyonel özelliklerin gelişmişlik derecesi, bir insanın fiziksel verim yeteneğini belirler. Ayrıca, insanın motorik özellikleri belirli, ancak göreceli olarak birbirinden bağımsızdır. Bu özelliklerin gelişimleri doğal büyüme ve olgunlaşma sürecine bağlıdır (Muratlı vd., 2000).

2.3.7.2.1 Kuvvet

“Bir dirence karşı koyabilme ya da bir direnç karşısında belirli bir ölçüde dayanabilme özelliğidir” (Sevim, 1991c).

“Bir kütleli hareket ettirme, bir direnci aşma veya ona kas gücü ile karşı koyduğu olarak” belirtilmiştir (Sevim, 1997).

Yapılan araştırmalara göre; kuvveti etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar: kuvvetin gelişimi, kasların kasılabilme büyüklüğü, kasılma süre ve kapsamına, antrenman kalitesine, sayısına, uygulanan metotlara, çalışma düzenine, eklemlerin çalışma açısına, beslenme ve mevsim şartları gibi dış etkenlere bağlıdır (Saicaors, 1987). Kuvvet artışı için yapılacak antrenmanlar en az sekiz hafta, haftada 3 gün süreyle ve %60–90 şiddetinde uygulanmalıdır (Brown, 1974).

2.3.7.2.2 Dayanıklılık

“Tüm organizmanın fiziki yorgunluğa mümkün olduğu kadar karşı koyabilme gücüdür” (Sevim, 1992).

“Dayanıklılık fizyolojik olarak aerobik ve anaerobik kapasitenin ulaştığı değerler ile sınırlıdır” (Sevim, 1992).

Takım sporlarında başarı önemli ölçüde aerobik dayanıklılık gerektiren bir özelliğe sahiptir. Oyunun düzensiz aralıklarla hızlı oyun yapısı; alaktik ve laktik anaerobik enerjiye bağımlılığı ön plana çıkarken, organizmaya yapılan bu tür zorlanmaların arkasına dinlenme ve yenilenmenin sağlanması ve bir sonraki yüklenme için hazır olunabilmenin, aerobik sisteme dayalı olduğu bilinmektedir (Astrand ve Rodalh, 1986).

Frey’e göre; “Tüm organizmanın fiziki yorgunluğa mümkün olduğu kadar karşı koyabilme gücüdür. “Tüm organizmanın, uzun süre devam eden sportif alıştırmalarda, yorgunluğa karşı koyabilme ve oldukça yüksek yoğunluktaki yüklenmeleri uzun zaman devam ettirebilme yeteneğidir (Eniseler ve Durusoy, 1992). Açıkada ve Ergen; dayanıklılığın tamamen organizmanın aerobik enerji üretimine bağlı olarak ortaya çıkan bir kondisyon özelliği olduğunu ve 3 dakikalık bir sürenin üzerinde yapılan aralıksız çalışmaların aerobik enerji sistemini geliştirdiği sonucuna varmışlardır. Fizyolojik olarak insanın maks dayanıklılığı, kişinin maks aerobik kapasitesi olarak isimlendirilebilir. Kişinin maksimal yüklenmeli bir çalışma anında kullanabildiği O₂ miktarı ne kadar fazla ise dayanıklılığı o kadar fazladır (Ergen, 1991).

Yapılan hazırlık çalışmalarında istenilen verimin alınabilmesi; aerobik sürecin geliştirilmesi ile doğru orantılıdır. Çalışmalar uzadıkça aerobik, kısaldıkça ve yoğunluk arttıkça anaerobik süreç önem kazanacaktır (Akça, 1993). Kısaca dayanıklılık, fizyolojik olarak aerobik ve anaerobik kapasitenin ulaştığı değerler ile sınırlıdır (Eurofit El Kitabı, 1989). Gürtler, Gartner ve Grosser’a göre aerobik dayanıklılık özelliğinin eğitilebilirlik başlangıç yaşı 8’dir. Shückler, Holman ve Ulerer ise aerobik kapasitenin 10 yaşına kadar antrenmana elverişli olmadığı görüşünü savunmaktadırlar.

2.3.7.2.3 Sürat

“En büyük hızla motorik bir aksiyonu en kısa süre içerisinde tamamlayabilme yeteneği” (Bağırğan, 1990).

“Dış dirençlere karşı, bir uyararla başlayan ve belirlenmiş hareketin tamamlanması, belirlenmemiş mesafenin kat edilmesi için geçen zaman süresinin azlığı ile oluşan fiziksel bir değerdir” (Dündar, 1998).

Sürat “En büyük hızla ilerleyebilme yetisi”dir. Motorik bir aksiyonu mevcut bir ortamda en kısa süre içerisinde tamamlayabilme yetisi” (Eniseler ve Durusoy, 1992).

Genel bir tanımla sürat “Dış dirençlere karşı, bir uyararla başlayan ve belirlenmiş hareketin tamamlanması, belirlenmiş mesafenin kat edilmesi için geçen zaman süresinin azlığı ile oluşan fiziksel bir değerdir” (Büyük Laurousse, 1991).

Sürat özelliği iyi olan kişiler, daha çok beyaz kas lifinden meydana gelmiş kas gruplarına sahiptirler (Bale, 1980; Eniseler ve Durusoy, 1992). Beyaz kas liflerinden meydana gelmiş motor üniteler, aynı zamanda yüksek hızda sinir uyarılarını alabilecek özellikte sinirlerle donatılmıştır. Bu yolla kaslar, yüksek frekanslı hareket sürati yaratabilmektedirler. Aynı anda bir kuvvet uygulaması oluşur. Kuvvetli kasılma hızlı kasılan beyaz kas lifleri sayesinde olur (Bale, 1980).

Kasın kasılabilmesi için duyduğu enerji ihtiyacını kendi içinde bulunan alaktik anaerobik enerji kaynağından almaktadır (Bale, 1980; Eniseler ve Durusoy, 1992).

2.3.7.2.4 Esneklik (Hareketlilik)

“Eklem ya da eklem serilerinin, mümkün olan en geniş açıda hareket edebilme yeteneğidir” (Doğan, 1988).

“ Sporcunun hareketlerini eklemlerin müsaade ettiği oranda, geniş bir açıda ve değişik yönlere uygulayabilme yeteneğidir” (Sevim, 1988).

Esnekliğini yitirmiş kaslar, esnek olan kaslardan daha büyük bir risk altındadır. Kas yırtılmaları genelde ani zorlamalar yada strese maruz kalmış kasların aşırı gerilme- zorlama sonucu vuku bulmaktadır. Kasta meydana gelen bu zorlanma ve ağrılar: Şişmanlık, bacak kaslarının güçsüz oluşu, abdominal kaslar ve hamstringlerin esnekliğinin az oluşu bu genel durumu ortaya koymaktadır. Kuvvetlenen kasların antrene edilmesi ile esneklik kazanımı artacaktır (Ken ve Solis, 1992).

Bir eklemi belirli bir hareket sırasında maksimal hareket ettirebilme kapasitesi olarak tanımlanan esneklik fiziksel performans için gerekli ve önemli bir faktördür. Ayrıca sportif sakatlıkların önlenmesi konusunda da esnekliğin gerekliliği gösterilmiştir (Ekstrand ve Gilloquist, 1982).

Esneklik, spor türünün ihtiyaçlarına uygun optimal bir gelişimin sağlanmasında, kuvvet ve hız gibi fiziksel faktörlerin ve tekniğin geliştirilmesinde etkili olmaktadır.

Eklemlerin geniş açılarda hareket edebilme yetenekleri icra edilen tekniklerin uygulanabilmesi, ilgili eklem ya da eklem serilerinin esnekliğiyle direkt ilgilidir (Gale ve Flynn, 1974).

Hareketlilik spor bilimlerinde esneklik, kas-eklem hareketliliği, hareketleri geniş açılarda uygulama, eklem ve organizma üyelerinin sağa sola v.b yönlere salınım uzaklığı olarak tanımlanmaktadır (Dündar, 1998). “Eklem ya da eklem serilerinin, mümkün olan en geniş açıda hareket edebilme yeteneğidir” (Gallehue, 1982). Hareketlilik, sporcunun hareketlerini eklemlerin müsaade ettiği oranda, geniş bir açıda ve değişik yönlere uygulayabilme yeteneğidir (Akça, 1993; Eniseler ve Durusoy, 1992). Weineck ise esnekliği; eklem ya da eklem gruplarının geniş açılarda hareket edebilme yeteneği olarak tanımlamaktadır (Getmann, 1987). “Bireyin eklemlerdeki bükülebilme, döndürebilme ya da katlanabilme miktarı” (Golding, 1989). Esneklik; “Fiziki uyumun eklemlerin normal açıklığı çerçevesinde, fonksiyon yapabilme kapasitesine ait bir komponenti şeklinde tanımlanmaktadır” (Gonog, 1995). Dick ise “Tüm eklem hareketi boyunca hareket edebilme yeteneği olarak ifade eder.” Birçok spor dalında genel ve özel hareketlilik yeteneklerinin, sporun yapısına ve gereksinimine cevap verecek şekilde geliştirilmesi, istenilen sonuçlara ulaşılması bakımından önemlidir (Ergen, 1991).

Nitelik ve nicelik yönünden iyi bir hareketin elde edilebilmesi için esneklik önemli bir şarttır. Günlük hayatta ki yada sportif amaçlı fiziki aktivitelerdeki performans esneklik yetersizliğinden önemli ölçüde olumsuz etkilenmektedir (Gonog, 1995).

Esneklik eğitimi antrenman sürecinin vazgeçilmez bir parçasıdır ve çeşitli spor dallarındaki bir takım sakatlıklara karşı da koruyucu olabilir (Gökmen vd.,

1995). Bir antrenman çalışmasında hareketlilik çalışmaları, antrenmanın ısınma bölümünün arkasından gelir. Bu çalışmalar, tüm yıl boyunca yapılmak zorundadır (Ergen, 1991).

Esneklik özelliği bayanlarda erkeklere oranla biraz daha fazladır. Bunun nedeni östrojen hormonudur. Bu hormon nedeniyle bayanlarda kaslarda su ve yağ oranı daha fazladır. Daha az kas hacmine sebep olduğundan bu farkı ortaya çıkarır (Büyük Laurousse, 1991; Getmann, 1987). Maksimal esnekliğe kızlarda 12, erkeklerde 10 yaşında varılır (Günay vd., 1996). Çocuklar yetişkinlere göre daha iyi esneklik kapasitesine sahiptirler. 15–19 yaş ve üzerinde hareketlilik muhafaza edilmeye çalışılır (Dündar, 1998).

Hareketliliği (esnekliği) dört farklı şekilde sınıflandırırız:

- Pasif esnetme
- Pasif Aktif esnetme
- Yardımlı aktif esnetme
- Aktif esnetme (Gale ve Flynn, 1974).

2.3.7.2.5 Beceri ve Koordinasyon

“Belirli bir amaç ve hedef doğrultusunda motorsal aksiyonların organizasyonudur” (Günay vd., 1996).

“Koordinasyon, geniş ve dar anlamda, bir kassal aksiyon amacı ile duyu ve hareket sinirlerinin karşılıklı etkileşimidir” (Günay vd., 1996).

Koordinasyon, amaçlanan hareket için merkezi sinir sistemi ile iskelet kas sisteminin karşılıklı uyum içerisinde etkileşimidir. Belirli bir amaç ve hedef doğrultusunda motorsal aksiyonların organizasyonudur (Dündar, 1998).

Beceri kısa süre içerisinde zor hareketleri öğrenebilme ve değişik durumlarda amaca uygun çabuk bir şekilde tepki gösterebilme, her hareketin birbirini doğru olarak izlemesine ve istenilen kuvvetle meydana gelmesine bağlıdır. Becerili hareket kasılması, izometrik veya izotonik şekilde olur. Bir kasın belirli bir zaman içerisinde zıt yönlü, eş yönlü, stabilize ve nötr edici rolü görülebilmektedir. Kas, bir performans anında bir rolden diğerine hızla geçebildiği gibi, aynı kas tüm rolleri, değişik

alanlarda gösterebilmektedir. Kasın rolü, performansın belirli bir anındaki fonksiyonuna bağılı olarak saptanmaktadır. Bu da sinir-kas (nöromusküler) koordinasyon; her hareketin birbirini doğru olarak izleyen şekilde ve istenilen kuvvetle meydana gelmesi olayıdır. Becerili hareket, merkezi sinir sisteminden, kasılması gereken kaslara gerektiği zamanlarda uyarıların gelmesiyle olur. Böylece beceri ve teknik ile bütünlenen performans için gereken hareketler yapılır (Ergen, 19).

Hollman ve Hettinger'e göre koordinasyon "Amaçlanan hareket için, merkezi sinir sistemi ile iskelet kas sisteminin karşılıklı uyum içinde etkileşimidir" (Büyük Laurousse, 1991). Sportif anlamı ile koordinasyon, istemli ve istemsiz hareketlerin düzenli, uyumlu, amaca yönelik bir hareket dizisi içerisinde uygulanması olup, organizmanın sinirsel bir gücüdür. Diğer bir anlamda koordinasyon, hareketin uygulanmasına katılan iskelet kasları, eklemler ve eklem bağları ile merkezi sinir sistemi arasındaki işbirliğidir (Eniseler ve Durusoy, 1992).

Koordinasyon, geniş ve dar anlamda, bir kassal aksiyon amacı ile duygu ve hareket sinirlerinin karşılıklı etkileşimidir (Dündar, 1998). Weineck'e göre "Koordinatif yetiler, senso-motorik öğrenme yetisinin temelini oluştururlar. Koordinatif özelliklerin düzeyinin yüksekliği oranında yeni ve daha zor tekniklerin öğrenilmesi çabuk ve etkili olur. Hareket koordinasyonu önceden belirlenen, bir hareket hedefine varan hareketlerin tüm bölümleri ile organizasyonu ve yapılmasını ifade eder. Buna göre koordinasyon sürecinin sonucu bir hareket söz konusudur. Koordinasyon yetisinin gelişimi değişik özelliklerin gelişimini içerse de genel olarak 7 yaşından başlayarak puberte başlangıcına kadar ki dönemde en üst düzeyde geliştirilirler (Büyük Laurousse, 1991). Çünkü bu devrede organizma sonraki gelişim çağlarına göre daha esnektir (Akça, 1993).

2.3.7.3 Fizyolojik Özellikler

2.3.7.3.1 İstirahat Kalp Atım Sayısı

Kalp, kanın dolaşım sistemi içinde sirkülasyonunu sağlayan kassal bir pompadır (Bucher, 1983). Sürekli ve ritmik bir şekilde kasılarak insanın yaşamını devam ettirebilmesi organ ve dokuların ihtiyacı olan ve artık maddeleri gerekli sistemlere ulaştıran veya vücuttan atan bir pompadır (Şahin, 1997). Normal bir insan

kalbi istirahat halinde dk 70–80 atım dır. Bu atım sayısı bazı kimselerde 40 atım sayısına düşerken bazı kimselerde 100 atım sayısına kadar yükselir. Ayrıca bayanların erkeklere oranla 10 atım daha fazla olduğu bildirilmiştir (Fox, 1988).

İstirahat nabızı yaşla giderek azalır. Doğumda 130 kadar olan dakikadaki nabız yetişkinlerde ortalama 70–80 atıma iner (Şahin, 1997). Gelişim sırasında kalp kası lifleri sayısı sabit kalır, fakat boyuna ve enine büyüme görülür. Kalp kasının boyuna uzaması sonucu kalbin dakikadaki atım sayısı (frekans) azalır. Büyüme ve antrenmana bağlı ortaya çıkan hipertrofi ise kalbin iç hacmini, dolayısıyla da atım hacmini (volümünü) artırır. Böylece kalp giderek daha etkin ve ekonomik çalışmaya başlar (Bucher, 1983; Şahin, 1997). Bayanlardaki K.A.S. erkeklere oranla 5–10 atım daha yüksektir. Bunun nedeni bayanlarda kalp volümünün gerek mutlak ve nispi anlamda daha küçük olmasıdır. Kalp atım volümünün küçüklüğü daha yüksek kalp atım sayı ile telafi edilir (Şahin, 1997). Kalbin antrenmanla, önce "frekans", sonra "atış volümü" artar (Williams vd., 1990). Kalbin 1 dakikada pompaladığı kan miktarına kalp atım volümü (KAV) denir. Erkeklerde istirahatta 70–80 ml olan KAV egzersiz sırasında 100–120 ml kadar çıkar. Sporcularda istirahatta KAV 100–120 ml iken egzersizde 150–170 ml ye kadar çıkmaktadır. Bayanlarda ise spor yapmayanlarda 50–70 ml. istirahat halinde, egzersizde 70–90 ml olmaktadır. Spor yapan bayanlarda istirahat halinde 80-100 ml. olan KAV egzersiz sırasında 100-120 ml ye kadar çıkmaktadır (Bucher, 1983). Uyku anında kalp atım sayısı en düşük değerindedir, istirahat halinde vücudun metabolizması hızla düşer gerekli O₂ ve metabolik ihtiyaçlar azalır. Kardiyak output ve direnç azaldığı için kan basıncında azalmış olur kalbe dönen kan miktarı da azalır¹⁴⁵. İstirahat halinde kalbin dakikada tüm organizmaya gönderdiği kan 5–9 lt civarındadır. Hareketsiz, kondisyonu düşük bir kişi antrenman yaptığında kan 5–6 litreden 23 litreye çıkmaktadır (Ergen vd., 1993).

Astrand ve Rorahl'a göre kalıtım ve/veya antrenman sonucu yüksek oksijen taşıma kapasitesine sahip bir kişi, büyük bir atım volümü ve yavaş kalp atım sayısı ile karakterize olur. İstirahattaki düşük kalp atım sayısı kalp hastalıklarının olmadığı durumlarda yüksek aerobik gücün bir göstergesi olabilir (Astrand ve Rodalh, 1986).

2.3.7.3.2 Kan Basıncı

Kan basıncı kanın damarların iç duvarlarına yaptığı basıncın nitelik olarak ölçüsüdür. Kalbin kasılması sırasında kanın dışarı pompalanması periyoduna sistol denir. Bu periyot kan basıncının en yüksekte olduğu zamandır ve bu sırada okunan basınca sistolik kan basıncı (büyük tansiyon) denir. Kalbin kanla dolması periyoduna ise diastol ve bu sırada okunan basıncıda diastolik kan basıncı (küçük tansiyon) denir. Sistolik ve diastolik kan basınçları arasındaki sayısal farka nabız basıncı denir (Bucher, 1983).

Kan basıncında artma derecesi eforun şiddetine bağlıdır. Deri damarların ısı düzenlenmesine katkıda bulunmak için genişlemeye başlar. Eforun bitimiyle kan basıncı ilk 5–10 sn'de hemen bir düşme gösterir, sonra biraz yükselir ve normale döner. Kişinin kondisyon seviyesi ne kadar yüksek ise KAS'sı o derece geç artar. Ortalama arteriyel kan basıncı; kalbin dakika volümü ile periferik direncin çarpımına eşittir (Şahin, 1997).

Kan basıncı, kalp atım sayısının yükselmesiyle kalp dakika volümünde artmaya bağlı olarak yükselir, direnç normal sınırlar içindedir (Morrow vd., 1995). Kalp atım sayısı dinamik çalışmalarda statik çalışmalara göre daha yüksektir. Aynı O₂ kullanmayı gerektiren bir iş bacak yerine kolla yapılırsa nabız daha fazla artar. Hafiften ağıra doğru şiddeti artan aerobik egzersizlerle bir taraftan kardiovasküler kondisyon artarken diğer taraftan kan basıncının düştüğü gözlenmiştir (Şahin, 1997). Egzersiz anemi hipertroid (guatr) kan basıncını arttırır. Uyku anında kan basıncında düşme görülür (Mayers, 1962).

2.3.7.3.3 Anaerobik Güç

Organizmanın yeterli oksijen alamadığı, fakat çalışmaya devam ettiği oksijensiz çalışma kapasitesine anaerobik güç denir (Willmore ve Costill, 1994). Fox'a göre anaerobik güç bir sporcunun enerjisini birim zamanda güce çevirebilmesidir. Örneğin sıçrama, atma, fırlatma veya hızlı çıkışlar yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Hokeyde ani sprint, şut vurma, kalecinin topa ani çıkışları gibi.

Anaerobik gücü antrenman bilimi açısından tanımlayacak olursak; bir sporcunun yüksek yüklenmeler altında, oksijensiz bir ortamda iş yapabilme, enerji üretebilme yeteneğidir (Sonel, 1986).

Diğer tanımlara göre anaerobik güç; maksimum çabaya ihtiyaç duyan sporlar için ve submaksimal eforların başlangıç safhasında enerji oksijenin yokluğunda anaerobik sistem tarafından üretilir (Kuter vd., 1992). Organizmanın yeterli oksijen alamadığı fakat çalışmaya devam edebildiği, oksijensiz çalışma kapasitesidir. 30–40 sn gibi kısa sürede yapılabilen çalışmalardır (Şahin, 1997). Bedenen yapılan çalışma tam bir oksijen alımı olmadan yapılıyorsa veya çalışma sonunda alınan oksijen ile alınması gereken oksijen arasında %6'dan fazla bir eksiklik meydana geliyorsa, bu tip çalışmalara anaerobik çalışmalar denir (Riezebos, 1983).

Yaşamın sürdürülebilmesi için alınan besinler kimyasal olarak gereken enerjiyi içerirler. Bu moleküllerin bağları relatif olarak dayanıksızdırlar ve sadece düşük enerji kaynağı sağlarlar. Kas kasılması için direkt olarak kullanılmazlar. Yüksek yoğunluktaki egzersizler sonrasında kanda alaktik asidi düşük değerlerde bulup daha sonra yükseldiğini saptaması üzerine alaktik anaerobik ve laktik anaerobik güç diye iki temel anaerobik güç terimi ortaya çıkmıştır (Spor Hekimliği Dergisi, 1986).

a) Alaktik anaerobik (ATP-PC Sistemi)

ATP kaslara sınırlı olarak depo edildiği için sürat çalışmaları gibi şiddetli egzersiz sırasında çabuk tükenir. ATP'nin şiddetli egzersiz sırasında tükenmemesi için CP (kreatinfosfat) C+P'ye bölünerek enerjinin devamına ve ATP'nin tekrar sentezine yardımcı olur. CP'nin C+P (kreatin+fosfat) şeklinde parçalanması bir fosfatın (P) ADP (Adenozindi fosfat) ile birleşerek tekrardan ATP (adenozinthree fosfatın) oluşumunu gerçekleştirir (ADP +P --- ATP). CP'nin C+P'ye bölünmesiyle kas kasılmaları için kullanılabilir enerji doğrudan açığa çıkmaz. Bu enerji ADP + P'den tekrar ATP C'de etmek için kullanılır. CP kaslarda sınırlı olduğu için ATP-CP sistemiyle enerji elde etme 8–10 sn kadar sürmektedir. Bunun ilk üç sn'de ATP, üç sn'den sonra da CP'nin parçalanarak ATP meydana getirmesiyle gerçekleşir. Ani olarak yapılan sıçramalar, topu fırlatmalarda ATP-CP sisteminin önemi büyüktür .

b) Laktik anaerobik (Laktikasit sistemi)

8–10 sn sonrası şiddetle devam eden aktivite gerekli enerjiyi kaslarda ve karaciğerde depo olarak bulunan glikojenin parçalanmasıyla elde etmektedir. Oksijenin enerji açığa çıkarmadaki yokluğu laktik asidin artık ürün olarak oluşmasına neden olmaktadır. Laktik asit oluşumunda; kaslarda yorgunluk, fiziksel aktivitede yavaşlama, teknik ve taktik kalitenin bozulması gözlenmektedir. Glikojenin anaerobik yoldan parçalanması sonunda 3 ATP elde edilir (Sevim, 1991a).

Anaerobik enerji kazanma yoluyla, vücut oksijensiz ortamda belli bir süre içerisinde yüksek bir verimliliği ortaya koyabilecek duruma erişir. Bu enerji oluşum süresi sportif oyunlarda önem kazanır. Hızlı hücum, sıçrayarak atışlar gibi (Sevim, 1991b).

Sporcunun harcayabileceği maksimum efor, kaslardaki yüksek enerjili fosfojen miktarına bağlıdır. Yapılan araştırmalarda, hemen herkeste 6–8 sn'lik bir maksimum efora izin verecek kadar depo edilen ATP+CP ile iyi antrenmanlı bir sprinterin bu sürede 70 m koşabildiği halde, sıradan bir atletin ancak 50–60 m koştuğu bulunmuştur. Bunun nedeni antrenmanlarda ATP+CP'nin kaslarda biraz arttırılabileceğidir (Ergen, 1991).

Hokey, futbol, hentbol, basketbol, rugby ve tenis gibi yüksek yüklenmeli branşlarda uzun süre submaksimal efor ile oyun boyunca yüklenme gerekmektedir. Ve hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemleri kullanılmaktadır. Sporcular böylesine yüksek bir performans için koşular ve sprintler gibi en üst düzeyde geliştirilmesine ihtiyaç duyarlar. Bunun yanı sıra oyun içerisinde joglar ve yürümelerinde yer aldığı düşük yüklenmeli periyotlarda bulunmaktadır (Lemmink vd., 2004; Reilly ve Borrie, 1992). Bu tip sporlarda daima çabuk bir şekilde tekrarlara ihtiyaç vardır. Yada birden yavaşlayan oyun temposu direkt olarak yavaştan hızlıya geçiş yapabilmektedir (Lemmink vd., 2004).

2.3.7.3.4 Aerobik Güç

Aerobik kapasite; maksimal egzersiz esnasında bir dakikada tüketilen maksimal oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır (Noble, 1986). Maksimal VO_2 kardiovasküler dayanıklılığında ölçüğüdür (Karakuş ve Koç, 1997). Bir sporcunun Maks VO_2 'si ne kadar yüksek ise o kadar uzun süreli egzersiz yapabilir (Karakaş, 1991). Beckenholdt ve Mayhew; anaerobik gücü mümkün olan en kısa sürede, belirli bir mesafe boyunca güç üretme çabası olarak betimlemişlerdir (Beckenholdt ve Mayhew, 1983). Aerobik güç bir kimsenin vücudunda oksijen taşıma yeteneğiyle sınırlanır (Kuter vd., 1992). Bedenen yapılan bir çalışma esnasında, alınan oksijen ile alınması gerekli oksijen miktarı arasında bir denge varsa buna "Steady State" hali, bu tip çalışmalara da aerobik çalışma denilir (Riezebos, 1983). 1 kg vücut ağırlığının 1 dakikada tüketebildiği oksijen miktarı bize maksimal aerobik gücü verir. Kişinin maksimal aerobik gücü; yaşa, cinsiyete, vücut ölçülerine veya kompozisyona bağlıdır (Bucher, 1983). Bireyin ulaşabileceği maks VO_2 normal olarak erkeklerde 7.5 dk/ lt; bayanlarda 4.5 dk/lt'dir. Vücut ağırlığına oranlanırsa, 30–80 ml/kg/dk arası normal değerler, 80 ml/kg/dk aerobik mukavemetin en üst düzeyindeki değerdir (Büyük Laurousse, 1991).

Maksimal eforda aerobik yoldan ATP elde edilmesi 2 dk'yı geçen yüklenmeler sonucu oluşur (Sevim, 1991b, Sevim, 1991c). Glikojen depoları aerobik ortamda uzun süren aktiviteler sonucunda tükenme noktasına gelmektedir. Bu noktada organizma yağların ve proteinlerin enerji maddesi olarak kullanımına geçmektedir. Yağların ve proteinlerin enerji maddesi olarak kullanılması sonucu CO_2 (Karbondiyoksit) ve H_2O (su) meydana gelmekte ve solunum, terleme yoluyla dışarı atılmaktadırlar. ATP'nin tekrardan sentezi sporcunun aerobik kapasitesi veya maksimum oksijen kullanma kapasitesiyle sınırlı olmaktadır (Sevim, 1991c). Aerobik potansiyel veya oksijen varlığında organizmanın enerji üretme kapasitesi sporcunun dayanıklılık kapasitesini belirler. Aerobik güç bir kimsenin vücudunda oksijen taşıma yeteneği ile sınırlanır. Yüksek aerobik kapasitenin mümkün kıldığı hızlı toparlanma bir becerinin tekrarının çok sayıda önemli olduğu sporlarda (atlama yarışmalarında) veya çok sayıda çalışma devrelerinin olduğu takım sporlarında (hokey, futbol...) önemlidir. Yüksek aerobik kapasite pozitif olarak anaerobik kapasiteye transfer olabilir. Eğer bir sporcu aerobik kapasitesini geliştirirse,

anaerobik kapasite de geliŒecektir. Çünkü sporcu oksijen borcuna girmeden uzun süre fonksiyon yapabilecektir ve oksijen borcuna girdikten sonra çok kısa sürede toparlanacaktır (Kuter ve Öztürk, 1991). Hokey de yaklaşık olarak %20 aerobik, %80 anaerobik kapasite önemli rol oynamaktadır (Fox ve Mathews, 1988).

Çoğu kiŒi maksimal aerobik güce 15–17 yaş civarında erişir ve bu güç 30 yaşından itibaren düşmeye başlar. Yapılan çalışmalar sonucunda düzenli spor yapan kişilerin yaşı kaç olursa olsun maks VO₂'leri daha yüksek bulunmuştur (Sunderland ve Nevill, 2005). Maks VO₂'deki artış direkt olarak antrenmanın frekansına ve süresine bağlıdır (Hickson ve Rosenkdetter, 1981).

Maks VO₂ yağsız vücut kitlesi başına hesaplandığında erkek ve bayan arasındaki aerobik kapasite farkının küçük olduğu görülür. Bu küçük fark bayanlarda bulunan hemoglobinin az oluşundan kaynaklanmaktadır (Şahin, 1997). Yeterli süre ve şiddetteki antrenmanın kardiorespiratuar endüransın bir göstergesi olan Maks VO₂'yi artırdığı bilinmektedir (Türkmen vd., 1995).

Amerikan Spor Hekimliği, aerobik kapasite ile yapılan antrenmanların antrenman yoğunluğu, süresi ve sıklığı ile direkt ilişkili olduğunu belirterek maks VO₂'nin %50–85 şiddetinde haftada 3–5 gün ve günde 15–60 dk arasında yapılan egzersizler ile aerobik kapasite geliştirilerek, fiziksel kondisyonun artırıldığını bildirmiştir (Tamer, 1995a). Antrenmanın niteliği ve miktarına bağlı olarak maks VO₂'deki gelişme %5–30 arasında olabilir (Gaesser ve Rich, 1984). Sporcularda ki dayanıklılık kapasitesini ölçmek için uzun yıllardır shuttle run (20 m mekik koşusu) testi kullanılmaktadır (Lemmink ve Visscher, 2003).

2.3.7.3.5 Vücut Kompozisyonu

Yakın zamanlara kadar, vücut ağırlığı, kişinin normal veya optimal kiloda olup olmadığının göstergesi olarak alınmaktaydı ²⁰⁵. Bu kriter yaygın olarak sporcularda da kullanılmakta ve optimal performansın belirlenmesinde bir kriter olarak kabul edilmekteydi. Ancak vücut ağırlığının vücut kompozisyonunun içeriği

hakkında çok sınırlı bilgi vermesi nedeniyle; vücut yağ oranı ile performans arasında ilişki olup olmadığı araştırılmıştır (Stachenfeld, 1993).

Vücut kompozisyonu genel olarak, yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvılarının orantılı bir şekilde bir araya gelmesinden oluşur (James ve Morrow, 1986; Supugeon vd., 1980). Fizyo-anatomik olarak vücut kompozisyonu kendi içinde iki ana bölüme ayrılmaktadır. Yağsız vücut kitlesi ve yağ kitlesi (Supugeon vd., 1980).

Yağsız vücut kitle; depo edilmiş yağ doku dışında kalan tüm diğer vücut dokularını içerisine almaktadır. Bunlar; kas, kemik, sinir ve hücre dokusu yapısında ve diğer bileşiklerde bulunmakta olup esansiyel yağ dokusu, yağ harici kitlenin parçaları olmaktadır. Yağsız vücut kitle; toplam vücut ağırlığından depo edilmiş yağ kilonun çıkarılması ile elde edilmektedir (Supugeon vd., 1980). Yağ kitle aktif olmayan bir doku olup enerjisinin verimsiz tüketimine yol açmaktadır. Vücut genel olarak yağlı ve yağsız vücut kitlesi (YVK) olmak üzere iki komponentden oluşmaktadır (Spor Hekimliği Dergisi, 1986). Vücuttaki yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesinin toplamı aynı zamanda vücut ağırlığı toplamına eşittir (Şahin, 1997).

İnsan vücudunda bulunan toplam yağ miktarı iki ana bölümden meydana gelir.

- İç organların çevresinde bulunan yağlar. (Esansiyel yağ kaynakları).
- Diğer büyük yağ deposudur (Supugeon vd., 1980).

Yağsız vücut ağırlığı YVA bedenın yağsız bölümü olarak tanımlanmakla birlikte bu ağırlık yaklaşık %3 kadar esansiyel yağ doku içermektedir. Yağsız YVA; Beden kütlesi -Yağ kütlesi şeklinde hesaplanır.

Vücut kompozisyonu önemli bir fiziksel uygunluk parametresidir. Vücut organ ve üyelerde benzerlik olmakla birlikte her insanın birbirinden farklı fiziksel kompozisyonu vardır. Vücuttaki yağ dokuları oranının fazla olması kişinin çalışma kapasitesini düşürür ve vücut hareket halindeyken ekstra yük ekler, hareket serbestliğini kısıtlar. Kalp hastalıklarına ve yüksek tansiyona sebep olur (James ve Morrow, 1986; Şahin, 1997). Depo yağlarının fazla olması maksimum oksijen

kapasitesini olumsuz etkilemekte ve çabuk tükenmesine neden olmaktadır (James ve Morrow, 1986).

Vücut yağ yüzdesi sağlık kriteri olma yanında, sportif performansın önemli bir belirginini olarak kabul edilmektedir (Açıkada ve Ergen, 1990). Vücut yağ oranlarının tespit edilmesinin önemini kavramış birçok ülke çeşitli spor branşları üzerinde araştırmalar yapmışlar ve vücut yağ oranı hesaplamaya yarayan formüller geliştirmişlerdir. Vücut yağı oranı hesaplama formüllerinde toplumsal özellikler ve antropometrik yapı büyük rol oynadığından seçilecek formüle dikkat edilmesi gerekir (Tamer, 1995b).

Yetişkin insanlarda vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde, en pratik yollardan biri de skinfold ölçümlerinin kullanılmasıdır. Çünkü vücut yağının %50 ile %70'i derinin altındaki bölgede yerleşmiş olup, skinfold bölgelerinin doğru seçilmesi, vücudun aşırı yağlanması ile ilişkisi bulunmuştur. Pollock skinfold hesaplamalarında, 3 ile 5 bölgedeki yağ kalınlıklarının toplamı ile yaşa bağlı vücut yoğunlu hesaplamalarının kullanılması, aynı zamanda vücut yoğunluğundan yağ yüzdesinin hesaplanması hususunda gruplara ait geçerli hale getirmek için çapraz karşılaştırma yapılmıştır. Yetişkinlerde yaşa bağlı olarak yağ dağılımı değişebilir. Cinsiyetler arasındaki performans farklılığı kısmen bayanların vücudundaki yağ oranının fazlalığıyla açıklanabilir (Bucher, 1983; James ve Morrow, 1986). Yağsız vücut ağırlığında cinsiyet farkı yaklaşık olarak 14 kg'dır. Bayanlar, erkeklere göre %10–15 daha fazla yağa sahiptir. Eşit vücut ölçüleri için bayanlar erkeklere göre %5–10 daha az vücut ağırlığına ve nispi kas kütesine sahiptirler (Sevim, 1981; Updyke ve Johnson, 1970). Yetişkin erkeklerde vücut yağ oranı, vücut ağırlığının %15 ile %17'sini teşkil ettiği halde, bayanlarda vücut ağırlığının %25'ini teşkil eder (Akgün, 1992; Bucher, 198). Sporcularda bu oranın daha düşük olması ve %10'u aşmaması tercih edilir (Sencer, 1991). Yağsız vücut kitlesi ile kuvvet ve dayanıklılık arasında önemli bir ilişki vardır. Yağ %'sinin fazlalığı sportif faaliyetlerde vücut ağırlığını artırarak performansı düşürdüğü gibi, meydana gelebilecek spor yaralanmalarının sıklığını da artırır (Turaçlar vd., 1997).

Egzersiz vücut yağ kitlesini azaltır. Bu azalmanın derecesi egzersizin tipine, şiddetine ve sıklığına bağlıdır. Vücutta yağ oranı arttıkça, yağsız vücut kitlesi azalır.

1 gr vücut kütleini hareket ettirmek için gerekli oksidatif enerji metabolizması düşmektedir²¹³. Aerobik güç arttıkça vücuttaki yağ oranı düşmektedir (James ve Morrow, 1986; Sheppard ve Pimm, 1975; Shume vd., 1989; Şahin, 1997).

2.3.7.3.6 İzokinetik Test Parametreleri

İzokinetik egzersiz ve değerlendirmede kullanılan temel parametreleri; tork (zirve ve tork, ortalama tork ve açısal spesifik tork), iş ve güç olarak karşımıza çıkar. Tork, hareket ekseninde üretilen dönme kuvvetidir. İş; dönme uzaklığı kuvvet çarpımıdır. Güç ise; işin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan zamandır.

Tork: Kas uyarıldığında kuvvet üretir. Eğer kuvvet hareket eksenini etrafında ölçülürse bulunan kuvvet ‘tork kuvveti’ olarak adlandırılır.

Maksimum Tork (Zirve Tork): Klinik ve bilimsel çalışmalarda en fazla kullanılan izokinetik ölçüm değeridir (Nt.m). Eklem hareketi boyunca kasın kasılması ile oluşturduğu maksimum torktur (Burnie, 1986; Enoka, 1988). Maksimum tork doğru olarak ölçülebilen ve tekrar elde edilebilirliği yüksek bir veridir. Ve izokinetik testlerde kullanımı kabul görmüştür (Kannus, 1992).

Maksimum tork tüm izokinetik ölçümlerde doğruluğu, hassasiyeti ve klinik uygulanabilirliği açısından tüm diğer parametrelere göre en ileri düzeyde olanıdır. Maksimal tork 0 derece/ sn ile 10 derece/ sn arasındaki açısal hızlarda lineer karaktere yakın bir şekilde azalır. Böyle bir azalmanın altında farklı kas fibrillerinin değişik iş yapabilme kapasitesi yatmaktadır. Düşük hızlarda hem I. tip hem de II. Tip fibriller maksimum aktivite edilebilirler ancak artan açısal hızlarla birlikte öncelikle oksidatif fibriller pasifize olmaya başlar daha sonra tip II (a) fibriller inaktivi olurken son olarak tip II (b) fibriller etkisizleşir. Genelde çok yüksek hızlarda tork sıfır olur.

İzokinetik aletler genellikle maksimum torkun oluşturduğu eklem açısını verirler. Artan yüksek test hızlarında bu tork hareketin genişliği dahilinde oluşur. Çok yüksek açısal hızlarda bu bir sorun oluşturabilir, çünkü uyluk eklemi kas performansı için istenen optimum eklem pozisyonunu geçebilir ve böylelikle kayıt edilebilen maksimum tork değerinin maksimum kapasitesini göstermez. Bundan

dolayı eklem pozisyonlarını dikkate almadan farklı hızlarda maksimum tork değerlerini karşılaştırmak kas fonksiyonu hakkında yanlış değerlendirmelere yol açabilir.

Açısal Spesifik (Özel) Tork: İzokinetik dinamometrelerdeki mikro prosesörler maksimal tork dışındaki bir çok kassal parametrelerinin ölçülebilmesini sağlamıştır. Önceden tespit edilmiş açısal spesifik tork (Nt.m) buna iyi bir örnektir. Maksimum torkun oluşturduğu açılara uzak noktalardaki açısal spesifik tork ölçümleri torkun karakteristiği hakkında ek bilgi vermekle birlikte bilimsel değerlerin klinik uygulanabilirliği önemli ölçüde azalmıştır.

Periferik kontrol noktalarındaki tutarsız tork değerlerinin nedeni, hastaların veya atletik olmayan insanların, kas aktivitelerini hareket boyunca kontrol altında tutmaları olabilir. Yukarıdaki açıklamalar ışığında ve açısal spesifik torkun, maksimum tork ölçümlerinden tahmin edilebileceği düşünülürse, açısal spesifik tork analizlerinin kas fonksiyonları hakkında maksimum torka nazaran çok önemli bilgiler vermediği bilinmektedir. Ve özellikle sınır değerlerde rutin olarak kullanılmaması gerekir.

Total ve Maksimum İş: Kasın yaptığı iş en iyi şekilde şöyle tarif edilebilir: (dışarıdan uygulanan kuvvet x uygulandığı mesafe) izokinetik iç açığa karşı (açısal yer değişimine karşı) tork eğrisinin altındaki alan olarak tanımlanır. (total iş = joule) Tüm test tekrarlarında gerçekleştirilen işlerin toplamıdır. Azami iş (joule) en iyi test tekrarındaki iştir. Total iş ve azami iş ölçümleri maksimum tork kadar güvenilir olduğundan klinik uygulamalarda kullanılabilir. Ancak maksimal tork değerinden iyi bir şekilde tahmin edilebildikleri için rutin mukavemet testlerindeki kullanımlar kuşkuludur.

Ortalama ve Maksimum (Zirve) Güç: Kassal güç, kasın birim zamanda yaptığı iştir. Torkun tam tersi olarak izokinetik egzersizlerde açısal hız arttıkça güçte artar. Bu, torktaki düşüşün hızdaki artışın etkisini dengeleyemediğini gösterir. (ortalama güç = joule/sn) Söz konusu kasılmanın yaptığı toplam işin, hareket zamanına bölünmesi ile elde edilir. Maksimum zirve güç (watt), yukarıda açıklanan en iyi test tekrarında yapılan azami işin o tekrardaki süreye bölünmesiyle elde edilir. Klinik izometrik uygulamalar üst ekstremitte, alt ekstremitte ve gövdedeki eklemler

üzerinde kullanılmaktadır. Sporcularda özellikle omuz ve diz eklemlerinde kullanım yaygındır (Kannus, 1994).

Kas kuvveti kişinin kasında belli bir zaman birimi içerisinde oluşturduğu kuvvet veya tork'u ortaya çıkarma yeteneğidir^{88,215}. Bu yetenek esas olarak kasların kasılma gücüne bağlıdır. Kasılma gücünü ortaya çıkarabilecek testlerden biri de statik kuvvetin değerlendirilmesidir. Klinik uygulamalar ve fiziksel uygunluk programlarında kavrama, sırt ve bacak ekstansörleri mekanik ve elektronik dinamometreler, tansiyometre ve modifiye edilmiş sphygmometre ve cybex aleti ile objektif olarak ölçülmektedir (Ergun ve Baltacı, 1992). Isokinetic egzersiz testleri yüzdesel korelasyon ile kas fibrillerindeki hızı göstermektedirler.

2.3.7.4 Diğer Etkenler

Motivasyonel Faktörler: Her sporcunun sahip olduğu kapasitenin bir sınırsal eşiği vardır. Bu eşik antrenmansız sporcularda %60–65, antrenmanlı sporcularda ise %80'ne kadar çıkar. Bundan sonraki güçte motivasyonel güçtür. Yani sporcunun ne derecede iyi motive edilmesiyle ilgilidir (Sevim, 1997).

Yorgunluk: Fiziki çalışma ile insan vücudunda ki mevcut enerji depoları kullanılır. Bu enerji submaksimal yüklenmelerde uzun süre kullanılabilirken maksimal yüklenmelerde kısa zamanda tüketilir. Enerjinin kısa zamanda tüketilmesi, dokularda yoğun olarak artık maddelerin birikimine neden olur. Solunum sayısı ve derinliği ile kalp atım hızının artmasına rağmen, aktivitenin devamı için yeterli miktarda oksijen sağlanamaz. Şiddetli kas çalışması esnasında glikojen laktik aside yıkılır, kan ve kasta laktik asit birikimi başlar. Laktik asit birikiminin fazlalaşması kas kasılmasında zayıflamaya ve dolayısıyla yorgunluğa neden olur. Sportif aktivitelerde kasların çabuk yorulması ve çalışmalarla ortaya çıkan yorgunluk durumu, metabolik atıkların vücutta birikmesiyle yakından ilgilidir (Kaya ve Şenel, 1999). Kasın kasılması yoluyla belirli bir gücün üretilmesinde ya da sürdürülmesinde ortaya çıkan yetersizlik olarak tanımlanır. Maksimal bir sportif verim tüm organların koordineli çalışması ile mümkündür. Bu otonom sinir sistemi ve hormonlardan başlayarak tüm sistemler için geçerlidir. Verimlilik ancak belirli bir süre aynı sınırlarda tutulur, daha sonra yorgunluğa bağlı olarak verim azalır, kısacası

yorgunluk yapılan egzersizin yoğunluğu yani şiddeti ile orantılıdır (Günay ve Cicioglu, 2001).

Toparlanma: Kas kuvvetini etkileyen bir diğer faktör ise yüklenmeden sonra toparlanma yeteneğidir. Bu kas dokusuna oksijen temini, karbondioksit ve diğer atıkların dokudan atılmasına, enerji verici maddelerin ve kas aktivitesi esnasında sarf edilen mineral ve diğer elemanların temini yeniden kasa kuvvet kazandırabilmektedir. Solunum sistemi organizmaya farklı oksijen alsa dahi dolaşım sisteminin dokulara taşıyabileceği maksimal oksijen değeri sınırlıdır. Dolaşım sisteminde kalbin bir dk'da pompalayabileceği kan volümü sınırlıdır. Fakat solunum sistemi bu noktada bile organizmaya daha fazla oksijen alabilecek durumdadır. Bu ifadeden de anlaşıldığı gibi performansı sınırlayan solunum sistemi değil, dolaşım sistemidir (Akgün, 1992). Yorgunluğun giderilmesinde ve erken toparlanmada, kanda ve kasta birikmiş olan laktik asidin uzaklaştırılması önemli faktörlerden birisidir. Buna bağlı olarak erken toparlanma sportif başarının temel unsurlarından biri olarak kabul edilir (Kaya ve Şenel, 1999; Parker, 1989).

Teknik: Hokey branşında ki her seviyede ki oyuncular maç boyunca psiko-motor tekniklere ihtiyaç duyarlar (Boyle, 1994). Sporcunun pozisyonu oyun içerisinde çok yönlü olabilir. Oyuncuların kendi kapasiteleri ölçüsünde kullandıkları çeşitli stiller ile pozisyona göre farklı etkinlikler yapmalarına sebep olmaktadır (Ready ve Van, 1986). Oyun sporlarında teknik eğitimin en verimli olduğu yaş 10–12 yaşlarıdır (Sevim, 1991a). Reily ve Seaton, araştırmalarında top sürerek harcanan enerjinin 15–16 kJ/dk normal koşudan daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir (Reilly ve Seaton, 1990).

2.4. DENGE

Denge, vücut kütlelerinin yere düşmesini önleyen dinamiği anlatan genel bir terimdir. İnsan vücudu için denge, gövdenin yerçekimi, internal ve eksternal kuvvetlerin etkisinde dizilimin korunabilmesi ve gövdeye etkiyen kuvvetler toplamının sıfırlanabilmesidir. Postür ve dengenin sağlanması birbiri ile çok yakın ilişkisi olan olaylardır, fakat aynı şeyler değildirler. Denge, postür muhafazasını da içine alır ve esas itibarıyla kas aktivitesinin koordinasyonudur. Normal dik duruşta

vücut ağırlık merkezi, basınç merkezinin üzerine düşer. Vücudun basınç merkezi, yer tepkime kuvvet vektörünün etki noktasıdır. Normal dik duruşta, bir miktar baş hareketi izlenir. Bu hareket vücut ağırlık merkezinde, bir yer değişimine neden olur. Vücut ağırlık merkezindeki hafif yer değiştirme, yer tepkime kuvvetin de hafif yer değiştirmeye neden olur ki buna postural salınım adı verilir. Bu terim tipik olarak basınç merkezi noktasının büyüklüğünü veya yerçekimi merkezi değişimlerini tanımlamak için kullanılır. Dolayısıyla bu ölçümler statik ve dinamik posturografi olarak tanımlanabilir (Sucan vd., 2005).

Denge, dinlenme ve aktivite anında yer çekimi merkezinin değişikliklerine karşı hızlı ve postüral olarak yapılan uyum olarak da tanımlanmaktadır. Bu uyum, vestibüler, propriyoseptif ve görsel verilerin merkezi sinir sisteminde birleştirilip, değerlendirilmesi ile sağlanmaktadır (Sandrey, 2006; Altay, 2001). Denge, kişinin çeşitli pozisyonlardayken, vücudunu dengede tutabilme yeteneği olarak da adlandırılabilir (Bayramoğlu, 2005).

İlk önemli denge şekilleri, oturma ve ayakta durmadır. Dönme, eğilme, yukarı doğru uzanma, tek ayak üzerinde durma, çocuğun gelişimine paralel olarak ortaya çıkan diğer denge şekilleridir (Kirchner, 2003; Muratlı, 2003).

Denge ve postür birbirlerine çok yakın kavramlar olmasına karşın, aynı şeyler değildirler. Denge kavramı postürü de kapsamaktadır. Denge esas itibariyle kas aktivitesinin koordinasyonudur (Kaya, 2003; Gutin vd., 1992).

Denge, çeviklikte önemli unsurlardan birisi olmakla birlikte (Chelladurai, 1976; Lemmink vd., 2004; Chelladurai vd., 1977), koordinatif yeteneğin de bir bileşenidir. Çeviklik ile statik dengeyi ölçen flamingo denge testi arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulgulanmaktadır. Bu bağlamda, çeviklikte statik dengenin de etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak çeviklik yeteneği, statik dengeden çok dinamik denge özelliğini gerektirir (Brown vd., 2000). Dinamik denge çevikliği olumlu yönde etkileyeceği gibi, çeviklik çalışmalarının da dinamik dengeyi geliştirebileceği düşünülmektedir. İnsanın denge sağlamadaki yeteneği, diğer motor sistemlerin gelişmesinde belirleyici bir etken olarak tanımlanabilir.

2.4.1. Statik Denge

Yer çekimi çizgisinin ve destek yüzeyi genişliğinin ayarlanması ile oluşturulan değişik pozisyonları, sabit bir şekilde sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Hockey, 1981).

Statik Denge Testleri, destek yüzeyi değişmeksizin vücudun stabilitesini koruyarak, değişik pozisyonları sürdürebilme süresi kayıt edilerek yapılmaktadır (Hockey, 1981).

Statik dengede, insanın ayakta dik durabilmesi için vücut ağırlık merkezinden yere doğru inen vektörün, destek alanı merkezinden geçmesi gerekir. Sagittal düzlemde bu vektör, kafada kulak kanalının, karında dördüncü lumbal vertebranın ve dizin önünden, kalçanın ise arkasından geçerek ayakbileğinin 3-3,5 cm. önüne iner (Yalçın ve Özaras, 2001).

Frontal düzlemde ise gövdenin iki ekstremité arasında eşit olarak paylaşılması halinde destek alanı merkezinin tam ortasına düşer. Ancak gerçekte destek alanı merkezi, orta hattın 6 mm kadar sağına kayar. Sağ bacak, sola göre biraz daha fazla yüklenir. Femur boynundaki 120 derece varus açısı, dizdeki 5-7 derecelik valgus açısı ve ayakların 7 derece dışa dönük durması sayesinde destek alanı genişler, stabilite artar (Akman ve Karataş, 2003).

Statik dengenin kurulmasında rol oynayan üç etken; vücut ağırlığı, bağ gerginliği ve kas kasılmasıdır. Yer tepkime kuvveti vektörü (YTKV), kalça ekleminin arkasından, dizin ise önünden geçer ve bu eklemleri ekstansiyona getirir. Dizde arka oblik bağ, kalçada ise iliofemoral bağ adı verilen kapsül ön kısmı bu ekstansiyonu kısıtlar ve kas gücü harcamadan pasif stabilite sağlar. Gerek ayakbileği gerekse subtalar ekleminde bağlar pasif stabiliteye katkıda bulunmaz. Ayakbileği eklemi ayağın ortasında olmayıp topuğa daha yakındır. Önde ayağın kaldıraç kolu metatars başına kadar uzanır ve ayağın gerçek merkezi ayakbileği ekleminin 5 cm önüne düşer. Bu nedenle yer tepkime kuvveti vektörünü bu noktadan geçirmek için ayakbileğinde 5 derece dorsifleksiyon gerekir. Bu dorsifleksiyon hareketini soleus kası kontrol eder. Ayakta dik dururken dengenin sağlanmasında en önemli kas soleustur. Ayakta dik duruşta, kalça ve diz eklemlerinin pasif stabilitesi

sayesinde bu eklemlerde dengeyi korumak için kas aktivitesi gerekmezken, ayakbileği eklemünde soleus kası aktivitesi şarttır (Yalçın ve Özaras, 2001).

2.4.2. Dinamik Denge

Hareket halinde iken vücudun dengesini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Kaya, 2003).

Dinamik Denge Testleri; hareket halinde iken dengenin korunabilme yeteneği incelenmektedir. Değerlendirmede, özel denge tahtaları, denge düzenekleri kullanılmaktadır (Hockey, 1981). Dinamik dengede yürüme, denge ile dengesizlik dönemlerinin birbirini izlediği ritmik bir hareket zinciridir. Yürürken gövde ağırlığı arkadaki bacadan öndekine aktarılır. Aynı zamanda destek alanı merkezi topuktan tabana ve ön ayağa doğru değişir. Yani gövde ağırlığı bir süre topukta, bir süre tabanda ve bir süre de ön ayakta taşınır. Yer tepkimesi kuvveti vektörü yürüme boyunca sürekli yer değiştirir. Yer tepkimesi kuvveti vektörü basan ayağın merkezinden geçtiği anda denge sağlanır, öne doğru ilerlerken bu vektör, destek alanı merkezi dışına düştüğünde denge bozulur (Yalçın ve Özaras, 2001).

Basma fazı başlangıcında ayak gövdenin önündedir. Bu nedenle yer tepkimesi kuvveti vektörü kalçanın önüne, dizin ise arkasına düşer. Her iki eklemdede fleksiyon momenti yaratır. Bu fleksiyonu önlemek için her iki eklemde ekstansör kasları kasılırlar. Basma fazı ortasında yer tepkimesi kuvveti vektörü her iki eklemde merkezinden geçtiğinden pasif ekstansiyon oluşur. Ancak basma fazı sonunda yer tepkimesi kuvveti vektörü ayakbileği eklemine önüne geçtiğinde öne düşmeyi engelleyen plantar fleksör kasların kasılması gerekir. Basma fazı boyunca kaslar yer tepkimesi kuvveti nedeni ile oluşan kalça ve dizdeki fleksiyon, ayak bileğindeki dorsifleksiyon momentini yenmek için çalışırlar (Yalçın ve Özaras, 2001).

Sabit durumdan hareketli duruma geçerken objeye etki eden kuvvetler objenin dengesini bozma çabası içine girerler. Kuvvetin cismin yerçekimi hattına dikey veya bir açı ile uygulaması sonucu, cisim doğrusal (linear) veya açısal (angular) bir şekilde yer değiştirmeye başlar (İnal, 2004).

2.4.3. Denge Pozisyonunun Algılanması

Sahip olduğumuz mükemmel denge sisteminin anahtarı, uzayda kapladığımız yerin algılanmasıdır. Beynimizde, vücudun, uzay içinde bulunduğu yer kusursuz şekilde belirlenir. İnsan boşluktaki oriyantasyonunu sağlamak için primer olarak üç duyuşal sisteme ihtiyaç duyar. Bunlar; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerdir. Denge, beynimizde bu üç kaynaktan gelen verilerin değerlendirilmesiyle sağlanmaktadır (Sharma, 1999; Beard vd., 1993).

Kas-iskelet sisteminizin mükemmel olmasına karşılık dengemiz olmasa, bu mükemmel sistem hiçbir işimize yaramadığı gibi hayatımızı da tehlikeye atar. Vücudumuzu her an kontrol etmekle ve hassas ayarlar yapmakla görevli denge sistemi mevcuttur.

Baş ve vücudun, konumu hakkında bilgi sağlayan üç sistem vardır:

- İç kulaktaki vestibüler,
- Görme duyusu,
- Derin duyu.

Denge sisteminin önemli bir parçası olan vestibüler yapılar, iç kulakta yer alan, küçük ve girift bir sistemdir. Bu sistem, 6,5 mm çapında, içi özel bir sıvı ile dolu yarım daire şeklindeki kanallar ve bu kanalların içini kaplayan algılayıcı tüylü (silli) hücrelerden yapılmıştır. Sistem, dış dünyadaki durumumuz hakkında bilgileri ve her an oluşan değişiklikleri devamlı olarak denge sistemine iletir.

Bir hareket yaptığımızda, iç kulaktaki yarım daire kanallarının içindeki sıvı hareket ettirilir; bu hareket tüycükleri titreştirir. Bu titreşim hücrelerde elektrik sinyali üretilmesine sebep olur. Bu elektrik sinyalleri beyinciğe iletilir; gelen bilgiler her an beyincikte değerlendirilir. Bu sistem, irade ve kontrolümüz dışında devamlı ve düzenli çalışacak şekilde yaratılmıştır. Sistem arızalandığında baş dönmesi gibi denge bozuklukları meydana getirilir.

Çevredeki konumumuz ve çevrenin bize göre durumu ile ilgili bilgiler, görme duyusuyla, beyinciğe ve beyin sapına gönderilir.

Derin duyu, kas iğcikleri ve kas kirişleriyle eklem kapsüllerindeki pozisyon ve hareketlere hassas, gerilim reseptörlerinin aktiviteleriyle açığa çıkan bilgilerdir. Bunlar düzenli olarak merkezî sinir sistemine bilgi iletir. Beyincik, gözlerle birlikte vücuttaki bütün kaslar ve eklemlerden de bilgi alır. Beyincikte bütün bu bilgiler çok hızlı bir şekilde analiz edilir ve vücudun yerçekimine göre konumu hassas şekilde hesaplanır. Kasların nasıl hareket etmesi gerektiği belirlenir. Çıkan cevap kaslara yine sinirler vasıtasıyla emir olarak iletilir. Bu faaliyetler, saniyenin yüzde biri kadar bile sürmeyen bir süre içinde gerçekleşir. Bizler, içimizde gerçekleşen bu faaliyetlerin hiç farkında olmadan rahatlıkla yürür, koşar, en zor hareketleri yaparız.

Hâlbuki bu işlerin tek bir anı için bile vücudumuzda gerçekleştirilen hesaplamalar, binlerce sayfa tutar (Heppelmann vd., 1990).

2.4.3.1. Hareket stratejileri

Bir kişinin dengesi dışsal bir unsur tarafından bozulduğu zaman görsel işitsel ya da duysal işlevlerden biri veya işlevlerin bir kombinasyonu dengeli bir pozisyonu tekrar sağlamak amacıyla ağırlık merkezinin hareketini koordine etmek için kullanılabilir. Bozulma stabilite sınırlarının ötesinde ağırlık merkezinin yerini değiştirdiği zaman, bir adım veya sendeleme reaksiyonu düşmeyi engellemede etkili tek hareket işlevidir. Ağırlık merkezi stabilite sınırları içerisinde kaldığı zaman iki farklı işlev veya işlevlerin kombinasyonu, destek yüzeyi üzerinde ayakların önceki konumu sürdürülürken ağırlık merkezini taşımak için kullanılır. Örneğin; hentbol oyuncusu kaleye şut atarken bir defans oyuncusu tarafından vücut teması ile engellendiğinde bu durum sporcunun dengesini olumsuz yönde etkiler ve bu nedenle sporcunun normal dengesi tehlikeye girer. Sporcu kendisini düşmekten korumak amacıyla stabilite sınırları çerçevesinde ağırlık merkezini doğru konumlandırmak koşuluyla vücudunu düzelterek düşmekten kurtulmalıdır (Grigg ve Hoffman, 1989; Yılmaz ve Gök, 2006).

2.4.4. Dengeyi Etkileyen Faktörler

Yaş; Denge büyük ölçüde içsel yani kişisel farklılıklar altında ele alınmalıdır. Bireysel farklılıklarda yaşa bağlı olarak gelişir ki bu günlük yaşam içerisinde çoğu zaman yapılan aktivitelerin dengenin gelişimi ya da korunması için yeterli olmadığı da bir görüş olarak açıklanabilir.

Kilo; Vücut yağları, futbolcular için sıçramada, hızlı dönüş ve yavaşlamalarda, süratte ve dayanıklılıkta olumsuz bir özelliktir. Bu nedenle yüksek oranda bir vücut yağına sahip olan sporcular maç anında olumsuz olarak etkilenmektedir (Safran vd., 1999). Vücut ağırlığı arttıkça statik denge skorlarının da arttığı, vücut ağırlığının artmasının denge performansını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir (Power ve Howley, 2004).

Düzgün postür; Kişinin vücudunda herhangi bir asimetric durum veya deformite olmadığı zaman postürü normaldir. Düzgün postür,“ Eklemelerin en az yüklenme ile karşı karşıya kalarak ve minimum enerji kullanılarak sağladığı postürdür.” şeklinde tanımlayabiliriz.

Postür, vücudun her kısmının, kendisine bitişik segmente ve bütün vücuda oranla en uygun pozisyonda yerleştirilmesidir. Postürün düzgün olmayışı zamanla kas ve eklemlerde kalıcı değişikliklere ve bunlarda birçok farklı hastalığa neden olur. Bu yüzden düzgün postür bilinmeli ve yaşam boyunca dikkat edilmelidir. Düzgün postürün sağlanmasında ve korunmasında pelvisin pozisyonu anahtar rol oynadığında, düzgün postür, lumbosakral açının 140 derece, sakral ve pelvik açılarının 30 derece olduğu postürdür şeklinde, biyomekaniksel bir yaklaşımla tanımlanabilir (Johansson, 2000).

Eklem Rahatsızlıkları; Eklem iltihapları(arthrose) ve sebep oldukları ağrılar da denge sürecini olumsuz etkiler. Ağrılar kas sistemini oldukça yoğun bir biçimde etkiler bu da doğrudan dengeye yansır. Bu tip hastalıklardan en tipik olanı giving way rahatsızlığıdır. Kasın bölümlerine yansıyan bu durum kasın çalışma sistemine etkide bulunur (Aydoğ vd., 2003).

Düzenli Egzersiz ve Süreci; Bireyin yaşının yanı sıra denge sürecini etkileyen birçok unsur vardır. Düzenli olarak spor yapan yaşlı insanlar hiç spor yapmayan genç insanlara nazaran daha iyi koordinasyon ve denge performansı

gösterdikleri yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Araştırmaların gösterdiği en önemli sonuçlardan birisi de spor ya da antrenman yapmanın denge üzerindeki etkisinin yaştan bağımsız olarak incelenmesi gerekliliğidir (Aydoğ vd., 2003).

Erken yaşta edinilmiş motorik özellikler ve koordinasyon arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Aydoğ vd., 2003; Grigg ve Hoffman, 1989). Testlerin gösterdiği sonuçlar; düzenli olarak spor yapanların hiç spor yapmayanlara nazaran daha iyi sonuç verdiğidir.

Motivasyon ve Konsantrasyon; Yüksek motivasyon dikkat ve konsantrasyon dengenin gücünü arttırmaktadır. Bunların haricinde önemli olan şu durumlarda vardır günlük form grafiği ruh hali ve heyecan gibi içsel sebepler ya da gürültü, ısı görsel ya da dokunarak yapılan yönlendirmeler dış etkenler dengeyi etkiler (Aydoğ vd., 2003).

Yorgunluk ve Madde Kullanımı; Yorgunluk motor koordinasyon eksikliklerinde merkezi sinir yapısını etkileyerek dengenin bozulmasında sorumludur. Ayrıca alkol, nikotin, uyku eksikliği ve çeşitli ilaçlar merkezi sinir sisteminin uyarılma seviyesini etkiler ve değiştirir. Bu süreçte doğrudan sinir-kas yapısının performansını etkiler (Aydoğ vd., 2003).

2.4.5.Dengenin Kontrolü

Vücut dengesinin sağlanması geniş olarak refleks karakterdedir. Bu refleksler çeşitli kaynaklardan gelen afferent impulslar ile uyarılır. Bunlar boyun, gövde ve alt ekstremiteden gelen genel proprioseptif duyular ile vestibuler reseptörlerden gelen özel proprioseptif duyulardır. Ayrıca retinadan görme korteksine akseden duyuların rolü vardır. Baş hareket ettiği zaman krista uyarılır. Ekstremiteler ve gözlerin yardımıyla dengeyi sağlayacak hareket hemen yapılır.

Denge kontrolü, bilinçaltı bir seviyede gerçekleştirilmesine rağmen tamamen otomatik bir süreç değildir. Postural kontrol sistemi beyin ve kas-iskelet sistemi arasında bir geri bildirim kontrol döngüsü olarak işlem yapar. Postural kontrol sisteme sağlanan afferent bilgi kaynakları görsel, işitsel ve duyuşsal inputlardan kolektif olarak gelir. Merkezi sinir sistemi pek çok sensory inputları elde edebilmesine rağmen oryantasyon bilgisi için bir zamanda genellikle sadece bir algıya güvenir. Sağlıklı yetişkinler için, denge kontrolünde tercih edilen duyu,

somatosensory kaynaktan gelir (destek yüzeyi ile temasta ve eklem hareketlerini tespit etmede ayaklar).

Kas koordinasyonu, dengeyi sürdürmek için destekleyici reaksiyonlar oluşturan bacak ve gövde kasları arasında kontraktıl aktivitenin dağılması ve zamansal dizilimi belirleyen süreçlerin toplamıdır.

Bir hareketin karakteristikleri, onun denge bileşenlerinin zorluğunu azaltabilir veya arttırabilir. Örneğin; parmak uçlarında yürüme ile karşılaştırıldığı zaman, normal yürüme, denge için daha az çaba gerektirir. Çünkü destek yüzeyi parmak ucunda yürüme sırasında daha küçüktür. Benzer şekilde aktivitenin yapıldığı çevre, aktivitenin nasıl uygulanması gerektiği hususunda zorunluluklar getirir. Örneğin, karanlık ve bilinmeyen bir odada yürümek, daha kısa, daha dikkatli adımlamalara sebep olacaktır.

Dik postürün stabilizasyonu, koordine edilen postural düzenleyicilerin uygulanması için tamamen kritik olan ve işbirliği içinde çalışan üç duyardan afferent bilgilerin dâhil edilmesini gerektirir. Bir unsurun bozulması genellikle geriye kalan ikisi tarafından telafi edilir. Sıklıkla, sistemlerin biri farklı yüzeyler veya görsel duyarlıkta değişmeler ve çevresel görünüm hakkında yetersiz veya kusurlu bilgi sağlar. Bu durumda dengeyi sürdürebilmek için doğru ve kesin bilgiyi diğer duylardan birinin sağlaması çok önemlidir. Örneğin, bir hareketli platform veya köpük bir yüzey üzerinde durulması gibi somatosensory uyumsuzluk mevcut olduğu zaman, gözler kapalı durumdayken açık duruma göre denge önemli şekilde azalır (Grigg ve Hoffman, 1989).

Statik veya dinamik postür için gerekli olan kas kuvveti, postür tipine ve kişinin fiziki özelliklerine göre değişir. Genellikle kullanılan kas grupları, yer çekiminin etkisine karşı koyarak, vücudu dik bir pozisyonda tutan kaslardır(Yılmaz ve Gök, 2006).

2.4.6. Dengenin Sporsal Önemi

Spor branşlarının gerektirdiği denge özelliklerini inceleyen ve farklı branştan sporcuların denge performanslarını karşılaştıran yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır.

Sporda denge iç ve dış girdilerin bütünleştirilmesini gerektirir. Elit sporcuların branşları gereği, gelişen denge kontrolü sergiledikleri bilinmekte ve belirtilmektedir. Uzun bir zaman periyodunda bir sporu ya da egzersizi öğrenme ve antrenman yapmak günlük yaşam aktivitelerinde dinamik ve statik postüral kontrolün etkinliğinin gelişmesine ve dengenin daha sağlamlaşmasına sebebiyet verir.

Bir kişinin dengesi dışsal bir unsur tarafından bozulduğu zaman görsel işitsel ya da duysal işlevlerden biri veya işlevlerin bir kombinasyonu dengeli bir pozisyonu tekrar sağlamak amacıyla ağırlık merkezinin hareketini koordine etmek için kullanılabilir. Örneğin; hentbol oyuncusu kaleye şut atarken bir savunma oyuncusu tarafından vücut teması ile engellendiğinde bu durum sporcunun dengesini olumsuz yönde etkiler ve bu nedenle sporcunun normal dengesi tehlikeye girer. Sporcu kendisini düşmekten korumak amacıyla stabilite sınırları çerçevesinde ağırlık merkezini doğru konumlandırmak koşuluyla vücudunu düzelterek düşmekten kurtulmalıdır (Grigg ve Hoffman, 1989; Yılmaz ve Gök, 2006).

Uygun antrenman tekniklerinin kullanılması denge ve koordinasyon antrenmanlarına ağırlık verilmesi spor yaralanmalarından korunmada önemli olmasına karşın travma sonrası rehabilitasyonda normal hareket akışına ulaşması, kuvvetin yerine konulması, dayanıklılığın ve süratin tekrar kazanılması açısından önem kazanmaktadır.

Denge ve koordinasyon testleri ile mevcut eksiklikler belirlendikten sonra, bunların giderilmesine yönelik hazırlanacak programlar ile optimal performansın yakalanması hedeflenmektedir. Sporsal bir pozisyonda veya hareket sırasında postür ve dengenin devam ettirilmesi ve kontrol edilmesi fiziksel aktivite için temeldir. Denge aynı zamanda koordinasyonu da beraberinde getireceğinden çok daha akıcı ve aktif bir performans ortaya konmasında büyük rol oynar (Neumann, 2002).

Sportif denge yeteneği, özellikle vücudun ağırlık merkezinin değişmesi nedeniyle dengenin bozulması gibi, dar dayanma alanlarının olduğu ve dengenin

kolaylıkla bozulabileceği koşullarda ortaya çıkan motorik sorunların aşılmasına da yarar (<http://www.militarypentathlon.org/public/milpent/images/download/>, Erişim Tarihi: 11.10.2013). Performansı etkileyen bazı faktörler arasında; farklı spor dallarında yarışan sporcuların, birbirinden çok farklı vücut ağırlığı, boy, kas kitlesi, yağsız vücut kitlesi, yağ yüzdesine ve hatta vücut propsepsiyonuna sahip olduğu ve bununla birlikte vücut kompozisyonunun performansla ilişkili olduğu bilinmektedir (Günay vd., 2006; Forwell ve Carnahan, 1996).

Sportif anlamda başarı sağlamak, hem statik hem de dinamik denge koşullarını eksiksiz sağlamayı gerektirir. Motor yeteneklerin başarılmasında uygun denge kontrolü, spor uygulamalarında uygun yer değiştirme, hareket adaptasyonu ve yeterli el, kol veya baş hareketleri, bozulan hareket ve teknikler, dik duruş sürdürülürken ağırlık merkezinin yer değiştirmelerini en aza indiren sinerjist kaslara dayanmaktadır (http://www.cism-milspport.org/eng/002_ABOUT_CISM/intro.asp, Erişim Tarihi: 10.11.2013). Her sporcunun antrenman düzeyi ilerledikçe, denge seviyesinde belirli bir artış meydana geldiği gözlenmektedir.

Dengenin sportif becerilerde sporcular arasındaki performans ayrımında bir etken olabileceği yapılan çalışmalarla desteklenmekte olup motor becerilerin sergilendiği bedensel gelişim için pozitif yönde bir ivme kazandırdığı düşünölmektedir (Aydın vd., 2002; Yılmaz ve Gök, 2006).

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOD

3.1. DENEKLERİN ÖZELLİKLERİ

Çalışmaya halen aktif olarak spor yapan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 15 erkek sporcu öğrenci ve 15 kadın sporcu öğrenci dahil edildi. Araştırmaya katılan erkek sporcu öğrencilerin yaşları ortalaması 22,93±3,53 yıl, boyları 179,00±7,09cm, vücut ağırlıkları 78,86 ±12,40 kg ve vücut kitle indeksleri 24,49±2,46 kg/m² ; bayan sporcu öğrencilerin yaşları ortalaması,21,20±1,56 yıl, boyları 165,33±5,24 cm, vücut ağırlıkları 56,93±5,20 kg ve vücut kitle indeksleri 20,82±1,48 kg/ kg/m² ortalamalarına sahiptirler.

3.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı sporcularda anaerobik yorgunluğun denge ve kuvvet üzerine olan etkilerini çeşitli değişkenler yardımıyla belirlemektir.

3.3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Sporcuların fiziksel kapasitelerinin bilinmesi, sporculara uygulanacak antrenman programı açısından çok önemlidir. Günümüzde spor büyük bir sosyal olay haline gelmiştir. Spor, bilimsel esaslara uyarak yapılan planlamalarla önemli bir sektör olarak gelişimini sürdürmektedir. Ayrıca, sağlık açısından önemli olan düzenli egzersiz yapma alışkanlığını kazanma şeklinde değerlendirilebilir. Spor, insanları gündelik işlerindeki yoğunluktan, gün içerisinde birikmiş negatif enerjiden, stresten uzaklaşmaya ve vücut için gerekli olan hareketliliği kazanmamıza yardımcı olur.

3.4. ÇALIŞMANIN EVREN VE ÖRNEKLEMİ

Bu çalışmanın evrenini 2012-2013 eğitim öğretim yılında Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan öğrenciler oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini de 2012-2013 eğitim öğretim yılında Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan ve herhangi bir branşta sportif faaliyet gösteren 15 bayan, 15 erkek öğrenci oluşturmuştur.

3.5. VERİ TOPLAMA YÖNTEMLERİ

Çalışmada yer alacak deneklere, araştırmanın amacı ve önemiyle ilgili açıklama yapıldıktan sonra test protokolleri ve testlere girmeden önce yapılması gerekenler hakkında bilgi verildi. Tüm deneklerin ölçümleri Niğde Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 18-20 °C ısıda, saat 10.00 ile 13.30 arasında uygulanmasına dikkat edildi.

3.6. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

3.6.1. Boy ve Vücut ağırlığı Ölçümleri

Deneklerin boyları çıplak ayak Medikaplus marka ecza tipi boy ölçüm aleti ile santimetre olarak '*cm*' ölçülmüştür.

Vücut ağırlıkları ise 100 gram hassaslık derecesine göre ölçüm yapan Cendix CX-7005 model dijital tartı aleti kullanılarak '*kg*' cinsinden tişört,şort ve çıplak ayakla ölçülmüştür.

3.6.2. Beden Kitle İndeksi(BKİ)

Deneklerin Beden Kitle İndeksleri, vücut ağırlıklarının boy ölçümlerinin karesine oranı $[BKİ:Vücut\ Ağırlığı/(Boy)^2]$ formülüyle hesaplanarak bulunmuştur.

3.6.3. Anaerobik Yorgunluk

Anaerobik güç wingate anaerobik güç testi ile Monark Ergomedic 839 E bisiklet ergometresinde bacaklara yönelik yapıldı. Test süresi 30 saniyedir Ergometre direnci teste başladıktan 2-3 saniye sonraya ayarlandı, test başladıktan sonra denekler mümkün olduğu kadar hızlı pedal çevirerek maksimum kuvvetlerini kullanmaları sağlandı ve bitiminde direk denge testine tabi tutuldular.

Fotoğraf 3.6.3.1. Monark 839 E bisiklet ergometresinde ölçüm alınırken.



3.6.4. Denge ölçümleri

Denge testleri 30 saniyelik wingate anaerobik güç testinden önce ve sonra yapıldı. İlk önce sporcular dinlenmiş durumdayken denge ölçümleri alındı, daha sonra 30 saniyelik wingate anaerobik güç testinden hemen sonra yapıldı. Sporcu önce kıyafetsiz, hafif bir spor kıyafetiyle, ısındıktan ve bir miktar esnetme yaptıktan sonra denge testine alındı.

Test protokolüne Tecno Body Prokin Kullanma kılavuzu kullanılarak gerçekleştirilmiş olup deneklerin denge testine girmeden önce Tecno Body Prokin aletine alışkanlıklarının sağlanması için cihazın uygulamalarında yer alan oyunlar oynatılarak adaptasyon süreçleri sağlanmıştır. Tecno Body Prokin marka denge aletinde üç kademeli zorluk derecesi (easy,normal,hard) bulunmaktadır. Yapmış olduğumuz çalışmada alet (medium) normal derecelendirmeye ayarlandıktan sonra ölçümlere başlanmıştır.

Tecno Body Prokin sisteminde pnomatik sistem üzerinde duran bir platform üstünde bireyin ayakları omuz hizasında, eller yanda serbest ve gözler açık şekilde 30 sn süre ile sabit durarak statik denge ölçümü yapıldı. Aynı şekilde monitörde görülen saat yönünde daire çizen hareketli hedef nokta üzerinde kalmayı amaçlayarak 30 sn süreyle sabit durarak statik denge ölçümü yapıldı. Aynı şekilde monitörde görülen saat yönünde daire çizen hareketli hedef nokta üzerinde kalmayı amaçlayarak 30 sn süreyle bireyin vucut ağırlığını sürekli olarak sola, sağa öne ve arkaya kaydırmasıyla dinamik denge ölçümü yapıldı. Her iki test esnasında denekler sürekli monitörden platform alanı üzerinde kendi ağırlık merkezlerinin yer değişimini gösteren işaretin hedef noktaya göre pozisyonunu takip ederek feedback aldılar.

Fotoğraf 3.6.4.1. Tecno Body Prokin denge sisteminde ölçüm değerleri alınırken



3.6.5. Kuvvet Ölçümleri

SportExpert marka bacak/sırt dinamometresi ile kuvvet ölçümleri yapılmıştır. Deneklere 10 dakika ısınma hareketi yaptıktan sonra dizler hafif bükülü pozisyonda, dinamometre sehpasının üzerinde ayaklarını yerleştirmeleri istendi. Denekten ayakta belden öne doğru 90'derecelik bir açı pozisyonunda durarak kolları bükülmeden, gövde hafifçe öne eğilerek dinamometre tutuş barını iki eli ile tutup tüm gücünü

kullanarak maksimum oranda yukarı çekmeleri istendi. Deneğe aralarında yeterli dinlenme süreleri verilerek üç deneme hakkı verildi. Dinamometre her denemeden sonra sıfırlandı, değerlendirmeye en iyi değer "kg" olarak kaydedilmiştir.

Fotoğraf 3.6.5.1.SportExpert marka dinamometre ile kuvvet ölçümleri alınırken.



3.7. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ölçüm esnasında düzenli bir şekilde kayıt edilmiştir. Elde edilen veriler daha sonra bilgisayar ortamında SPSS 18,0 paket programına aktarılmıştır. Deneklerin kişisel bilgileri frekans dağılımı ve yüzdesel olarak analiz edilmiş olup, vücut kitle endeksleri $[BKİ:Vücut \text{ Ağırlığı}/(Boy)^2]$ formülüne göre Microsoft Excel ortamında hesaplanmıştır.

Deneklerin denge ve kuvvet parametreleri frekans, aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri verilerek incelenmiştir. Deneklerin ölçüm sonuçları iki değişkenli olan verilerde t-testi, ikiden fazla değişkenli olanlarda ANOVA analizi ile karşılaştırılmıştır. Deneklerin denge parametrelerinin aralarındaki ilişki Pearson Korelasyon analizi ile incelenerek % 0,01 ve % 0,05 önem seviyelerinde ilişkiler belirtilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Tablo 4.1 Deneklerin özelliklerini gösterir tablo

Değişkenler	Cinsiyet	N	X	Sd	T	P
Yaş (yıl)	Kadın	15	21,2000	1,56753	-1,736	,094
	Erkek	15	22,9333	3,53486		
Boy (metre)	Kadın	15	1,6533	,05246	-6,001	,000
	Erkek	15	1,7900	,07091		
Vücut ağırlığı (kg)	Kadın	15	56,9333	5,20256	-6,313	,000
	Erkek	15	78,8667	12,40891		
BKI (kg/m ²)	Kadın	15	20,8215	1,48672	-4,942	,000
	Erkek	15	24,4929	2,46336		

Tablo 4.1’de katılımcıların yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle endeksleri verilmiştir. Bulunan sonuçlara göre bayanların yaşları 21,20±1,56 yıl, boyları 165,33±5,24 cm, vücut ağırlıkları 26,93±5,20 kg ve vücut kitle endeksleri 20,82±1,48 kg/m²; erkeklerin yaşları 22,93±3,53 yıl, boyları 179,00±7,09 cm, vücut ağırlıkları 78,86±12,40 kg ve vücut kitle endeksleri 24,49±2,46 kg/m² olarak bulunmuştur.

Deneklerin cinsiyetlerine göre yaşları (p=0,094) arasında bir farklılık tespit edilmezken, boyları arasında (p=0,000), vücut ağırlıkları arasında (p=0,000) ve vücut kitle endeksleri arasında (p=0,000) p<0,05 düzeyinde istatistiki farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 4.2 Deneklerin anaerobik güç ve kapasitelerinin cinsiyetlere göre karşılaştırılması

Değişkenler	Cinsiyet	N	X	Sd	T	P
Anaerobik Güç (kgm/san)	Kadın	15	104,2667	11,57255	-6,917	,000
	Erkek	15	141,3333	20,07012		
Anaerobik Kapasite	Kadın	15	210,2667	41,20760	-,833	,412
	Erkek	15	225,5333	57,83087		

Tablo 4.2’de deneklerin anaerobik güç ve anaerobik kapasite bulguları verilmiştir. Kadınların anaerobik güçleri $104,26 \pm 11,57$ kgm/san, anaerobik kapasiteleri $210,26 \pm 41,20$ olup, erkeklerin anaerobik güçleri $141,33 \pm 20,04$ kgm/san, anaerobik kapasiteleri $225,53 \pm 57,83$ ’dür.

Deneklerin cinsiyetlerine göre yapılan karşılaştırmada erkek ve bayanların anaerobik güçleri arasında ($p=0,000$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmişken, anaerobik kapasiteleri arasında ($p=0,412$) herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.3. Cinsiyetlere göre öntest ölçüm değerlerinin farklılıklarını gösteren tablo

Değişkenler	Cinsiyet	N	X	Sd	T	P
Bacak Kuvveti	Kadın	15	91,9000	18,61662	-8,419	,000
	Erkek	15	167,7667	29,52231		
PL	Kadın	15	437,6867	158,67137	,985	,333
	Erkek	15	373,9827	193,85372		
AGP	Kadın	15	19,2473	16,14917	,713	,482
	Erkek	15	15,2227	14,72040		
MS	Kadın	15	16,3187	4,90250	1,866	,073
	Erkek	15	12,7767	5,47956		
MEC-AP	Kadın	15	,0133	2,41470	-,100	,921
	Erkek	15	,0867	1,48542		
MEC-ML	Kadın	15	,0573	1,93765	1,738	,093
	Erkek	15	-1,4567	2,76281		
Statik Denge (ön-arka)	Kadın	15	,2467	4,04367	,040	,969
	Erkek	15	,1933	3,26266		
Statik Denge (sağ-sol)	Kadın	15	,6467	3,92244	1,790	,084
	Erkek	15	-2,4987	5,55999		
Dinamik Denge (ön-arka)	Kadın	15	3,3800	6,99563	,564	,578
	Erkek	15	2,1000	5,33345		
Dinamik Denge (sağ-sol)	Kadın	15	2,5067	5,83799	,737	,467
	Erkek	15	,8600	6,38836		

Tablo 4.3’de deneklerin cinsiyetlerine göre öntest ölçüm değerleri ve aralarındaki farklılıklar gösterilmiştir. Bulunan sonuçlara göre kadınların bacak kuvvetleri $91,90 \pm 18,61$, erkeklerin bacak kuvvetleri $167,76 \pm 29,52$ bulunmuş olup, erkek ve bayanların bacak kuvvetleri öntest sonuçlarında ($p=0,00$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Kadınların Perimeter Length (PL) değeri $437,68 \pm 158,67$; erkeklerin PL değeri $373,98 \pm 193,85$ ölçülmüş olup, erkek ve bayanların PL öntest sonuçlarında ($p=0,333$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Area Gap Percentage (AGP) öntest sonuçları $19,24 \pm 16,14$, erkeklerin AGP öntest sonuçları $15,22 \pm 14,72$ ölçülmüş olup; erkek ve kadınların AGP öntest sonuçları arasında ($p=,482$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Medium Speed (MS) öntest sonuçları $16,31 \pm 4,90$, erkeklerin MS öntest sonuçları $12,77 \pm 5,47$ olarak ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların MS öntest sonuçları arasında ($p=0,073$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Medium Equilibrium Center-AP (MEC-AP) öntest sonuçları $0,01 \pm 2,41$, erkeklerin MEC-AP öntest sonuçları $0,08 \pm 1,48$ olarak ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların MEC-AP öntest sonuçları arasında ($p=0,921$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Medium Equilibrium Center-ML (MEC-ML) öntest sonuçları $0,05 \pm 1,93$, erkeklerin MEC-ML öntest sonuçları $-1,45 \pm 2,76$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınları MEC-ML öntest sonuçları arasında ($p=0,093$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların ön-arka statik denge öntest sonuçları $0,24 \pm 4,04$, erkeklerin ön-arka statik denge öntest sonuçları $0,19 \pm 3,26$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların ön-arka statik denge öntest sonuçları arasında ($p=0,969$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların sağ-sol statik denge öntest sonuçları $0,64\pm 3,92$, erkeklerin sağ-sol statik denge öntest sonuçları $-2,49\pm 5,55$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların sağ-sol statik denge öntest sonuçları arasında ($p=0,084$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların ön-arka dinamik denge öntest sonuçları $3,38\pm 6,99$, erkeklerin ön-arka dinamik denge öntest sonuçları $2,10\pm 5,33$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların ön-arka dinamik denge öntest sonuçları arasında ($p=0,578$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların sağ-sol dinamik denge öntest sonuçları $2,50\pm 5,83$, erkeklerin sağ-sol dinamik denge öntest sonuçları $0,86\pm 6,38$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların sağ-sol dinamik denge öntest sonuçları arasında ($p=0,467$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.4 Cinsiyetlere göre son test ölçüm değerlerinin farklılıklarını gösteren tablo

Değişkenler	Cinsiyet	N	X	Sd	T	P
Bacak Kuvveti	Kadın	15	98,8007	21,18895	-5,627	,000
	Erkek	15	160,5667	36,85825		
PL	Kadın	15	419,4920	156,38655	-,113	,911
	Erkek	15	426,4313	178,82725		
AGP	Kadın	15	11,9400	13,20892	-1,483	,149
	Erkek	15	19,4840	14,62686		
MS	Kadın	15	20,0327	19,79647	1,310	,201
	Erkek	15	12,9853	6,49464		
MEC -AP	Kadın	15	1,0080	2,01718	,314	,756
	Erkek	15	,8073	1,43213		
MEC-ML	Kadın	15	,2380	1,60411	1,235	,227
	Erkek	15	-,3947	1,16688		
Statik Denge (ön-arka)	Kadın	15	-1,1200	5,07490	-,431	,670
	Erkek	15	-,3667	4,47863		
Statik Denge (sağ-sol)	Kadın	15	,7933	5,36543	,405	,689
	Erkek	15	,1333	3,33631		
Dinamik Denge (ön-arka)	Kadın	15	2,3933	6,15194	-2,565	,016
	Erkek	15	7,0533	3,41234		
Dinamik Denge (sağ-sol)	Kadın	15	1,1400	4,43844	1,730	,095
	Erkek	15	-2,0033	5,46242		

*P<0,05

Tablo 4.4’de deneklerin cinsiyetlerine göre son test ölçüm değerleri ve aralarındaki farklılıklar gösterilmiştir. Bulunan sonuçlara göre kadınların bacak kuvvetleri $98,80 \pm 21,18$, erkeklerin bacak kuvvetleri $160,56 \pm 36,85$ bulunmuş olup, erkek ve bayanların bacak kuvvetleri son test sonuçlarında ($p=0,00$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Kadınların Perimeter Length (PL) değeri $419,49 \pm 156,38$; erkeklerin PL değeri $426,43 \pm 178,82$ ölçülmüş olup, erkek ve bayanların PL değeri son test sonuçlarında ($p=0,911$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Area Gap Percentage (AGP) son test sonuçları $11,94 \pm 13,20$, erkeklerin AGP son test sonuçları $19,48 \pm 14,62$ ölçülmüş olup; erkek ve kadınların AGP son test sonuçları arasında ($p=,149$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Medium Speed (MS) son test sonuçları $20,03 \pm 19,76$, erkeklerin MS son test sonuçları $12,98 \pm 6,49$ olarak ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların MS son test sonuçları arasında ($p=0,201$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Medium Equilibrium Center-AP (MEC-AP) son test sonuçları $1,00 \pm 2,01$, erkeklerin MEC-AP son test sonuçları $0,08 \pm 1,43$ olarak ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların MEC-AP son test sonuçları arasında ($p=0,756$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların Medium Equilibrium Center-ML (MEC-ML) son test sonuçları $0,23 \pm 1,60$, erkeklerin MEC-ML son test sonuçları $-0,39 \pm 1,16$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınları MEC-ML son test sonuçları arasında ($p=0,227$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların ön-arka statik denge son test sonuçları $-1,12 \pm 5,07$, erkeklerin ön-arka statik denge son test sonuçları $-0,36 \pm 4,47$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların ön-arka statik denge son test sonuçları arasında ($p=0,670$) $p < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların sağ-sol statik denge son test sonuçları $0,79\pm5,36$, erkeklerin sağ-sol statik denge son test sonuçları $0,13\pm3,33$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların sağ-sol statik denge son test sonuçları arasında ($p=0,689$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Kadınların ön-arka dinamik denge son test sonuçları $2,39\pm6,15$, erkeklerin ön-arka dinamik denge son test sonuçları $7,05\pm3,41$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların ön-arka dinamik denge son test sonuçları arasında ($p=0,016$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Kadınların sağ-sol dinamik denge son test sonuçları $1,14\pm4,43$, erkeklerin sağ-sol dinamik denge son test sonuçları $-2,00\pm5,46$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların sağ-sol dinamik denge son test sonuçları arasında ($p=0,095$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.5. Erkeklerin öntest ve son test değerlerinin karşılaştırmalı olarak gösteren tablo

	Test	N	\bar{X}	SS	T	p
Bacak Kuvveti	Öntest	15	167,7667	29,52231	1,541	,146
	Sontest	15	160,5667	36,85825		
PL	Öntest	15	373,9827	193,85372	-,960	,353
	Sontest	15	426,4313	178,82725		
AGP	Öntest	15	15,2227	14,72040	-1,549	,144
	Sontest	15	19,4840	14,62686		
MS	Öntest	15	12,7767	5,47956	-,154	,880
	Sontest	15	12,9853	6,49464		
MEC-AP	Öntest	15	0,0867	1,48542	-1,889	,080
	Sontest	15	0,8073	1,43213		
MEC-ML	Öntest	15	-1,4567	2,76281	-1,566	,140
	Sontest	15	-0,3947	1,16688		
Statik Denge (ön-arka)	Öntest	15	0,1933	3,26255	,467	,648
	Sontest	15	-,3667	4,47863		
Statik Denge (sağ-sol)	Öntest	15	-2,4987	5,55999	-1,406	,181
	Sontest	15	,1333	3,33631		
Dinamik Denge (ön-arka)	Öntest	15	2,1000	5,33345	-3,335	,005**
	Sontest	15	7,0533	3,41234		
Dinamik Denge (sağ-sol)	Öntest	15	0,8600	6,38836	1,383	,188
	Sontest	15	-2,0033	5,46242		

P<0,05* ve P<0,01**

Tablo 4.5’de erkek deneklerin öntest ve sontest ölçüm değerleri gösterilmiştir. Bulunan sonuçlara göre erkeklerin bacak kuvvetleri öntest değerleri $167,76 \pm 29,52$, son test değerleri $160,56 \pm 36,85$; Perimeter Length (PL) ön test sonuçları $373,98 \pm 193,85$, son test sonuçları $426,43 \pm 178,82$; Area Gap Percentage (AGP) ön test değerleri $15,22 \pm 14,72$, son test sonuçları $19,48 \pm 14,62$; Medium Speed (MS) ön test sonuçları $12,77 \pm 5,47$, son test sonuçları $12,98 \pm 6,49$; Medium Equilibrium Center-AP (MEC-AP) ön test sonuçları $0,08 \pm 1,48$, son test sonuçları $0,80 \pm 1,43$; Medium Equilibrium Center-ML (MEC-ML) ön test sonuçları $-1,45 \pm 2,76$, son test sonuçları $-0,39 \pm 1,16$; ön-arka statik denge ön test sonuçları $0,19 \pm 3,26$, son test sonuçları $-0,36 \pm 4,47$; sağ-sol statik denge ön test sonuçları $-2,49 \pm 5,55$, son test sonuçları $0,13 \pm 3,33$; ön-arka dinamik denge ön test sonuçları $2,10 \pm 5,33$; son test sonuçları $7,05 \pm 3,41$; sağ-sol dinamik denge ön test sonuçları $0,86 \pm 6,38$, son test sonuçları $-2,00 \pm 5,46$ ölçülmüştür.

Çıkan sonuçlara göre, erkeklerin ön test ve son test ölçüm değerlerini karşılaştırmalı olarak incelediğimizde, erkeklerin dinamik dengede öne arkaya ön test ve son test ölçüm değerlerinin karşılaştırılmasında $P < 0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiş olup, diğer değerleri ön test sontest karşılaştırmalı olarak incelediğimizde anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.6. Kadınların ön test ve son test değerlerinin karşılaştırmalı olarak gösteren tablo

	Test	N	\bar{X}	SS	t	p
Bacak Kuvveti	Öntest	15	91,9000	18,61662	-1,619	,128
	Sontest	15	98,8007	21,18895		
PL	Öntest	15	437,6867	158,67137	,327	,749
	Sontest	15	419,4920	156,38655		
AGP	Öntest	15	19,2473	16,14917	1,776	,098
	Sontest	15	11,9400	13,20892		
MS	Öntest	15	16,3187	4,90250	-,667	,516
	Sontest	15	20,0327	19,79647		
MEC –AP	Öntest	15	0,0133	2,41470	-1,176	,259
	Sontest	15	1,0080	2,01718		
MEC –ML	Öntest	15	0,0573	1,93765	-,412	,686
	Sontest	15	0,2380	1,60411		
Statik Denge (ön-arka)	Öntest	15	,2467	4,04367	,656	,523
	Sontest	15	-1,1200	5,07490		
Statik Denge (sağ-sol)	Öntest	15	0,6467	3,92244	-,086	,932
	Sontest	15	0,7933	5,36543		
Dinamik Denge (ön-arka)	Öntest	15	3,3800	6,99563	,436	,669
	Sontest	15	2,3933	6,15194		
Dinamik Denge (sağ-sol)	Öntest	15	2,5067	5,83799	,698	,497
	Sontest	15	1,1400	4,43844		

P<0,05* ve P<0,01**

Tablo 4.6'da kadınların deneklerin ön test ve son test ölçüm değerleri gösterilmiştir. Bulunan sonuçlara göre kadınların bacak kuvvetleri ön test değerleri $91,90 \pm 18,61$, son test değerleri $98,80 \pm 21,18$; Perimeter Length (PL) ön test sonuçları $437,68 \pm 158,67$, son test sonuçları $419,49 \pm 156,38$; Area Gap Percentage (AGP) ön test değerleri $19,24 \pm 16,14$, son test sonuçları $11,94 \pm 13,20$; Medium Speed (MS) ön test sonuçları $16,31 \pm 4,90$, son test sonuçları $20,03 \pm 19,79$; Medium Equilibrium Center-AP (MEC-AP) ön test sonuçları $0,01 \pm 2,41$, son test sonuçları $1,00 \pm 2,01$; Medium Equilibrium Center-ML (MEC-ML) ön test sonuçları $0,05 \pm 1,93$, son test sonuçları $-0,23 \pm 1,60$; ön-arka statik denge ön test sonuçları $0,24 \pm 4,04$, son test sonuçları $-1,12 \pm 5,07$; sağ-sol statik denge ön test sonuçları $0,64 \pm 3,92$, son test sonuçları $0,79 \pm 5,36$; ön-arka dinamik denge ön test sonuçları $3,38 \pm 6,99$; son test sonuçları $2,39 \pm 6,15$; sağ-sol dinamik denge ön test sonuçları $2,50 \pm 5,83$, son test sonuçları $1,14 \pm 4,43$ ölçülmüştür.

Bulunan sonuçları incelediğimizde; kadınların, ön test ve son test değerlerini karşılaştırdığımızda anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 4.7 Deneklerin farklı ölçümlerdeki ilişkilerini gösterir tablo

Bacak Kuvveti (öntest)-Anaerobik Güç	Pearson Korelasyon	,665**
	P	,000
	N	30
Bacak Kuvveti (öntest)-Anaerobik Kapasite	Pearson Korelasyon	,300
	P	,107
	N	30
Anaerobik Güç-Anaerobik Kapasite	Pearson Korelasyon	,326
	P	,079
	N	30
Bacak Kuvveti (sontest)-Anaerobik Güç	Pearson Korelasyon	,599**
	P	,000
	N	30
Bacak Kuvveti (sontest)-Anaerobik Kapasite	Pearson Korelasyon	,261
	P	,164
	N	30

** p<0,01

Tablo 4.7’de deneklerin farklı ölçüm sonuçlarındaki ilişki gösterilmiştir. Bulunan sonuçlara göre deneklerin bacak kuvveti öntest sonuçları ile anaerobik güçleri arasında % 0,01 önem seviyesinde pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki; bacak kuvveti sontest sonuçları ile anaerobik güçleri arasında pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki bulunmuştur.

Tablo 4.8. Katılımcıların denge ön test ve denge son test arasındaki ilişkiyi gösteren tablo

PL (öntest)	Pearson Korelasyon	,227
PL (son test)	P	,228
	N	30
AGP (öntest)	Pearson Korelasyon	,516**
AGP (son test)	P	,004
	N	30
MS (öntest)	Pearson Korelasyon	,066
MS (son test)	P	,729
	N	30
MEC-AP (öntest)	Pearson Korelasyon	,087
MEC-AP(son test)	P	,646
	N	30
MEC-ML (öntest)	Pearson Korelasyon	,454*
MEC-ML(son test)	P	,012
	N	30
STATİK DENGEDE ÖN-ARKA (öntest)	Pearson Korelasyon	-,198
STATİK DENGEDE ÖN-ARKA (son test)	P	,293
	N	30
STATİK DENGEDE SAĞ-SOL (öntest)	Pearson Korelasyon	-,081
STATİK DENGEDE SAĞ-SOL (son test)	P	,671
	N	30
DİNAMİK DENGEDE ÖN-ARKA (öntest)	Pearson Korelasyon	,076
DİNAMİK DENGEDE ÖN-ARKA (son test)	P	,688
	N	30
DİNAMİK DENGEDE SAĞ-SOL (öntest)	Pearson Korelasyon	,063
DİNAMİK DENGEDE SAĞ-SOL (son test)	P	,739
	N	30

** p<0,01

* p<0,05

Tablo 4.8’de deneklerin denge ön test ve son test sonuçları arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bulunan sonuçlara göre Area Gap Percentage (AGP) öntest ve sontest sonuçları arasında % 0,01 önem seviyesinde pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki, Medium Equilibrium Center-ML (MEC-ML) öntest ve sontest sonuçları arasında % 0,05 önem seviyesinde pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır.

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Balter ve diğerleri (2004), elit sporcuların üstün denge yeteneğine sahip olduklarını ve antrenmanların sporcuların motor cevaplarını etkilediğini belirtmiştir.

Bressel ve diğerleri (2007), yaptığı çalışmada futbol, basketbol ve cimnastik branşı ile uğraşan üniversiteli sporcuların dinamik ve statik dengelerini değerlendirmiştir. Sonuçta cimnastikçi ve futbolcuların değerlerinde farklılık görülmezken, basketbolcuların daha düşük dinamik denge skorlarına sahip olduğu saptanmıştır. Bu çalışma da bize farklı spor branşlarının farklı motorik özelliklere ihtiyaç duyabildiğini göstermektedir.

Davlin (2004), üst düzey bayan ve erkek cimnastikçi, yüzücü, futbolcu ve bireysel spor yapanların dinamik dengelerini karşılaştırdığı çalışmanın sonunda cimnastikçilerin, diğer branşlardaki sporculara göre daha iyi değerlere sahip oldukları, futbolcu ve yüzücülerin ise bireysel sporyapanlara (kontrol grubu) oranla denge değerlerinin daha iyi olduğu saptanmıştır.

Hall (1998), 65-85 yaş arası 31 erkek ve kadında pilatesin statik ve dinamik denge üzerine etkisini araştırmış ve 10 haftalık çalışma sonucunda ilk ve son test grubunda anlamlı fark bulmuştur.

Tsang ve diğerleri (2007), yaptığı çalışmada düzenli Tai Chi yapan yetişkinlerde yapılan ölçümler sonucunda, kontrol grubuna göre daha güçlü diz kas kuvvetine sahip oldukları ve denge skorlarının daha iyi olduğu görülmüştür.

Ekhdal ve diğerleri (1989), tek ayak üzerinde duruş testinde sağ alt ekstremitte üzerinde durmanın sol alt ekstremitte üzerinde durmaktan daha zor olduğunu bildirmiştir.

Murray ve diğerleri (2011), sağ ve sol ekstremitte üzerine verilen vücut ağırlığının dominant bacadan bağımsız olduğunu göstermiştir. Böylelikle vücut salınımının dominant alt ekstremiteden bağımsız olduğunu ve aynı zamanda bu durumun gözler açıkken oluşup gözler kapalıyken oluşmadığını düşünürsek

gençlerdeki statik denge probleminin daha çok görsel sistemden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Arslanoğlu ve diğerleri (2010), elit erkek badmintoncularda reaksiyon zamanı ve dinamik denge skorları arasında ilişki olmadığı görülmüştür

Heitkamp ve diğerleri (2001), denge antrenmanı sonrasında kuvvet ve kas dengesi artışı ile ilgili yaptıkları bir araştırmada; tek başına bir denge antrenman programının etkileri, bir güç antrenman programıyla kıyaslanmıştır. Denge ve güç antrenmanı, 12 antrenman ünitesinde 25 dakika süreyle 6 hafta boyunca 15 kişiye uygulanmıştır. Sonuçlar, denge antrenmanının kas gücünün kazanımında etkili olduğunu ve ikinci olarak da, güç antrenmanının tersine, müsküler dengesizliklerin eşitlenmesinin (dengesizliklerin ortadan kaldırılmasının) denge antrenmanı sonrasında mümkün olabileceğini göstermektedir.

Erkmen ve diğerleri (2007), farklı branlardaki sporcuların denge performanslarını karşılaştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda spor branları dikkate alınarak denge performansları incelendiğinde en iyi performansı cimnastikçilerde, ardından futbolcularda ve en düşük performansın basketbolcularda olduğu belirlenmiştir. Cimnastikçilerin denge yeteneğinin futbolculardan daha gelişmiş olduğu, basketbolcular ve futbolcuların denge performanslarının benzer olduğu bildirilmiştir.

Hamilton ve diğerleri (2008) ile Arslanoglu ve diğerlerinin (2010), yapmış oldukları çalışmalarda denge ve fiziksel performans arasında ilişki olmadığı görülürken, bu sonuçların aksine yapılan araştırmada denge performansı ile çeviklik arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.

Perrin ve arkadaşları, (1998), statik denge test performansını judo, dans ve kontrol grubu arasında karşılaştırmışlardır. Judocuların dansçılardan daha yüksek performans gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Sucan ve diğerleri (2005), aktif futbolcular üzerinde yaptıkları bir çalışmada, futbol oynayan grupta kontrol grubuna göre denge sağlayan fizyolojik sistemin daha iyi kontrole sahip olduğu belirtilmiştir.

Nakamoto ve Mori (2008), lise öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmada; basketbol ve beyzbol oynayan lise öğrencilerinin, sedanter öğrencilere göre daha hızlı reaksiyon zamanına sahip oldukları belirtmişlerdir.

Sonuç olarak bizde yapmış olduğumuz bu araştırmada deneklerin cinsiyetlere göre bazı özelliklerini, anaerobik güç ve kapasitelerini, ön test ölçüm değerlerinin farklılıklarını son test ölçüm değerlerinin farklılıklarını, erkeklerin ön test son test değerlerinin karşılaştırılması, kadınların ön test son test değerlerinin karşılaştırılması, deneklerin farklı ölçümlerdeki ilişkilerini, katılımcıların denge ön test ve denge son test arasındaki ilişkiyi araştırmış olup ($p=0,00$) $p<0,05$ düzeyinde şu sonuçlar tespit edilmiştir.

Deneklerin cinsiyetlerine göre yapılan karşılaştırmada erkek ve bayanların anaerobik güçleri arasında ($p=0,000$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Kadınların bacak kuvvetleri $91,90\pm 18,61$, erkeklerin bacak kuvvetleri $167,76\pm 29,52$ bulunmuş olup, erkek ve bayanların bacak kuvvetleri öntest sonuçlarında ($p=0,00$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Kadınların bacak kuvvetleri $98,80\pm 21,18$, erkeklerin bacak kuvvetleri $160,56\pm 36,85$ bulunmuş olup, erkek ve bayanların bacak kuvvetleri sontest sonuçlarında ($p=0,00$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Kadınların ön-arka dinamik denge sontest sonuçları $2,39\pm 6,15$, erkeklerin ön-arka dinamik denge sontest sonuçları $7,05\pm 3,41$ ölçülmüş olup, erkeklerin ve kadınların ön-arka dinamik denge sontest sonuçları arasında ($p=0,016$) $p<0,05$ düzeyinde istatistiki bir farklılık tespit edilmiştir.

Deneklerin bacak kuvveti öntest sonuçları ile anaerobik güçleri arasında % 0,01 önem seviyesinde pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki; bacak kuvveti sontest sonuçları ile anaerobik güçleri arasında pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki bulunmuştur

Ekran yüzey görünümünün merkez daireye olan uzaklığının yüzdesel ifadesi öntest ve sontest sonuçları arasında %0,01 önem seviyesinde pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki, statik dengenin sağ ve sol eksenindeki ulaştığı dereceler arasındaki

ortalamanın öntest ve sontest sonuçları arasında %0,05 önem seviyesinde pozitif yönlü orta kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır.

Anaerobik yorgunluk, kuvvet ve denge ile ilgili yapılan çalışmalarda incelediğimizde bizim çalışmamıza paralel olarak anaerobik yorgunluğun denge ve kuvveti bazı parametrelerde etkilediğini düşünebiliriz.

KAYNAKÇA

- ABBİSS, C.R. ve LAURSEN, P.B. (2005), Models to Explain During Prolonged Endurance Cycling, *Sports Med*, 35(10):865-898.
- AÇIKADA, C. ve ERGEN, E. (1990), *Bilim ve Spor*, Büro-Tek Ofset Matbaacılık, s: 101-159, Ankara.
- AKÇA, A. (1993), Hentbol, Voleybol ve Basketbolda, Sıçrama, Çabukluk, Kol kuvveti ve Genel Dayanıklılık Özelliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- AKGÜN, N. (1992), *Egzersiz Fizyolojisi*, 1. cilt, 4. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- AKMAN, N. ve KARATAŞ, M. (2003), *Temel ve Uygulanan Kinesyoloji*, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, 247-288.
- ALLEN, D.G., BALNAVE, C.D., CHİN, E.R. ve WESTERBLAD. H. (1997), Failure of Calcium Release in Muscle Fatigue, edited by Hargreaves, Thompson M, *Biochemistry of Exercise, Human Kinetics*.
- ALLEN, D.G., LAMB, G.D. ve WESTERBLAD, H. (2008), Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanism, *Physiol Rev*, 88:287-332.
- ALTAY, F. (2001), "Ritmik Cimnastikte İki Farklı Hızda Yapılan Chain Rotasyon Sonrasında Yan Denge Hareketinin Biyomekanik Analizi", Doktora Tezi, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- AMENT, W. ve GIJSBERTUS, J.V. (2009), Exercise and Fatigue, *Sports Med*, 39(5): 369-422.
- ANDERSON, P. ve HENRİKSEN, J. (1977), Training induced changes in the subgroups of human type2 skeletal muscle fibres. *Acta Physiologica Scandinavica*, 99: 123-125.
- ARPINAR, P., NALÇAKAN, G.R., AKHİSAROĞLU, M., KUTLAY, E., KOŞAY, C. ve BEDİZ, C.S. (2003), 'Ritmik Cimnastikçilerde Sıçrama Yükseklikleri,

- İzokinetik Kuvvet ve EMG Profillerinin Karşılaştırılması' Spor Bilimleri Dergisi, Hacettepe J of Sport Sci, 14(3)110.
- ARSLANOĞLU, E., AYDOĞMUŞ, M., ARSLANOĞLU, C., ŞENEL, Ö. (2010), Badmintoncularda Reaksiyon Zamanı ve Denge İlişkisi. Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 4(2): 131-136.
- ASSİMAKOPOULOS, A.P., KATONİS, P.G. ve AGAPİTOS, M.V. (1992), Exarchou El. The innervation of the human meniscus. Clin Orthop Relat Res. Feb; (275):232-6.
- ASTRAND, P.O. ve RODALH, K. (1986), Text Book of Work Physiology. Third Edition New York, 114,117,342-346.
- AYDIN, T., YILDIZ, Y., YILDIZ, C., ATEŞALP, S. ve KALYON, A. (2002), Proprioception of the Ankle: A comparison Between Female Teenaged Gymnasts and Controls. : Foot Ankle Int. Feb;23(2):Abst.123-9.
- AYDOĞ, S.T., TETİK, O., ATAY, Ö.A., DEMİREL, H., LEBLEBİCİOĞLU, G. ve DORAL, M. N. (2003), Propriyosepsiyonun Önemi ve Değerlendirilmesi, HÜTF Spor Hekimliği AD, IX.Ulusal Spor Hekimliği Kongresi 24-26 Ekim 2003, Nevşehir Kongre Kitabı.
- BAĞIRĞAN, T. (1990), Hentbol'da Antrenman, Set Ofset Matbaacılık, Ankara, 10-11.
- BALCI, Y., TANSEL, B., ÇELİK, Ö., KARAKAYA, H, SARIOĞLU, T. ve KORKUSUZ, F. (2001), "19-40 Yaş Arasındaki Sedanter ve Düzenli Spor Yapan Bayanların Kemik Mineral Yoğunlukları ile Fiziksel Aktivite Seviyeleri Arasında ki İlişki" SBD, 12(2), 3-8.
- BALE, P. (1983), 'The Physiques, Fitness and Stregth of Top Class Women Hockey Players', J Sports Med,23:80-88.
- BALL, D. ve HERRİNGTON, L. (1998), Training and overload: adaptation and failure in the musculoskeletal system. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2(3); 161-167.

- BAYRAMOĞLU, A. (2005), "Propriosepsiyon Nedir? Sporcularda Proprioseptif Egzersizler Neden Gereklidir? " Ankara.
- BEARD, D.J., KYBERD, P.J., FERGUSON, C.M. ve DODD, C.A. (1993), Proprioception after rupture of the anterior cruciate ligament. An objective indication of the need for surgery? J Bone Joint Surg Br 75:311-315.
- BECKENHOLDT, S.E. ve MAYHEW, J.L. (1983), 'Specificity Among Anaerobic Power Tests in Male Athletes', J of Sports Medicine, 23, 326-332.
- BELANGER, A.Y. ve McCOMAS, A.J. (1981), Extent of Motor Unit Activation During Effort, J Appl Physiol, 51(5):1131-1135.
- BİGLAND, R.B. ve RİTCHİE, B. (1981), EMG and fatigue of human voluntary and stimulated contractions, Ciba Found Symp 82: 130–156.
- BİGLAND, R.B., JOHANSSON, R., LİPPOLD, O.C. ve WOODS, J.J. (1983), Contractile Speed and EMG Changes During Fatigue of Sustained Maximal Voluntary Contractions, Journal of Neurophysiology, 50;1;313-324.
- BİGLAND, R.B., FURBUSH, F. ve WOODS, J.J. (1986), Fatigue of Submaximal Static Contractions, Acta Physiol Scand Suppl, 556:137-148.
- BİLLAT, L.V. (2001), Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice, Sports Med, 31(1):13-31.
- BOMPA, T.O. (1983), Theory and Methodology of Training, Kendall / Hunt Publishing Company, s.27-38.
- BOMPA, T.O. (1986), Theory and Methodology of Training. Roma, 81.
- BOMPA, T.O. (2001), Sporda Çabuk Kuvvet Antrenmanı. Bağırğan Yayımevi, Ankara.
- BORENSZTAJN, J., RUNE, M., BABİRAK, S., MCGARR, J. ve OSCAİ, L. (1975), Effects of exercise on lipoprotein lipase activity in rat heart and skeletal muscle. American Journal of Physiology, 229: 394-397.
- BOYLE P.M., MAHONEY, C.A. ve WALLACE, W.F.M. (1994), 'The Competitive Demands of Elite Male Field Hockey' The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Vol.34,3,p.235-241, September.

- BRANCACCIO, P., MAFFULLI, N. ve LIMONGELLI, F.M. (2007), Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 14:1-22.
- BRESSEL, E., YONKER, J. C., HEATH, E. M. (2007), Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball and Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training*. 42: 42-46.
- BROOKS, G.A., FAHEY, T.D. ve BALDWIN, K.M. (2005), *Exercise Physiology*, Mc Graw Hill.
- BROWN, D. R. (1974), "The Effects of Strength Training Program on the Strength and Self Concept of Two Female Age Groups." *Res. Quart. For Ex. And Sport*, (4) 17-25.
- BROWN, L.E., FERRIGNO, V.A. ve SANTANA, J.C. (2000), *Training for Speed, Agility and Quickness*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- BUCHER, C.A. (1983), *Foundations of Physical Educational Sport*, C.U. Mosby Company, St. Louis, 36-37.
- BUFORD, B.N. ve KOCH, AJ. (2004), Glycine-arginine-alpha-ketoglutaric acid improves performance of repeated cycling sprints. *Medicine Science Sports Exercise*, 36: 583-7.
- BURNIE, J. (1986), 'Isokinetic Measurement in Preadolescent Males', *International of Sport Medicine*, Vol:7,205-209.
- Büyük Laurusse (1991), 3. Cilt, İnterpres Basım Yayın, 1359.
- BÜYÜKAFŞAR, K. (2005), Nitrik Oksidin Fizyolojik Ve Fizyopatolojik Olaylardaki Rolü, Türk Farmakoloji Derneği Sempozyumu, Mersin.
- CAIRNS, S.P. (2006), Lactic Acid and Exercise Performance, Culprit or Friend?, *Sport Med*, 36(4):279-291.
- CASABURI, R. (1992), *Principles of exercise training*. American college of Chest physicians, 101:263-267.
- CHELLADURAI, P. (1976), Manifestations of agility. *Journal of the Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation*, 42 (3): 36-41.

- CHELLADURAI, P., YUHASZ, M.S. ve SĪPURA, R. (1977), Reactive agility test. Perceptual and Motor Skills, 44: 1319-1324.
- ÇAKIROĞLU, M.İ. (1993), Antrenman Bilgisi, -Antrenman Teorisi ve Sistematiği-, Şeker Matbaacılık, Ankara, s.116.
- ÇETİN, N. (1993), 'Kuvvetin Yapısı', ABTD, 9, 10-16.
- ÇİMEN, O. (1994), Çabuk Kuvvet Çalışmalarının 16-18 Yas Grubu Erkek Masa Tenisçilerinin Bazı Motorik Özelliklerine Etkisi; G.Ü Sağ. Bil Ens, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- DAHLSTEDT, A.J., KATZ, A. ve WESTERBLAD, H. (2001), Role of Myoplasmic Phosphate in Contractile Function of Skeletal Muscle: Studies on Creatine Kinase- Deficient Mice, J Physiol, 533: 379-388.
- DAVLİN, C.D (2004). Dynamic Balance in High Level Athletes. Percept Mot Skills. 98, 1171-1176
- DİCK, F. (1980), Sport Trainig Principles. Lepus Books, London.
- DOĞAN, A. (1988), 'Esnekliğin Geliştirilmesi Açısından Statik ve PNF Esnetme Teknikleri Arasında Bir Karşılaştırma', Güreş Dergisi, Temmuz, 10-11.
- DUCHATEU, J., SEMLER, J.G. ve ENOKA, R.M. (2006), Training Adaptations in The Behavior of Human Motor Units, J Appl Physiol 101:1766-1775.
- DÜNDAR, U. (1998), Antrenman Teorisi, 4.Baskı, Bağırğan Yayınevi, Ankara, 16-81.
- EKHDAL, C., JARNLO, G.B, ANDERSON, S.L. (1989), Standing Balance in Healthy Subjects. Scand J. Rehab. Med, 21,(4): 187-95,
- EKSTRAND J.G. ve GİLLOQUIST, J. (1982), 'The Frequency of Muscle Tightness and İnjuries in Soccer Players' The American Journal of Sports Medicine, 10,(2),75-78.
- ENİSELER, M. ve DURUSOY, F. (1992), 'Futbolcu ve Spor Yapmayan Genç Erkeklerde Vücut Yağ OranıylA Aerobik Kapasite İlişkisi', Spor Bilimleri II. Ulusal Kongresi Bildiri Kitapçığı, Hacettepe, 256, Ankara.

- ENOKA, R.M. (1988), *Neuromechanical Basis of Kinesiology, Human Kinetics Book, Champaign.*
- ENOKA, R.M. ve STUART, D.G. (1992), *Neurobiology of Muscle Fatigue, J Appl Physiol, 72(5): 1631-1648.*
- ERDOĞAN, O. (2007), *Farklı Oranlarda Kafein Kullanımının Tekrarlamalı Mekik Testi ve Metabolizma Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.*
- ERGEN, E. (1991), *'Sporda Laboratuvar Değerlendirmeleri' Antrenman Bilgisi Sempozyumu, 128, Ankara.*
- ERGEN, E. (1993), *Spor Fizyolojisi, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayını.*
- ERGEN, E., HAYDAR, D., RÜŞTÜ, G. ve TURNAGÖL, H. (1993), *Spor Fizyolojisi, Açık Öğretim Fakültesi Yayınları, 168, Temmuz.*
- ERGEN, E., DEMİREL, H., GUNER, R., TURNAGÖL, H., BAŞOĞLU, S. ve ZERGEROĞLU, A.M. (2002), *Egzersiz Fizyolojisi, Nobel Yayınları, Ankara.*
- ERGUN, N. ve BALTACI, G. (1992), *'Elit Sporcularda Yas ve Cinse Göre Statik Kuvvet Ölçümlerinin Fiziksel Özellikler ile İlişkisi', H.Ü., SBD, (3), 3,3-10.*
- ERKMEN, N. Suveren, S., Göktepe, A.S., Yazıcıoğlu, K. (2007). *Farklı Branşlardaki Sporcuların Denge Performanslarının Karşılaştırılması. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 3, 115-12.*
- ERSOY, G. (1991), *Sporcu Beslenmesi. Türkiye Futbol Federasyonu Eğitim Yayınları: 13, Ankara, 13.*
- Eurofit El Kitabı (1989), *Başbakanlık Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü, Ankara, 12.*
- FİTTS, R.H. (2006), *The Muscular System: Fatigue Processes, edt by Tipton CM, ACSM's Advanced Physiology, Lipincott Williams&Wilkins.*

- FORWELL, L.A. ve CARNAHAN, H. (1996), Proprioception during manual aiming in individuals with shoulder instability and controls. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23:111-119.
- FOX, E.L. (1976), *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, Fourth Ed. Saunders Collage Publishing, USA, 675.
- FOX, E.L. (1988), *Sports Physiology*, Philadelphia, W.B. Saunders Company.
- FOX, B.F. (1999), *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*; Çev: Cerit, M.; Bağırhan Yayınevi, Ankara, 435.
- FOX, E.L. ve MATHEWS, K.D. (1974), *Interval Training Conditioning for Sports and Genel Fitness*, W.B.Saunders Company.
- FOX, E.L. ve MATHEWS, K.D. (1988), *The physiological Basic of Physical Education and Athletic*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, s.170-182.
- FOX, E.L., BOWERS, R.W. ve FOSS, M.L. (1988), *The physiological Basic of Physical Education and Athletic*. Saunders College Publishing Company, Philadelphia.
- FOX, E.L., BOWERS, R.W. ve FOSS, M.L. (1999), *The Physiological Basis of Pyhsiel Education and Athletics*, Çeviri: Cerit M, *Beden Eğitimi Ve Sporun Fizyolojik Temelleri*, 4.Baskı. Ankara, Bağırhan Yayım evi, 430.
- GAESSER, G.A. ve RİCH, R.G. (1984), 'Effects of High and Low Intensity Exercise Trainig on Aerobic Capacity and Blood Lipids' *Medicine and Sciences in Sports and Exercise*, 16:269-274.
- GAİTANOS, G.C. (1993), *Human Muscle Metabolism During Intermittent Maximal Exercise*, *Journal of Appl Physiol*, 75:712-719.
- GALE, J.B. ve FLYNN, K. (1974)i 'Maximal Oxygen Consumption and Relative Body Fat of High Abilitiy Wrestlers' *Medicine and Science in Sports*, G 4.
- GALLEHUE, D.L. (1982), *Understanding Motor Development in Children*, New York, John Wiley and Sons, 267-292.

- GANDEVIA, S.C. (1997), Mind Over Muscle: The Role of The CNS in Human Muscle Performance, edited by Hargreaves, Thompson M, Biochemistry of Exercise, Human Kinetics.
- GANDEVIA, S.G. (2001), Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue, *Physiol Rev* 81: 1725–1789.
- GETMANN, L.R. (1987), Personal Fitness Profile Database, National Health Enhancement Systems, Phoenix, AZ.
- GLADDEN, L.B. (1998), Muscle as a Consumer of Lactate, *Med Sci Sports Exer*, 32(4);764-771.
- GLADDEN, L.B. (2004), Lactate Metabolism: A New Paradigm for The Third Millenium, *J Physiol*, 558(1):5-30.
- GOLDING, M. (1989), Y's Way to Physical Fitness (3rd Edit) Reprinted by Permission.
- GONOG, W.F. (1995), Tıbbi Fizyoloji, Barış Kitapevi, İstanbul, 96-102.
- GÖKMEN, H., KARAGÜL, T. ve AŞCI, H.F. (1995), Psikomotor Gelişim, T.C Başbakanlık Gençlik ve Spor Müdürlüğü, Ankara, 52-65.
- GREIN, H.J. (1997), Mechanism of Muscle Fatigue in Intense Exercise, *Journal of Sport Science*, 15:247-256.
- GRİGG, P. ve HOFFMAN, A.H. (1989), Calibrating joint capsule mechanoreceptors as in vivo soft tissue load cells. *J Biomech* 22:781-785.
- GRİMSONTON, S.K. ve HAY, J.g. (1986), 'Relationship Among Antropometric and Stroking Characteristics of College Swimmers', *Med Sci Sports Exer*, 18:60.
- GUTİN, B., MANOS, T. ve STRONG, W. (1992), Defining Health And Fitness First Step Toward Establish Children's Fitness Standarts. *Research Quarterly For Exercise And Sport*, 63 (2) 128-132.
- GUYTON, A.C. ve HALL, J.E. (2001), Textbook of Medical Physiology, Çeviri: Çavusoğlu H. Tıbbi Fizyoloji, 10.Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevi.

- GUYTON, A.C. ve HALL, J.E. (2007), Tıbbi Fizyoloji: Çavuşoğlu H, Yeğen BÇ, Nobel Tıp Kitapları, 11.Basım.
- GÜNAY, M. (1998), Egzersiz Fizyolojisi, 2.Baskı, Ankara, Bağırhan Yayınmevi, 83.
- GÜNAY, M. ve CİCİOĞLU, İ. (2001), Spor Fizyolojisi, Gazi Kitapevi, 1. Baskı, Ankara, s. 124,213,214,384.
- GÜNAY, M., YÜCE A.İ. ve ÇOLAKOĞLU, T. (1996), Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri, Ankara, 40.
- GÜNAY, M., TAMER, K. ve CİCİOĞLU, L. (2006), Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü, Bağırhan Yayınları, Ankara, 140-50.
- GÜNDÜZ, N. (1997), Antrenman Bilgisi, Saray Kitapevi, 2. Baskı, İzmir, s. 267.
- HAAN, A.D. ve KOUDİJS, J.C. (1994), A Linear Relationship Between Atp Degradation and Fatigue During High-Intensity Dynamic Exercise In Rat Skeletal Muscle, *Experimental Physiol*, 79:865-868.
- HALL, D. (1988). The Effect of Pilates – Based Training on Balance and Gait in an Elderly Population. Master Thesis. Sandiago state University, Department of Exercise and Nutritional Sciences.
- HALL, G.V. (2000), Lactate as a Fuel For Mitochondrial Respiration, *Acta Physiol Scand*, 168:643-656.
- HALLİS, F.F. (1972), Special Physical Education, Adepted-Corrective-Developmentall, 3. Edition, W.B. Saunders Company, Philaelpia, 369,371.
- HAMILTON, RT., SHULTZ, SJ., SCHMITZ, RJ., PERRİN, DH. (2008). Triple-hop Distance as a Valid Predictor of Lower Limb Strength and Power. *Journal of Athletic Training*, 43(2): 144-151.
- HAVAS, E., KOMULAINEN, J. ve VİHKO, V. (1997), Exercise-induced increase in serum creatine kinase is modified by subsequent bed rest. *Int J Sports Med*, 18:578-82.
- HEİTKAMP, H.C., HORSTMANN, T., MAYER, F., WELLER, J, DİCKHUTH, H.H. (2001). Gain in Strength and Muscular Balance After Balance Training. *International Journal of Sports Medicine*, 22(4), 285-290

- HEPPELMANN, B., MESSLİNGER, K., NEİSS, W.F. ve SCHMİDT, R.F. (1990), Ultrastructural three-dimensional reconstruction of group 3 and group 4 sensory nerve endings (free nerve endings) in the knee joint capsule of the cat: Evidence for multiple receptive sites. *J Comp Neurol*, 292:103-16.
- HİCKSON, R.C. ve ROSENKDETTER, M.A. (1981), ‘Reduced Trainig Frequencies and Maintenance of İncreased Aerobic Power’, *Med and Science in Sports and Exercise*, 13:13-16.
- HOCKEY, R.V. (1981), “Skill and Motor Ability”, *Physical Fitness: The Patway to Healthful Living*”, 4. Baskı, St. Louis Toronto, London, , ss.113-118.
- IDE, K., HORN, A. ve SECHER, N.H. (1999), Cerebral Metabolic Response to Submaximal Exercise, *J Appl Physiol*, 87:1604-1608.
- İNAL, H.S. (2004), *Spor Biyomekaniği-Temel Prensipler*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, Ekim, s.21,100,106.
- JAMES, R. ve MORROW, J. (1986), ‘Generazibilaty of the AAHPERD Healt Related Skinfold Test, University of Houston, Research Quarterly for Exercise and Sport, Vol, 57, No:3, 187-195.
- JOHANSSON, H. (Eds.) (2000), Peripheral Afferents of the Knee: Their Effects on Central Mechanisms Regulating Muscle Stiffness, Joint Stability, and Proprioception and Coordination. In: Lephart SM, Fu FH. Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Human Kinetics USA*, pp5-22.
- JUEL, C. ve PİLEGAARD, H. (1997), Lactate Exchange and pH Regulation in Skeletal Muscle, edited by Hargreaves, Thompson M, *Biochemistry of Exercise, Human Kinetics*.
- JÜRİMAE, T., KARELSON, K., SMİRNOVA, T. ve VİRÜ, A. (1990), ’The Effect of a Single Circuit Weight. Training Session on the Blood biochemistry of Untrained University Studens’, *Eur. Journal of Applied phys*, 61:344–348.
- KALYON, T.A. (1994), *Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları*, Spor Hekimliği, 2. baskı, Gata Basımevi, Ankara, 14-36.

- KANNUS, P. (1992), 'Normality Variability and Predictab Worka, Power and Tourqe Acceleration Energy With Respect to Peak Tourqe in İsokinetic Muscle Testing' International of Sports Medicine, Vol:3, 249-256.
- KANNUS, P. (1994), 'İsokinetic Evaluation of Muscular Performans Implication for Muscle Testing and Rehabilitation' International Sports Medicine, Vol 15, p:11-18.
- KARAKAŞ, S.E. (1991), 'Sağlık, Spor ve Performans', 1. Yüksek İrtifa ve Spor Bilimleri Kongresi Bildirileri, Erciyes Ün. Tıp Fak Yayınları, Kayseri.
- KARAKUŞ, S. ve KOÇ, H. (1997), 'Beden Eğitimi Derslerinin 14-16 Yaş Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Aerobik Gücüne Etkisi' Marmara Üniversitesi BESYO, 2. Spor Bilimleri Kongresi Bildirisi, İstanbul.
- KAYA, M. (2003), 13-15 Yaş Grubu Yapan Görme Engellilerin Statik ve Dinamik Denge Etkinliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- KAYA, M. ve ŞENEL, Ö. (1999), 'Maksimal Egzersiz Sonrası Uygulanan Lokal Spor Masajının Kan Laktat Düzeyi, Kan Basıncı ve Kalp Atım Sayısı Üzerindeki Etkileri', Gazi BESBD, IV, 2:17-22.
- KELLMAN, M. (2002), Enhancing Recovery, Human Kinetics.
- KEN, M. ve SOLİS, M. D. (1992), Ropics, The Next Jump Forward in Fitness, Human Kinetics Publishers, USA, 22-23.
- KİRCHNER, G. (2003), Physical Education For Elementary School Children. Usa.
- KİSNER, C. ve COLBY, L.A. (1987), Therapeutic Exercise: Faudations and Tecnicques. Chapter 3. 6th Edition, Philaelphia: F.A.Dav S.com.
- KUTER, M., YAKUPOĞLU, S. ve ÖZTÜRK, F. (1992), "Bayan Basketbol Takımının Fiziksel ve Fizyolojik Profili" SB II. Ulusal Kongresi Bildirileri Spor Bilimleri Teknolojisi, 182, Ankara.
- KUTER, M. ve ÖZTÜRK, F. (1991), 'Elit Basketbolcularda Kuvvet Antrenmanının Vücut Kompozisyonu Üzerindeki Etkisi', H.Ü. Spor Bilimleri Dergisi, 2(4):9-15.

- KUTER, M. ve ÖZTÜRK, F. (1997), Antrenör ve Sporcu El Kitabı, Bağırhan Yayınları, Bursa, s.24-25.
- LAMB, G.D. (1997), Excitation-Contraction Coupling and Fatigue in Skeletal Muscle, edited by Hargreaves, Thompson M, Biochemistry of Exercise, Human Kinetics.
- LEMMINK, K. ve VISSCHER, C. (2003), 'The Relationship Between the Interval Shuttle Run Test and the Maximal Oxygen Uptake in Soccer Players', Journal Human Movement Stud, 45, 219-232.
- LEMMINK, K.A.P.M. (2004), Elferink-Gemser, M.T., Visscher, C., Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players. British Journal of Sports Medicine, 38:138-142.
- LEMMINK, K., VISSCHER, C., LAMBERT, M.I. ve LAMBERTS, R.P. (2004), 'The Interval Shuttle Run Test For Intermittent Sport Players: Evaluation of Reliability', Journal of Strength and Conditioning Research, 18 (4), 821-827.
- LIEBER, R.L. (1992), Skeletal muscle structure and function: implications for rehabilitation and sports medicine. Philadelphia: Williams and Wilkins, 280-283.
- MAUGHAN, R. ve GLEESON, M. (2004), The Biochemical Basis of Sports Performance, Oxford University Press.
- MAYERS, C.R. (1962), Measurement in Physical Education, 2nd, Ronald Press Company, New York, 108.
- MCARDLE, W. at all (1981), Exercises Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance, Lea Febiger Company, Philadelphia, 58.
- McCOMAS, A.J. (1996), Skeletal Muscle Form and Function, Human Kinetics.
- MINE, T., KIMURA, M., SAKKA, A. ve KAWAI, S. (2000), Innervation of nociceptors in the menisci of the knee joint. Arch. Orthop Trauma Surg, 204-210.
- MORROW, J., JACKSON, A. ve DİSH, J. (1995), Measurement and Evaluation in Human Performance, Human Kinetics, U.S.A.

- MURATLI, S. (2003), Çocuk ve Spor, Nobel yayınları, Ankara.
- MURATLI, S., TORAMAN,F. ve ÇETİ, E. (2000), Sportif Hareketlerin Biyomekanik Temelleri, Bağırhan Yayınevi, Ankara.
- MURRAY, KM., BYRNE, DG., RIEGER, E. (2011) Investigating Adolescent Stres and Body İmage. Journal of Adolescence. 34: 269-278.
- NAKAMOTO, H., and MORİ,S., (2008), Sports-Specific Decision-Making in a go/no go Reaction Task: Difference among nonathletes and baseball and basketball players. Perceptual and Motor Skills. 106(1): 163-171.
- NEUMANN, D.A. (2002), Kinesiology of the Musculoskeletal System. Mosby.
- NEVİLL, M.E., BOOBİS, L.H., BROOKS, S. ve WILLIAMS, C. (1989), Effect of Training on Muscle Metabolism During Treadmill Sprinting, J Appl Physiol, 67(6):2376-2382.
- NİCOL, C., KOMİ, P.V., HORİTA, T., KYROLAİNEN, H. ve TAKALA, T.E.S. (1996), Reduced stretch-reflex sensitivity after exhausting stretch-shortening cycle exercise. Eur J Appl Physiol, 72: 401-409.
- NOAKES, T.D., GİBSON, A.C. ve LAMBERT, E.V. (2005), From Catastrophe to Complexity: a Novel Model of Integrative Central Neural Regulation of Effort and Fatigue During Exercise in Humans: Summarry and Conclusions, Br J Sports Med, 39:120-124.
- NOAKES, T.D. ve St. CLAİR, Gibson A. (2004), Logical Limitations to The “Catastrophe” Models of Fatigue During Exercise in Humans, Br J Sports Med, 38: 648-649.
- NOBLE, B.J. (1986), Physiology of Exercies and Sport Times, Mirro/Mosby Coll, Publ U.S.A.
- NYBO, L. ve RASMUSSEN, P. (2007), Inadaquate Cerebral Oxygen Delivery and Central Fatigue During Strenuous Exercise, Exerc Sport Sci Rev, 35(3):110-118.
- OCAK, Y. (1996), Elazığspor Profesyonel Futbol Takımı Futbolcularının Seçilen Fiziyojik Özelliklerinin Ölçümü ve Farklı Seviyedeki Takımlarla

Mukayesesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

OLARU, M.A. ve ÖZTÜRK, F. (1994), Sportif Antrenman Teori ve Medoloji, Çukurova Üniversitesi Basımevi.

PARKER, S. (1989), Sporda Beslenme, Gen Matbaacılık, Ankara.

PERRİN,P., SCHNEİDER, D., DEVİTERNE, D., PERROT, C., CONTANTINESCU. L., (1998), Training Impraves The Adaptation To Changing Visual Conditions in Mointaining Human Posture Control in a Test of Sinusoidal Oscillation of the Support, Neurosci Lett, 245, 155-158.

POTTELGER, J.A. ve WİLSON, G.D. (1989), Training the pitcher: a hypothetical model. NSCA Journal, 11:3.

POWER, S.K. ve HOWLEY, E.T. (2004), Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance. Fifth Edition, Mc Graw Hill, New York.

PÖSÖ, A.R. (2002), Monocarboxylate Transporters and Lactate Metabolism in Equine Athletes:A Review, Acta Vet.Scand, 43;63-74.

READY, A.E. ve VAN, M. (1986), ‘Physiological Monitoring of the Canadian Women’s Olimpic Field Hockey Team’, Aust J Sci Med Sport, 18(3):13-18.

REİLLY, T. ve BORRİE, A. (1992), Phsiology Applied to Field Hockey’, Sports Med, 14:10-26.

REİLLY, T. ve SEATON, A. (1990), ‘Physiological Strain Uniqe to Field Hockey’ J Sports Med Phys Fitness, 30:142-146ç

RİEZEBOS, M. Z. (1983), ‘Relationship of Selected Variables to Performance in Womens Basketball’ Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 8:1, p: 34-40.

ROBERGS, R.A., GHİASVAND, F. ve PARKER, D. (2004), Biochemstry of Exercise-Induced Metabolic Acidosis, Am J Physiol Regul Integr, 287:502-516.

- ROMANLI, F. ve MÜNİROĞLU, S. (2002), 'Farklı Liglerde Mücadele Eden Profosyonel Futbol Takımları Sporcularının Somatotip Özellikleri Üzerine Bir İnceleme', H.Ü Spor Bilimleri Dergisi, 13(4),38.
- ROSE, L.I., BOUSSER, J.E. ve COOPER, K.H. (1970), Serum enzymes after marathon running. J Appl Physiol, 29(3):355-357.
- RUBAİ, B.Y. ve MODDY, J.M. (1991), Effects of respiration on size and function of the athletic heart. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 31: 257-264.
- SAFRAN, M.R., ALLEN, A.A., LEPHART, S.M., BORSA, P.A. et all. (1999), Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. In:Knee Surg Sports Traomotol Arthrorscopy, 310-317.
- SAHLİN, K. (1996), Energy Metabolism and Muscle Fatigue During Exercise; The Physiology and aPathophysiology of Exercise Tolerance: Steinacker JM, Ward SA,Plenium Press.
- SAHLİN, K., TONKONOĞI, M. ve SÖDERLUND, K. (1998), Energy Supply and Muscle Fatigue in Humans, Acta Physiol Scand, 162:261-266.
- SAİCAORS, M. (1987), "Comporissons of Responses to Weight Training in Pubercent Boys and Men" The Jour of Sport Med And Phy Fitness, Vol:27, 30-37.
- SANDREY, M.A. (2006), The Comparative Effects Of A Six-Week Balance Training Program, Gluteus Medius Strengthtraining Program, And Combined Balance Training/Gluteus Medius StrengthTraining Program On Dynamic Postural Control, Master Of Science İn Athletic Training, School Of Physical Education, Morgantown, West Virginia.
- SENCER, E. (1991), Beslenme ve Diyet, Güven Matbaası, İstanbul.
- SEVİM, Y. (1981), Okullar ve Kulüpler için Basketbol, Ankara, 3.
- SEVİM, Y. (1988), Hentbolde Kombine Kuvvet Antrenmanlarının Sıçrama ve Atış Kuvveti Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, G.Ü. Sağ. Bil. Ens, Ankara.

- SEVİM, Y. (1991a), Hentbol Teknik-Taktik, Gazi Kitapevi, 1. Baskı, Ankara, 318.
- SEVİM, Y. (1991b), Basketbol, Teknik - Taktik - Antrenman , Gazi Büro Kitapevi, Birinci Baskı, 7, Ankara.
- SEVİM, Y. (1991c), Kondisyon Antrenmanı, Gazi Büro Kitapevi, 1. Baskı, Ankara, 12.
- SEVİM, Y. (1992), Antrenman Bilgisi Ders Notları, Gazi Büro Kitapevi, 1. Baskı, 22, Ankara.
- SEVİM, Y. (1997), Antrenman Bilgisi, Tutibay LTD ŞTİ., 49,50,51,52, Ankara.
- SEVİM, Y., ÖNDER, O. ve GÖKDEMİR, K. (1996), ‘Çabuk Kuvvete Yönelik İstasyon Çalışmasının 18-19 Yaş Grubu Erkek Öğrencilerinin Bazı Kondisyonel Özellikleri Üzerine Etkileri’, Gazi BESBD, I, 3:18-24.
- SHARMA, L. (1999), Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. Rheum Dis Clin North Am 25(2):299-314
- SHARON, A.P. ve DENİSE, L.S. (2003), Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance. 2th ed, San Francisco: Benjamin Cummings Publishing.
- SHEPPARD, R. ve PİMM, P. (1975), ‘Phsical Fitness of Canadian Physical Education Students with a Note on International Differences’ British Journal of Sports Medicine, 9 (3), 165-174.
- SHUME, I. G., ALEX, I. ve LİNDA, H. (1989), ‘Fat-Free Mass in Children and Young Adults Predicted Form Bioelectric Impedance and Antropometric Variables 1-3’, American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 50, 435–37.
- SLOAN, A.W. ve WEIR, J.B. (1970), Nomograms for prediction of body density and total body fat from skinfold measurements. Journal of Applied Physiology, 28: 221-2.
- SONEL, A. (1986), Kardioloji Ders Notu, 330-332, İstanbul.
- SÖNMEZ, G.T. (2002), Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Bolu, Ata Ofset Matbaacılık.
- Spor Hekimliği Dergisi (1986), Ege Üniversitesi Yayınları, ‘Hiper Tansiyon ve Egzersiz’, Cilt 21,Say: 1, 2.

- STACHENFELD, N.S. (1993), ‘Dayanıklılık Antrenmanı’, Spor ve Tıp Dergisi, Yıl 1, Sayı 1, 10-13.
- SUCAN, S., YILMAZ, A., CAN, Y. ve SÜER, C. (2005), “Aktif Futbol Oyuncularının Çeşitli Denge Parametrelerinin Değerlendirilmesi”, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences) 14(1) 36-42.
- SUNDERLAND, C. ve NEVİLL, M. (2005), ‘High-Intensity Intermittent Running and Field Hockey Skill Performance in the Heat’, Journal of Sports Sciences, May, 23(5):531-540.
- SUPUGEON, J., SUPUGEON, N. ve GIESE, W. (1980), ‘Physique of World Class Female Basketbol Players.’ Scandivian British Journal of Sports Sciences, 2, 63–69.
- ŞAHİN, G. (1997), ‘Türkiye Bayanlar1. Lig Basketbol Takımlarının Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelerinin Tespit Edilmesi’, G.Ü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- TAMER, K. (1995a), Sporda Fiziksel – Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, Türkerler Kitapevi, Ankara, 4-158.
- TAMER, K. (1995b), ‘Çeşitli Koşu Programlarının Aerobik-Anaerobik Güç ve Akciğer Fonksiyonlarına Etkileri ile İlişki Düzeylerinin Belirlenmesi’, Ege Üni, BESYO Performans, 1(3):147-154.
- TAŞ, M. (2006), Futbolcularda Sürat Egzersizlerinin Serum Süperoksid Dismutaz, Katalaz ve Malondialdehit Düzeylerine Etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. ***Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.***
- TOTSUKA, M., NAKAJİ, S., SUZUKİ, K., SUGAWARA, K. ve SATO, K. (2002), Break point of serum creatine kinase after endurance exercise. J Appl Physiol, 93:1280-1286.
- TSANG, K., CARİSON, L., OLSON, K. (2007). Pilot crossover trial of reiki versus rest for treating cancer-related fatigue. Integrat Cancer Ther, 6: 25-35.

- TURAÇLAR, U.T., ONARLIOĞLU, T., DÖNMEZ, B. ve ADIGÜZEL, E. (1997), 'Antrene Sporcularda ve Sedanterlerde Ölçülen Skinfold Parametrelerinin Karşılaştırılması', *Gazi BESBD*, II, 2:25-30.
- TÜRKMEN, S., KAYATEKİN, M. ve VAROL, R. (1995), 'Beden Eğitimi Derslerinin Bir Öğretim Yılı Boyunca Ambulans ve Acil Bakım Teknikerliği Öğrencileri Üzerindeki Fiziksel-Fizyolojik Etkileri', *Ege Üni, BESYO Performans*, 1(3):141-145.
- UPDYKE, W. ve JOHNSON, P.B. (1970), Principles of Modern Physical Education Health Recreation, Holt Reinhart and Wiston, New Jersey, 25.
- WESTERBLAD, H., LEE, J.A., LÄNNERGRÉN, J. ve ALLEN, D.G. (1991), Cellular Mechanism of Muscle Fatigue, Am J Appl Physiol(cell Physiol 30), 261:195-209.
- WESTERBLAD, H. (1997), The Role of pH and Inorganic Phosphate Ions in Skeletal Muscle Fatigue, edited by Hargreaves, Thompson M, Biochemistry of Exercise, Human Kinetics.
- WESTERBLAD, H., ALLEN, G.A. ve LÄNNERGRÉN, J. (2002), Muscle Fatigue: Lactic Acid or Inorganic Phosphate The Major Cause?, News Physiol Sci, 17;17-21.
- WILLIAMS, C., REILLY, T., SECHER, N. ve SNELL P. (1990), Physiology of Sports. E □F.N. Spon, 89.
- WILLMORE. J. ve COSTILL., D. (1994), Phisicology of Sport and Exercise, Humen Kinetics Pub., 233-447.
- WOLFGANG, H. (1985), Spor Hekimliği, (Çev: Yrd Doç Dr M.İ. Arman), 7. Baskı, *Arkadaş Tıp Kitapları Yayını*, İstanbul, s.17-18.
- VERDUCCI, M.F. (1985), Measurements Conteps in Physical Education, The C.C.Mosby Company, London, 237,241.
- VİLDEMİR, K. ve KIREJCI, P.K. (1984), (Çev: Doç Dr Kut Sarp Yener), Sporcularda Kas Yaralanmaları ve Tendon Hastalıkları, *Arkadaş Tıp Kitapları Yayınları*, İstanbul, s. 75-76.

YALÇIN, S. ve ÖZARAS, N. (2001), Yürüme Analizi (1.Baskı), *Avrupa Matbaacılık*, İstanbul, 1-23.

YILMAZ, A. ve GÖK, H. (2006), Propriyosepsiyon ve Propriyoseptif Egzersizler, Romatizma, Derleme, 21: 23-26.

YOUNG, A. (1984), Plasma Creatine Kinase After The Marathon a Diagnostic Dilemma, Br J Sports Med, 18(4):269-272.

http://www.cism-milspport.org/eng/002_ABOUT_CISM/intro.asp, Erişim Tarihi: 10.11.2013

<http://www.militarypentathlon.org/public/milpent/images/download/>, Erişim Tarihi: 11.10.2013

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı	Talip Çavdar
Doğum Yeri ve Tarihi	Kahramanmaraş 1982
Medeni Hali	Evli, 2 Çocuk Sahibi
İletişim Bilgileri	talipcavdar82@gmail.com.

EĞİTİM

1996-2000	Kahramanmaraş İmam Hatip Lisesi
2004-2008	Niğde Üniv. Antrenörlük Eğitimi Bölümü
2010-2014	Niğde üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor ABD Yüksek Lisans

İŞ DENEYİMİ

2008-2013	Niğde Sedef Öğretim İşletmeleri AŞ. Öğretici
2013-2014	Başkent Eğitim Kurumları AŞ. Uzman Öğretici

YABANCI DİL

İngilizce	YDS: 41
-----------	---------