



**T.C.
İSTANBUL NİŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMİ (TEZLİ) YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**FUTBOL BRANŞINDA U-17/16 ve U-19/18 YAŞ ERKEK
SPORCULARIN FONKSİYONEL HAREKET TARAMALARI; FMS,
YBT, FCS VE BOLT SKOR TARAMALARI İLE METABOLİK ALAN
TESTLERİ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

Melik Kadir NAMLI

Yüksek Lisans Tezi

**İSTANBUL
Şubat 2024**

FUTBOL BRANŞINDA U-17/16 ve U-19/18 YAŞ ERKEK
SPORCULARIN FONKSİYONEL HAREKET TARAMALARI; FMS,
YBT, FCS VE BOLT SKOR TARAMALARI İLE METABOLİK ALAN
TESTLERİ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Melik Kadir NAMLI

T.C.
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı
Hareket ve Antrenman Bilimi (Tezli) Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

ORCID ID: 0009-0007-1879-4952

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Bülent KAYITKEN

İstanbul
Şubat 2024

KABUL VE ONAY

Melik Kadir NAMLI tarafından hazırlanan “Futbol Branşında U-17/16 ve U-19/18 Yaş Erkek Sporcuların Fonksiyonel Hareket Taramaları; FMS, YBT, FCS ve Bolt Skor Taramaları ile Metabolik Alan Testleri Sonuçlarının Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışma, 05/02/2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Yeliz YOL** _____
İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman BOYACI** _____
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi

Tez Danışmanı: **Dr. Öğr. Üyesi Bülent KAYITKEN** _____
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Enstitü Yönetim Kurulu;

Karar Tarihi :

Karar Numarası :

Dr. Öğr. Üyesi Şerafettin SEVGİLİ
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

05 Şubat 2024

Melik Kadir NAMLI

SAVUNMA ÖNCESİ ONAYLAR

BENZERLİK ONAYI		
Başlık	Namlı, K. (2024) Futbol Branşında U-17/16 ve U-19/18 Yaş Erkek Sporcuların Fonksiyonel Hareket Taramaları; FMS, YBT, FCS ve Bolt Skor Taramaları ile Metabolik Alan Testleri Sonuçlarının Karşılaştırılması” T.C İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul	
Savunma Tarihi	05.02.2024	
Sayfa Sayısı	211	
Benzerlik Yüzdesi (%)	%19	
Benzerlik Yüzdesi (%) (Kaynakça Hariç)	%16	
Taranan Program	Turnitin	
Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, özet, ana bölümler ve sonuç kısımlarından oluşan çalışmam için şahsım ve tez danışmanım/Enstitü Sorumlusu tarafından intihal tespit programında taraması yapılmıştır. Tez Danışmanımın gözetiminde tamamladığım çalışmamın azami benzerlik oranlarına göre intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.		
Öğrenci Melik Kadir NAMLI	Danışman Dr. Öğr. Üyesi Bülent KAYITKEN	Enstitü Sorumlusu

ETİK KURUL ONAYI		
Başlık	Futbol Branşında U-17/16 ve U-19/18 Yaş Erkek Sporcuların Fonksiyonel Hareket Taramaları; FMS, YBT, FCS ve Bolt Skor Taramaları ile Metabolik Alan Testleri Sonuçlarının Karşılaştırılması’	
Etik Kurul Toplantı Tarihi	04.01.2024	
Etik Kurul Karar No	2024/1	
Enstitü Sekreteri		

TEZDEN ÇIKARILAN YAYIN		
Yayın Künyesi	Namlı K. (2023) U17-19 Yaş Erkek Oyuncularının Fonksiyonel Hareket Taraması Skorlarının Karşılaştırması, 6. Uluslararası Artemis Sağlık ve Spor Bilimleri Kongresi	
Yayın Türü	☐ Ulusal Hakemli Dergide Makale ☐ Uluslararası Hakemli Dergide Makale ☐ Ulusal Kongre/Sempozyumda Bildiri ☒ Uluslararası Kongre Sempozyumda Bildiri	
Enstitü Sekreteri		

TEŞEKKÜR

Çalışmam sürecinde daima desteğini hissettiğim ailem başta olmak üzere, engin tecrübesi ile akademik süreçte yol gösterici yaklaşımı ile destek ve emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen, öğrencisi olmaktan çok mutlu olduğum ve kendimi şanslı hissettiğim sayın Dr. Öğr. Üyesi Bülent KAYITKEN hocama, bu araştırma süreci için kapılarını bana açan Altınordu Futbol Kulübü ALFA Birimine ve İdari Direktörü Ahmet Furkan CAN'a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Melik Kadir NAMLI

Şubat, 2024

ÖZET

Melik Kadir NAMLI

Futbol Branşında U-17/16 ve U-19/18 Yaş Erkek Sporcuların Fonksiyonel Hareket Taramaları; FMS, YBT, FCS ve Bolt Skor Taramaları ile Metabolik Alan Testleri Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yüksek Lisans Tezi

İstanbul, 2024

Bu tezin amacı; Futbol branşında U-17/16 ve U-19/18 erkek sporcuların FMS Protokolleri ile mobilite, motor kontrol, postürel dayanıklılık becerilerini ve Metabolik alan testleri ile de kardiyovasküler kapasite, çabukluk, sprint, dayanıklılık gibi parametreleri karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Bu tezin metod ve yöntemi; Yatılı sistem uygulayan, yetiştirici takım kimliği ile ön plana çıkmış profesyonel bir futbol kulübü altyapısından U17/16 ve U19/18 gruplarından 34 sporcu katılmıştır. Katılımcılara; FMS, YBT, FCS, Vücut Oksijen Level Testi (BOLT) uygulanmıştır. Ayrıca Metabolik Alan Testlerinden; 30-15 Aralıklı Fitness Testi, T Testi ve 30 Metre Sprint Testleri alınmış olup bu testler literatürde kabul görmüş rakamsal boyutta normlar taşıdığından Nicel Yöntemi kullanılmıştır ve elde edilen veriler sayısal bazda olacağından kullanılmış teknik ise veri analizi tekniğidir.

Elde edilen bulgularda; Sporcularının gruplar arası FMS ortalamaları, YBT ortalamaları, Vücut Oksijen Seviye Testi skorları (BOLT) arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Taşıma Testi değerlerine baktığımızda ise; (saniye) değerleri arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Metabolik Alan Testleri Performanslarına baktığımızda ise; yine gruplar arasında, IFT sonucunda tespit edilen MaxVo2 değerlerinde, T Testi ve 30 metre sürat test sonuçlarında anlamlı farklar tespit edilmiştir.

Araştırmanın sonucunda U18-19 sporcularının, U16-17 sporcularına göre antrenman, müsabaka vb. yüklere daha yoğun maruz kalması, iki grup arasındaki yaş farkından kaynaklanabilecek büyüme süreci içerisinde olmaları ve bu süreçlerin oluşturduğu fizyolojik değişikliklerden kaynaklanabilecek faktörlere bağlı olarak U16-17 sporcularının sınırlanabileceği göz önüne alınmalıdır. Bu vb. sebeplere bağlı olarak; U16-17 sporcularının biyomotor becerilerinin U18-19 sporcularına göre düşük çıkmasını; FMS Protokollerinden aldıkları düşük skorlara ayrıca fizyolojik farklılıklardan kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler

Futbol, fonksiyonel hareket taraması, yaranma, postür, performans

ABSTRACT

Melik Kadir NAMLI

Functional Movement Screenings of U-17/16 and U-19/18 Years Old Male Athletes in Football Branch; Comparison of FMS, YBT, FCS and Bolt Score Scanning and Metabolic Field Test Results

Master's Thesis

İstanbul, 2024

The aim of this thesis is; It is aimed to compare the mobility, motor control, postural endurance skills of U-17/16 and U-19/18 male athletes in the football branch with FMS Protocols, and parameters such as cardiovascular capacity, agility, sprint and endurance with Metabolic field tests.

Method and method of this thesis; 34 athletes from the U17/16 and U19/18 groups, from the infrastructure of a professional football club that applies a boarding system and stands out with its training team identity, participated. To the participants; FMS, YBT, FCS, Body Oxygen Level Test (BOLT) were applied. Also from Metabolic Field Tests; 30-15 Interval Fitness Test, T Test and 30 Meter Sprint Tests were taken and since these tests have numerical norms accepted in the literature, the Quantitative Method was used and since the data obtained will be on a numerical basis, the technique used is the data analysis technique.

In the findings obtained; Significant differences were detected between the FMS averages, YBT averages, and Body Oxygen Level Test scores (BOLT) of the athletes between the groups. When we look at the Transport Test values; Significant differences were detected between (second) values. When we look at the Metabolic Field Test Performances; again between groups, Significant differences were detected in the MaxVo2 values determined as a result of IFT, T Test and 30 meter speed test results.

As a result of the research, U18-19 athletes have better training, competition, etc. than U16-17 athletes. It should be taken into consideration that U16-17 athletes may be limited due to factors such as being exposed to more intense loads, being in a growth process that may result from the age difference between the two groups, and physiological changes caused by these processes. This etc. Depending on the reasons; The biomotor skills of U16-17 athletes were lower than those of U18-19 athletes; We can say that the low scores they received from the FMS Protocols were also due to physiological differences.

Keywords

Football, functional movement screening, injury, posture, performance

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
ETİK BEYAN	ii
SAVUNMA ÖNCESİ ONAYLAR	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM PERFORMANSIN FİZYOLOJİK İHTİYAÇLARI	4
1.1. Aerobik Adaptasyonlar	4
1.1.1. Kardiyovasküler Adaptasyonlar	5
1.1.2. Solunum ile İlgili Adaptasyonlar	12
1.1.3. Kas İçi Adaptasyonlar	14
1.1.4. Metabolik Adaptasyonlar	20
1.2. Anaerobik Adaptasyonlar	23
1.2.1. Kas İçi Adaptasyonlar	23
1.2.2. Enerji Sistemlerinde Adaptasyonlar	24
2. BÖLÜM FUTBOLUN BİYOMOTOR İHTİYAÇLARI	27
2.1. Futbolda Kuvvet	31
2.1.1. Kuvveti Etkileyen Etmenler	32
2.2. Futbolda Dayanıklılık	35
2.2.1. Dayanıklılık Sınıflaması	35
2.3. Futbolda Sürat ve Çeviklik	39
3. BÖLÜM FUTBOLDA MOTOR KONTROL STRATEJİLERİ	42
3.1. Futbolda Postürel Kontrol	45
3.2. Futbolun Miyofasyal Sistem Üzerine Etkileri	48
3.2.1. Vuruş Ayağında Top Temasına Bağlı Değişiklikler	48
3.2.2. Vuruş Tekniği ile Destek Ayağında Olan Değişiklikler	51
3.2.3. Lumbopelvik ve Kalçanın Adaptasyonları	52
3.3. Futbolda Kor Yapının Önemi	53

3.4. Futbolda Karın İçi Basınç Mekanizması	55
4. BÖLÜM FMS PROTOKOLLERİ	59
4.1. Fonksiyonel Hareket Ekranı – FMS	59
4.1.1. Taramayı Yapabilmek İçin Bilinmesi Gerekenler	61
4.1.2. Testin Yapılabilmesi İçin Gerekli Ekipman	61
4.1.3. Tarama Sırasında Nerde Durulması Gerekir	61
4.1.4. FMS taramasını gerçekleştirme sıralaması:	62
4.2. Y Denge Testi	83
4.2.1. Y Denge Testi – Alt Çeyrek	83
4.2.2. Y Denge Testi – Üst Çeyrek	86
4.3. Fonksiyonel Kapasite Ekranı	90
4.3.1. Motor Kontrol Ekranı	90
4.3.2. Postürel Kontrol Ekranı	100
4.3.3. Güç Ekranı	108
4.3.4. Enerji Depolama Ekranı	113
5. BÖLÜM PERFORMANSTA BOHR ETKİSİ VE BOLD SKORU	119
5.1. Bohr Etkisi Nedir?	119
5.2. Vücut Oksijen Seviye Skoru Nedir (Bolt Skoru)?	123
5.2.1. Vücut Oksijen Seviye Testi Nasıl Çalışır?	125
5.2.2. Vücut Oksijen Seviye Testinin Performansa Etkisi	126
6. BÖLÜM METABOLİK ALAN TESTLERİ VE FUTBOL	140
6.1. 30-15 Aralıklı Fitness Testi (IFT)	140
6.2. ‘T’ Test	143
6.3. ‘30’’ Metre Sprint Testi	144
YÖNTEM	147
BULGULAR	149
TARTIŞMA	155
SONUÇ VE ÖNERİLER	160
KAYNAKLAR	162
EKLER	173

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Fonksiyonel Hareket Taraması Değerlendirme Formu Tablosu.....	82
Tablo 2. Y Denge Testi – Alt Çeyrek Değerlendirme Formu Örnek Vaka Tablosu	86
Tablo 3. Y Denge Testi – Üst Çeyrek Değerlendirme Formu Örnek Vaka Tablosu	89
Tablo 4. Örnek Ayak Bileği Temizleme Tablosu	93
Tablo 5. Alt Motor Kontrol Ekranı Örnek Testleme Tablosu.....	97
Tablo 6. Alt Motor Kontrol Ekranı Ayak Boyu Belirleme Tablosu	98
Tablo 7. Üst Motor Kontrol Örnek Tablo	100
Tablo 8. Taşıma Testi Ağırlık Belirleme Tablosu	102
Tablo 9. Kavrama Kuvveti Testi Örnek Hesaplama Formül ve Tablosu.....	104
Tablo 10. Kavrama Kuvveti Normatif Data Tablosu.....	105
Tablo 11. Eller ile Geniş Öne Atlama Örnek Tablo.....	111
Tablo 12. Tek Bacak Sıçrama Tablosu	113
Tablo 13. İkili Üçlü Geniş Öne Sıçrama Testi Örnek Tablo	115
Tablo 14. Öne 2 – 1 – 2 Sıçrama Hesaplama Tablosu	117
Tablo 15. Güç Ekranı Genel Örnek Tablo	118
Tablo 16. Bolt Skoru Tablosu.....	125
Tablo 17. Bradley & Esformes, 2014, Çalışma Sonuçları	138
Tablo 18. Erkek Futbolcuların Ortak IFT Test Puanları	142
Tablo 19. T Testi Normatif Data.....	144
Tablo 20. 30 M. Sprint Test Normatif Dataları.....	145
Tablo 21. U16/17 yaş kategori sporcularının antropometrik ölçümleri.....	149
Tablo 22. U18/19 yaş kategori sporcularının antropometrik ölçümleri.....	149
Tablo 23. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının FMS skorlarının karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	150
Tablo 24. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek skorlarının karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi.....	150
Tablo 25. U17 ve U19 yaş kategori sporcularının YBT üst ve alt çeyrek toplam skorlarının karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	151
Tablo 26. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının T-test karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	152
Tablo 27. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının 30m sürat test karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	153

Tablo 28. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının MaxVo2 karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	153
Tablo 29. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının Bolt skor karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	154
Tablo 30. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi	154



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Sporcu ve Sedanter Grupların Sol Ventriküler İnternal Çaplarının, ortalama duvar kalınlıklarının, sol ventriküler kütlelerinin karşılaştırılması	6
Şekil 2. Dayanıklılık antrenmanı, yeni sağlıklı mitokondri üretimini (biogeneze) artırıp, mitokondri yıkımını azaltarak ve hasarlı mitokondrilerin atılmasını (mitofaji) sağlayarak kas mitokondri niteliğini etkiler. İlk iki süre düzenleyici protein olan PGC-1 α tara.....	16
Şekil 3. Yedi ay süren yüzme antrenmanı süresince kas enzimlerinden SDH aktivitesindeki değişim yüzdeleri.....	18
Şekil 4. Antrene olmayan kişilerde (UT) orta düzey antrene koşucularda (MT) ve üst düzey antrene maratoncularda (HT) bacak kasları enzim aktivitelerinin karşılaştırılması (Costill ve diğerleri, 1979)	19
Şekil 5. Laktat Eşiğinde (LT) antrenman ile gözlenen değişimler. a) maksimal oksijen tüketimi yüzdesi, b) koşu bandı hızındaki artış. LT eşiği antrenmansız durumda 8,4km/s koşu hızında, antrenmanlı olanlar da ise 11,6km/s koşu hızına denk gelmiştir.	21
Şekil 6. Dayanıklılık Antrenmanlarına Kardiyovasküler Adaptasyonlar Modeli (Danna, 2006)	23
Şekil 7. 6 veya 30sn tekrarlı maksimal anaerobik antrenman sonucu kreatin kinaz (CK) ve aks miyokinaz (MK) aktivitelerinde değişiklikler.....	25
Şekil 8. 6 veya 30sn tekrarlı maksimal anaerobik tekrarlar ile antrenman sonrası 60 sn sprint performansı	26
Şekil 9. Biomotor yetenekler ve sporsal verim arasındaki etkileşimler.....	29
Şekil 10. Düşük sertlik alıştırma dayanıklılık uygulamasında kuvvet-zaman eğrisinin değişimi. (Häkkinen ve Myllylä, 1990)	38
Şekil 11. Omuz hareketleri sırasında transversus abdominis kasının aktivitesi. Bel ağrılı bireylerin daha geç transversus reaksiyon zamanı söz konusudur. 0 noktası omuz hareketinin öncesini temsil etmektedir. EMG=elektromiyografi.....	43
Şekil 12. Stabilitate sınırları (kırmızı), destek yüzeyi (yeşil) ve ağırlık merkezinin (CoM) statik duruştaki hareket paterni (bordo)	47
Şekil 13. Diz Eklemi Kaslarının agonist-antagonist ilişkisi.....	50
Şekil 14. Topa Vuruş Anında Destek Ayağı.....	52
Şekil 15. Şut Çekme ve İntraabdominal Basınç.....	55
Şekil 16. İntraabdominal basınç mekanizması. Abdomendeki basınç pelvis ve diyaframa karşı direnç oluşturarak omurgaya ekstra ekstansör tork sağlar	56
Şekil 17. FMS Temel Hareket Kalıplarına Bakış Açısı	59
Şekil 18. FMS Çalışma Siklüsü	60
Şekil 19. Derin Çömelme Skorlaması.....	64
Şekil 20. Yüksek Adımlama Skorlaması	66

Şekil 21. Öne Adımla Çömelme Skorlaması	68
Şekil 22. Omuz Mobilite Ağrı Kontrol Testi	70
Şekil 23. Omuz Mobilite Testi	71
Şekil 24. Aktif Düz Bacak Kaldırma Testi	73
Şekil 25. Gövde Stabilite Şınav Testi	75
Şekil 26. Spinal Ekstansiyon Kontrol Testi	76
Şekil 27. Spinal Fleksiyon Kontrol Testi	77
Şekil 28. Rotasyon Stabilite Testi	78
Şekil 29. Fonksiyonel Hareket Taraması Bulgular	80
Şekil 30. Fonksiyonel Hareket Taraması Bulgular	81
Şekil 31. Y Denge Testi – Alt Çeyrek Başlama Pozisyonu	83
Şekil 32. YBT-LQ Anterior – Posteromedial- Postereolateral	84
Şekil 33. Y Denge Testi – Üst Çekirdek Başlangıç Pozisyonu.....	87
Şekil 34. Y Denge Testi – Üst Çeyrek Testleme Yönleri	88
Şekil 35. Ayak Bileği Temizleme Ekranı	91
Şekil 36. Ayak Bileği Temizleme Ekranı – Yeşil	92
Şekil 37. Ayak Bileği Temizleme Ekranı – Sarı	92
Şekil 38. Ayak Bileği Temizleme Ekranı – Kırmızı	93
Şekil 39. Üst Motor Kontrol Temizleme Başlangıç Pozisyonu	94
Şekil 40. Üst Motor Kontrol El Bileği Temizleme Skrlama.....	95
Şekil 41. Üst Motor Kontrol Horizontal Abdüksiyon Temizleme.....	95
Şekil 42. Alt Motor Kontrol Ekranı Başlangıç Pozisyonu	96
Şekil 43. Alt Motor Kontrol Ekranı Uygulama.....	96
Şekil 44. Alt Motor Kontrol Ekranı Ayak Ölçümü.....	97
Şekil 45. Üst Motor Kontrol Ekranı Başlangıç Pozisyonu	99
Şekil 46. Üst Motor Kontrol Ekranı Uygulama	99
Şekil 47. Taşıma Testi Uygulama Protokolü	101
Şekil 48. Taşıma Testi Başlangıç Duruşu	101
Şekil 49. Ayakta Dirsek Bükülü Kavrama Testi	103
Şekil 50. Ayakta Kol Baş Üstü Kavrama Testi.....	103
Şekil 51. Kollar Düz Asılı Barfiks Modeli.....	106
Şekil 52. Kollar Bükülü Asılı Barfiks Modeli	107
Şekil 53. Kettlebell Taşıma Testi Protokolleri.....	108

Şekil 54. Eller ile Geniş Öne Atlama Testi	109
Şekil 55. Eller Belde Geniş Öne Sıçrama	110
Şekil 56. Tek Bacak Sıçrama	112
Şekil 57. İkili Geniş Öne Sıçrama.....	114
Şekil 58. Üçlü Geniş Öne Sıçrama.....	114
Şekil 59. Öne 2 -1 – 2 Sıçrama	116
Şekil 60. Karbondioksit Arterial Damarlar İlişkisi	120
Şekil 61. Kan Ph Değerleri.....	122
Şekil 62. Oksihemoglobin Ayırışma Eğrisi.....	123
Şekil 63. Bolt Testi Uygulama.....	125
Şekil 64. Kapnometre.....	130
Şekil 65. IFT Test Alanı.....	141
Şekil 66. T Test Parkuru.....	143
Şekil 67. 30 Metre Sprint Testi Parkur Modeli	145

KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMA	AÇIKLAMA
ACSM	Amerikan Spor Hekimliği Koleji Derneği
ASIS	Anterior Superior Iliaca Spine
ATP	Adenosin Trifosfat
BOLT TEST	Vücut Oksijen Seviye Testi
CO ₂	Karbondioksit
DSAD	Düşük Serlik Antrenman Dayanıklılığı
EMG	Elektromiyografi
EPO	Eritroprotein
ETCO ₂	En-Tidal Hacim
FCS	Temel Kapasite Ekranı
FMS	Fonksiyonel Hareket Ekranı
HB	Hemoglobin
HCT	Hematokrit
HRMAKS	Maksimal Kalp Atım Hızı
IFT	30- 15 Aralıklı Fitness Testi
İAB	İntraabdominal Basınç
MAX VO ₂	Maksimum Oksijen Alımı
MCS	Motor Kontrol Ekranı
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
NO	Nitrik Oksit
O ₂	Oksijen
PACO ₂	Arteriyal Kandaki Kısmi Karbondioksit Kısmi Basıncı
PO ₂	Oksijen Kısmi Basıncı
RER	Solunum Değişim Oranı
SDH	Sükrisinat Dehidrohenaz
SIAS	Spina Iliaca Anterior Superior
SPO ₂	Arteriyal Kandaki Oksijenli Hemoglobine Karşı Toplam Hemoglobin Yüzdesi
YBT	Y Denge Testi
YBT – LQ	Y Denge Testi – Alt Çeyrek
YBT- UQ	Y Denge Testi – Üst Çeyrek



GİRİŞ

Futbol normal süresi 90 dk. olan bazen de uzatma devreleri ile 120 dk. süren, maç sonunda futbolcuların performanslarına göre uzun mesafeler koştuğu ve yüksek efor gerektiren bir dayanıklılık oyunudur. Futbolda motor becerilerin üst seviyelerde olması oldukça önemlidir. Futbol, patlayıcı hareketler içeren eylem yapısının yanı sıra aerobik gereksinimleri de yüksek olan bir spor dalıdır. Futbolcular, oyun başına 9,1 ile 11,9 km koşarak çok değişik hareketleri gerçekleştirmektedir. Bu hareketler sadece submaksimal aerobik çalışmaları değil, aynı zamanda sprint ve sıçramaları da içermektedir. (Turner ve diğerleri, 2013).

Ayrıca ortalama olarak bir futbolcu oyun başına 250 yakın sert özellikli anaerobik eylemde bulunmaktadır. Bu, eylemlerden den 39 tanesi de her doksan saniyede bir 2-4sn süreli olarak yapılan tekrarlı sprint uygulamalarıdır. Bu sprintler sırasında, hız yeteneği oyuncunun topa sahip olup olmamasını, gol atmasını, kalesini savunmasının niteliğini belirleyici özelliklerden biri olmasından dolayı başarı için temel bir koşul olarak görülmelidir. Bir futbolcu, maç başına toplam 1.025 metre koşmaktadır. (Turner ve diğerleri, 2013).

Sprint, futbolcuların başarısı için gerekli olan tek bir özellik değildir. Ayrıca ayrıntılı incelemeler bir oyuncunun karşılaşma sırasında 111 oyun içi etkinliğe katıldığını ve 90 ila 100 kez yön değiştirdiğini göstermektedir. Bu etkinliklerde ise sporcunun topa vurması, yön değiştirmesi, sıçraması hızlanması, yavaşlaması ve eylemi birdenbire kesmesi gerekmektedir (Turner, Munro ve Comfort 2013).

Futbol branşının gereği özel becerilerin geliştirilmesine yönelik tüm çalışmaların seçici kas aktivitesi odaklı hareket sistemi ile gerçekleştirilmesi, insan hareket sistemine özgü temel hareket kalıplarını uygulamada disfonksiyonel bir ortam yaratmakta olup, yaralanma risklerini önceden tespit edebilmek adına FHT taramaları ile sporcuların sezon boyunca gözlemlemek temel amaçtır. FHT tarama prensibi literatür de güvenilirliğe sahip bir protokoldür (Onate ve diğerleri, 2012).

Fonksiyonel Hareket Ekranı (FMS), bireylerdeki hareket kalıplarını değerlendirmek ve puanlamak için kullanılan bir sistemdir. Gray Cook ve Lee Burton tarafından geliştirilmiş olup spor hekimliği, fizik tedavi ve fitness antrenmanlarında yaygın olarak

kullanılmaktadır. FMS'nin birincil amacı, fiziksel aktivite sırasında yaralanma riskini artıracak hareket fonksiyon bozukluklarını, dengesizliklerini veya sınırlamalarını tanımlamaktır.

Bu Araştırmanın Konusu; Futbol branşında U-17/16 ve U-19/18 erkek sporcuların Fonksiyonel Hareket Protokolleri ile Metabolik Alan testlerinin sonuçlarının birbirleri ile karşılaştırılmasıdır.

Bu Araştırmanın Amacı; Profesyonelliğe aday bu yaş grubu sporcularının, branşa özgü mutlak ihtiyaç olan aerobik ve anaerobik performans gelişimlerinde en önemli engellerden kas iskelet sisteminde oluşabilecek disfonksiyonların önüne geçmek, bu sorunların yaralanmalara sebep olmasını engellemek ve gelişim süreçlerini optimal düzeyde tamamlamalarını sağlamaktır. Fonksiyonel Hareket Protokolleri ile sporcuların mobilite, motor kontrol, postürel dayanıklılık ve fonksiyonellik becerilerini tespit ederek ve Metabolik alan testleri ile de futbola özgü gerekli olan kardiyovasküler kapasite, çabukluk, sprint, dayanıklılık gibi parametreleri belirleyip çıkan verilerin birbirleri ile uyumu araştırılmak istenmektedir.

Bu Araştırmanın Önemi; Gelişimsel sürecini tamamlamakta olacak ve branşa özgü becerileri kazanmaya çalışacak bu yaş gurubu sporcuların sadece branş çalışmaları ile desteklenemeyeceğini, antrenman, müsabaka vb. yüklemelerden oluşabilecek yaralanma, sakatlanma risklerini minimale indirmek ve kazanımların önündeki engel disfonksiyonları tespit etmek için devamlı periyotlar ile Fonksiyonel Hareket Tarama Protokolleri ile sporcuyu korumaya almanın gerekliliğini belirlemek bu çalışmanın önemidir.

Bu Araştırmanın Sorusu; İnsan hareket sistemindeki lokomotor yapıdaki disfonksiyonlar futbol branşında kardiyovasküler performans, dayanıklılık, sürat, yön değiştirme vb. biyomotor ihtiyaçları etkiler mi?

Bu Araştırmanın Hipotezleri;

H1: Lokomotor sistemin var olan mobilite sorunları kardiyovasküler performansa etki eder.

H2: Postürel performans alt ve üst ekstremitelerdeki simetriye etki eder.

H3: Ekstremitelerdeki asimetrikler patlayıcı kuvvete etki eder.

Bu Araştırmanın Yöntemi; Yatılı sistem uygulayan, yetiştirici takım kimliği ile ön plana çıkmış profesyonel bir futbol kulübü altyapısından U17/16 ve U19/18 grupları dahilinde 34 sporcu katılmıştır. Katılımcılara Fonksiyonel Hareket Tarama Testi (FMS), Y Balans Test (YBT), Fonksiyonel Kapasite Testi (FCS), Vücut Oksijen Level Testi (BOLT) uygulanmıştır. Ayrıca Metabolik Alan Testlerinden; 30-15 Aralıklı Fitness Testi, T Testi ve 30 Metre Sprint Testleri alınmıştır.

Bu Araştırmanın Sınırlılıkları; Araştırma sadece Altınordu Futbol Akademisi bünyesinde U-17/16 ve U-19/18 takımlarındaki sporcular ile sınırlı olup temel kısıtlılıklar olarak Sporcuların bulundukları takım içerisindeki yaş farkları ve mevki farkları değerlendirmelere etki edebilir.

BİRİNCİ BÖLÜM PERFORMANSIN FİZYOLOJİK İHTİYAÇLARI

1.1. Aerobik Adaptasyonlar

Tek bir aerobik egzersiz seansında, insan vücudu aktif olarak kasılan kasların enerji ve oksijen ihtiyacını karşılamak için kardiyovasküler ve solunum fonksiyonlarını hassas bir şekilde düzenler. Bu sistemler, düzenli egzersizlerde olduğu gibi tekrarlı zorlanmalarda vücudun VO₂ max ve genel dayanıklılık performansını geliştirmesine olanak verecek şekilde adaptasyon sergiler (Avşar. 2021).

Dayanıklılık, iki ayrı fakat ilişkili kavramı ifade eden bir terimdir: kassal dayanıklılık ve kardiyorespiratuar dayanıklılık. Her birisi atletik performansa önemli oranda katkıda bulunur ve farklı sporlar için her birisinin önemi değişkendir. Sprintler için, dayanıklılık, örneğin 100 m veya 200m'lik tüm mesafe boyunca yüksek hızı sürdürmelerini sağlayan özelliktir.

Zindeliğin bu bileşeni kassal dayanıklılık olarak adlandırılır ve tek bir kas veya kas grubunun yüksek şiddetli, tekrarlayan veya statik kasılmaları sürdürme yeteneği olarak adlandırılır. Bu dayanıklılık türü için bir halterci, boksör veya bir güreşçinin yaptığı çoklu tekrarlar da örnek gösterilebilir. Kassal dayanıklılık, kassal kuvvet ve anaerobik güç gelişimi ile yakından ilişkilidir.

Kassal dayanıklılık her bir kas veya kas grubuna özgü olsa da kardiyorespiratuar dayanıklılık, büyük kas gruplarını kullanarak uzun süreli ve dinamik tüm vücut egzersizlerini devam ettirebilme yeteneği ile ilgilidir. Kardiyorespiratuar dayanıklılık, uzun süreli egzersizler sırasında kardiyorespiratuar sistemlerin çalışan kaslara oksijen iletimini sürdürebilme yeteneğinin yanı sıra kasların aerobik olarak enerji kullanabilme yeteneğinin geliştirilmesi ile ilgilidir.

Antrenmanın dayanıklılık üzerindeki etkilerini incelemek için, bir bireyin kardiyorespiratuar dayanıklılık kapasitesini objektif ve tekrarlanabilir şekilde ölçmek gerekir. Bu yolla, egzersiz bilimci, antrenör veya sporcu, antrenman programı sırasında meydana gelen fizyolojik adaptasyonlar ile sağlanan performans gelişimini takip edebilir.

Litaratür, maksimum aerobik güç veya maksimum aerobik kapasite olarak VO₂maks kardiyorespiratuar dayanıklılığın en objektif ölçütü olarak kabul eder. VO₂maks maksimum veya tükenene kadar sürdürülen egzersiz sırasında elde edilen en yüksek

oksijen tüketim miktarı olarak tanımlanır, Fick denklemine göre $VO_{2max} >$ maksimum kardiyak çıktı (çalışan kaslara oksijen ve kanın taşınması) ve maksimum arterio-venöz (a-v) O₂ farkı (aktif kasların oksijeni alma ve kullanma yeteneği) ile belirlenir (Avşar P. 2021).

Kalp atım hızı ve atım volümünün ürünü olan kardiyak çıktı, bir dakikada kalpten pompalanan kanı ifade ederken, (a-v) O₂ farkı ise dokular tarafından kandan ne kadar oksijen alındığının göstergesidir. Fick denklemine göre, bu değerlerin çarpımı oksijen tüketim oranıdır: $VO_2 = \text{atım volümü} \times \text{kalp atım hızı} \times (a - \bar{v})O_2 \text{ farkı}$

1.1.1. Kardiyovasküler Adaptasyonlar

Aerobik antrenman veya kardiorespiratuar dayanıklılık antrenmanı, kardiyak performansın ve periferik kan akışının iyileşmesini ve kas fibrillerinin adenosin trifosfat (ATP) üretme kapasitesinin artmasını sağlar. Aynı zamanda kalp büyüklüğü, atım volümü, kalp atım hızı, kardiyak çıktı, kan akışı ve kırmızı kan hücre hacimleri gibi çoklu kardiyovasküler adaptasyonlar meydana gelir (Avşar P. 2021).

1.1.1.1. Kalp Büyüklüğü

Artan iş yüküne adaptasyon olarak, kardiyak kas kütlesi ve ventrikül hacmi antrenmanlar sonucu artar. Tıpkı iskelet kası gibi kalp kası da kronik dayanıklılık antrenmanları sonucu morfolojik adaptasyonlara uğrar. Uzmanlar arasında kalp büyümesinin, bazen ileri düzey hipertansiyonla birlikte gözlenen, patolojik bir durumu yansıttığına dair yanlış inanış nedeniyle, geçmişte egzersizin neden olduğu sporcu kalbi adı verilen kardiyak hipertrofi kaygıyla karşılanıyordu.

Diğer yandan, antrenman kaynaklı kardiyak hipertrofi, günümüzde kronik dayanıklılık antrenmanına karşı gelişen normal bir adaptasyon olarak kabul edilmektedir. Antrenman yüküne bağlı olarak sol ventrikül en fazla işi yapan odacıktır, bu nedenle dayanıklılık antrenmanına yanıt olarak en büyük adaptasyon burada gözlenir. Ventriküler adaptasyonun türü, yapılan egzersiz türüne özgüdür. Örneğin, direnç antrenmanı sırasında sol ventrikül, sistemik sirkülasyonda artan yüke karşı kasılmak zorunda kalır. Bu basınç, kanın pompalanması sırasında sol ventrikülün üstesinden gelmesi gereken önemli bir direnç neden olur.

Bu yüksek yükün üstesinden gelmek için, kalp kası sol ventrikül duvar kalınlığını arttırarak ve bu sayede kasılma gücünü arttırarak adaptasyon gösterir. Böylece, direnç antrenmanı sonucu kalbin artan yüke tekrar tekrar maruz kalmasına yanıt olarak kas kütlesi artar. Buna karşın, ventrikül hacminde değişiklik çok azdır.

Sol ventrikül boyutlarındaki bu artışın, dayanıklılık antrenmanının neden olduğu ve sadece sol ventrikül de gözlenen bir adaptasyon olduğu ileriye sürülmüştü. Sonraki araştırmalar, direnç antrenmanı sonucu gözlenen değişimler ile benzer şekilde, miyokart duvar kalınlığının da dayanıklılık antrenmanı ile arttığını göstermiştir. Üst düzey antrene dayanıklılık sporcuları (yarışmacı kros kayakçıları, dayanıklılık bisikletçileri ve uzun mesafe koşucuları), dayanıklılık antrenmanı yapmayan erkek ve kadınlara göre daha büyük sol ventrikül kütlesine sahiptir. Ayrıca, sol ventrikül kütlesi VO2maks ile yüksek derecede ilişkilidir (Avşar P. 2021).

1996 yılında Fardard, uzun mesafe koşucuları (135 sporcu ve 173 kontrol), bisikletçiler (69 sporcu ve 65 kontrol) ve kuvvet sporcularına (halter, vücut geliştirme, güreş branşlarında 178 sporcu ve 105 kontrol) odaklanan ve o yıla kadar yapılan araştırma sonuçlarını kapsamlı şekilde ele alan bir derleme yayınladı. Her grup için, sporcular sedanter bir kontrol grubuyla eşleştirildi. Koşucu, bisikletçi ve kuvvet sporcuları için sol ventrikül internal çapı ve toplam sol ventrikül kütlesi, yas ve vücut uzunluğuna göre eşleştirildikleri setander grup ile kıyaslandığında sporcularda daha büyüktü (Fagard. 1996).



Şekil 1. Sporcu ve Sedanter Grupların Sol Ventriküler İnternal Çaplarının, Ortalama Duvar Kalınlıklarının, Sol Ventriküler Kütlelerinin Karşılaştırılması

Üç farklı sporcu grup için (koşucular, bisikletçiler, kuvvet sporcuları) yaş ve vücut büyüklüğü-ne göre eşleştirilmiş kontrol grubu ile karşılaştırılan kalp büyüklükleri arasındaki yüzdesel fark. Sol ventriküler internal çapı (LVID), ortalama duvar kalınlığı (MWT), ve sol ventrikül kütlesi (LVM) için yüzde farklar gösterilmiştir (Fagard, 1996).

1 . 1 . 1 . 2 Atım Volümü

Dinlenik atım volümü, dayanıklılık antrenman programı ardından öncesine oranla önemli derecede yüksektir. Dayanıklılık antrenmanına bağlı bu artış, aynı submaksimal egzersiz şiddeti ve maksimal egzersizde de görülür. Aerobik antrenmandan sonra, sol ventrikül diyastolde daha fazla dolar. Antrenman ile plazma volümü artar, bu sayede diyastol esnasında ventriküle daha fazla kan girer ve diyastol sonu volüm (EDV) artar. Antrenmanlı bir kalbin dinlenik durumda ve aynı egzersiz şiddetinde kalp atış hızı antrene olmayan kalbe göre daha düşüktür, bu da diyastolik dolum için kalbe daha fazla zaman tanır. Ventriküle daha fazla kan girmesi ventrikül duvarlarındaki gerginliği artırır (Avşar, 2021).

Dayanıklılık antrenmanı süresince atım volümündeki adaptasyonlar, orta yaş üzeri erkeklerin 1 yıl boyunca aerobik olarak antrene edildiği bir çalışma ile gösterilmiştir. Antrenman öncesi ve sonrası kardiyovasküler fonksiyonları değerlendirilmiştir. Katılımcılara haftada 4 gün, günde 1 saat koşu, koşu bandı ve bisiklet ergometresi egzersizleri yaptırılmıştır. Antrenman programı VO₂maks'in %60 ile %80'i şiddetinde ve VO₂maks'in %90'i üzerinde kısa süreli egzersizlerden oluşmuştur. Diyastol sonu hacim istirahatte ve submaksimal egzersiz programı süresince artmıştır. Sol ventrikül kasılma gücünün artmış olduğunun göstergesi olarak sistol sonu volüm azalmış ve bununla ilişkili olarak ejeksiyon fraksiyonu artmıştır. Dayanıklılıkta önemli bir gelişme olarak, VO₂ maks. %23 artmıştır (Ehsani ve diğerleri. 1991).

Özetle, artan sol ventrikül boyutları, azalan sistemik periferik direnç ve artan kan hacmi, bir dayanıklılık antrenman programından sonra dinlenik, submaksimal ve maksimal atım volümündeki artışı açıklamaktadır.

1 . 1 . 1 . 3 Kalp Atım Hızı

Aerobik antrenmanın en büyük etkisi dinlenik durumda, submaksimal egzersiz sırasında ve egzersiz sonrası toparlanma döneminde kalp atım hızı üzerinedir. Aerobik antrenmanın maksimum kalp atım hızı üzerine etkisi ise önemsenmeyecek kadar azdır.

Dinlenim kalp atım hızı, dayanıklılık antrenmanı sonucu belirgin şekilde azalır. Bazı araştırmalar, başlangıç kalp atım hızı 80 atım/dk olan bir sedanter bireyin, en azından ilk birkaç hafta boyunca, aerobik antrenmanların her haftasında dinlenme kalp atım hızını yaklaşık 1 atım/dk azaltabildiğini göstermiştir. 10 haftalık orta düzey bir dayanıklılık antrenmanından sonra dinlenme kalp hızı 80'den 70 atım/dk veya altına düşebilir. Öte yandan, kontrol grubu içeren ve çok sayıda katılımcı üzerinde yapılan araştırmalar, 20 haftaya kadar aerobik antrenmanı takiben dinlenik kalp atımında düşüşün 5 atım/dk' dan daha az olduğunu gözlemişlerdir (Avşar, 2021).

Bradikardi kalp atım hızının 60 atım/dk'dan daha az olduğunu gösteren bir terimdir. Antrenmanlı olmayan bireylerde, bradikardi anormal bir kalp fonksiyonu veya kalp hastalığının bir sonucu olabilir. Buna karşın, yüksek kondisyon düzeyinde dayanıklılık sporcularında kalp atım hızı 40atım/dk'dan, hatta bazı sporcularda 30 atım/dk'dan daha düşük değerlere sahiptir. Bu nedenle, dayanıklılık antrenmanına normal bir yanıt olan antrenmana bağlı bradikardi ile, dikkatle ele alınması gereken patolojik bradikardi birbirlerinden ayrılmalıdır (Avşar, 2021).

Submaksimal kalp atım hızı; Aerobik egzersiz programı ardından, herhangi bir egzersiz şiddetinde gerçekleştirilen submaksimal egzersiz sırasında daha düşük bir kalp atım hızı gözlenir. Her bir yürüyüş veya koşu hızında, antrenman sonrası kalp atım hızı, antrenman öncesi kalp atım hızından daha düşüktür. Kalp atım hızında antrenmana bağlı düşüş oranı, yüksek egzersiz şiddetlerinde daha da fazladır. Çalışan kasın gereksinimlerini karşılamak için gerek duyulan kardiyak çıktı sürdürülürken, antrene bir kalp, aynı iş yükünde antrene olmayan kalbe göre daha az iş yapar (daha düşük kalp atım hızı ile daha yüksek atım volümü).

Maksimal kalp atım hızı; Maksimum kalp atım hızı (HRmaks) stabil olma eğilimindedir ve dayanıklılık antrenmanlarından sonra genellikle pek fazla değişmeden sabit kalır. Bununla birlikte, bazı çalışmalar, antrene olmayan ve HRmaks değerleri 180 atım/dk

üzerinde olan kişiler için antrenman programı sonunda HR maks değerinin biraz daha düşük olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, kondüsyon düzeyi yüksek dayanıklılık sporcuları genellikle aynı yaştaki antrenmansız bireylerden daha düşük HRmaks değerlerine sahiptir, fakat bu durum her zaman böyle olmayabilir. 60 yaşın üzerindeki sporcular bazen aynı yaştaki antrenmansız kişilerden daha yüksek HRmaks değerlerine sahiptir.

1 . 1 . 1 . 4 Kardiyak Çıktı

Antrenman ile atım volümü artarken, genellikle dinlenik durumda ve aynı şiddetteki egzersiz sırasında kalp atım hızı azalmaktadır. Bu karşılıklı değişikliklerin büyüklüğü benzer olduğundan, dayanıklılık antrenmanlarına yanıt olarak istirahat halinde ya da belirli bir submaksimal egzersiz şiddetinde kardiyak çıktı çok fazla değişmez. Hatta, kardiyak çıktı biraz düşebilir.

Bu durum, (a-v) O₂ farkındaki artışın (dokuların daha fazla oksijen ekstraksiyonu yaptığıının göstergesi) veya oksijen tüketimi oranındaki düşüşün (artan mekanik verimin göstergesi) bir sonucudur. Genel olarak, kardiyak çıktı gerçekleştirilen efor şiddeti için gerekli oksijen tüketimiyle uyumludur. Maksimal kardiyak çıktı antrene olmayan bireylerde 14 ile 20 L/dk ve antrenmanlı bireylerde ise 25 ile 35 L/dk arasında değişmektedir. Üst düzey kondisyona sahip dayanıklılık sporcularında 40 L/dk veya daha üzerinde olabilir. Bununla birlikte, bu değerler, vücut büyüklüğünden büyük ölçüde etkilenir (Avşar, 2021).

Lundby ve diğer araştırmacılar, bireyler arasında VO₂ maks değişkenliğinin, öncelikle iki değişken deki farklılıklardan kaynaklandığını ileriye sürdüler; bunlar, maksimal kardiyak çıktı ve kırmızı kan hücresi hacmi idi. Bu nedenle, dayanıklılık antrenmanı ile VO₂ maks'da gözlenen değişimler, bu iki önemli para-metredeki değişimleri yansıtmaktadır (Lundby ve diğerleri, 2017).

1 . 1 . 1 . 5 Kan Akışı

Aktif kaslar, aktif olmayanlara göre önemli ölçüde daha fazla oksijen ve besine ihtiyaç duyar. Bu artan ihtiyaçları karşılamak için, egzersiz sırasında çalışan kaslara daha fazla kan ulaştırılmalıdır. Dayanıklılık antrenmanı ile kardiyovasküler sistem, aktif dokuların

daha fazla ihtiyaç duyduğu oksijen ve metabolik substrat ihtiyacını karşılamak için bu dokulara olan kan akışını arttıracak şekilde adapte olur. (Avşar P. 2021)

Kalpте meydana gelen, kanın daha iyi pompalanması ve atım volümünün artmasına izin veren değişikliklere ek olarak, dayanıklılık antrenmanı sonrası kasa iletilen kan akışındaki artışı dört faktör belirler:

- Kapilarizasyonun artması
- Kullanılan mevcut kapiler damarların artması
- Aktif olmayan bölgelerden kanın uzaklaşarak çalışan dokulara daha etkili kan akışının sağlanması
- Toplam kan volümünün artması

Kan akışının artmasına olanak vermek için, antrene kaslarda yeni kılcal damarlar gelişir. Bu, kanın arteriyollerden iskelet kası içine nüfuz etmesini ve aktif kas liflerine perfüzyonun artmasını sağlar. Kılcal damarlardaki bu artış, genellikle kas lifi başına kılcal damar sayısında veya kapiler-kas lifi oranında artış ile ifade edilir Kardiyak çıktının daha etkili bir şekilde dağıtılması da aktif kaslara kan akışını artırabilir. Kan akışı, aktif kaslara yönlendirilir ve yüksek kan akışı gerektirmeyen alanlara yönelen kan akışı azalır. Bir kas grubun da dahi daha aktif olan kas liflerine yönelik kan akışı artabilir (Avşar, 2021).

İlk kez Armstrong ve Laughlin, dayanıklılık antrenmanı yaptırılan sıçanlarda antrene olmayan sıçanlara göre egzersiz sırasında kan akışının aktif dokulara yönlendiğini ortaya koymuştur. Antrene olan ve olmayan sıçanlar arasında egzersiz yaptırılan arka ayaklara toplam kan akışında farklılık gözlenmemiştir. Fakat, antrene sıçanlarda kan akışı glikolitik kas liflerinden uzaklaşarak büyük oranda oksidatif kas liflerine yönlendirilecek şekilde kan akışının yeni bir dağılım sergilediği gözlenmiştir (Armstrong ve Laughlin, 1984).

a. Kan Volümü

Dayanıklılık antrenmanı toplam kan hacmini artırır ve bu artış yüksek antrenman şiddetlerinde daha da fazladır. Ayrıca bu etki çok kısa sürede gerçekleşir. Artan kan hacmi, temelde plazma hacmindeki artıştan kaynaklanır, ancak aynı zamanda kırmızı kan

hücreleri hacminde de artış görülür. Kan ile ilgili bu bileşenlerin her birinde artış gerçekleşmesi için gereken süre ve mekanizma oldukça farklıdır.

Dayanıklılık antrenmanı ile kırmızı kan hücresi volümündeki artış, kan volümündeki total artışa da katkıda bulunur ve tıpkı kardiyak çıktı gibi, kırmızı kan hücresi hacmi de VO2maks ile ilişkilidir. Kanın sıvı kısmının artmasından dolayı plazma volümünün kan hücrelerine göre oran olarak artması kanın viskozitesini veya kalınlığını (akı mazlı ını) azaltır. Düşük viskozite, kan damarlarından, özellikle de kılc l damarlar gibi daha küçük damarlardan geçen kan akışının akıcı olmasına yardımcı olabilir. Kan viskozitesinin azalmasının fizyolojik faydalarından birisi, aktif kas kütlesine oksijen iletiminin artmasıdır (Av ar, 2021).

Total hemoglobin miktarı ve toplam kırmızı kan hücresi sayısı genellikle üst düzey antrene sporcularda yüksektir. Bu, kanın oksijen taşıma kapasitesinin gerektiğinden çok daha iyi olmasını sa lar; yani, kanın oksijen taşıma yeteneği egzersizde sınırlayıcı bir faktör değildir. Kırmızı kan hücrelerinin dönüşüm hızı da şiddetli egzersiz ile daha da artabilir.

Artan kas kan akışı özetlemek gerekirse dört faktörden kaynaklanır.

1. Artan kılc l damar sayısı (kapilarizasyon)
2. Mevcut kılc l damarların daha fazla katılımı (kılc l damarların devreye girmesi)
3. Daha etkili kan akışı dağılımı
4. Artan kan volümü

Plazma volümü artışında ise; artan protein içeriği yoluyla (lenf yoluyla dönen ve yeniden sentezlenen protein ile) artar. Bu etki plazma sıvısını tutan hormonlar tarafından korunur ve desteklenir. Kırmızı kan hücresi volümü de artar, ancak tipik olarak plazma volümündeki artış daha yüksektir. Bu etki kan viskozitesini azaltır, bu yolla dokuda perfüzyonu ve oksijene erişimi artırabilir.

1.1.2. Solunum ile İlgili Adaptasyonlar

Kardiyovasküler sistem çalışan kasa kan akışının ulaştırılmasında ne kadar yetkin olursa olsun, eğer solunum sistemi kırmızı kan hücrelerinin tamamen oksijenlenmesi için yeterli oksijeni sağlayamazsa, dayanıklılık performansı sekteye uğrar. Solunum sistemi fonksiyonları genellikle performansı sınırlamaz, çünkü ventilasyon kardiyovasküler fonksiyonlardan çok daha fazla arttırılabilir. Ancak, kardiyovasküler sistemde olduğu gibi, solunum sistemi de verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için dayanıklılık antrenmanına özel adaptasyonlar gösterir (Avşar, 2021).

1.1.2.1. Pulmoner Ventilasyon

Antrenman ardından, istirahat halinde pulmoner ventilasyon pek fazla değişmez. Dayanıklılık antrenmanı akciğerin yapısını veya temel fizyolojik işleyişini değiştirmese de aynı submaksimal egzersiz şiddetinde ventilasyonu %30'a kadar azaltır. Maksimal pulmoner ventilasyon, antrene olmayan sedanter bireylerde yaklaşık 100 ila 120 L/dk iken, dayanıklılık antrenmanını takiben yaklaşık 130 ila 150 L/dk veya üzerine yükseltilir. Solunum oranları iyi antrene sporcularda yaklaşık 180 L/dk'ya yükselir ve büyük vücuda sahip, üst düzey antrene dayanıklılık sporcularında 200 L/dk'nın da üzerine çıkabilir. Antrenman ardından maksimum pulmoner ventilasyon da ki artışı iki faktör açıklayabilir; artan tidal volüm ve maksimum egzersizde artan solunum sıklığı. (Avşar P. 2021)

Ventilasyon genellikle dayanıklılık egzersiz performansı için sınırlayıcı bir faktör değildir. Bununla birlikte, çok iyi antrene bazı sporcularda, pulmoner sistemin oksijen taşıma kapasitesi, çalışan kasın ve kardiyovasküler sistemin ihtiyacını karşılayamayabilir. Bu, arteriyel oksijen saturasyonunun %96'nın altına adlandırılan durumdur. Üst düzey antrene elit sporcularda gözlenen bu desaturasyon, egzersiz sırasında kalbin sağ tarafından akciğere iletilen kardiyak çıktının büyük olması ve dolayısıyla kanın akciğerlerde geçirdiği zamanın kısılmasından kaynaklanmaktadır.

1.1.2.2. Pulmoner Difüzyon

Pulmoner difüzyon, yani alveollerde meydana gelen gaz değişimi, istirahatte ve antrenman ardından submaksimal egzersiz sırasında değişmez. Bununla birlikte, maksimum egzersiz şiddetlerinde artar. Pulmoner kan akışı (kalbin sağ tarafından

akciğerlere gelen kan) antrenmandan sonra artar, özellikle kişi otururken veya ayakta dururken, akciğerlerin üst bölgelerine doğru yönelir. Bu, akciğer perfüzyonunu artırır. Gaz değişimi için akciğerlere daha fazla kan verilir ve aynı zamanda ventilasyon artar, böylece akciğerlere daha fazla hava girer. Bu, daha fazla alveolün pulmoner difüzyona katılacağı anlamına gelir. Sonuç olarak, pulmoner difüzyonun artar.

1.1.2.3. Arteriyel- Venöz Oksijen Farkı

Atım volümünün dayanıklılık antrenmanı ile uyum sağladığı açıktır, ancak çevresel adaptasyonlar da VO₂ maks da artışa katkıda bulunur. Dayanıklılık antrenmanı ile arteriyel kanın oksijen içeriği çok az değişir. Total hemoglobin artmasına rağmen, bir ünite kan başına hemoglobin miktarı aynı, hatta biraz azalmıştır. (A-v) O₂ farkı, özellikle submaksimal egzersiz şiddetlerinde, antrenmanla birlikte artar. Bu artış, hem aktif dokular tarafından kandan oksijen ekstraksiyonunun arttığını gösteren mix venöz oksijen içeriğinin daha düşük olması, hem de aktif dokularda kan akışının daha etkili dağılmasının bir sonucudur. Ekstraksiyonun arttırılması, bir bakıma aktif kas liflerinin oksidatif kapasitesindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Avşar, 2021).

Bu sonuç hem antrenman programı etkisi hem de kondisyon kaybını araştırmayı amaçlayan yatak istirahati modeli içeren özgün bir boylamsal çalışma ile ortaya konmuştur. 20 yaşındaki beş erkek katılımcı önce test edilmiş (başlangıç değerleri), ardından 20gün boyunca yatak istirahatine alınmış ve yatak istirahati biter bitmez 60 gün boyunca antrenman programına tabi tutulmuştur. Aynı beş erkek, 30 yıl sonra 50 yaşına geldiklerinde yeniden test edilmiştir; ilk test nispeten sedanter bir durum-dalarken yapılmış ve 6 aylık dayanıklılık antrenmanı ardından tekrar edilmiştir. VO₂maks 'taki ortalama artış yüzdeleri, 20 yaşında (%18) ve 50 yaşında (%14) benzer bulunmuştur. Bununla birlikte, 20 yaşında VO₂maks'taki artış hem maksimum kardiyak çıktı hem de maksimum (a-v) O₂ farkındaki artışa bağlanmıştır; 50 yaşındayken, artış esas olarak (a-v) O₂ farkındaki artışla açıklanırken, maksimum kardiyak çıktı değişmemiştir. Hem 20 yaşında hem de 50 yaşında antrenmandan sonra maksimal atım volümü artmıştır fakat artışın 50 yaşında daha az olduğu gözlenmiştir (20 yaşında +16 ml/atım iken 50 yaşında + 8 ml/atım). (McGuire ve diğerleri, 2001).

Kardiyovasküler sistemde yarattığı değişimlerden farklı olarak, dayanıklılık antrenmanlarının akciğer yapısı ve fonksiyonu üzerine etkisi çok azdır. VO₂maks'taki artışı desteklemek için hem tidal volüm hem de solunum hızı artarken, antrenmanı takiben maksimum efor sırasında pulmoner ventilasyon da artış görülür. Maksimum egzersiz şiddetinde pulmoner difüzyon artar, bu artış özellikle normalde perfüzyonun az olduğu akciğerin üst bölgelerinde fazladır. VO₂maks'taki artış büyük ölçüde kardiyak çıktı ve kasa giden kan akışındaki artıştan kaynaklansa da (a-v) O₂ farkındaki artış da önemli bir rol oynar. (a-v) O₂ farkındaki bu artış, arteriyel kanın aktif olmayan dokudan aktif dokulara daha etkin bir şekilde dağıtılması ve aktif kasın kanda oksijeni alma kabiliyetinin artmasıyla ilişkilendirilebilir (Avşar, 2021).

1.1.3. Kas içi Adaptasyonlar

Dayanıklılık antrenmanı sırasında kasların tekrarlı olarak uyarılma ve kasılması, kas yapısı ve fonksiyonlarında değişiklikleri tetikler. Buradaki ana odak nokta aerobik antrenman ve kas lif tipinde, mito-kondriyal fonksiyonlarda ve oksidatif enzimlerde meydana getirdiği değişimlerdir.

1.1.3.1. Kas Lifi Tipi

Düşük ve orta şiddetteki aerobik aktiviteler, yaygın olarak tip 1 (yavaş kasılan) kas liflerine dayanır. Aerobik antrenmana cevap olarak, tip 1 lifleri genişler. Daha spesifik olarak, daha geniş bir kesit alanı gözlenir, ancak bu gelişim, her birim antrenmanının şiddeti ve süresine ve antrenman programının uzunluğuna bağlıdır. Kas kesit alanında %25'e varan artışlar bildirilmiştir. Hızlı kasılan (tip 2) kas lifleri dayanıklılık egzersizi sırasında yavaş kasılan lifler ile aynı oranda kasılmaya katılmadıkları için genellikle kesit alanını arttırmazlar.

İlk yapılan çalışmaların çoğunda, aerobik antrenman sonrası tip 1 ve tip 2 liflerin yüzdesinde değişiklik gözlenmezken, tip 2 lif alt türleri arasında bazı küçük değişiklikler kaydedilmiştir. Tip 2x lifleri düşük oksidatif kapasiteye sahiptir ve aerobik egzersiz sırasında tip 2'a liflerinden daha az sıklıkta harekete katılmaktadır. Bununla birlikte, uzun süreli egzersizler sırasında, bu kas lifleri de er ya da geç tip 2'a liflerine benzer bir şekilde

harekete katılabilir. Bu, bazı tip 2x liflerinin daha oksidatif olan tip 2'a lif özelliklerini almasına neden olabilir.

Güncel bilimsel kanıtlar, sadece tip 2x'in tip 2'a liflerine değişiminin değil, aynı zamanda tip 2'den tip 1 liflerine değişim olabileceğini de ortaya koymaktadır. Değişimin büyüklüğü genellikle yüzde olarak oldukça küçüktür. Örnek olarak, HERITAGE Family Study, 20 haftalık bir aerobik antrenman programı ardından, başlangıçta %43 olan tip 1 lifleri oranının %20'den %15'e düştüğünü, tip 2'a lifleri oranının ise değişmediğini göstermiştir (Rico Sanz ve diğerleri, 2003).

1.1.3.2. Kapiller Kan Akışı

Aerobik antrenmana en önemli adaptasyonlardan birisi, her kas lifi etrafını saran kapiler (kılcal) da marların sayısındaki artıştır. Dayanıklılık antrenmanı yapmış erkeklerin bacak kaslarında sedanter bireylerden çok daha fazla kapiler damara sahip olduğunu göstermektedir (Hermansen ve Wachtlova, 1971).

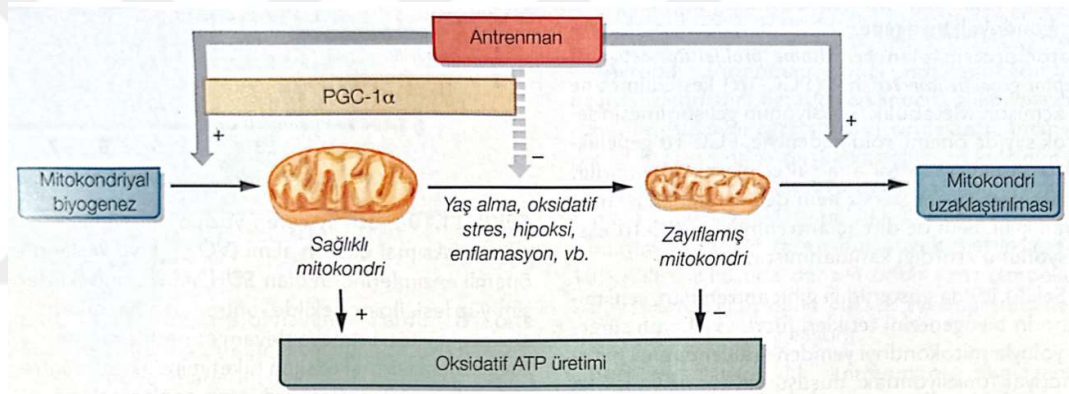
Uzun süreli aerobik antrenman ile kapiler damarların sayısı %15'ten daha fazla oranda artabilir (Rico Sanz J. ve ark. 2003). Daha fazla kapiler damarın olması, kan ve aktif kas lifleri arasında daha fazla gaz, ısı, besin ve metabolik yan ürün alışverişine izin verir. Esasen, kapiler damar yoğunluğundaki artış (yani, kas lifi başına kapiler damar sayısındaki artış), antrenmana yanıt olarak VO_{2m} 'ta artışa neden olan en önemli değişikliklerden birisidir. Oksijenin kılcal damarlardan mitokondriye difüzyonunun, kasın maksimum oksijen tüketimini sınırlayan en önemli faktör olduğu açıktır. Kapiler damar yoğunluğunun artması bu difüzyonu kolaylaştırır, böylece enerji üretimi ve tekrarlı kas kasılmaları için en uygun ortamın sürdürülmesi sağlanır (Avşar, 2021).

1.1.3.3. Miyogloblin İçeriği

Oksijen kas lifi içine girdiğinde, hemoglobine benzer bir molekül olan miyoglobine bağlanır. Demir içeren bu molekül, oksijen moleküllerinin hücre zarından mitokondriye geçişini sağlar. Tip 2 lifleri büyük miktarlarda miyogloblin içerir, bu da liflere kırmızı görünüm verir (Miyogloblin oksijene bağlandığında kırmızılaşan bir pigmenttir). Diğer yandan, Tip 2 lifleri yüksek oranda glikolitikdir. Bu nedenle çok az miyogloblin içerirler (ve çok az ihtiyaç duyarlar) ve görünümleri de daha beyazdır. Daha da önemlisi, sınırlı

miktardaki miyoglobin içeriği oksidatif kapasitelerini sınırlar ve bu liflerin dayanıklılık özelliğinin kötü olmasına neden olur.

Miyoglobin, oksijeni taşır ve kas kasılması sırasında oksijen azaldığında mitokondriye ulaştırır. Bu oksijen rezervi, dinlenme durumundan egzersize geçiş sırasında kullanılır, egzersizin başlaması ile kardiyovasküler sistemin oksijen taşımasının artması arasındaki gecikme sırasında mitokondriye oksijen sağlar. Dayanıklılık antrenmanının kas miyoglobin içeriğini %75-%80 oranında arttırdığı gösterilmiştir. Bu adaptasyon açıkça, ir kasın antrenman ardından oksidatif metabolizma kapasitesini arttırdığı bilgisini desteklemektedir.



Şekil 2. Dayanıklılık Antrenmanı, Yeni Sağlıklı Mitokondri Üretimini (biyogenez) Artırıp, Mitokondri Yıkımını Azaltarak ve Hasarlı Mitokondrilerin Atılmasını (mitofaji) Sağlayarak Kas Mitokondri Niteliğini Etkilemesi.

1.1.3.4. Mitokondriyal Fonksiyon

Oksidatif enerji üretimi mitokondride gerçekleşir ve aerobik antrenman kas liflerinin ATP üretme kapasitesini artıran mitokondriyal fonksiyonlarda da değişikliklere neden olur. Oksijeni kullanma ve oksidasyon yoluyla ATP üretme yeteneği kastaki mitokondri sayısına ve büyüklüğüne bağlıdır. Her ikisi de aerobik antrenman ile artar.

Sıçanlarda dayanıklılık antrenmanı üzerine bir çalışmada, mitokondri sayısı 27 haftalık egzersiz süresince yaklaşık %15 artırmıştır. (Holloszy ve diğerleri, 1971)

Antrenman dönemi boyunca ortalama mitokondriyal boyut da yaklaşık %35 artmıştır. Antrenman kaynaklı diğer adaptasyonlarda olduğu gibi değişimin büyüklüğü de antrenman programının hacmine bağlıdır.

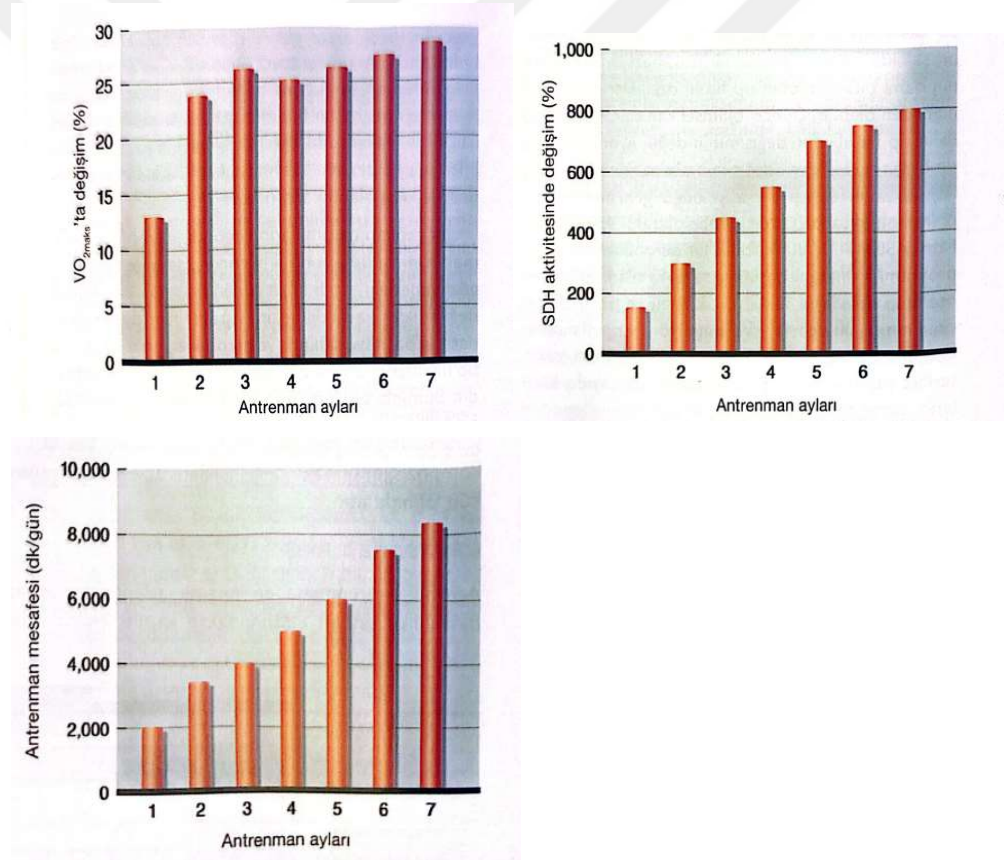
Bir kas lifi içindeki tüm mitokondriler, aynı şekilde etkin değildir, çünkü sürekli yeni mitokondri oluşmakta (biyogenez) ve eski zayıflamış mitokondriler temizlenmektedir (mitofaji). Bu mitokondriyal dönüşüm döngüsünün düzenlenmesi, sadece bir lif içindeki mitokondri sayısını değil, aynı zamanda total mitokondri miktarını ve fonksiyonlarını da belirler, bu sayede iskelet kaslarının genel metabolik işlev ve performansını belirlenir. Yeni mitokondrinin oluştuğu süreç olan, mitokondriyal biyogenez düzenlemesinin altında yatan temel moleküler mekanizmaları anlamaya yönelik çalışmalar; iskelet kası içindeki mitokondriyal biyogeneze rol alan anahtar bir regülatör protein olan *peroxisome proliferator-activated receptor-gcoactivator-1'a* nin (PGC-1'a) keşfedilmesine yol açmıştır. Metabolik fonksiyonun geliştirilmesindeki çok sayıda önemli rolü nedeniyle, PGC-1'a genellikle ana düzenleyici veya ana şalter olarak adlandırılır. Ayrıca hem akut egzersiz hem de antrenmanın (hem dayanıklılık hem de direnç antrenmanı) PGC-1'a ekspresyonunu arttırdığı kanıtlanmıştır (Avşar, 2021).

Şekil 2 de gösterildiği gibi, antrenman, yeni mitokondri biyogenezini tetikler, füzyon ve fizyon süreçleri yoluyla mitokondriyi yeniden şekillendirerek mitokondriyal fonksiyondaki düşüşü yavaşlatır ve iskelet kasında mitofajinin devam etmesine yardımcı olur. Bu nedenle mitokondriyal niteliğin kontrolü egzersize bağlı önemli bir adaptasyondur.

a. Oksitadif Enzimler

Düzenli dayanıklılık antrenmanının, kas lifindeki mitokondri sayısında ve boyutunda artış da dahil olmak üzere, iskelet kası üzerinde önemli adaptasyonlara sebep olur. Bu değişiklikler mitokondriyal kapasitedeki artışla daha da gelişir. Besinlerin oksidatif yolla yıkımı ve nihai ATP üretimi, mitokondriyal oksidatif enzimlerin etkisine bağlıdır, bu enzimler ATP oluşumu için besinlerin parçalanmasını hızlandıran özelleşmiş proteinlerdir. Aerobik antrenman, bu önemli enzimlerin aktivitesini artırır (Avşar, 2021).

Şekil 3'te yedi ay süren ve antrenman hacmi giderek artan yüzme antrenmanı boyunca, kas için anahtar bir oksidatif enzim olan, süksinat dehidrogenaz (succinate dehydrogenase, SDH) aktivitesindeki 7 ay boyunca gözlenen değişiklikleri göstermektedir. Antrenmanın ilk 2 ayından sonra VO₂maks'taki artış oranı yavaşlarken, anahtar role sahip bu oksidatif enzimin aktivitesi antrenman süresince artmaya devam etmiştir. VO₂maks' ta antrenman kaynaklı bu artışın, kasların oksidatif potansiyelinden daha çok, dolaşım sisteminin oksijen taşıma yeteneği tarafından sınırlandırıldığını düşündürmektedir (Avşar, 2021).

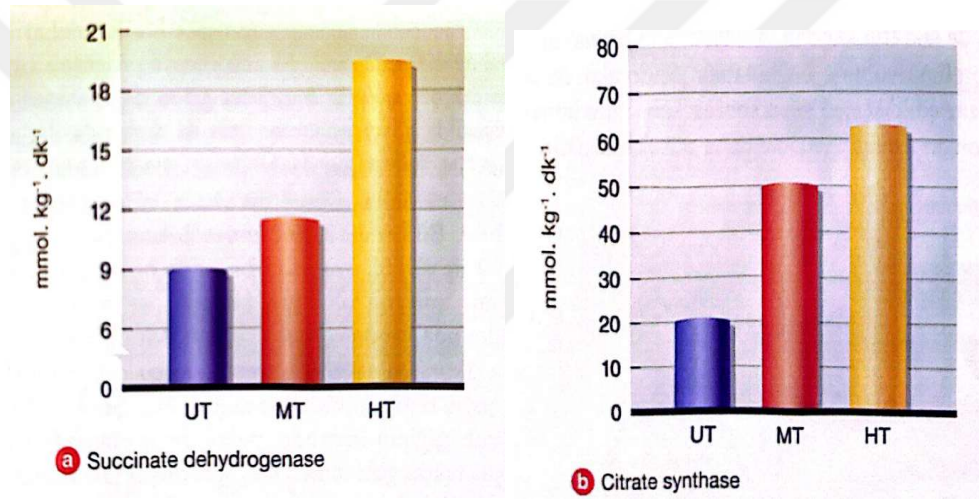


Şekil 3. Yedi Ay Süren Yüzme Antrenmanı Süresince Kas Enzimlerinden SDH Aktivitesindeki Değişim Yüzdeleri

SDH ve sitrat sentaz (citrate synthase) gibi kas enzimlerinin aktiviteleri aerobik antrenmandan çarpıcı bir şekilde etkilenir. Şekil 4 de antrene olmayan kişilerde, orta

düzeyde antrene rekreatif koşucularda ve üst düzey antrene elit koşucularda bu enzim aktivitelerinin bir karşılaştırması yer almaktadır. (Costill ve diğerleri, 1979)

Orta şiddet düzeyinde günlük egzersizler bile, bu enzimlerin aktivitesini ve böylece kasın oksidatif kapasitesini artırır. Örneğin, günde 20 dakikaya kadar jog temposunda koşu veya bisiklete binmenin, bacak kaslarında SDH aktivitesini %25'ten daha fazla arttırdığı gösterilmiştir. Daha kuvvetli bir şekilde egzersiz yapmak (örneğin günde 60 ila 90 dakika süreyle) bu enzimlerin aktivitesinde iki ile üç kata kadar artış sağlar.



Şekil 4. Antrene Olmayan Kişilerde (UT) Orta Düzey Antrene Koşucularda (MT) ve Üst Düzey Antrene Maratoncularda (HT) Bacak Kasları Enzim Aktivitelerinin Karşılaştırılması (Costill ve diğerleri, 1979)

Aerobik antrenman sonucunda mitokondriyal değişikliklerin bir metabolik sonucu, glikojen tasarrufudur. Bu, aynı egzersiz şiddetinde antrenman öncesine nazaran daha düşük kas glikojen kullanım hızı ve yakıt kaynağı olarak yağa daha bağlı bir enerji üretiminin sonucudur. Dayanıklılık antrenmanı ile güçlendirilmiş glikojen tasarrufu, büyük olasılıkla, aynı 10 km'lik bir koşuda daha hızlı bir yarış temposunu koruyabilmek gibi, daha yüksek egzersiz şiddetlerini sürdürme yeteneğini geliştirir (Avşar, 2021).

Kısaca, dayanıklılık antrenmanı, angiogenesis (yeni kilcal damarların oluşması), kas lif tipinin glikolitikten oksidatif dönüşümü, yakıt kaynağı olarak yağların mobilize edilmesi ve kullanılması yeteneğinin artması, yanı sıra kas lifleri tarafından hücre içine glikoz

alımının artması da dahil olmak üzere, iskelet kası içinde çok çeşitli fenotipik adaptasyonlara neden olur. Bu sayede, mitokondri sayısını ve genel olarak mevcut mitokondriyal havuzun kalitesini artırır.

1.1.4. Metabolik Adaptasyonlar

Aerobik adaptasyonların içeriğinde kardiyovasküler sistem ve solunum sistemi süreçlerinde gözlenen değişikliklerin yanı sıra iskelet kası adaptasyonları gibi birbirine entegre olmuş diğer bir adaptasyon basamağı da metabolizma ile ilgili adaptasyon süreçleridir. Bunlar;

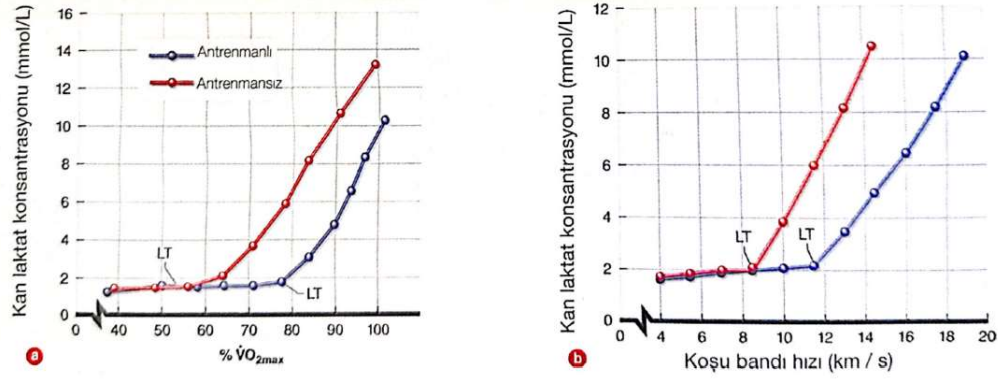
- Laktat Eşiği
- Solunumsal Değişim Oranı
- Oksijen Tüketimidir.

1.1.4.1. Laktat Eşiği

Laktat eşiği, dayanıklılık performansı ile yakından ilişkili fizyolojik bir belirteçtir, laktat eşiği ne kadar yüksek olursa, performans kapasitesi o kadar iyi olur. Şekil 5 de dayanıklılık antrenmanı yapmış bir kişiyle antrene olmayan kişi arasında laktat eşiğindeki farkı göstermektedir.

Bu şekil ayrıca 6-12 aylık bir dayanıklılık antrenman programı ardından laktat eşiğinde meydana gelen değişiklikleri net bir şekilde göstermektedir. Her iki durumda antrene kişi, laktat kanda birikmeye başlamadan önce VO₂maks'in daha yüksek bir yüzdesinde egzersiz yapabilir.

Bu örnekte antrenmanlı koşucu VO₂maks'in %70 ile %75'i arasında bir yarış hızını sürdürebilirken, antrene olmayan kişilerde ise aynı egzersiz şiddetinde kanda sürekli olarak laktat birikmeye başlayacaktır.



Şekil 5. Laktat Eşiğinde (LT) Antrenman ile Gözlenen Değişimler. (A- maksimal oksijen tüketimi yüzdesi, b- koşu bandı hızındaki artış. LT eşiği antrenmansız durumda 8,4km/s koşu hızında, antrenmanlı olanlar da ise 11,6km/s koşu hızına denk gelmiştir)

Bu sayede antrene sporcu çok daha hızlı bir yarış temposuna ulaşacaktır. Laktat eşiğinin üzerinde, belirli bir iş yükünde daha düşük laktat gözlenmesi ise hem düşük laktat üretimi hem de laktatın kandan uzaklaştırılma hızının artması kombinasyonuna bağlanabilir. Sporcular daha iyi antrene edildikçe, egzersiz sonrası kan laktat konsantrasyonları aynı iş yükü için daha düşük olacaktır.

1.1.4.2. Solunumsal Değişim Oranı

Solunumsal Değişim Oranı (RER) metabolizma sırasında solunum ile salınan karbondioksitin alınan oksijene oranı olarak ifade edilmektedir. RER, bir enerji kaynağı olarak kullanılan farklı substratların kompozisyonu hakkında bilgi verir. Daha düşük RER değeri enerji üretiminin daha çok yağlara dayandığına ve yüksek RER değeri ise karbonhidrat katkısının arttığına işaret etmektedir.

Egzersizden sonra, RER hem mutlak hem de rölatif submaksimal egzersiz şiddetlerinde azalır. Bu değişiklikler, antrenman periyodu ardından, bu iş yüklerinde karbonhidrat yerine serbest yağ asitlerinin daha fazla kullanılmasıyla ilişkilidir (Avşar, 2021).

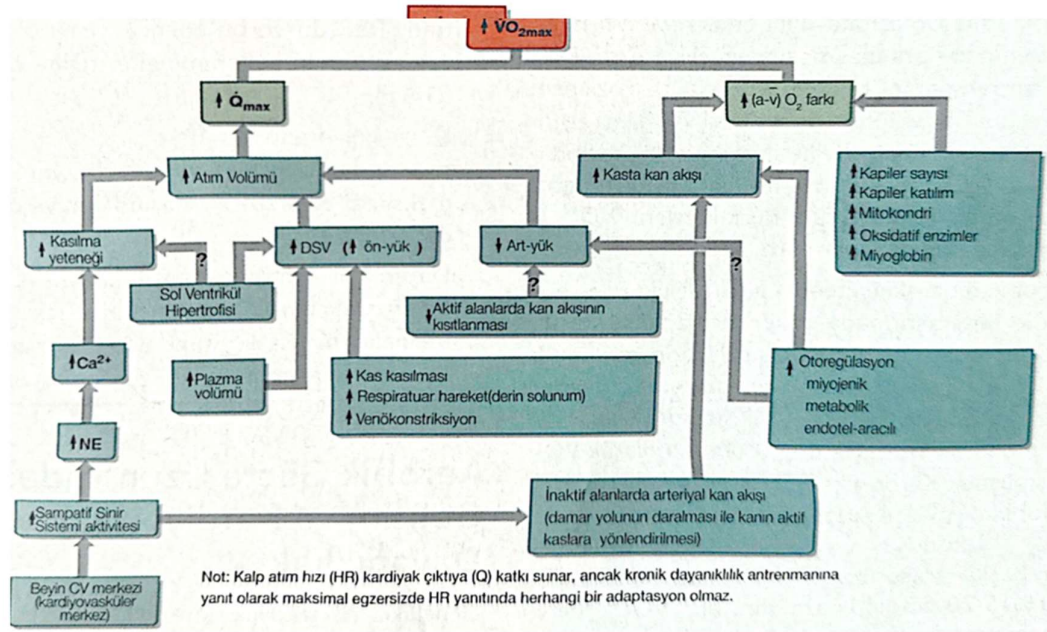
1.1.4.3. Oksijen Tüketimi

Dayanıklılık antrenmanı ardından dinlenik durumda oksijen tüketimi (VO₂) değişmez. Kesitsel türde bazı araştırmalar, antrenmanın istirahat halinde VO₂ değerini arttırdığını öne sürerken, çok sayıda katılımcı üzerinde yapılan ve 20 haftalık antrenman öncesi ve sonrası istirahat metabolik hızını test eden HERITAGE Family Study araştırması, antrenman sonunda dinlenik metabolik hızının arttığı yönünde bir kanıt ortaya koymamıştır. (Wilmore ve diğerleri, 1998)

Antrenman sonucu, aynı şiddetteki submaksimal egzersiz sırasında, VO₂ değeri ya değişmeden kalır ya da hafifçe azalır. HERITAGE Family Study araştırmasında antrenman ile 50 W'lık iş yükünde bir submaksimal egzersiz sırasında VO₂ değeri %3,5 oranında azalmıştır. Buna karşılık, 50 W'da kardiyak çıktıda düşüş gerçekleşmesi, VO₂ ile kardiyak çıktı arasındaki güçlü ilişkiyi öne çıkarmaktadır. (Wilmore, J.H ve ark. 2001) Birçok araştırmada bu bulguya rastlanmasa da submaksimal egzersiz sırasında VO₂'deki bu küçük düşüş, egzersiz ekonomisindeki artıştan kaynaklanmış olabilir.

1.1.4.4. Maksimal Oksijen Tüketimi

Maksimal Oksijen Tüketimi VO₂ maks kardiyovasküler dayanıklılık kapasitesinin en iyi göstergesidir ve dayanıklılık antrenmanına yanıt olarak artar. Küçük ya da büyük artışlar rapor edilmesine karşın, 6 ay boyunca haftada 3-5 gün arasında günde 20-60 dk. Süresince %50 ila %85 VO₂ maks şiddette egzersiz yapan sedanter bir kişi için artış %15-20 oranlarda olacaktır.



Şekil 6. Dayanıklılık Antrenmanlarına Kardiyovasküler Adaptasyonlar Modeli (Danna, 2006)

1.2. Anaerobik Adaptasyonlar

Sprint gibi nispeten kısa süreler için maksimuma yakın kuvvet üretimi gerektiren kasal aktivitelerde, enerji ihtiyacının çoğu ATP-fosfokreatin (PCr) sistemi ve kas glikojeninin anaerobik yolla yıkımı (glikoliz) ile karşılanır.

VO2maks'in genellikle altın standart olarak kabul edildiği aerobik güç ölçümünden farklı olarak, hiçbir test tek başına anaerobik gücü ölçmekte yeterli olmayacaktır. Pek çok araştırma, anaerobik güç, anaerobik kapasite veya her ikisini ölçmek için üç farklı test kullanmıştır: Wingate anaerobik testi, kritik güç testi ve maksimum biriken oksijen borcu testi.

1.2.1. Kas İçi Adaptasyonlar

Sprint ve direnç antrenmanı içeren anaerobik antrenmanlar ile iskelet kaslarında, özellikle bu tür aktivitelere katılan kas liflerinde değişiklikler görülür. Daha yüksek şiddette, Tip 1 lifler kasılmaya katılmaya devam etse dahi, Tip 2 kas lifleri daha büyük oranda

aktiviteye katılır. Özetle, aerobik aktivitelere nazaran sprint ve direnç çalışmaları, Tip 2 kas liflerini çok daha fazla devreye sokar.

Bunun sonucunda hem Tip 2'ye hem de Tip 2x kas liflerinin, enine kesit alanlarında artış meydana gelir. Tip 2 lifleri enine kesit alanı çok olmasa da bir miktar artar. Ayrıca, sprint antrenmanı ile Tip 1 lifleri yüzdesinde düşüş, Tip 2 lifleri yüzdesinde ise artış meydana geldiği ve en büyük değişimin ise Tip 1a liflerinde olduğu görülmektedir. 15 ila 30 saniye süre ile katılımcıların maksimum sprint eforu yaptığı iki çalışmada, Tip 2 yüzdesi %57'den %48'e düşmüş ve Tip 2'ye ise %32'den %38'e yükselmiştir. (Jansson, E ve ark. 1990) Sprint antrenmanı ile Tip 1'in Tip 2 liflerine dönüşümü çoğunlukla direnç antrenmanı sonucu görülmez.

1.2.2. Enerji Sistemlerinde Adaptasyonlar

Aerobik antrenmanın aerobik enerji sisteminde değişikliklere neden olması gibi, anaerobik antrenman ATP-PCr ve anaerobik glikolitik enerji sistemlerinde değişime neden olur. Bu değişiklikler, dayanıklılık antrenmanından kaynaklanan değişimler kadar kesin ya da öngörülebilir değildir, ancak anaerobik aktivitelerde performansı artırırlar. (Avşar, 2021)

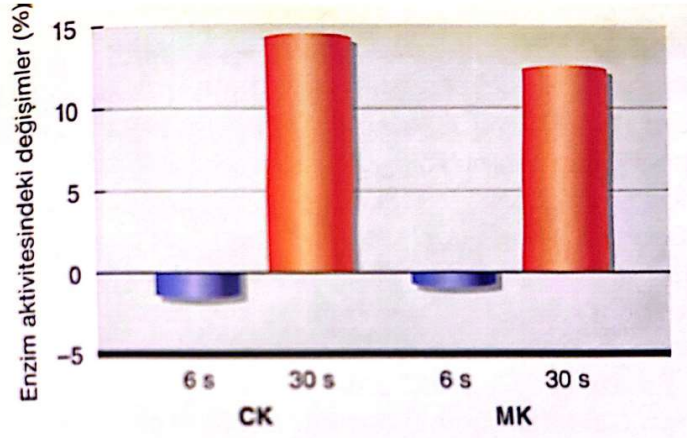
1.2.2.1. ATP – PCr Sisteminde Adaptasyonlar

Maksimum kas gücü üretimi için enerji gereksinimi ATP-PCr sistemine dayanır. Yaklaşık 6 saniyeden daha kısa süren maksimum bir efor, ATP ve PCr'nin yıkımı ve yeniden sentezlenmesi ihtiyacını en üst düzeye çıkarır.

Costill ve araştırma ekibi, direnç antrenmanının ATP-PCr sistemi üzerindeki etkilerinden elde ettikleri bulguları rapor ettiler. (Costill ve ark. 1979) Katılımcılar maksimum diz ekstansiyonu ile antrene edilmiş. Bir taraftaki bacak, 6 saniyelik maksimum 10 tekrar yöntemi kullanılarak antrene edilir iken ve bu yolla ATP-PCr enerji sistemine olan gereksinimin artırılması hedeflenmiş. Diğer taraftaki bacak ise, glikolitik sistemin katkısını öne çıkarmak üzere 30 saniyelik maksimum tekrarlar ile antrene edilmiş.

İki antrenman yöntemi de kas kuvvetinde %14 benzer artışa neden olur iken ve yorgunluğa karşı direnç benzer gözlemlenmiş. Şekil 7 'de görüldüğü gibi, anaerobik kas

enzimlerinden kreatin kinaz ve miyokinaz enzim aktiviteleri, 30 saniyelik antrenmanlar sonucunda artmış. Buna karşın, tekrarlanan 6 saniyelik maksimum tekrarlarla antrene edilen tarafta ise neredeyse değişmemiş. Bu bulgu maksimum tekrarlı sprintlerin kas gücünü artırabileceği, ancak ATP ve PCr yıkımından sorumlu enerji üretim mekanizmalarına katkısının çok az olacağı sonucuna götürmektedir.



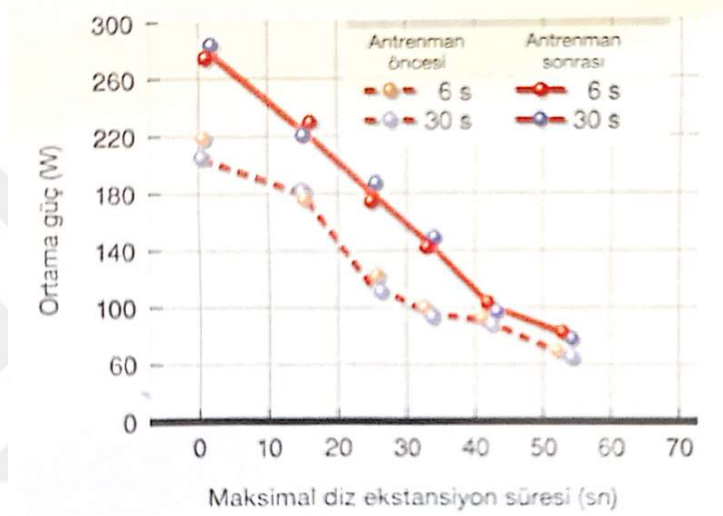
Şekil 7. 6 veya 30sn Tekrarlı Maksimal Anaerobik Antrenman Sonucu Kreatin Kinaz (CK) ve Miyokinaz (MK) aktivitelerinde değişiklikler

1.2.2.2. Glikolitik Sistemde Adaptasyonlar

Anaerobik antrenman bazı glikolitik enzim aktivitelerini artırır. En çok araştırılan glikolitik enzimler fosforilaz, fosfosfruktokinaz (PFK) ve laktat dehidrogenaz (LDH). Bu üç enzimin aktiviteleri 30 saniyelik tekrarlı antrenmanlarla %10'dan %25'e yükselirken, buna karşın ATP-PCr sistemini öne çıkaran kısa (6 saniyelik) tekrarlar ile çok az değişim gösterdiği rapor edilmiştir. (Costill ve ark. 1979) Bir başka çalışmada 30saniyelik maksimum sprintler, hekzokinaz (%56) ve fosfosfruktokinaz PFK (%49) aktivitelerini önemli ölçüde artırmış, fakat bu etki toplam fosforilaz veya LDH aktivitesinde görülmemiştir. (MacDougall ve diğerleri, 1998).

Hem PFK hem de fosforilaz ATP'nin anaerobik yolla üretimini için gerekli olduğundan, bu tür antrenmanlar glikolitik kapasiteyi artırabilir ve kasın daha uzun süre daha fazla kuvvet üretmesine izin verebilir. Bununla birlikte, bu bilgi, Şekil 8'de görüldüğü gibi, deneklerin maksimum diz ekstansiyonu ve fleksiyonu gerçekleştirdiği 60 saniyelik sprint

performansı sonuçları ile desteklenmemektedir. Güç çıktısı ve yorgunluk oranı ise 6 veya 30 saniyelik tekrarlı-sprint antrenmanlarından sonra aynı derecede etkilenmiştir. Bu nedenle, bu antrenman formlarıyla elde edilen performans kazanımlarının, ATP'nin anaerobik yolla üretimindeki gelişimden ziyade kuvvet artışından kaynaklandığı sonucuna varmak olasıdır.



Şekil 8. 6 veya 30sn Tekrarlı Maksimal Anaerobik Tekrarlar ile Antrenman Sonrası 60 sn Sprint Performansı

İKİNCİ BÖLÜM FUTBOLUN BİYOMOTOR İHTİYAÇLARI

Futbol normal süresi 90 dk. olan bazen de uzatma devreleri ile 120 dk. süren, maç sonunda futbolcuların performanslarına göre 10-12 km kadar mesafelerle koştuğu ve yüksek efor gerektiren bir dayanıklılık oyunudur. Futbolda motor becerilerin üst seviyelerde olması oldukça önemlidir. Futbolda performansa etki eden en önemli özellik aerobik dayanıklılıktır. Futbolda yüksek seviyede aerobik dayanıklılığa sahip olmak şiddetli yüklenmelerden sonra erken toparlanmayı sağlar ve yorgunluğu geciktirerek performansın daha uzun süreli devam etmesini sağlar.

Yüksek oksijen kullanabilme kapasitesine sahip olmak futbolda dayanıklılık için çok önemli bir belirteçtir. Yapılan birçok çalışma-da aerobik kapasitenin yüksek olmasının futbolda yüksek performans için en önemli kriterlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Aerobik performansı belirleyen en önemli parametreler maksimum oksijen tüketimi (VO_{2max}), anaerobik eşik ve koşu ekonomisidir (Tuncel, 2018).

Oynanan oyun süresinin uzunluğu ve tempo olarak düşünüldüğünde futbolun aerobik metabolizmaya dayalı bir spor branşı olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte 90 dakikalık bir maç süresi dikkate alındığında futbolcuların anaerobik eşiğe yakın seviyelere çıktıkları görülmektedir.

Maksimum kalp atım hızının %80-90'lara çıktığı bir anaerobik eşik seviyesi sonrası kanda biriken laktik asitten dolayı egzersizle uzun süre devam edebilmek fizyolojik olarak çok zordur. Bu sebepten ötürü kandaki laktatın tolere edilmesi için oyun içinde yoğunluk seviyesinin düşük olduğu tempolara da ihtiyaç vardır. (Stolen vd.,2005).

Futbolunda temposunun yükselmesine bağlı olarak motorik özelliklerin gelişmesi için antrenman bilimi de daha fazla öne çıkmıştır (Yıldız, 2005).

Sporda dayanıklılık oldukça önemlidir. Egzersizle birlikte vücudun ve kasların O_2 ihtiyacı arttığı düşünüldüğünde, vücudun dolaşımsal ve solunum sistemlerinin bu duruma fizyolojik olarak uyum sağlamaları gerekir. Yüksek tempoda fiziksel aktivite süre ve şiddet olarak uzun süre devam ederse organizma maksimum O_2 tüketim seviyesine VO_{2max} ulaşır ve bu seviyeden sonra O_2 kullanımı sınırlanır (Akgün 1994; Günay, 1998).

Süratin geliştirilmesinde fizyolojik olarak solunumun güçlenmesine katkıda bulunmaktadır. Maksimum şiddetteki koşu çalışmalarında vücut kaslarının tamamına yakını çalışmaktadır. Artan solunum hareketlerine karşılık solunum kaslarına da fazladan iş düşer ve bu da solunum kaslarının ve solunum sisteminin gelişmesine etki eder (Günay,1998).

Futbolda sürat ile dayanıklılık oldukça önemli bir parametre olarak önümüze çıkmaktadır. Sürat çalışmaları ile futbolcuların anaerobik kapasitesi geliştirilmeye çalışılır. Bu çalışmalar sırasında hızlanan solunum göğüs kaslarının ve karın kaslarının ileri seviyede çalışmasını sağlayarak kasların kuvvetlenmesini sağlar ve dayanıklılığın önemli olduğu bir spor branşı olan futbolda organizmaya daha fazla O₂, girmesine yardımcı olur

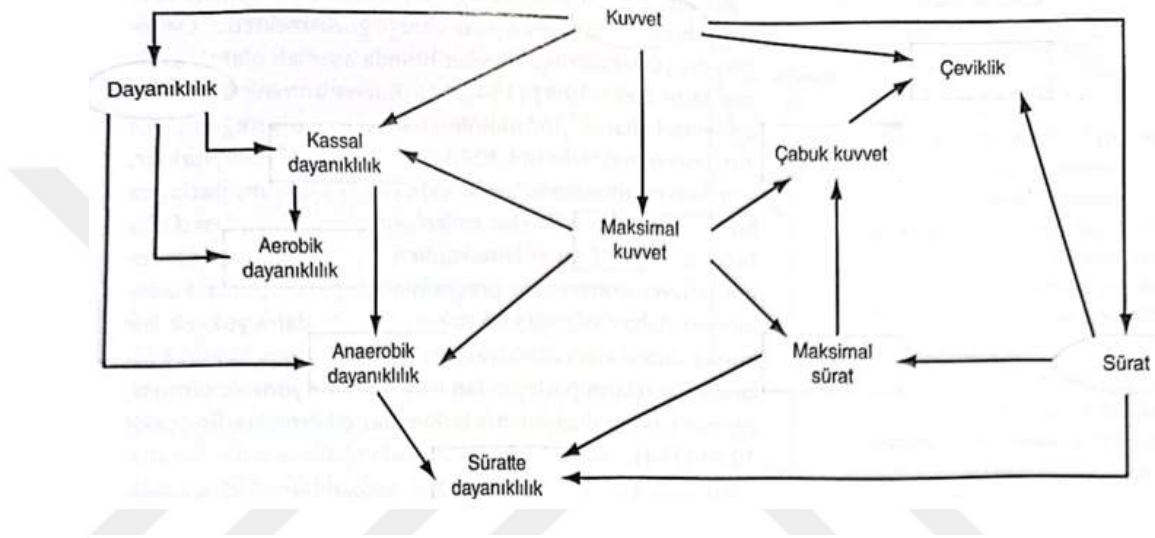
Futbolda başarının elde edilebilmesi için teknik, taktik ve kondisyonun ileri seviyede olması gerekmektedir. Kondisyonun performans üzerinde %50'nin üzerinde etkisi olduğu söylenebilir (Coen ve diğerleri,1998; isleğen,1998).

Sporsal verim düzeyi, biomotor yetenekler olarak adlandırılan kuvvet, sürat ve dayanıklılığın bir bütünlük içerisinde etkimesiyle ortaya çıkmaktadır. Çoğu spor etkinlikleri, birincil etkili biomotor yeteneklerine göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin, uzun mesafe koşularında başarı elde edebilmek için öncelikli biomotor yetenek olarak dayanıklılık görülmektedir (Bompa ve Carrera,2005)

Buna örnek olarak, kas kuvvetinin koşu sürati ve dayanıklılık düzeyi üzerine etkimesi gösterilmektedir. Örneğin, bacak kuvveti ve çabuk kuvveti anlamlı bir biçimde sprint sürati üzerine etkimeye bulunmakta, diğer bir değişle de kuvvet ve çabuk kuvvet düzeyi gelişmiş sporcular daha hızlı koşabilmektedirler (Bret ve diğerleri, 2002).

Bilimsel kaynaklarda da belirtildiği gibi kuvvetin, dayanıklılık üzerine etkilerine bağlı olarak direnç antrenmanları, uzun mesafe koşucularının ve bisikletçilerin (Bastiaannis JJ. Ve ark 2001) antrenmanında kullanılmaya başlanılmıştır. Bu antrenman sonuçları anlamlı bir biçimde sadece dayanıklılık antrenmanı yapılmasına göre direnç antrenmanlarının da eklenmesinin verim düzeyinde önemli artışlar sağlandığını göstermektedir. Ayrıca gözlemler, kuvvet ve çabuk kuvvet niteliği yüksek sporcuların çevikliği belirleyen testlerde daha başarılı oldukları, dolayısıyla da çeviklik düzeylerini geliştirebildiklerini göstermiştir (Peterson ve diğerleri, 2006).

Kuvvetin, diğer biomotor yetenekler ile olan ilişkisine ve verim düzeyi üzerine çok yönlü etkilerinden dolayı kuvvet, önemli bir biomotor yetenek olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda sporsal verim düzeyini en üst düzeye çıkarmak için kuvvet yeteneği, diğer yetenekler ile bağlantılı olarak geliştirilmelidir.



Şekil 9. Biomotor Yetenekler ve Sporsal Verim Arasındaki Etkileşimler

Futbol, patlayıcı hareketler içeren eylem yapısının yanı sıra aerobik gereksinimleri de yüksek olan bir spor dalıdır. Futbolcular, oyun başına 9.1 ile 11,9 km koşarak çok değişik hareketleri gerçekleştirmektedir. Bu hareketler sadece submaksimal aerobik çalışmaları değil, aynı zamanda sprint ve sıçramaları da içermektedir

Ayrıca ortalama olarak bir futbolcu oyun başına 250 yakın sert özellikli anaerobik eylemde bulunmaktadır. Bu, eylemlerden den 39 tanesi de her doksan saniyede bir 2-4sn süreli olarak yapılan tekrarlı sprint uygulamalarıdır. Bu sprintler sırasında, hız yeteneği oyuncunun topa sahip olup olmamasını, gol atmasını, kalesini savunmasının niteliğini belirleyici özelliklerden biri olmasından dolayı başarı için temel bir koşul olarak görülmelidir.

Bir futbolcu, maç başına toplam 1.025 metre koşmaktadır (Turner ve diğerleri, 2013). Sprint, futbolcuların başarısı için gerekli olan tek bir özellik değildir. Ayrıca ayrıntılı incelemeler bir oyuncunun karşılaşma sırasında 111 oyun içi etkinliğe katıldığını ve 90 ila 100 kez yön değiştirdiğini göstermektedir. Bu etkinliklerde ise sporcunun topa

vurması, yön değiştirmesi, sıçraması hızlanması, yavaşlaması ve eylemi birdenbire kesmesi gerekmektedir (Turner, Munro ve Comfort 2013).

Hem hızlanma hem de yavaşlama, değişik yönlerde ve farklı başlangıç noktalarından oluşmaktadır. Örneğin, bir oyuncu topu alır ve sonrasında hemen 90 ya da 180 derece dönerek ve yeni bir yönde sprint yapabilir. Topsuz olarak ya da savunma yaparken, oyuncuların geri geri koşması ve yanlara doğru kaymalar ile eylem yapması gerekmektedir (Jeffeys 2008).

Bu nedenlere bağlı olarak, futbolda başarı için sürat, çeviklik ve çabukluk antrenmanının neden gerekli olduğu açık bir biçimde ortaya çıkmaktadır. Daha hızlı ve daha güçlü olan oyuncu, iyi bir ayak denetimi ile pas verme, pozisyonlarda top kazanma ya da topu koruma topla ileriye gidip gol atabilmeyi, kolay ve başarılı bir biçimde gerçekleştirebilecektir. Savunmada ise, daha hızlı ve daha güçlü atlet, rakip oyuncuları daha iyi savunabilmekte, böylelikle de savunmanın bozulmasını ve gol vuruşların oluşmasını engelleme-bilmektedir.

Genel olarak, bir futbolcunun ivmelenme, sürat, yön değişimi ve yavaşlama vb sahip olması gereken temel beceriler bulunmaktadır. Oyuncular ayrıca, topa sahip olmak için top sürme, pas verme, topa vurma, kafa vuruşu yapmak için sıçrama, kayarak top alma vb. beceriler ile çeşitli vücut bölümlerinin koordineli olarak birlikte çalışmasını sağlamalıdır.

Genel olarak, futbolda sprintler 5 ila 30 metre arasında olabilmekte, sprinte başlamadan önce ya da sprint sonrasında topla temas olabilmesine karşın genellikle de topsuz olarak koşmayı içermektedir (Hedrick 1999). Bir futbol oyuncusunun hücum ve savunma gereksinimleri aynı temel becerilere dayanmaktadır. Rakip oyuncudan top kaptığında, futbolcu topunu top sürme, vuruş yapma ya da pas verme yoluyla taşımak zorundadır. Bir topun alınması topa doğru çabuk bir biçimde hızlanmayı topa doğru yön değiştirmeyi ve sıçramalar yapmayı gerektirebilir.

Sporcu topla rakip saha içerisinde ilerledikçe rakip oyunculardan topu saklamak için eylemi kesme, yön değiştirme vb. gibi eylemleri de kullanmalıdır. Bu eylemler öncelikle çabuk ardından hızlı olarak gerçekleştirilmelidir. Savunma açısından bakıldığında;

oyuncu, topu rakip oyuncudan çalmak için çabucak oyunun pozisyonuna göre hızlanabilmelidir.

Bir top kazanmak için kafa topu, bir topu durdurmak için bir sprint ya da topu çalmak için bir mücadele içerebilir. Bu örneklerin herhangi birinde (savunma ve hücum olarak), daha hızlı ve daha çevik olan oyuncu topu çalabilir ve koruyabilir. Bu nedenle, daha hızlı, daha çabuk ve daha çevik oyuncular daha başarılı bir oyuncu olarak gözükmektedir.

2.1. Futbolda Kuvvet

Kuvvet, kas ya da kas grubunun en üst düzeyde kuvvet ya da tork (döngüsel kuvvet) üretebilmesi olarak tanımlanmaktadır (Komi P.V. 2003). Kuvvet daha iyi bir tanımlama ile sinir kas sisteminin dış dirençlere karşı kuvvet üretebilmek yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Stone ve diğerleri, 2007).

Kaynaklar incelendiğinde yüksek düzeyde kas kuvvetinin, sporsal verim düzeyi ile anlamlı bir düzeyde ilişkisi olduğunu göstermektedir. Örneğin kas kuvveti, sprint verimi ile amerikan futbolu verimi (Fry A.C ve Krameer W.J. 1991), futbol verimi (Hoff ve. Helgerud, 2004) ile yakın ilişkide bulunmaktadır.

Futbol branşında kullanılan özel kuvvet ise sezon maçları ve hazırlık süreçleri boyunca kullanılan bir kas kuvvetidir (Bangsbo, 1994). Futbolcuların antrenman ve maç süreleri boyunca birçok dinamik hareketi (sprint, şut, kafa vuruşu gibi) gerçekleştirmek için hazır olmaları gerekir. Bu dinamik hareketleri seri şekilde gerçekleştirebilmek için de dayanıklılık düzeylerinin ve kas kuvvetlerinin belirli bir düzeyin üzerinde olması beklenir (De Proft ve diğerleri, 1998).

Futbol, birbirinden ayrı ortalama 1000 hareket serisini içinde barındıran, patlayıcı kuvvetin ve maksimal kuvvetin ön planda olduğu bir spor branşıdır ve yoğun antrenmanlar sonucu elde edilen bu kuvvet bileşenleri için futbolcular oldukça yoğun antrenman programlarına dahil olurlar (Akın ve diğerleri, 2004).

Ortalama 45 dakika süren iki peryotta düzensiz aralıklarla devam eden sürat, kuvvet, devamlılık, patlayıcılık ve koordinasyon gibi kavramlarla iç içe geçmiş bir spor branşı olan futbol, fizyolojik, tekniksel ve morfolojik değerlendirmelerin yanı sıra kas kuvveti başta olmak üzere birçok parametre ile değerlendirilmesi gereken bir spor branşıdır

(Zakas ve diğerkleri, 2005). Bu değerklendirmeler daha iyi bir performans sergilenmesi ağıısından çok kıymetlidir.

Bu verilerden yola çıkıldığında, kas kuvvetinin sporsal etkinlikte ana yönlendirici olduğu görülmektedir. Bu bağlamda yaklaşık her spor dalında kuvvet antrenmanı, sinir kas sistemi aracılığı ile kuvvet üretimi ve sporsal verim düzeyinin artırılmasını sağlamaktadır

2.1.1. Kuvveti Etkileyen Etmenler

Sporcuların maksimal kuvvet düzeylerini geliştirmeleri, harekete katılan motor birim sayısı, motor birim ateşleme hızı, motor birimlerin eşlemesi (senkronizesi), gerilme-kısalma döngüsünün kullanılması, sinir-kas uyarılarının engellemesi düzeyi, kas tipi ve kas hipertrofisi düzeyi gibi yedi özelliğe bağlı olarak sağlanmaktadır.

Motor birim katılımı, eyleme katılan motor birimlerinin sayısına bağlı olarak belirlenmektedir. Eğer çok sayıda motor birim etkinliğe katılırsa, kaslardaki kuvvet düzeyi de artmaktadır. Katılımın artışı, küçük motor birimlerden büyük motor birimlere doğru sağlanmaktadır (Henneman ve diğerkleri,1965). Henneman ktl ilkesi olarak adlandırılan, etkinliğe katılan motor birimlerin büyüklüğü konusunda bir yaklaşım önermektedirler. Bu yaklaşıma göre büyük motor birimler yüksek etkinliğe katılma eşiklerinden dolayı küçük motor birimlerden sonra etkinliğe katılmaktadırlar.

Bu bağlamda büyük motor birimler, yüksek dış yüklerde etkinliğe katılmak için uyarılmaktadır. (Haff G.G ve diğerkleri, 2001). Buna karşın motor birimlerin etkinliğe katılma bicimi sadece etkide bulan dış kuvvetlere göre belirlenmemektedir. Aynı zamanda kasılma hızı, kas kasılması biçimi ve kasların metabolik düzeyi de motor birim katılımı içerisinde etkili olmaktadır (Jensen ve diğerkleri. 2000).

Ateşleme hızı, motor birim ateşleme sıklığı ile belirlenmektedir (Deschenes, 1999). Ateşleme hızı ile ek motor birimlerin katılımı olmaksızın, kaslarda kuvvet gelişimini sağlamaktadır (Haff ve diğerkleri 2001).

Van Cutsem ve ark. ateşleme hızını, istemli kasılma hızını anlamlı bir biçimde belirlediğini belirtmektedirler. Bu zelliklerine bağlı olarak, yüksek motor birim ateşleme hızı yüksek oranda kuvvet gelişimini desteklemektedir (Folland J.P ve Williams A.G. 2007).

Patlayıcı biçimde yüksek çabuk kuvvet gelişimini sağlayan halter, plyometrik, jump squat vb. alıştırılmalar, motor birimleri ateşleme hızı değerlerini de değiştirmektedir.

Düşük sertlikteki kas etkinliklerinde çalışan fibrillere bağlı olarak motor birim ateşleme biçimi, eşlenmesiz (senkronize olmayan) bir biçimde ortaya çıkmaktadır (Stone ve Sands, 2007). Eşlenmesiz motor birim ateşleme hızı, bir motor birimin başka etkinliklere katılmasından dolayı etkin olmamasından kaynaklanmaktadır. Buna karşın motor birim eşlenmesi ile çok sayıda motor birim anında etkinliğe katılmakta ve böylece de çabuk kuvvet üretiminin artması sağlanmaktadır (Milner ve diğerleri 1975).

Motor birim eşlenmesi ve kuvvet üretim kapasitesi arasındaki ilişkiyi destekleyen bulgular, kuvvet antrenmanı yapan sporcularda yüksek düzeyde motor eşlenmesi olduğunu vurgulamaktadırlar (Semmler, 2002). Bu bulgulardan yola çıkıldığında, motor birim eşlenmesi hızlı kas kasılmaları aracılığı ile kuvvet gelişiminde önemli bir işlevi bulunmaktadır. Motor birim eşlenmesinin özellikle çok sayıda kasın aynı zamanda etkinliğe katıldığı durumlarda kasların etkinliğe katılımı koordine ederek uygulama verimi üzerinde büyük katkıları olduğu belirtilmektedir.

Gerilme kısalma döngüsü, eksantrik ve konsantrik evrelerin kas etkinliğinin bütünlüğünü tanımlamaktadır. Gerilme kısalma döngüsü aynı zamanda, plyometrik kas etkinliği olarak da değerlendirilmektedir. Bunun nedeni ise eksantrik kas etkinliğinin, konsantrik kas kasılması etkinliğinden önce gerçekleymesinde kaynaklandığı belirtilmektedir. Buna bağlı olarak gerilme kısalma döngüsü, hareketin son bölümünde konsantrik evrede etkiyi ortaya çıkarmaktadır (Komi, 2003).

Bu etkiye bağlı olarak ortaya çıkan verim düzeyindeki artış, eksantrik evrede elastik enerjinin yedeklenmesi, gerilme refleksinin etkinliğe katılması ve kas etkinliğinin en iyi duruma getirilmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Çeşitli araştırmalar, maksimal kuvvet düzeyini arttıran kuvvet antrenmanlarının, gerilme kısalma döngüsünün etkinliğini de arttırdığını göstermektedir (Agaard ve diğerleri, 2000).

Sinirsel engelleme, çeşitli kas ve eklem reseptörlerinden alınan kuvvet üretimini engelleyici, sinirsel dönüş ile ortaya çıkmaktadır. (Gabriel ve diğerleri 2006). Örneğin, koruyucu bir işlevi olan golgi tendon organı, maksimal ya da maksimal yakın etkinliklerde kasları kötü etkilerden korumaktadır (Stone ve Sands, 2007).

Buna karşın bu koruma mekanizmasının sinirsel etkinlik uygulaması değiştirilirse, diğer bir deyişle engelleme ortadan kaldırılırsa, kuvvetin üretim kapasitesi de artmaktadır (Kamen, 1983). Bu düşüncüyü araştırmalarda desteklemektedir. Örneğin, Aagaard ve ark.'nin yaptığı araştırmada 14 haftalık ağır kuvvet antrenmanının, anlamlı bir biçimde sinir kas engellemesi tepkilerini azalttığını göstermektedir. Bu bağlamda uyarım engellemelerinin azalması, kuvvet üretim kapasitesini arttıran bir antrenman sonuçlarına neden olmaktadır (Agaard ve diğerleri, 2000).

Kuvvet ve çabuk kuvvet sporcuları üzerinde uzun süreli yapılan araştırmalar, bu sporcuların yüksek oranda tip II (hızlı kasılan) fibrillere sahip olduğunu göstermiştir. (Gabbet, 2005).

Bu tür spor dallarında kas fibril tiplerinin özellikle, sporcunun maksimal kas kuvvetini ve çabuk kuvvet geliştirme kapasitesi üzerine etkisi bulunmasından dolayı hızlı kasılan kas fibrillerinin olması çok önem kazanmaktadır.

Fry ve ark. haltercilerde tip II fibril yoğunluğu ile maksimal kaldırış arasında koparmada ($r=.94$) ve silkmeye ($r=.78$) düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunduğunu belirtmektedir. (Fry A.C. 2005) Sporculardaki kas tipi dağılımı, benzer biçimde sporcuların dikey sıçrama yeteneklerini de etkilemektedir ($r=.79$). Bunun tersi bir yaklaşım da yüksek yüzde ile tip I (yavaş kasılan) kas fibrillere sahip olan dayanıklılık sporcularının da yüksek maksimal oksijen tüketimi düzeyi ve düşük maksimal kuvvet üretim kapasitesi gözükmektedir (Bergh ve diğerleri, 1978).

Buna bağlı olarak; yüksek yoğunlukta tip II kas fibrillerine sahip olan sporcuların, yüksek düzeyde kuvvet ve çabuk kuvvet gerektiren spor dallarında avantajlı olacağı açık bir biçimde görülmektedir. Diğer yandan, yüksek oranda tip I fibrillerine sahip olan sporcuların da dayanıklılık alıştırma çalışmalarında avantajlı olmaktadır.

Kasın enine kesit alanında artış, kuvvet antrenmanına bir yanıt olarak kas hipertrofisini sağlamaktadır. (Agaard ve diğerleri, 2001). Ayrıca enine kesit alanındaki artış, kas içerisindeki kontraktıl birimlerin artışına bağlı olarak kuvvet üretimi potansiyelini arttırmaktadır (Ahtiainen ve diğerleri, 2003).

Tip II kas fibrilleri büyük bir oranda pilastiside özelliği taşımaktadır. Bu özellikler antrenmana bir yanıt olarak hipertrofinin oluşması sırasında ve bu fibril tiplerinde atrofinin (kas erimesi) oluşmasına neden olan azaltılmış antrenman (detraining) koşullarında hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

2.2. Futbolda Dayanıklılık

Dayanıklılık çeşitli biçimlerde sınıflandırılmaktadır. Örneğin, aerobik dayanıklılık ya da başka bir adlandırmayla düşük şiddetli alıştırma dayanıklılığı, kişilerin uzun süreli olarak etkinliklerini sürdürebilmelerini tanımlarken, buna karşın anaerobik dayanıklılık ya da yüksek şiddetli alıştırma dayanıklılığı ise yüksek şiddetli alıştırma süreleri olarak tekrarlayabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca çok sayıda spor dalında, dayanıklılığın bazı biçimleri ağırlıklı olarak kullanılmakta ve dayanıklılığın geliştirme biçimleri, verim düzeyi üzerinde anlamlı bir biçimde etkili olmaktadır.

Futbol branşı, oyun süresi ve periyotları ile değerlendirildiğinde dayanıklılık gerektiren bir branş gibi görünse de bunu destekleyen birçok sistemsel sürecin varlığı da kabul edilmelidir. Bunlardan önem sırasına göre üstlerde olabileceğini düşündüğümüz optimal kas gücü ve özellikle alt ekstremita kas kuvveti, sıçrama, yön değiştirme, şut veya pas gibi özelleşmiş hareketlerin yapılabilme sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. (Krespi ve diğerleri ,2019).

Sporcu performansında azalma veya yaralanmaya sebep olma gibi birçok durum, azalmış kas gücü ile ilişkilendirilmektedir (Rosch ve diğerleri, 2000).

2.2.1. Dayanıklılık Sınıflaması

Çeşitli sporsal etkinliklerde dayanıklılığa farklı yaklaşımlar olmasından dolayı dayanıklılık çeşitli biçimlerde tanımlanmaktadır. Örneğin, üst düzey maraton koşucularda gerekli olan dayanıklılık biçimi, sürekli olarak özel güç çıktısını sürdürmeyi ya da hızın uzun süreli ve kesintisiz olarak gerçekleştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Buna karşın; üst düzey buz hokeyi oyuncularının, 30-80 sn de bir tekrarlanan yüksek hızdaki hareketleri, 4-5 dk arasında dinlenmeler ile uygulanmasını sağlayan, dayanıklılık uygulamalarına gereksinmesi bulunmaktadır (Montgomery, 1988).

Bu açıdan sporcuların dayanıklılık geliştirmesinde spor dalına ve sporculara göre de değişen ayrımlar bulunmaktadır. Bu nedenle dayanıklılık antrenmanının, spor dalının gereksinimlerine göre uygulanmaması verim düzeyinde dūřmelere neden olabilmektedir (Elliot ve diğerleri, 2007).

Dayanıklılık antrenmanının doğru bir biçimde uygulanabilmesi için; kaynaklarda belirtildiği gibi düşük şiddetli alıştırma dayanıklılığı (DSAD) ve yüksek şiddetli alıştırma dayanıklılığı (YSAD) olarak adlandırılan iki temel dayanıklılık biçimi arasındaki ayrım, performansların doğru gelişimi ve ihtiyaçların doğru belirlenmesi için çok önemlidir (Stone ve diğerleri, 2006).

2.2.1.1. Dūřük Sertlik Antrenman Dayanıklılığı

Ağırlıklı olarak aerobik enerji gerektiren etkinliklerde, düşük düzeyde doruk gūç çıktısı gōr÷lmektedir. Dolayısıyla da bu t÷rden etkinlikler, düşük şiddetli olarak sınıflandırılmaktadır (Stone ve diğerleri, 2007).

Bu t÷rden etkinliklerde sporcular, verim düzeylerini belirli s÷relerde düşük sertlikte, s÷rekli olarak gerçekleştirmektedirler. Buna bağlı olarak da dayanıklılığın bu biçimi, düşük şiddetli alıştırma dayanıklılığı (DSAD) ya da aerobik dayanıklılık olarak tanımlanmaktadır. Ağırlıklı olarak oksidatif ya da aerobik metabolizma gerektiren, çok sayıda etkinlikte sporcuların yüksek düzeyde DSAD geliştirmesi gerektirmektedir. Bu t÷r etkinliklerde DSAD'ın ÷st düzeyde geliştirilmesi, sporsal verim düzeyi ÷zerinde, önemli etkimelerde bulunmaktadır.

Bunun tersine ise baskın olarak anaerobik enerji gerektiren (örneğin, halter, sprint, amerikan futbolu, buz hokeyi, voleybol) gibi spor dallarında, DSAD'ın geliştirilmesi sporcunun verim düzeyinin azalmasına neden olan çok sayıda eksik uyum durumlarını ortaya çıkartmaktadır (Elliot ve diğerleri, 2007).

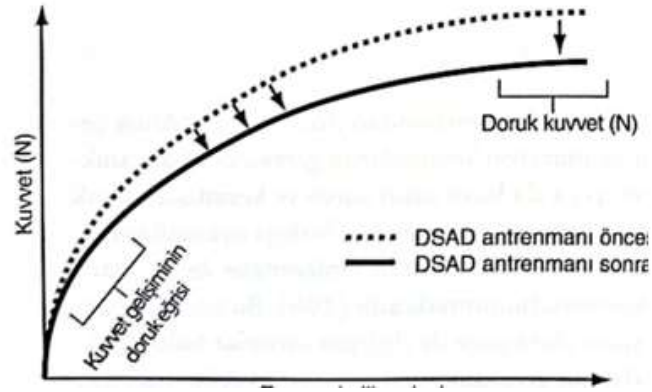
Eęer, ağırlıklı olarak anaerobik enerji gerektiren spor dallarında, DSAD'ın sporcuların dayanıklılık düzeyinin geliştirilmesi için kullanılması, gūç ÷retme kapasitesinde ve dolayısıyla da verim düzeyin-de azalmaya neden olduğu belirtilmektedir (Hennessy ve Watson, 1994).

Sporcunun yüksek hızda kuvvet üretme gerektiren etkinliklerinde DSAD'ın geliştirilmesi ile anaerobik verim düzeyinde önemli azalmalar ortaya çıkartan ve buna bağılı olarak da yüksek düzeyde kuvvet üretme kapasitesini azaltan ve kuvvet-hız eğrisinde düşük etkili bölgelerde etkinliğin sürmesine neden olan değişimler ortaya çıkmaktadır (Behm ve Sale, 1993).

DSAD'ın kullanımı, yüksek düzeyde kuvvet geliştirme üretimini ve yüksek düzeyde maksimum kuvvet üretimini azalmaktadır. Eğer, DSAD dayanıklılık gelişim programı için ağırlıklı olarak kullanılırsa, kas fibril tiplerinde değişime neden olmakta ve tip 2 kas fibrilleri azalırken, tip 1 kas fibrillerinin artışına neden olmaktadır (Trappe ve diğerleri, 2006).

Bu bağlamda DSAD antrenmanı, kas büyümesinin, sporcunun yüksek düzeyde kuvvet geliştirme kapasitesinin, maksimal kuvvet üretebilme kapasitesinin en üst düzeye çıkarılmasının ve en üst düzeyde güç çıktısı elde etmesinin sağlanması üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkarabilmektedir (Elliot ve diğerleri, 2007).

Güncel kaynaklar incelendiğinde DSAD antrenmanının, ağırlıklı olarak anaerob enerji, yüksek düzeyde kuvvet üretimi gelişimi ve hareketlerin yüksek hızda yapılmasını gerektiren ya da yüksek düzeyde güç çıktısı gerektiren spor dallarında kullanılması önerilmemektedir. DSAD antrenmanı, uzun süren etkinliklerde diğer dayanıklılık geliştirme yöntemleri ile birlikte aerobik enerjiyi sağlamak için kullanılmaktadır.



Şekil 10. Düşük Sertlik Alıştırma Dayanıklılık Uygulamasında Kuvvet-zaman Eğrisinin Değişimi. (Häkkinen ve Myllyla, 1990)

2.2.1.2. Yüksek Sertlik Antrenman Dayanıklılığı

Anaerobik metabolizma gerektiren spor dallarında genel olarak; yüksek düzeyde güç çıktısı ya da tekrarlı olarak yüksek hızlı hareketler, kullanılmaktadır. Anaerobik etkinliklerin, aerobik etkinliklere göre yüksek güç çıktısı sağlamasından dolayı, anaerobik etkinlikler yüksek şiddetli olarak sınıflandırılmaktadır (Conley ve diğerleri, 1993). Bu bağlamda sertliğin sürdürülmesi ve yüksek sertlikte alıştırmanın tekrarlanabilmesi için de YSAD gerekli olmaktadır.

YSAD'ın gelişimi, DSAD gelişiminde olduğu gibi kuvvet ve güç üretimi kapasitesinde azalmaya neden olmamaktadır. YSAD uygulamasının, maksimal kuvvet güç gelişiminde azalmaya neden olmaması ise; YSAD antrenmanının, tip 2 kas fibril tipini arttırmasından dolayı olduğu vurgulanmaktadır. (Dawson ve diğerleri 1998)

Tip 2 fibrillerinin maksimal düzeyde kuvvet üretimi, maksimal kuvvet üretebilme kapasitesi ve maksimum güç çıktısı sağlama kapasitesi ile yakın ilişkisi olması nedeniyle özellikle de yüksek hızlı ya da yüksek güç gerektiren tekrarlı hareketlerde-YSAD antrenmanı, verim düzeyi gelişimi için önemli bir etmen olarak görülmelidir.

Litaratür, yüksek sertlikte interval antrenmanının kullanılımasının anlamlı bir düzeyde, anaerobik ve aerobik alıştırma dayanıklılığını arttırdığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda YSAD ya da yüksek şiddetli interval antrenman, özellikle de yüksek sertlikli tekrarlayan alıştırma ile gerçekleştirilen spor dallarında (örneğin, amerikan futbolu, futbol,

basketbol, buz hokeyi), dayanıklılığın gelişimi için kullanılmaktadır (Stone ve diğerleri, 2006).

YSAD antrenmanı, anaerobik dayanıklılık gelişimini desteklemektedir. Bunun temel nedeni ise YSAD antrenmanının aynı zamanda DSAD potansiyelini arttırmasından kaynaklanmaktadır (Laursen ve Jenkins, 2002).

Yüksek sertlikli interval antrenman uygulamasının kullanımı ile sağlanan YSAD'in gelişimi aynı zamanda da DSAD antrenmanının sağladığı gibi aerobik etkinlikler üzerinde de etkimede bulunmaktadır (Smith ve diğerleri, 1999).

Ayrıca yüksek sertlikli interval antrenmanı ile 40 km zamana karşı bisiklet yarışı verim düzeyinde, anlamlı bir düzeyde (%2,1-4.5) artış sağladığı da vurgulanmaktadır (Stepito ve diğerleri, 1999).

2.3. Futbolda Sürat ve Çeviklik

Sürat; mesafeleri çabuk bir biçimde alma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Sürat, çoğu spor dallarında düz bir doğrultuda çabuk olarak hareket etmeyi sağlaması ile, başarılı bir verim düzeyi sergilemek için gerekli olmaktadır (Little ve Williams, 2005).

Düz sprint, ivmelenme, maksimal sürate ulaşma, maksimal sürati koruma olarak üç evrede incelenmektedir (Moir ve diğerleri, 2007).

İvmelenme hareket hızını en kısa süre içerisinde artırabilme yeteneği, olarak tanımlanmaktadır. (Little ve Williams, 2005) İvmelenme, sprint veriminin kısa mesafelerde belirleyicisi olmaktadır (örneğin, 5 m ve 10 m) ve hız değişimi ile (m/sn) ya da süre değişimi ile (sn ya da dk) ölçülmektedir. İvmelenme yeteneği çeşitli sporlardaki sporcular için değişik özelliklidir (Moir ve diğerleri, 2007).

Örneğin, 100 m koşusunda antrenmansız sprinterler, maksimal hızlarına 10-36m arasında ulaşmakta, buna karşın üst düzeyde antrenmanlı sprinterler, maksimal hızlarına 80 m dolaylarında ulaşmaktadırlar (Delecluse ve diğerleri, 1995).

Sporcularda ivmelenme, diz gericilerinin maksimal kuvvet düzeyine bağımlı olarak değişmekte dolayısı ile de kuvvet, sprint yeteneği ile doğrudan ilişkili olarak değerlendirilmektedir. (Bret ve diğerleri, 2002) Bu bulgu, hızlı sprinterlerin, daha yavaş

olan sprinterlere göre daha güçlü ve yüksek ivmelenme yetisine sahip olduklarını kanıtlayan değişik kaynaklar tarafından da desteklenmektedir.

Futbol gibi çoğu spor dallarında ivmelenme yeteneği, oyun başarısı üzerinde etkili olmaktadır (Murphy ve diğerleri, 2003). Futbol maçı sırasında ortalama sprint mesafesi 17 m'dir ve bu uzaklık 1,5-105 m arasında değişmektedir (Bangsbo, 1994).

Genel olarak sprint, başlangıç düzeyinde daha hızlıdır, ilerleyen mesafelerde ise sporcuların yavaş hızda hareket etmesi ya da sporcunun hareketini bırakmasından dolayı değişmektedir (Young ve diğerleri, 2001).

Bununla birlikte ivmelenme yeteneği, oyun içerisinde özellikle kısa mesafelerde önem kazanmaktadır. Bu açıdan da ivmelenme bölümünün gelişmesini amaçlayan sprint antrenman programında özel kuvvet ve mekanik becerilerin gelişimi de önem kazanmaktadır.

İvmelenme bölümünün tamamlanması ile birlikte sporcu, maksimal koşu hızına ulaşmaktadır. Yüksek düzeyde ivmelenme kapasitesine sahip olan sporcular, bu yetenekleri ile yüksek düzeyde sprint hızına ulaşma ve koruma özelliklerini sergilemektedirler.

İvmelenme ve maksimal sürat, koşu hızının niteliğini belirleyici temel özellikler olarak değerlendirilmektedir. İvmelenme ve maksimal hız bölümlerindeki hareket akışının, doğru bir biçimde uygulanması için koşu mekaniği ve özel kuvvet niteliğinin, geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Bu özelliklerin geliştirilmesinin maksimal koşu hızının niteliği üzerinde de önemli bir işlevi bulunmaktadır. Z sprintin son evresi ise maksimal süratin korunma evresidir (27,81). Maksimal hız sırasında yorgunluğun başlaması ile sporcunun kuvvet düzeyinde, koşu mekaniğinde bozulmalar, bunlara bağlı olarak da hız düzeyinde azalmalar ortaya çıkmaktadır (Plisk, 2008).

Maksimal sprint sırasındaki yorgunluk düzeyi, sporcunun laktik asidi vücuttan uzaklaştırma düzeyine, diğer bir değişle hızlı bir biçimde glikolitik döngüyü sağlamasına bağlı olarak değişmektedir (Ross ve Leveritt, 2001).

Laktik asit artışı, sporcunun kapasitesi ve kuvvet uygulama düzeyini, koşu mekaniği ve mekanik etkililiğini azaltan, hidrojen iyonlarının (H^+) birikimine bağlı olarak değişmektedir. Kısa ve uzun süreli interval biçiminde uygulanan sprint antrenmanları

kasların, durdurma (tamponlama) kapasitesini arttırmakta ve yorgunluğun azalmasını sağlamaktadır.

Sürat, becerilerin ve diğer antrenman özelliklerin yüksek hızlarda uygulanmasını sağlamaktadır. Genel olarak beceri ve özellikler arasında ilişki bulunmamasına karşın, özel antrenman uygulamaları ile daha yüksek bir ilişki sağlanmaktadır. Sprint antrenmanlarının bağlantılı bir biçimde yıllık planlama içerisinde uygulanması hem sprint verimi (ivmelenme, maksimal hıza ulaşma ve maksimal hızı koruma) hem de yarışma veriminin artışı sağlanmaktadır. (Moir ve diğerleri, 2007).

Daha önce de vurgulandığı gibi düz sprint yeteneğinin gelişimi, özellikle futbol, amerikan futbolu, beyzbol gibi spor dallarında önemli olmaktadır. Düz süratin geliştirilmesi ivmelenme, maksimal sürat ve süratte devamlılık biçiminde incelenmektedir (Berthoin ve diğerleri, 2001).

Becerilerin doğrudan uygulanması, önemli olmasına karşın sporcular, ayrıca çevreden gelen hızlı ve değişken uyaranlara karşı hızlı bir biçimde yanıt vererek, eylemlerini gerçekleştirme zorundadırlar (Bloomfield ve diğerleri, 2007).

Dış uyaranlara karşı durma, hızlı yön değiştirme ve yeniden hızlanma biçiminde verilen tepkiler çoğu spor dallarında görülmektedir. Durma, hızlı yön değiştirme ve yeniden hızlanma, çeviklik özellikleri olarak değerlendirilmektedir (Gambette, 1996).

Bu özellikleri tanımlamada bazı kaynaklar, çabukluk, çeviklik ya da yön değiştirme süratini anlamdaş olarak kullanmaktadırlar. Bununla birlikte Sheppard ve Young, çabukluk kavramını yavaşlama ya da yön değiştirmeyi belirlemediğini ve çabukluğun, çevikliğin içerisinde olduğunu belirtmektedir (Sheppard ve Young, 2006).

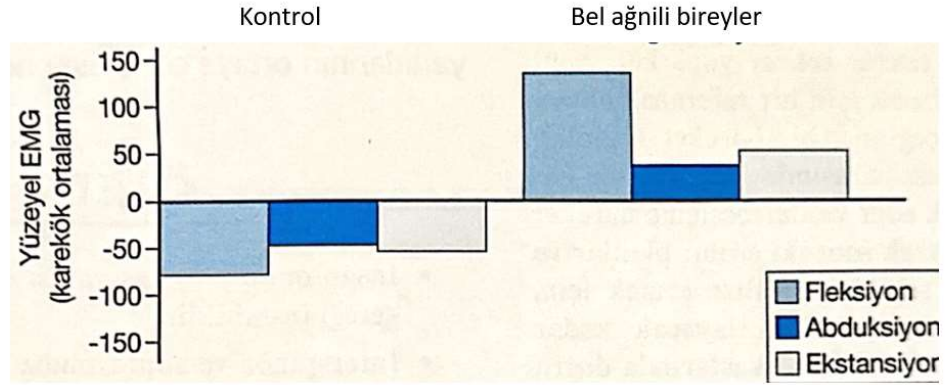
Kaynaklara göre; çeviklik, sadece uyaranlara karşı süratin bir parçası olarak görülmemeli, yavaşlama, yön değiştirme ve yeniden hızlanma bütünlüğünde algılanmalıdır (Young ve diğerleri, 2002).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM FUTBOLDA MOTOR KONTROL STRATEJİLERİ

Vücudun merkezi sinir sistemi (MSS), omurga üzerine etkiyen kuvvetleri ve spinal hareketlerin kendisini sürekli izler. Bu anlamda MSS omurgadaki stiffness (stabilite) durumunu analiz etmelidir veya stiffness sürecini azaltarak engelsiz harekete izin verir ya da arttırarak istenmeyen hareket miktarını azaltır. Bunu yapmak için MSS eklemler, diskler, ligamentler ve kasların içinde bulunduğu spinal dokulardaki sinir sensörlerinden sürekli sinyaller alır.

İnsanlar tekrarlanan hareketler ile karşılaştığında MSS tahmin edilen yükleri öngörebilir ve kaslar kendilerini hazırlar. Bel stabilitesi bu yolla önceden kontrol edildiğinde bu “*ileri besleme kontrolü*” olarak ifade edilir. İğne elektrotlu EMG kullanarak Hodges ve Richardson'ın (1996) abdominal kas hareketlerini 10 tekrarlı omuz fleksiyon, ekstansiyon ve abduksiyon hareketlerinde değerlendirmişlerdir. Transversus abdominis omuz kaslarından 38,9 ms daha önce kontraksiyon yaptığını bulmuşlardır.

Bu reaksiyon zamanı deltoid için ortalama 188 ms, abdominal kaslar (transversus harici) ile deltoid kontraksiyonunu takiben 9,84 ms olarak bulunmuştur. Bel ağrısı öyküsü olan bireylerde ise transversus kasının kontraksiyonunun, bu bireylerin stabilitenin antispasmatik doğasını kaybettiğini gösteren şekilde deltoidin öncesinde gerçekleşmediği bulunmuştur (şekil 1) Bu çok çarpıcı bulgu bel ağrılı bireylerde transversus abdominis'in basit bir kas kuvveti probleminden öte- uniform disfonksiyonunu gözler önüne sermiştir. Görüldüğü üzere transversus abdominis'in antispasmatik doğası bel ağrılı hastalarda kaybolabilir.



Şekil 11. Omuz Hareketleri Sırasında Transversus abdominis Kasının Aktivitesi.
(Bel ağnili bireylerin daha geç transversus reaksiyon zamanı söz konusudur. 0 noktası omuz hareketinin öncesini temsil etmektedir)

Bazı yazarlar ileri besleme postürel reaksiyon örneği olarak ekstremiteler hareketlerinin başlatılmasından önce abdominal kaslardaki kontraksiyon üzerinde durmuştur (Friedli ve diğerleri. 1984).

Bekleneceği üzere bu durumda, erektör spina ve eksternal oblik kaslar kol fleksiyonundan önce, rektus abdominis ise kol ekstansiyonundan önce kontraksiyon yapar. Her iki durumda da gövde kasları, hareket eden ekstremitelere doğru olan reaktif vücut hareketini, limitler. Transversusun diğer abdominal kaslardan önce kontraksiyon yapması, gövde hareketlerine yanıt olarak tanımlanmıştır. Transversus abdominis postür sırasında sadece vücudu postür hattına geri getirmek için değil aynı zamanda lumbal bölgenin stiffness'in ve stabilitesini arttırmak için kontraksiyon yaptığı görülmüştür (Hodges ve diğerleri.1996).

Bu şekilde çalışırken, MSS bir hareket sırasında omurganın karşılaşılabileceği stres tiplerini tahmin eder. Peki bunu nasıl biliyor?

Yaşam boyunca biz hareketleri tekrar tekrar yaparken, yeni hareketleri karşılaştırmak için bir referans noktası olarak kullanabileceğimiz, bir hareket kitaplığı oluştururuz. Bu işlem sırasında MSS benzer hareket paternini fark eder ve ileri besleme hareket kontrolünü kullanarak sonraki adımı planlar ve omurgayı optimal şekilde stabilize etmek için, omurgayı serbest hareketi kısıtlayacak kadar stiff hale getirmeden, stabilite kaslarında

doğru miktarda kontraksiyon açığa çıkartır. Bu yüksek düzeyde beceri gerektiren aktivite günlük yaşamımız boyunca birçok gerekli hareket sırasında gerçekleşir.

Hareketle ön görülemediğinde, MSS lumbal aşırı olduğunu belirlediğinde, MSS koruyucu bir yanıt verir; bu geri besleme motor kontrolün bir örneğidir. Bu, kısmen spinal kasların kendi kas içciklerindeki germe refleksi gibi hızlı koruyucu reflekslerle ilişkilendirilebilir.

Futbolda motor kontrolün ihtiyaç unsurları ise, oyuncuların sahada çeşitli beceri ve eylemleri gerçekleştirmek için hareketlerin koordinasyonunu ve yürütülmesini ifade eder. Kesin ve etkili hareketler üretmek için sinir sistemi, kaslar ve duyuşal geri bildirimin etkileşimini içerir.

Hareket halindeyken hızlı ve hassas dokunuşlarla topu kontrol etmek, takım arkadaşlarına doğru ve zamanında paslar vermek, isabetlilik ve güç elde etmek için topa uygun tekniklerle vurmak, çevre kontrolü ile topu yönlendirmek için kafanın hareketini zamanlama ve koordine etmesi, oyuncuların takım arkadaşlarına, rakiplere ve topa göre sahadaki konumlarının farkında olmaları gerekliliği gibi ihtiyaçlara cevap oluşturmak için futbolcuların motor kontrol becerileri optimal seviyelerde olmalıdır.

Düzgün ve kontrollü hareketler için farklı vücut parçaları arasındaki koordinasyon da önemlidir. Hızlı karar verme ve tepki verme süreleri, özellikle dinamik ve hızlı tempolu durumlarda çok önemlidir. Oyuncuların, rakiplerin veya topun hareketi gibi oyundaki değişikliklere hızlı tepki vermeleri gerekir. Hızla yön değiştirebilme ve dar alanlara girip çıkabilme yeteneği futbolda hayati öneme sahiptir.

Çeviklik, oyuncuların defans oyuncularından kaçmasına, alan yaratmasına ve oyundaki ani değişikliklere tepki vermesine yardımcı olur. Çevrelerindeki alanı ve vücutlarının bu alandaki konumunu anlamak, oyuncuların sahada etkili bir şekilde gezinmesine yardımcı olur. Bu farkındalık, çarpışmalardan kaçınmak, rakiplerin hareketlerini tahmin etmek ve kendini en iyi şekilde konumlandırmak için çok önemlidir. Oyuncular, bu belirli yönlerle odaklanan tutarlı uygulamalar, alıştırımlar ve antrenman seansları yoluyla motor kontrollerini geliştirebilirler. Antrenörler, futbol bağlamında oyuncuların teknik becerilerini, mekansal farkındalığını ve genel motor kontrolünü geliştiren antrenman programlarının tasarlanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır.

3.1. Futbolda Postürel Kontrol

Futbolda postürel kontrol, oyuncunun performansının kritik bir yönüdür. İyi duruş ve denge, oyuncuların top sürme, pas verme, şut atma ve savunma gibi çeşitli becerileri daha etkili bir şekilde kullanmasını sağlar. Oyuncuların stabiliteyi ve dengeyi artırmak için düşük bir ağırlık merkezini oluşturmaları gerekir. Bu özellikle yön değişiklikleri, hızlı hareketler ve rakiplerle pozisyon almak için, ikili mücadeleler için çok önemlidir. Oyuncular vücut ağırlıklarını eşit şekilde dağıtmalı ve duruma göre duruşlarını ayarlamaya hazır olmalıdır.

Bir oyuncunun ayaklarını konumlandırma şekli postürel kontrol için temeldir. Hafifçe bükülmüş dizlerle omuz genişliğinde bir duruşun sürdürülmesi stabil bir taban sağlar. Hızlı ve hassas ayak hareketleri topa, rakiplere ve oyundaki değişikliklere uyum sağlamak için çok önemlidir. Ayrıca güçlü bir çekirdek stabilite, denge için hayati öneme sahiptir. İyi gelişmiş çekirdek kaslara sahip oyuncular, rakiplerin zorluklarına direnme ve beklenmedik hareketlerden hızla kurtulma konusunda daha donanımlıdır.

Çevrenin farkında olmak için etkili bir çevre kontrolü becerisi ve iyi bir görüşe sahip olmak, oyuncuların hareketleri öngörmesine ve hızlı kararlar almasına yardımcı olur. Bu da baskı altındayken dengenin korunmasına yardımcı olur. Oyuncuların topun hareketi, rakiplerin hareketleri ve oyunun genel akışı gibi oyundaki değişikliklere hızla tepki vermesi gerekir. Bundan dolayı etkili denge becerisi, optimal postürel hizalamaya sahip olmak ihtiyaca yönelik ani reaksiyonlara katkıda bulunur.

Postür insanın tüm hareketlerini içerecek şekilde aktiviteye özgü duruşun nitel ve nicel yönlerini tanımlayan bir ifadedir.

Bütünleşmiş sakro-koksigeal bölge dışında vertebralar çoğunlukla multi planar yani çok düzlemsel hareket kabiliyetine sahip segmentlerdir. Bir fonksiyon içerisine örneğin; gövde rotasyonu katılacak segmentlerin hangi pozisyona geçeceği daha önceden planlanmış motor programlar aracılığı ile belirlenir. Dolayısıyla her vertebranın tek tek multi planar hareketi değil, çeşitli kombinasyonlar halinde segmentlerin bütünleşik hareketleri üst merkezler tarafından kontrol edilir.

İdeal postür için gerekli olan Spinal stabilizasyon kavramı fonksiyona özgü olarak kolumna vertebralisin segmentlerinin pozisyonlanması ve bu pozisyona ait postürün

bozulmadan tutulması olarak açıklanabilir. Bu tanımla kastedilen, spinal stabilizasyonun nihai sonucunun statik ya da dinamik postural kontrol olduğudur.

Postüral kontrolün fonksiyonu ilgilendiren iki ana bileşeni mevcuttur. Bunlardan ilki hareketin doğru zamanlama, kuvvet, koordinasyon ve akıcılık içerisinde sürdürülmesi, ikincisi ise ilk bileşen gerçekleşirken hareket ister statik olsun ister dinamik, ağırlık merkezinin belirli bir düzlem içerisinde tutulmasıdır. Her iki bileşen de enerji tüketimi ile doğrudan ilgilidir.

Bir cismin ağırlık merkezi destek yüzeyi içine düştüğü sürece cismin stabil olduğu kabul edilir. Ağırlık merkezini alçaltarak ya da destek yüzeyini büyütürken cismin stabilitesini arttırmak mümkündür. Ağırlık merkezi destek yüzeyi dışına düştüğü zaman ya o yapının düşmesi, devrilmesi ya da duruşun korunması için bazı kuvvetlerin devreye girmesi beklenir.

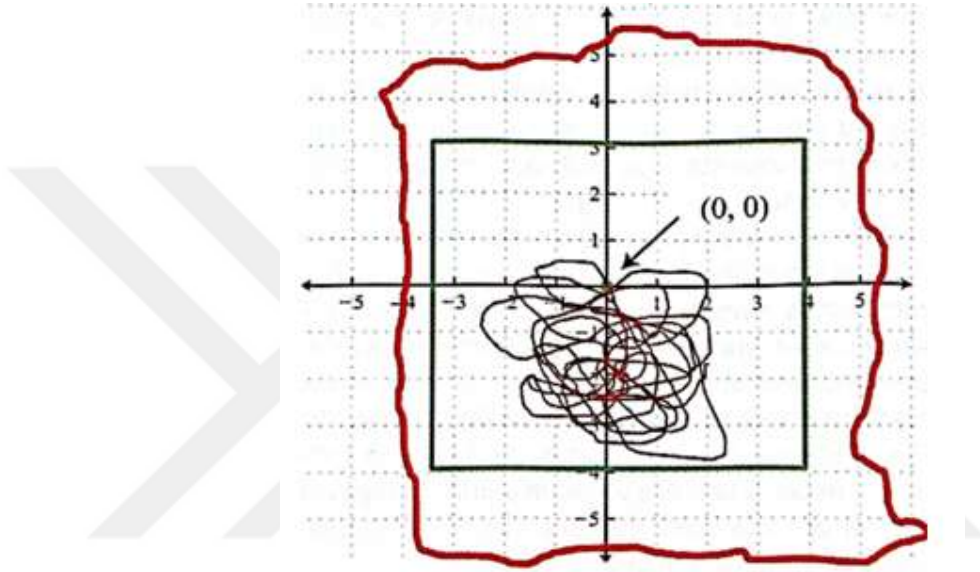
İnsan vücudu cansız bir varlık gibi statik olarak düşünüldüğünde destek yüzeyi ve ağırlık merkezi ile ilgili bu bilgiler geçerli olabilir. Nitekim insan vücudu dinamik bir organizmadır. Ayakta dik duruş pozisyonunda vücut göreceli olarak instabilidir. Çünkü uzun bir yapıya karşılık oldukça küçük bir destek yüzeyi bulunmaktadır.

Vücudun ağırlık merkezi destek yüzeyi dışına düştüğü zaman ya birey düşer ya da dik duruşun korunması için birtakım kuvvetler devreye girer ve stabilite sağlanmaya çalışılır. Vücudun statik ve dinamik yapıları gravitasyonel ve eksternal kuvvetlere karşı vücudu desteklerler ve kararlı halin sürdürülmesini sağlarlar.

Statik yapılar olan osseöz ve ligamentöz yapılar eklem hareket sınırına ulaştığında pasif gerilim oluştururlar. Dinamik yapılar olan kaslar ise gergi telleri gibi görev görerek pertürbasyonlara yanıt oluştururlar ve gravitasyonel torklara karşı koyarlar. Böylece eklem hareket sınırları içerisinde stabiliteyi sağlar ve statik dokulara binen yükü azaltırlar. (Kisner ve Colby, 2012).

İnsan vücudu düzgün olmayan asimetrik dağılım gösteren bir kütleye sahiptir. Bu nedenle ağırlık merkezinin destek yüzeyi içerisinde tutulması için sürekli olarak enerji tüketir. Tüm mekanik sistemler gibi insan mekanik sistemi de minimum enerji ve maksimum düzensizliğe ulaşmaya çalışır. Tam yatış pozisyonu hariç nöro mekanik sistemlerimiz ağırlık merkezini destek yüzeyi içerisinde konumlandırmaya çalışır.

Ancak günlük yaşam aktiviteleri incelenirse ağırlık merkezinin sürekli olarak destek yüzeyi içerisinde olmadığı açıkça görülecektir. Bu durum ağırlık merkezinin her bireye özgü olarak destek yüzeyinin de dışında belirli sınırlar içerisinde kontrol edilebildiği anlamına gelmektedir.



Şekil 12. Stabilite Sınırları (kırmızı), Destek Yüzeyi (yeşil) ve Ağırlık Merkezinin (CoM) Statik Duruştaki Hareket Paterni (bordo)

Bu sınırlara “stabilite sınırları” adı verilir. Stabilite sınırları kas kuvveti, esneklik, reaksiyon zamanı, boy, yaş ve kilo gibi birçok parametreden etkilenebilir. Şekil 3 de sol anterior, orta ve posterior yönlerde stabilite sınırlarının diğer bölgelere oranla daha dar bir alana sahip olduğu gözükmemektedir.

Santral sinir sistemi, ekstremiteler hareketlerinin oluşturacağı yükü öngörerek gövde kaslarını antispasmatik olarak aktive eder (Hodges ve Richardson, 1997).

Yapılan çalışmalarda ekstremiteler kaslarının aktivasyonundan önce gövde kaslarının hareket öngörüsüne göre postüral yanıtlar oluşturduğu gösterilmiş ve buna “İleri Besleme Mekanizması” denmiştir. İleri besleme mekanizmasında transversus abdominis ve multifidus kaslarının derin lifleri özel bir rol oynamaktadır.

Çünkü bu kasların antispasmatik aktivasyonunun, postüral salınımların yönü ve hızından bağımsız olduğu bulunmuştur. Yani, neredeyse tüm yönlerdeki postüral salınımlarda bu kaslar, öncelikli aktive olması gereken kaslardır.

3.2. Futbolun Miyofasyal Sistem Üzerine Etkileri

Futbolda dahil olmak üzere herhangi bir sporda mükemmellik, rekabetçi oyunda yer almak için gereken taktiksel anlayışın yanı sıra, spora özgü fiziksel kondisyon düzeyi, spora özgü hareketlere olan hakimiyet ve teknik becerilerin kombinasyonunu gerektirir.

Futbol özellikle, spora veya disipline özgü çok sayıda özel hareket kalıplarıyla karakterizedir. Futbola özgü bu hareket kalıplarının uzun bir süre boyunca kümülatif olarak yeterli sayıda tekrarlanması ile eklemler, ligamentler ve miyofasyal yapılar üzerinde oluşacak stres ve yüklerin, adaptasyon reaksiyonlarına neden olması beklenir.

Bu bağlamda, vuruş ayağı ve destek ayağı arasında dominantlık sebebiyle, özellikle de miyofasyal sistemde adaptasyonlar ve değişikliklerle karakterize asimetrikler oluşacaktır.

Bu adaptasyonlar çoğunlukla, spora özgü hareket kalıplarının kalitesini en üst düzeye çıkarır ve böylece sporcunun performansının artmasına olanak sağlarlar. Öte yandan, masküler stres düzeyinin değişmesine ve bazı durumlarda, kas-iskelet sistemi ve miyofasyal yapıların anormal veya aşırı yüklenmesine neden olabilirler (Pala, 2020).

3.2.1. Vuruş Ayağında Top Temasına Bağlı Değişiklikler

Futbol oyunu, topa değişen sayıda temas gerektirir. Topla temas sonucu oluşan mekanik stresler, yeterli sayıya ve büyüklüğe ulaştığında, biyolojik yapılarda değişikliklere neden olurlar. Evrim süreci boyunca doğa, kas-iskelet sistemimizi ve özellikle de alt ekstremitelerimizi hareket kabiliyeti, yürüyüş ve koşu üzerine geliştirmiştir. Longitudinal ve transvers arklara sahip ayaklarımız, her adımda vücut ağırlığımızın etkisini hafifletebilmek ve yürüyüş döngüsü içinde vücudumuzu ileri doğru taşıyabilmek için ustaca tasarlanmıştır.

Topla temas ettiğinde, ayağın kemerli yapısına tam olarak karşılık gelen mekanik baskı ve streslere neden olan kısa bir süreli bir kuvvet açığa çıkar. Her topa vuruşta, topun kütlesi tarafından oluşturulan mekanik reaksiyonlar, fizyolojik aralık içinde kalan ve

genellikle ilgili yapıların stres toleransını aşmayan büyüklüktedir. Ancak, bu uzun yıllar boyunca yeterli sayıda tekrarlanırsa, meydana gelen uyaranlar daha sonra mikrotravma oluşturarak kas-iskelet sisteminde değişikliklere yol açabilirler. Bu tür değişiklikler 1980'lerin ortasından itibaren, Hess (1985) ve Lees ve Nolan (1998) tarafından öne sürülmüş ve tartışılmıştır.

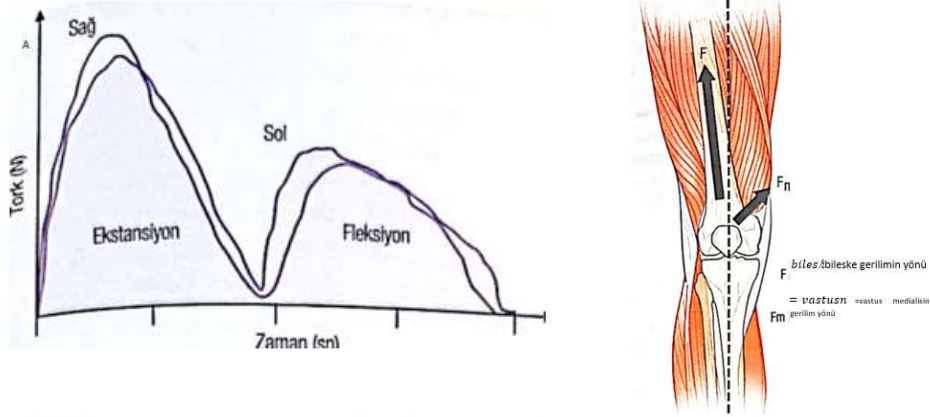
Topa vuruşla birlikte gerilime maruz kalan talonaviküler ligamentin, o esnada oluşan ani ve kısa gerilim streslerini karşılayabilmek için kemiğe tutunduğu bölgeler sağlamlaşır. Daha güçlü hale gelen Sharpey lifleri, sayılarının da artmasıyla daha fazla yer kaplar ve radyolojik olarak talar gaga veya tibial pik olarak görülebilir. Sonrasında ayak bileği ekleminde dorsifleksiyon hareket aralığının azalmasıyla sonuçlanabilir (Pala, 2020).

Futbolcularda topa vuruş hareketine cevaben ayak bileği eklemindeki doğrudan değişikliklerin yanı sıra, farklı seviyelerde sağ sol asimetrisi (destek ayağı ile vuruş ayağı arasında) ile karakterize masküler değişikliklerin oluşması da muhtemeldir. Topa vuruş hareketi, ayağın (hareketli nokta) maksimum hızda ileri hareket ettiği ve kalçanın (sabit nokta) nispeten sabit kaldığı bir “açık kinetik zincir” yükünü temsil eder.

Bununla birlikte her topa vuruş, mutlaka topa vurmayan tarafa “kapalı kinetik zincir” yükü getirir. Bu durumda, topa vurmayacak ayak yere koyulur (sabit nokta), pelvis bacak eksenini ve gövde boyunca hareket halindeki yapıların kompleks koordinasyon mekanizmaları tarafından yerçekimine karşı yeterince stabilize edilmesi gerekir. Benzer şekilde, çeşitli kontrol mekanizmalar uzun vadede futbola özgü bu hareket kalıplarına muskular adaptasyon için temel oluşturur. Uzun dönemde miyofasyal sistemin yanı sıra aktif kas-iskelet sistemin karakteristik hareketlere ve bu hareketlerle ilişkili yüklere en uygun kaslar cevabi ortaya çıkarabilmesi için aşamalı olarak adapte olduğu kabul edilir (Pala, 2020).

Topa vurmak, dizdeki patlayıcı bir ekstansiyonun, kalçadaki fleksiyon ve ayak bileğindeki plantar fleksiyon ile birleştirildiği çok eklemlili bir harekettir (Ekstrand ve diğerleri, 1983).

Genel olarak, vuruş ayağı tarafındaki quadriceps ekstansiyonu esnasında hem maksimum kuvvet kapasitesinde hem de vuruş gücünde artışın yanı sıra destek ayağı tarafındaki diz fleksörlerinin maksimum kuvvetinde de artış tanımlanmaktadır.



Şekil 13. Diz Eklemi Kaslarının Agonist-antagonist İlişkisi

Futbolcuların quadriceps kas kuvveti vuruş ayağı tarafında destek ayağı tarafından daha fazla olmasına rağmen, çoğu oyuncunun uyluk muayenesinde, vastus medialis kasının en iyi gelişmiş olduğu alanda uyluk çevresinin hafifçe azaldığı görülmektedir. Açıkçası quadriceps kasının değişken yapısı, kas iskelet sisteminin değişen özel fonksiyonel taleplere adaptif bir cevabıdır (kapalı kinetik zincir ile yüklenen destek ayağının aksine, sayısız açık kinetik zincir yükü olan vuruş ayağı).

Nörofizyolojik bir bakış açısıyla, vuruş ayağındaki 'kronik' bir vastus medialis defisiti, açık kinetik zincir aktivitesi sırasında, diz eklemine yerçekimi etkilerine karşı stabilize etmek için tibianın femura göre rotasyonuna ihtiyaç duyulmaması ile açıklanabilir. İnervasyon paternindeki uzun vadeli değişim, topa vuruşu giderek en uygun hale getirecek adaptasyonlar ile sonuçlanır (Pala, 2020).

Madalyonun diğer yüzü, bu sürecin quadriceps kasının quadriceps bileşke kuvvetine katkısını rölatif olarak değiştirmesidir. Vastus medialis defisitinde, quadriceps patellayı laterale çekme eğilimindedir ve bu da patellafemoral eklemkin kinematiğini değiştirir. Buna karşın, koşma sırasında destek ayağına binen yükler, intra artiküler kinematiklerin fizyolojik düzenini değiştirmez. Sonuç itibarıyla, patellafemoral eklemdaki dejeneratif değişikliklerin, vuruş ayağı tarafında destek ayağı tarafından çok daha yaygın olduğu istatistiksel olarak ortaya konmuştur.

3.2.2. Vuruş Tekniği ile Destek Ayağında Olan Değişiklikler

Performans seviyelerine bakılmaksızın neredeyse tüm futbolcuların, ayaklarının içi, dışı veya üzeriyle topa vurduklarında, destek ayaklarını belirli bir pozisyona yerleştirme eğiliminde olmaları ilginçtir. Bu, kas iskelet sistemi yapılarına etki eden oldukça tutarlı özel bir mekanik yüklenme ile sonuçlanır. Vuruş ayağının topa ivmeyi etkin bir şekilde aktarabilmesi ve topun başarılı şekilde hızlanabilmesi için destek ayağı topun yanına düzgün bir şekilde yerleştirilmelidir. (Hoffmann, 1984)

Futbolcular destek ayaklarını olağanüstü bir tutarlılık ve hassasiyetle topun yanına yerleştirirler. Yapılan testler, aynı futbolcunun iki farklı topa teması arasındaki farkın 1 cm'den az olduğunu göstermektedir. Futbolcular destek ayaklarını frontal düzleme göre topla aynı hizaya yerleştirirler.

Ayak zemine yerleştirildiğinde, ağırlık merkezi genellikle sol dizin dışına hatta daha da laterale geçerek destek ayağına doğru dışarı kayar.

Destek ayağının topa olan yatay mesafesi bir oyuncudan diğerine belirgin bir şekilde farklılık gösterebilir. Bu belirgin farklılıklara rağmen, bireysel çözümler ve hareket kalıpları büyük bir hassasiyetle kendine özgü bir şekilde uygulanır. Bununla birlikte, destek ayağı toptan ne kadar uzağa yerleştirilirse, vücudun ağırlık merkezindeki lateral kayma o denli büyük olur (Pala, 2020).

Destek ayağından pelvise kadar uzanan tüm eklemler bu pozisyonu kompanse ve stabilize etmek zorundadır. Bu da zaman içinde oluşacak adaptif değişikliklerle sonuçlanır. Destek ayağı tarafına özgü bu değişiklikler, ayak bileği eklemi için belirgin bir şekilde tanımlanmıştır.

Pelvis bacak ekseninin lateralizasyonu arttıkça, ayak eklemlerini etkileyen lateral ve kayma kuvvetleri de o kadar büyük olur. Bu kuvvetler, yaralanma veya travma olmasa bile, uzun vadeli adaptasyonları indüklemeye potansiyeline sahiptir.

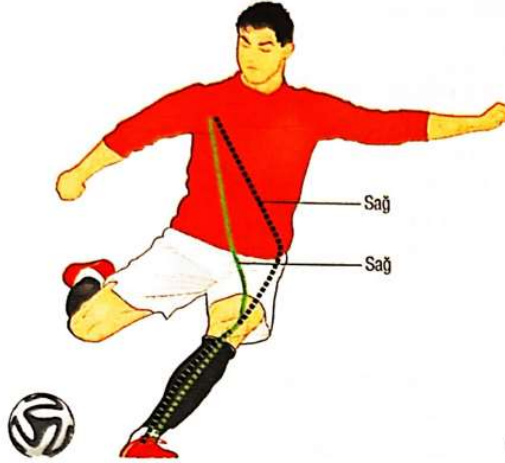
Bu değişiklikler sadece antrenman ve müsabakalar sırasında meydana gelen özel hareketlere değil, aynı zamanda sıradan yürüyüş ve koşulara da yansır. Bunlar pelvis bacak ekseninin adaptasyonlarını bir bütün olarak belgelemektedir. Bu değişiklikler, bireysel yatkınlığa bağlı olarak özellikle futbolcuların biyolojik yapılarını etkileyecektir.

3.2.3. Lumbopelvik ve Kalçanın Adaptasyonları

Vuruş ayağı tarafındaki kuvvetli quadriceps ve kalça fleksörlerinin (özellikle iliopsoas kasının) hakimiyeti, aynı tarafta posterior pelvik tilte (ilium inflare ile birlikte) neden olur. Bu da uzun vadede, vücudun ağırlık merkezini stabilize etmek amacıyla destek ayağı tarafında anterior pelvik tilte neden olur. Bu değişikliklere genellikle vuruş ayağı tarafındaki sakroiliak eklem hareket açıklığının azalması eşlik eder.

Sakroiliak eklemdaki bu asimetrik hareket aralığı, kalçaların torsiyonu ile birlikte, destek ayağı ekseninin belirgin bir şekilde uzamasına ve pelviste fonksiyonel bir açılışmaya yol açar.

Ayrıca bu stresler lumbal bölgeye iletilir. Vuruş ayağı tarafındaki posterior pelvik tiltin bir sonucu olarak, iliolumbal ligamentte artan gerginlik lumbal omurgada posterior rotasyon olarak karşımıza çıkmaktadır (Pala, 2020).



Şekil 14. Topa Vuruş Anında Destek Ayağı

3.3. Futbolda Kor Yapının Önemi

Futbol, dünyada en çok oynanan spordur. Futbol, oldukça çok talep gören ve pek çok atletik niteliği gerektiren bir spordur. Hız, çeviklik, kuvvet, çabukluk, esneklik, güç, aerobik ve anaerobik kapasite futbolda üst seviyeye gelinebilmesi için antrene edilmesi gereken niteliklerdir.

Futbol, geniş bir alanda 90 dakikalık bir sürede düzenli dinlenme aralıkları olmadan oynanan bir spordur. Oyuncular; %24'lük yürüme, %36'lık jogging, %20'lik takip, %11'lik sprint, %7'lik geriye doğru hareket ve %2'si de topa sahipken ortalama olarak 5 ila 7.5 mil (8 ila 12 km) arasında hareket ederler (Reilly 1996).

Futbol oyuncularını elit sporcularda 55-70 ml/kg / dakika arasında rapor edilen V. O₂max düzeyleri ile büyük bir aerobik kapasiteye sahiptirler (Bangsbo, Nørregaard ve Thorsøe 1991).

Oyun, laktat eşiğine yakın ortalama bir yoğunlukta oynanır (Reilly 1996; Helgerud ve diğerleri. 2001). Bu istatistik futbol oyuncularının kondisyon gelişiminde hem aerobik hem de anaerobik kapasite antrenmanlarının önemini ortaya koymaktadır.

Bir sporcunun güç üretme ve iş yapma kapasitesi geliştiğinde, üretilen gücün oyun performansına aktarılmasındaki potansiyel de artmaktadır. Kuvvet ve güç antrenmanlarının bir sonucu olarak bir sporcu daha hızlı hareket eder ve daha verimli bir hareketle daha patlayıcı hale gelir. İyi geliştirilmiş kor kasları, futbolcuların etkin bir şekilde hareket etmesine ve yaralanma risklerinin azaltılmasına yardımcı olmak için gereklidir.

Futbol üç düzlemin hepsinde de bir dizi farklı hareketleri içerir. Bu hareketler oldukça koordineli olup alt vücuttan gövde boyunca üst vücuda kadar çok miktarda enerji transferi gerektirir. Stabil bir gövde olmadan kollar ve bacaklar müsabaka sırasında güçlü hareketleri etkili bir şekilde uygulayamaz. Stabil bir gövdede, futbolcuların dik duruşlarını sürdürmelerini sağlar ve optimum performansa katkıda bulunan maksimum oksijen tüketimi için gerekli hava akışını sağlayan solunum sistemine yardımcı olur.

Kor için çeşitli hareketleri gerçekleştirmek, oyuncuların dış kuvvetleri absorbe etme yeteneğini geliştirir ve yaralanma riskini azaltır. Sadece mekik v. egzersizleri dış

kuvvetleri absorbe etme ile yön değiştirme becerisinde kas dengesizliklerine ve kinetik zincirde eksikliklere neden olabilir.

Örneğin; sit-up egzersizinde, egzersizin ilk 10-30 derecesinde hareket rectus abdominis kası ile gerçekleştirilirken, hareketin geri kalan kısmı kalça fleksörleri tarafından yapılmaktadır. Kalça fleksörlerinin aşırı derecede kısılması, pelvisin öne doğru eğilmesine, lumbar omurganın hiperekstansiyonuna ve gluteus maximus kasının *çift taraflı inhibisyonuna* (engellenme) neden olur. Çift taraflı inhibisyon, bir eklem bir tarafındaki kas (agonist) aktif olduğunda eklem diğer tarafındaki zıt kasın (antagonist), agonistin hareketi gerçekleştirmesine izin vermek için gevşemesi ile oluşur. Bu durumda kalça fleksörleri kısa ve aşırı aktif olduğu için gluteus maximus gevşer ve kapanır. Bu durum hareketlerin (koşu, yürüme, atlama) gerçekleştirilmesi için hamstring ve alt sırt kaslarında kompenzasyona neden olur.

Hatalı olan bu aktivasyon örnekleri hamstring, kalça fleksörleri ve kasık krampları gibi aşırı yaralanmalara, bel ağrısı ve daha da kötüsü fitıklara yol açabilir. Bu nedenle, optimum hareket modellerine katkıda bulunan core kas sisteminin gelişiminde dengeli bir yaklaşımda bulunmak oldukça önemlidir.

Vücuttaki her bir eklem belirli bir miktarda stabilite veya mobilite gerektirir. Stabilite, güç veya hareketin kontrol edilme becerisidir. Mobilite ise serbestçe hareket etme becerisidir. İyi bir eklem hareketi, eklem çevresindeki kasların pürüzsüz ve akıcı hareketi sağlamaları için etkili bir şekilde kasılmalarını ve gevşemelerini gerektirir.

Kor bölgesi, omurganın intervertebral (vertebralar arası) eklemleri ve kalçaların iliofemoral eklemleri gibi birden fazla eklemden oluşur. Bu nedenle kor kaslarının birincil işlevi stabiliteyi sağlamaktır. Böylece hareket becerisi üst ve alt ekstremit eklemlerinde daha iyi elde edilebilir ve kuvvet bu kinetik segmentler yoluyla daha verimli bir şekilde aktarılabilir. Futbol için iyi bir kor gelişimi, omurga stabilitesi ile kalça mobilitesini sağlayan dengeli bir yaklaşımı gerektirir (McGill 2004). Bu yaklaşım futbolcuların oyunun ihtiyaçlarına hazırlanmasına yardımcı olur.

3.4. Futbolda Karın İçi Basınç Mekanizması

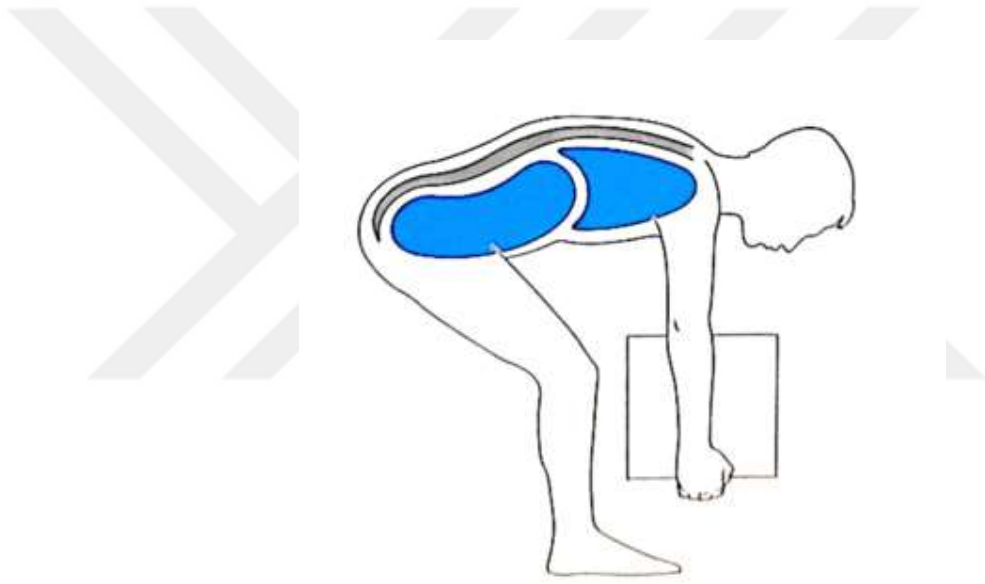
Hem intraabdominal hem de intratorasik basıncı ifade etmesine rağmen intraabdominal basınç (IAB), bazı yerlerde, gövde içi basınç olarak da tanımlanmıştır (Watkins 1999). İntratorasik basınç inspirasyon sırasında akciğerlerin kaldırma veya farklı eforla uyumlu bir biçimde göğüs kafesi içerisinde genişlemesi ile oluşturulur. Intratorasik basınç rekabetçi sporlarda faydalıdır

İAB abdominal kasların, diyaframın ve pelvik taban kaslarının senkronize kontraksiyonlarını içerir. Derin abdominaller (transversus abdominis ve internal oblik) bu anlamda fleksörden ziyade viseral kompresör olduklarından abdominal kas grubunun en önemlileridir. Çoğu birey İAB sürecini günlük yaşamında tecrübe eder, örneğin, doğrudan gelen bir darbeye karşı savunma amacıyla refleks olarak kaslar kontraksiyon yapması gibi. Futboldan örnek vermek gerekirse sıkı bir ikili mücadele gibi ya da sert bir şut çekme gibi.



Şekil 15. Şut Çekme ve İntraabdominal Basınç

İAB'nin teorik temeli karın içerisindeki basıncın pelvis ve diyafram arasında şişirilmiş bir balon gibi davranması ve omurgaya ek bir ekstansör tork sağlaması şeklindedir (şekil 6), dahası bu “şişirilmiş balon” erektör spinanın neredeyse 3 katı büyüklüğünde bir tork kolu ile etki etmektedir. Intraabdominal basınç, karın kaslarının, diyaframın ve pelvik taban kaslarının senkronize kasılmasıyla oluşturulur.



Şekil 16. İntraabdominal Basınç Mekanizması. (Abdomendeki basınç pelvis ve diyaframa karşı direnç oluşturarak omurgaya ekstra ekstansör tork sağlar.)

Gövdenin daha rijit bir silindir haline gelmesi aksiyal kompresyonu ve parçalama yüklerini azaltır ve yükleri daha geniş bir alana dağıtır (Twomey ve Taylor 1987).

İAB aynı zamanda omurgayı, kasların istemsiz olarak göğüs kafesini sabitlemesi ile, aşırı indirekt yüklerden (doğrudan omurgaya etki etmeyen fakat ekstremitelerin yüklenmesi ile etki eden) de korumaya yardımcı olur.

Abdominal kas kuvveti İAB'yi etkiler, güçlü atletler çok büyük miktarlarda İAB değerleri ortaya çıkarabilir. (Harman ve ark.1988). Buna karşın abdominal kasları mekik gibi hareketlerle kuvvetlendirmek İAB'ı kalıcı olarak arttırmaz. (Hemborg ve diğerleri. 1983)

Bu egzersizler çoğunlukla, İAB mekanizmasında kullanılan, abdominal kaslar arasındaki koordinasyonu taklit edemez (Oliver ve Middleditch1991).

İAB'in istemli eğitimi için birey pelvik taban kaslarında ve transversus abdoministe eş zamanlı olarak kontraksiyon yapmalıdır. Ultrason incelemeleri TrA'nın kalınlığının pelvik taban kasları ile kontraksiyon yaptığında %65,8'lik artış, yapmadığı duruma %49,7 lik artışı kıyasla daha büyük olduğunu göstermiştir. (Critchley 2002).

Solunum da İAB eğitiminde dikkate alınmalıdır, çünkü diyaframın hareketi bu mekanizma için önemlidir. Hodges ve ark. (2003) yaptığı frenik sinirin doğrudan stimülasyonu TrA kontraksiyonu olmadan sadece diyafram hareketiyle meydana gelen %31'lik bir İAB artış ortaya koymuştur.

Diğer fiziksel aktivitelerde olduğu gibi futbolda da iç karın basıncı (İAP), nefes alma teknikleri, vücut hareketleri ve sporun talepleri gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Genel olarak, uygun nefes alma ve karın bölgesi stabilitesi, fiziksel aktiviteler sırasında iç karın basıncını yönetmede temel bileşenlerdir.

Yoğun fiziksel efor sırasında sporcular, merkezdeki stabilizeyi ve desteği artırmak için sıklıkla Valsalva manevrası adı verilen bir tekniği kullanırlar. Bu, derin bir nefes almayı, onu tutmayı ve karın ve pelvik taban kaslarını kasmayı içerir. Valsalva manevrasından kaynaklanan artan karın içi basınç, omurganın ve çekirdeğin stabilize edilmesine yardımcı olur, hareketler için sağlam bir temel sağlar ve yaralanma riskini azaltır.

Futbolda oyuncular koşma, atlama, yön değiştirme ve rakiplerle fiziksel temas dahil olmak üzere aerobik ve anaerobik aktivitelerin bir kombinasyonuna katılırlar. Optimum iç karın basıncını korumak, özellikle güç, kuvvet ve stabilize gerektiren durumlarda performans için çok önemlidir.

Herhangi bir fiziksel aktivitede olduğu gibi futbolda da karın içi basıncı, nefes alma teknikleri, core kuvveti ve hareketler sırasındaki efor gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Optimum iç karın basıncını korumak stabilize, denge ve yaralanmaların önlenmesi için çok önemlidir. Karın içi basıncı kontrol edebilme yeteneği özellikle

futbolda olduğu gibi ani yön değişiklikleri, hızlanma ve yavaşlama içeren aktivitelerde önemlidir.

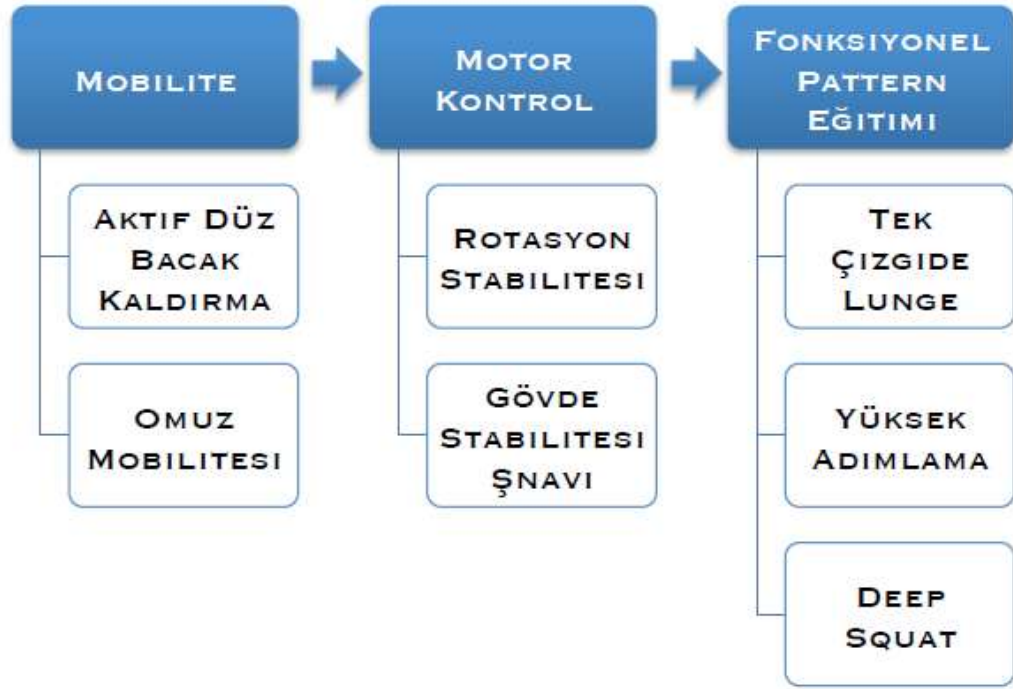
Uygun olmayan tekniklerin veya yetersiz çekirdek kuvvetinin omurga ve karın bölgesinde artan strese yol açabileceğini ve potansiyel olarak yaralanmalara yol açabileceğini belirtmekte fayda var. Bu nedenle, futbolcular performanslarını optimize etmek ve yaralanma riskini en aza indirmek için sıklıkla uygun nefes alma düzenleri, çekirdek stabilite egzersizleri ve genel güç ve kondisyon konusunda rutin antrenmanlara sahip olmaları gereklidir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM FMS PROTOKOLLERİ

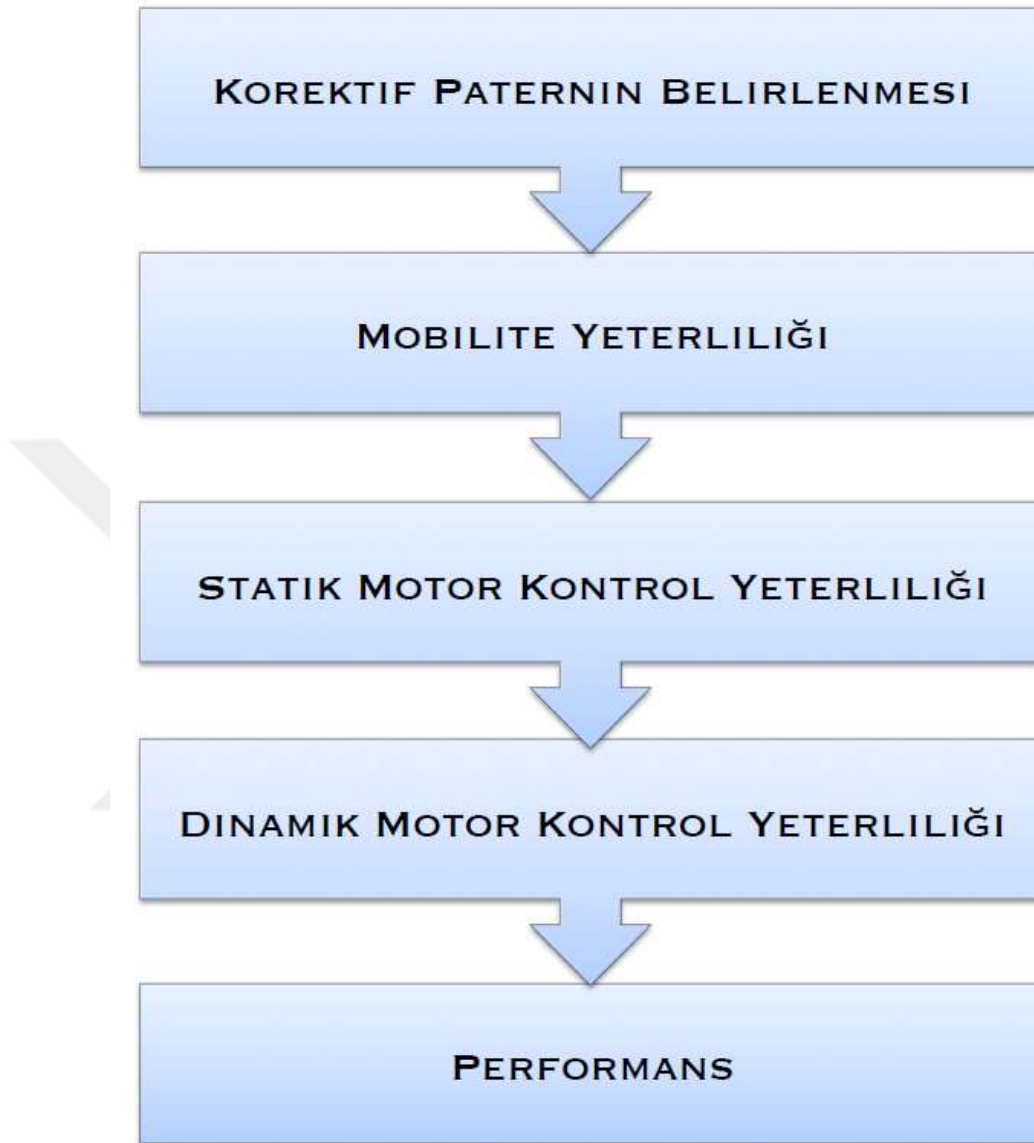
4.1. Fonksiyonel Hareket Ekranı – FMS

Fonksiyonel Hareket Taraması yedi adet temel hareket taramasından, bir adet ayak bileği temizleme hareketinden ve üç adet ağırlı temizleme taramasından oluşan, toplam skoru 21 ile sınırlı olan bir protokoldür. Kurucuları Gray Cook ile Lee Burton başta olmak üzere ve arkadaşlarıdır. Temel amaç bu taramalarda kişinin; iki pencerede mobilite, iki pencerede motor kontrol performansına ve son olarak üç pencerede fonksiyonelliğine bakmaktadır. FMS için önemli olan ilke mobilitedir.



Şekil 17. FMS Temel Hareket Kalıplarına Bakış Açısı

Geliştirilmesi gerekenin ilk ilkenin mobilite olduğunu, daha sonra stabiliteye geçiş aşamasını iki ayrı evreye ayırarak stabilite ve dinamik süreçlerde ele alır. Daha sonraki evrede de performansı hedef alır. Bu süreci; tespit edilen disfonksiyonel paternlerin geliştirilmeden, performansın olumlu yönde geliştirilemeyeceğini yıllar süren araştırmalarına bağlar.



Şekil 18. FMS Çalışma Siklüsü

4.1.1. Taramayı Yapabilmek İçin Bilinmesi Gerekenler

FMS'i doğru şekilde yapabilmek için, aşağıdaki iskelet sistemine ait kemik yapılar ve referans noktalarının bilinmesi gerekir.

- Tibial tuberosite (Tuberositas tibia)
- Spina iliaca anterior superior (SIAS)
- Lateral and medial malleol
- En distaldeki el bileği deri çizgisi
- Diz eklem hattı

4.1.2. Testin Yapılabilmesi İçin Gerekli Ekipman

FMS TestKit'e sahip olunması şarttır. Test kiti aşağıdaki ekipmanları içerir.

- 122 cm uzunluğunda silindirik bar
- İki adet daha küçük bar
- A small-capped piece
- Elastik band

4.1.3. Tarama Sırasında Nerde Durulması Gerekir

Tarama sırasında hareketleri daha iyi ve hatasız gözlemlenmede bulunmak için uzaklık ve hareketi göz önünde bulundurmamızdır. Bu iki başlık tarama sırasında her şeyi gözlemleyebilmede büyük öneme taşır.

Uzaklık

Test edilecek kişiden uzaklaşıp yeterli mesafe oluşturarak, bütün resmi bir karede görebilmek önemlidir. Hatalar çoğu zaman test yapılan kişiye çok yakında durmak ve

belirli bir bölgeye çok fazla odaklanmak yüzünden oluşmaktadır. Bütün hareket geniş ve sabit olmayan açılarda gözlemlendiği taktirde test doğru şekilde gerçekleşecektir.

Hareket

Kişi testi gerçekleştirmede 3 deneme hakkına sahiptir, bu yüzden test sırasında kişinin etrafında 360 derece dolanmak önemlidir. Teste bağlı olarak, yanda durmak veya kişinin önünde durmak en iyi görüş alanını sağlayabilir. Doğru skor kararı verebilmek için çok önemlidir aksi taktirde emin olunamadığı durumlarda kişi daha fazla tekrara maruz bırakılırsa yorulma ihtimali doğacak ve yanlış skorlar gösterebilecektir.

4.1.4. FMS taramasını gerçekleştirme sıralaması:

- 1.) Deep Squat (Derin Çömelme)
- 2.) Hurdle Step (Yüksek Adımlama)
- 3.) Inline Lunge (Öne Adımla Çömelme)
- 4.) Shoulder Mobility (Omuz Mobilitesi)
- 5.) Active Straight-Leg Raise (Aktif Düz Bacak Kaldırma)
- 6.) Trunk Stability Push-Up (Gövde Stabilitesi Şınavı)
- 7.) Rotary Stability (Rotasyon Stabilitesi)

4.1.4.1. Derin Çömelme Hareket Testi

Derin Çömelme fonksiyonel hareketlerden birçoğunun parçasıdır. Kalça ve omuzların simetrik pozisyonla fonksiyon göstermesiyle, tam koordineli ekstremita mobilitesi ve core stabilitesini gösterir.

Ekstremita mobilitesi, postürel kontrol, pelvik ve core stabilize, derin çömelme hareketinde net bir şekilde gösterilmektedir.

Derin Çömelme optimal bir şekilde yapıldığında bütün vücut mekaniğini ve nöromasküler kontrol mekanizmasını etkin şekilde çalışmaya zorlar. Baş üstünde tutulan sopa omuz, scapular bölge ve torasik omurganın bilateral, simetrik mobilite ve

stabilitesini gerektirmektedir. Tam hareketi gerçekleştirebilmek için pelvis ve core bölgesi hareket sırasında stabilite ve kontrolünü korumalıdır.

Kişi başlangıç pozisyonunda ayaklarının üst kısmını omuzları ile vertical dizilime gelecek şekilde yerleştirmelidir. Ayak sagital planda olup, ayak parmakları dışarıya dönmüş olmamalıdır. Kişi sopayı başının üzerine değdirerek el pozisyonunu ayarlar, bu pozisyonda dirsekler 90 derece açıdadır.

Sonra, kişi omuz fleksiyonu, abdüksiyonu ve dirsek ekstansiyonuyla birlikte sopayı başının üzerinde kaldırır. Bu sırada kişi komut ile topukları yerde kalacak şekilde en alçak squat pozisyonuna gelir, baş ve göğüs karşıya bakar ve sopa yukarıda tutulur. Dizler ayaklar üzerinde aynı hatta dizilim göstermeli ve valgus hareketi olmamalıdır.

Her ne kadar üç tekrar yapılabilse de ilk hareket üç puan alabilirse, bir sonraki tekrara gerek kalmaz.

FMS tahtasını kullandığı sırada iki puan alınamazsa, kişi bir puan alır.

Üst gövdedeki sınırlı mobilite, zayıf glenohumeral veya torasik omurga mobilitesinden birine veya her ikisine bağlı olarak ya da Alt ekstremitelerdeki sınırlı mobilite, ayak bileklerindeki yetersiz kapalı kinetik zincir dorsifleksiyonu veya diz ile kalçalardaki yetersiz fleksiyon, kötü test performansına neden olabilir. Kişiler yetersiz stabilizasyon ve kontrol yüzünden hareketi düzgün gerçekleştiremeyebilirler. Test esnasında Kişi eğer gerekli olursa testi üç kere tekrarlayabilir. Eğer üç puan alınamazsa, yukardaki yönlendirmeleri topuklarının altında 2x6 yerleştirilmiş şekilde tekrarlayın. Kişiyi önden ve yandan gözlemleyin. Topuklar FMS kit veya benzer ekipmanla yükseltildiğinde, ayak pozisyonu dahil bütün pozisyonlar değişmeden kalmalıdır. Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağırlı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

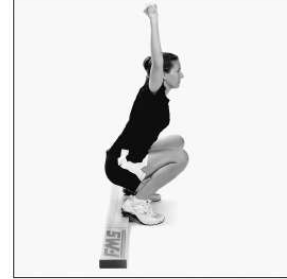
3

- Üst gövde tibia ile paralel veya daha vertikal
- Femur horizontalin altında
- Dizler ayakların üzerinde
- Sopa ayakların üzerinde



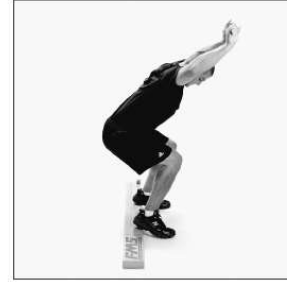
2

- Üst gövde tibia ile paralel veya daha vertikal
- Femur horizontalin altında
- Dizler ayakların üzerinde
- Sopa ayakların üzerinde
- Topuklar yükseltilmiş



1

- Tibia ve üst gövde paralel değil
- Femur horizontalin altında değil
- Dizler ayakların üzerinde değil
- Sopa ayakların üzerinde değil



Şekil 19. Derin Çömelme Skorlaması

4.1.4.2. Yüksek Adımlama Testi

Yüksek Adımlama hareketi lokomasyon ve ivmenin bütünleyeci bir parçası olup, adım almadaki fonksiyonların kompensasyon veya asimetrlilerine gösterecektir. Adım alma testi, tek ayakta duruş sırasında vücudun basamak çıkma ve öne adımlama mekaniklerini zorlamakta ve bu sırada stabilite ve kontrolü testlemektedir.

Bir kalça vücut ağırlığını taşıdığı ve diğerinin serbestçe hareket ettiği bu asimetric hareket, kalça eklemleri arasında uygun koordinasyon ve stabilite gerektirir. Pelvis ve core bölgesi baştan sona kadar hareket içinde stabilite ve doğru dizilimi korumalıdır. Kollar sopayı omuzlar üstünde sabit tutmalı, bu sayede gözlemciye adımlama hareketi sırasında üst gövdenin statik sorumluluğunu göstermelidir.

Yüksek adımlamada aşırı üst gövde hareketi kompensasyon olarak yorumlanmaktadır; uygun mobilite, stabilite, postur ve denge sağlandığında bu durum görülmez. Engel Adımlama kalça, diz ve ayak bileklerinin bilateral mobilite ve stabilitesini zorlaştırmaktadır. Bu test ayrıca pelvis ve core bölgesinin stabilite ve kontrolünü zorlaştırır ve bu sayede fonksiyonel simetriyi gözlemlene imkânı sunar.

Teste başlamadan önce kişinin tibia uzunluğunu ölçülmelidir. Tibia ve femur arasındaki eklem hattında bulunan tibial tuberositenin orta noktası güvenilir bir referans noktasıdır. Doğru yüksekliğin ayarlanması için, doğru ölçüm yöntemi ise sopa ile tibial tuberositenin yere olan mesafesini ölçmek ve test kitindeki halkayı aynı yüksekliğe getirmektir.

Kişi test düzeneğinin ortasında ayakta durur, ayaklar ve topuklar birleşik ve ayak parmakları aynı hizada ve test düzeneğinin tabanına temas halindedir. Sopa pozisyonu omuzların üstünde ve boynun arkasındadır. Kişi yüksek adımlamayla test kiti kordonun üzerinden geçerek omurga stabilitesini koruyarak topuğunu yere temas ettirir ve başlangıç pozisyonuna aynı şekilde döner. Engel Adımlama yavaş ve kontrollü gerçekleştirilmelidir.

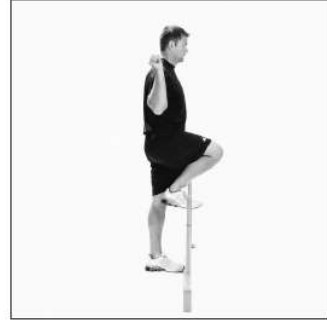
Görünen sorunlar ise; üzerinde durulan bacağın yetersiz stabilitesi veya adımlama yapan bacağın yetersiz mobilitesi yüzünden kaynaklanabilir. Bir bacağın maksimal kalça fleksiyonu sırasında diğer bacağı kalça ekstansiyonunda tutmak bilateral, asimetric kalça mobilitesi ve dinamik stabilitesini gerektirir.

Test esnasında Kordonun düzgün yerleştirildiğinden emin olunmalı, kişiden olabildiğince dik durmasını istemek önemlidir. Hareket eden bacağı skorlamak, Testi her iki tarafta tekrarlamak doğru skorlama için önemlidir. Her tekrar sonrası yerde duran bacağın ayak parmaklarının kiti temas halinde olmasından emin olunmalıdır.

Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağrılı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

3

- Kalça, diz ve ayak bilekleri sagittal düzlemde
- Lomber omurgada minimal veya sıfır hareket
- Sopa ve engel birbirine paraleldir



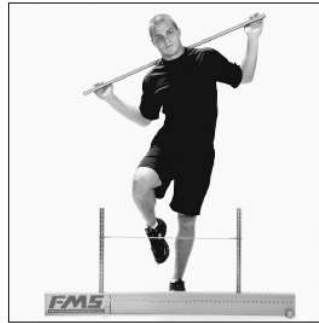
2

- Kalça, diz ve ayak bilekleri arasında dizilim
- Lomber omurgada hareket gözlenir
- Sopa ve engel birbirine paralel değil



1

- Ayak ve engel birbirine temas eder
- Denge kaybı not edilir



Şekil 20. Yüksek Adımlama Skoruması

4.1.4.3. Öne Adımla Çömelme Testi

Öne Adımla Çömelme hareketi egzersiz, aktivite ve spor sırasında yavaşlama ve yön değiştirme hareketlerinin bir parçasıdır. Her ne kadar tek çizgi üzerinde çömelme hareketi birçok aktivite de gerekenden daha fazla hareket ve kontrol gerektirse de temel olarak sağ ve sol taraf fonksiyonları açısından hızlı bir değerlendirme imkânı sunar. Vücudu rotasyon, yavaşlama ve lateral hareketler ile zorlaştırılmış bir pozisyona sokulmak istenir.

Dar destek alanı hareketi başlatmada yeterli stabilite gereklidir. Devam ettirmede ise pelvis ve core bölgesinin dinamik kontrolü ve bu kontrolün asimetrik kalça pozisyonlarında eşit yük dağılımı ile sağlanması gerekir. Tek çizgide çömelme alt ekstremiteleri ayırık pozisyonuna yerleştirdiği sırada üst ekstremiteler tam tersi veya resiprokal paterni kazanır.

Bu pozisyonu alt ve üst ekstremitelerin doğal karşıt dengesini oluşturarak birbirlerini tamamlarlar. Bu sırada omurga stabilizasyonu da gerekir. Bu test ayrıca kalça, diz, ayak bileği ve ayak mobilitesi ve stabilitesini zorlaştırır, aynı zamanda birden fazla eklemler kolların fleksibilitesini de zorlaştırır; örneğin latissimus dorsi ve rektus femoris kasları.

Bu harekette çömelme hareketi adımlama ve alçalma gerektirir. Tek çizgide çömelme hareketi testi sadece alçalma ve geri dönüş hareketlerini gözlemleme imkânı sunar; adımlama basit bir hareket taraması için çok farklı değişken ve tutarsızlıklar sunmaktadır. Ayrıca dar destek alanı ve karşı omuz pozisyonu çömelme hareketindeki mobilite ve stabilite problemlerinin keşfedilmesine fırsat yaratır.

Kişinin tibia uzunluğunu yerden tibial tuberositeye kadar ölçerek veya engel adımlama bölümündeki kordon yüksekliğine göre belirlenir. Kişiden arkadaki ayağının parmaklarının kitteki başlangıç çizgisine Koyması istenir. Tibia ölçümünü kullanarak, öndeki ayağın topuğunu kitteki uygun noktaya yerleştirilir. Sopyayı kişinin sırtına, başına, torasik omurgası ve sakrumuna temas edecek şekilde yerleştirilir.

Öndeki ayağın karşı tarafındaki el servikal omurga seviyesinde sopyayı kavramalıdır. Diğer el sopyayı lomber omurga seviyesinde kavrar. Sopa, çömelme testi sırasında aşağıya ve yukarıya olan hareket sırasında vertical pozisyonda kalmalıdır.

Tek çizgide öne adımla çömelme paternini gerçekleştirmek için kişi, arkada duran bacağın dizini kite değdirecek kadar alçalmalıdır. Bu sırada diz öndeki ayak topuğunun arkasındadır. Sonrasında tekrardan başlangıç pozisyonuna dönülür.

Ayak bileği, diz ve kalça mobilitesi ön veya arkadaki bacakta yetersiz ise hareket tamamlayabilmek için dinamik stabilite yetersiz olacaktır. Torasik omurga bölgesinde kısıtlılıklar olabilir ve bunlar testi düzgün gerçekleştirilmesini engelleyebilir

Test esnasında öndeki bacak skorlanır. Hareket sırasında sopa vertikaldir ve baş, torasik omurga ve sacrum ile temas halindedir. Öndeki topuk yerde kit ile temas halindedir ve

arka bacadaki topuk başlangıç pozisyonuna dönerken kite temas eder. Denge kaybı varsa not edilir. Olası denge kaybında düşmelere karşı kişiye yakın durmak önemlidir.

Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağrılı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

3

- Sopa'nın teması korunmuştur
- Sopa vertikaldir
- Gövde hareketi gözlenmez
- Sopa ve ayaklar sagittal düzlemde
- Diz tahtaya öndeki topuğun arkasından temas eder



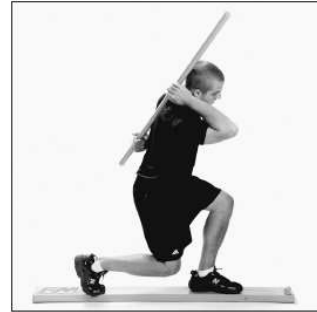
2

- Sopa teması korunamamıştır
- Sopa vertikal değildir
- Gövdede hareket gözlenmiştir
- Sopa ve ayaklar sagittal düzlemde değildir
- Diz öndeki topuğun arkasına temas etmemekte



1

- Denge kaybı gözlenmekte
- Hareket paternini tamamlayamamakta



Şekil 21. Öne Adımla Çömelme Skorlaması

4.1.4.4. Omuz Mobilitesi Testi

Omuz Mobilitesi testi resiprokal üst ekstremite omuz hareketleri sırasında skapulotorasik bölge, torasik omurga ve göğüs kafesinin beraber hareketini temsil eder. Her ne kadar tam resiprokal uzanma paterni temel aktivitelerde görülmesi de bu aktiviteler aktif kontrol derecesine bağlı her segmenti kullanır, çok az kompensasyon olasıdır. Kompansasyonu kaldırmak hareket yeteneğini açık ve net görme imkânı sunar.

Servikal omurga ve etrafındaki kaslar rahat ve nötral olmalıdır. Torasik bölge nötral ekstansiyon, bir ekstremitede omuzda internal rotasyon ve adduksiyon, diğer omuzda eksternal rotasyon ve abduksiyon olmalıdır.

Öncelikle kişinin el uzunluğunu distal el bileği çizgisinden en uzun parmağın ucuna kadar ölçülür. Kişi ayakta bacakları birbirine bitişik dururken baş parmakları içte kalacak şekilde her iki eliyle yumruk yapar. Kişi sonrasında bir yumruğu ile boynunun arkasına, diğeri ile belinin arkasına uzanarak, bir ekstremitesiyle olabildiğince maksimal omuz adduksiyonu, ekstansiyonu, diğeriyle de olabildiğince maksimal abduksiyon ve eksternal rotasyon yapmaya çalışır.

Test sırasında eller son pozisyonunu aldıktan sonra hareket etmemeli ve yumruk halinde kalmalıdır. Kişinin simetrik uzanmasını belirleyebilmek için iki el arasındaki en yakın nokta arasını ölçülür. Kişi testi her iki taraf için de maksimum 3 tekrar şeklinde gerçekleştirebilir. Eğer üç puan için gerekli kriterlerden herhangi biri gerçekleştirilemezse, kişi iki puan alır. Eğer iki puan için gerekli kriterlerden herhangi biri gerçekleştirilemezse bir puan alınır.

Skapular stabilite torasik mobiliteye bağlıdır. İlk olarak buraya odaklanılmalıdır. Pektoralis minor, latissimus dorsi ve rektus abdominus kaslarındaki aşırı gelişmişlik ve kısalık omuzlarda öne gitme veya yuvarlaklaşma gibi postural değişikliklere sebep olabilir. Bu postural problem glenohumeral eklemler ve skapulaların mobilitesini sınırlayarak dezavantaj yaratmaktadır. Skapulotorasik disfonksiyon varlığında; zayıf skapulotorasik mobilite veya stabiliteye sekunder olarak glenohumeral mobilite kaybı gerçekleşebilir. Test sırasında asimetrik hareket gereklidir çünkü kollar zıt yönlerde hareket eder. Testte ayrıca kolları aynı zamanlamayla birbirine doğru uzanması ve bu sırada postural kontrol ve core stabilitenin korunması beklenir.

Test esnasında Üstteki omuz skorlanan tarafı belirler. Eğer yumruklar arası uzaklık bir el uzunluğu veya bundan daha az ise, maksimum skor verilir. İlk el yerleşimi sonrası ellerin birbirine doğru yürümemesine dikkat edilmeli, Test ve kontrol testlerini her iki tarafta tekrarlanır. Gerekli görüldüğünde test her iki tarafta da üç kez tekrarlanabilir

Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağrılı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

Kontrol testi

Bu testi her iki tarafta gerçekleştirin. Eğer kişi pozitif skor alırsa her iki skoru da ileride kullanabilmek için not edin. Eğer bu harekette ağrı olursa sıfır puan verin ve daha detaylı omuz incelemesi için kişiyi ilgili bir tıbbi uzmana yönlendirin.

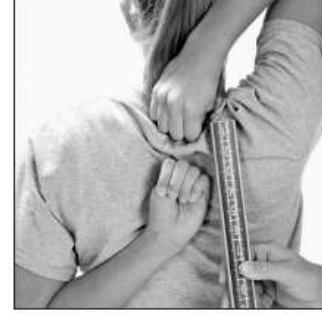


Şekil 22. Omuz Mobilite Ağrı Kontrol Testi

Omuz mobilite testinin sonunda kontrol değerlendirmesi bulunur. Bu test skorlanmaz, ancak ağrı cevabı aranır. Eğer ağrı oluşursa, test formuna pozitif (+) ifadesi not edilir ve omuz mobilitesi testinin tümüne sıfır puan verilir. Kişi elinin avuç içini karşı omzuna değdirir ve bu teması koruyarak dirseğini kaldırabildiği kadar yukarı kaldırır. Bu kontrol değerlendirmesinin amacı omuz impingement sendromu varlığını aramaktır, çünkü omuz mobilite testinde omuz impingementinin fark edilmeme ihtimali söz konusudur.

3

- Yumruklar arası mesafe bir el



2

- Yumruklar arası mesafe 1,5 el uzunluğunda



1

- Yumruklar arası mesafe 1,5 el uzunluğundan daha fazla



Şekil 23. Omuz Mobilite Testi

4.1.4.5. Aktif Düz Bacak Kaldırma Testi

Aktif düz bacak kaldırma fonksiyonellik taraması fleksiyon yapan kalçanın aktif mobilitesini ve hareket içinde ilk baştaki ve devamındaki core stabilite ve karşı kalçanın ekstansiyonunu da değerlendirir. Bu test ile sadece bir taraftaki kalça fleksiyonu değil, vücut ağırlığını taşımadığı pozisyonda alt ekstremiteleri birbirinden ayırabilme yeteneği

gözlemlenebilir. Bu hareket genellikle birden fazla eklemli kasların fleksibilite kısıtlılığında kaybedilir.

Gluteus maximus/iliotibial band kompleksi ve hamstring kasları genellikle fleksiyon limitasyonuna uğrayan bölgelerdir. Ekstansiyon limitasyonları genelde iliopsoas ve anterior pelvisin diğer kaslarında görülmektedir. Bu patern pelvis ve core stabilizasyonu sırasında alt ekstremitelerin birbirinden ayrılabilme işlevini zorlaştırır. Bu hareket ayrıca pelvisi stabil tutarak ve karşı bacağın aktif ekstansiyonunu koruyarak gerçekleştirilmesi gerektiği için, aktif hamstring ve gastro-soleus fleksibilitesi için zorlaştırıcı özelliktedir.

Kişi kolları yanlarda, avuç içleri yukarıya dönük ve başı yerde olacak şekilde sırtüstü yatar. Dizlerinin altına test kitinin tahtası yerleştirilir; bu tahta benzer büyüklükteki başka bir düzencek de olabilir. Her iki ayak nötral pozisyonda, ayakların tabanları yere dik şekildedir. Spina iliaca anterior superior (SIAS) ve diz eklem çizgisi arasındaki orta noktayı belirlenir ve ardından sopayı yere dik şekilde pozisyonlanır. Ardından, kişiden bacağının başlangıçtaki ayak bileği ve diz pozisyonunu koruyarak kaldırmasını istenir.

Test sırasında, karşı diz tahta ile temas halinde olmalı; ayak parmakları nötral pozisyonda yukarıya bakmalı ve baş yerde yatay kalmalıdır. Hareket açıklığının sonuna ulaşıldığında, yukarıdaki ayak bileğinin pozisyonunu yerdeki bacağın pozisyonuna göre değerlendirin. Eğer malleol sopayı geçerse, 3 puan verilir. Eğer malleol sopayı geçemezse, sopayı test edilen bacağın malleolünden aşağıya inen dikey hat gibi kullanarak test yorumlanır.

Aktif düz bacak kaldırma mobilite testini her iki taraf için maksimum üç kere gerçekleştirilir. Eğer üç puan alınabilecek kriterler mevcut değilse, kişi iki puan alır. Eğer iki puan alınma kriterleri gerçekleştirilemezse, bir puan alınır.

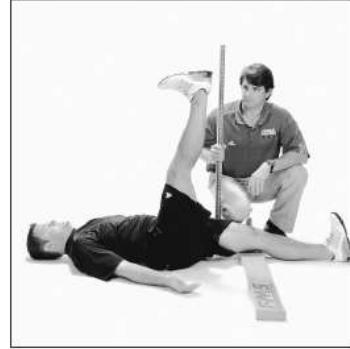
Pelvik kontrol paterni gerçekleştirmek için yetersiz kalmış olabilir. Kişi karşı kalçasında ekstansiyon kısıtlılığı nedeniyle yetersiz mobiliteye sahip olabilir, Kişinin hareket eden bacağında yetersiz fonksiyonel hamstring esnekliği olabilir. Eğer kişi bilateral, asimetrik kalça mobilitesine sahipse bu faktörlerin kombinasyonu söz konusudur. Hareket etmeyen bacak optimal patternde çalışıyor konumdadır; patern doğru gerçekleştirildiğinde, hareket etmeyen bacak stabilite (otomatik), bu sırada hareket eden bacakta ise mobilite (bilinçli) gerçekleşir.

Testleme esnasında Hareket eden bacak skorlanan taraftır. Yerdeki bacağın nötral pozisyonunda kaldığından emin olunmalıdır. Testi her iki bacak için tekrarlanır. Kişi gerektiğinde testi her iki tarafta maksimum üç kez tekrarlayabilir.

Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağrılı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

3

- Malleolun vertical hattı uyluk ortası ile SIAS arasında kalır
- Hareket etmeyen bacak nötral pozisyonudur



2

- Malleolun vertikal hattı uyluk ortası ile diz eklem hattı arasında kalır
- Hareket etmeyen bacak nötral pozisyonudur



1

- Malleolun vertikal hattı diz eklem hattının aşağısındadır
- Hareket etmeyen bacak nötral pozisyonudur



Şekil 24. Aktif Düz Bacak Kaldırma Testi

4.1.4.6. Gövde Stabilite Şınavı Testi

Gövde stabilitesi Şınav testi, refleks core stabilizasyonunun temel gözlemlemesi için yapılır, üst gövde kuvveti ölçen bir test değildir. Amaç, omurga veya kalçaların hareketine izin vermeden üst ekstremitelerle itme hareketini başlatabilmektir.

Ekstansiyon ve rotasyon en sık görülen iki kompensatuar harekettir. Bu kompensasyonlar Şınav paterninde primer hareket ettiricilerin stabilizatrlerden önce harekete geçerek, yanlış düzen içinde çalıştığını göstermektedir. Şınav hareket paterni, kapalı kinetik zincir üst gövde simetrik itme hareketi sırasında omurgayı frontal düzlemde stabilize etme yeteneğini test etmektedir.

Kişi kolları başın üzerinde ekstansiyonda yüzüstü pozisyonudadır. Test sırasında, erkek ve kadınlar farklı başlangıç pozisyonları alırlar. Erkekler baş parmakları alın hizasında, kadınlar ise baş parmakları çene seviyesinde pozisyon alır. Baş parmakları sonrasında çene veya omuz seviyesine, puanlama kriterlerine göre yer değiştirilebilir. Dizler tam ekstansiyonda, ayak bilekleri nötralde ve ayak tabanları yere dik yerleşir. Kişiden bu pozisyonunda tek bir Şınav çekmesini istenir. Vücut tek bir birim halinde kalkmalı; test sırasında omurgada salınım olmamalıdır. Eğer ilk pozisyonunda Şınav yapılamıyorsa, eller daha kolay bir pozisyona alınır.

Gövde stabilitesi push up testini maksimum üç kez tekrarlanır. Eğer üç puan alınabilecek kriterler mevcut değilse, kişi iki puan alır. Eğer iki puan alınma kriterleri gerçekleştirilemezse, bir puan alınır. Bu test sırasındaki sınırlı performans core bölgesinin zayıf reflex stabilizasyonuna bağlanabilir. Ayrıca yetersiz üst gövde kuvveti, scapular stabilite veya her ikisi de kötü test performansına neden olacaktır.

Sınırlı kalça ve torasik omurga mobilitesi kişinin optimal başlangıç pozisyonu alabilmesini etkileyebilir ve ayrıca test sırasında kötü performansa neden olur.

Kişi vücudunu tek bir ünite halinde kaldırmalıdır. Her denemede, kişinin el pozisyonlarını değiştirmediği ve ellerin itmeye başlamadan önce aşağıya kaymadığından emin olunmalıdır. Göğüs ve karın bölgesinin yerden aynı zamanlamayla kalktığından emin olunmalıdır. Kişi gerekli görülürse hareketi üç kere tekrarlayabilir. Yönlendirmeleri gerekirse el yerleşimlerini göstererek tekrar edebilirsiniz.

Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağrılı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

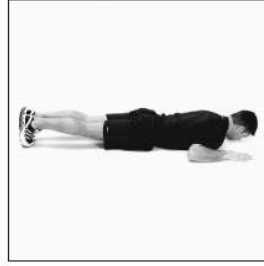
3

- Erkekler baş parmakları alın hizasında bir tekrar yapar
- Kadınlar baş parmakları çene hizasında bir tekrar yapar
- Vücut, omurgada gecikme olmadan tek bir birim halinde kalkar



2

- Erkekler baş parmakları çene hizasında bir tekrar yapar
- Kadınlar baş parmakları klavikula hizasında bir tekrar yapar
- Vücut, omurgada gecikme olmadan tek bir birim halinde kalkar



1

- Erkekler baş parmakları çene hizasında bir tekrar gerçekleştiremez
- Kadınlar baş parmakları klavikula hizasında bir tekrar gerçekleştiremez



Şekil 25. Gövde Stabilite Şınav Testi

Gövde stabilitesi şınav testinin sonunda spinal ekstansiyon kontrol değerlendirmesi gerçekleştirilir. Bu hareket puanlanmaz; ağrı cevabını gözlemlemek için yapılır. Eğer ağrı Oluşursa, pozitif (+) not edilir ve tüm şınav testine sıfır puan verilir. Spinal ekstansiyonu yerdeki şınav pozisyonundan sadece üst gövdeyi yukarı itme şeklinde kontrol test gerçekleştirilir. Eğer kişi pozitif skor alırsa ilerisi için not edilir.

Spinal ekstansiyon Kontrol testi

Spinal ekstension şnav pozisyonunda yukarıya itme ile gerçekleştirilir. Eğer bu harekette ağrı hissedilirse sıfır puan verilir ve daha ayrıntılı inceleme için kişi bir uzmana yönlendirilir. Kişi bu esnada pozitif skor alır ve sonuç ileride kullanılmak üzere not edilir.



Şekil 26. Spinal Ekstansiyon Kontrol Testi

4.1.4.7. Rotasyon Stabilesi

Rotasyon stabilesi hareketi, kombine üst ve alt ekstremitte hareketi sırasında pelvis, core ve omuz kuşağı stabilesini birden fazla düzlemde gözlemler. Hareket komplekstir, uygun seviye nöromusküler koordinasyon ve gövde içinden enerji transferi gerektirir. Hareket temel bakış açısını sürünme paterninden alır ve bunu gelişimsel sıralamada temel emekleme takip eder. Test önemli iki göstergeye sahiptir. Transvers düzlemde refleks stabilizasyon ve ağırlık değişimini gösterir ve temel tırmanma paternlerindeki mobilite ve stabilite çabalarını temsil eder.

Kişi FMS kit tahtası ellerinin ve bacaklarının arasında kalacak şekilde yerde emekleme pozisyonuna gelir. Tahta omurgaya paralel olmalıdır, omuz ve kalçalar gövdeye göre 90 derece fleksiyonda, ayak bilekleri nötralde ve ayak tabanları zemine dikey pozisyonlanmalıdır. Hareket başlamadan önce, eller açık, baş parmaklar, dizler ve ayaklar tahtaya temas halindedir. Kişi omzunu fleksiyona getirirken aynı taraf kalça ve dizini ekstansiyona getirir ve ardından tahtanın hattı üzerinde dirsek ve dizini birleştirir. Diz ve dirseğin birleşmesi sırasında omurga fleksiyonu gereklidir.

Gerektiğinde her iki tarafta maksimum üç tekrar gerçekleştirilebilir. Eğer tekrarlardan biri başarıyla gerçekleştirilebilirse, diğer tekrarlara gerek olmamaktadır. Eğer üç puan alınamazsa, kişi çapraz omuz ve kalçasıyla diagonal patterned aynı hareketi gerçekleştirir. Bu diagonal varyasyonda, kol ve bacağın tahtanın üzerinde dizilim göstermesi beklenmez; bununla birlikte, dirsek ve diz tahtanın üzerinde birleşmelidir.

Test sırasındaki sınırlı performans gövde ve core bölgesinin zayıf refleks stabilizasyonuna bağlanır. Ayrıca yetersiz scapular ve kalça stabilitesi de patternin gerçekleştirilmesini zorlaştırır. Sınırlı diz, kalça, omurga ve omuz mobilitesi patterni tamamlama becerisini düşürebilmekte ve düşük test puanına sebep olabilmektedir.

Test esnasında Hareket eden üst ekstremité test edilen tarafı belirler. Başlangıçta omurganın düz, kalça ve omuzların dik açılı olduklarından emin olunmalıdır. Testi her iki taraf için de tekrarlanır.

Kişi test esnasında ağrı hissederse sıfır puan alır ve ağrılı bölgenin incelenmesi için kişi doktora yönlendirilir.

Spinal Fleksiyon Kontrol değerlendirmesi rotasyon stabilitesi testinin sonunda yapılır. Bu hareket skorlanmaz; ağrı cevabını gözlemleyebilmek için gerçekleştirilir. Eğer ağrı oluşursa, pozitif (+) olarak forma not alınır ve tüm rotasyon stabilitesi testine sıfır puan verilir. Emekleme pozisyonunda spina ekstansiyonu kontrol etmekteyiz, bu pozisyonun kalçalar geriye kalçalar topuklara ve göğüs uyluğa değecek pozisyon alınır. Eller vücudun önünde kalmaya devam ederek olabildiğince öne uzanır. Bu harekette ağrı var ise sıfır puan verilir. Eğer kişi pozitif skor alırsa ilerisi için not edilir.

Spinal Fleksiyon kontrol testi

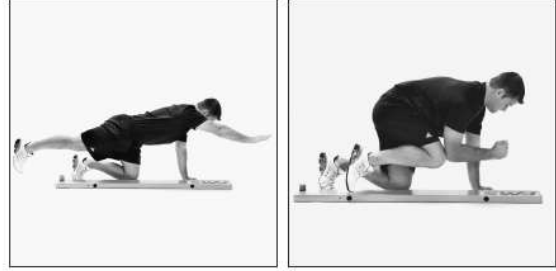
Spinal fleksiyon emekleme pozisyonundan, kalçanın topuklara ve göğsün uyluklara değdirilmesi ile alınan pozisyonda kontrol edilir. Eller vücudun önünde kalmalı ve olabildiğince öne uzanmalıdır. Eğer bu harekette ağrı hissedilirse sıfır puan verilir ve daha ayrıntılı inceleme için kişi bir uzmana yönlendirilir. Kişi bu esnada pozitif skor alır ve sonuç ileride kullanılmak üzere not edilir.



Şekil 27. Spinal Fleksiyon Kontrol Testi

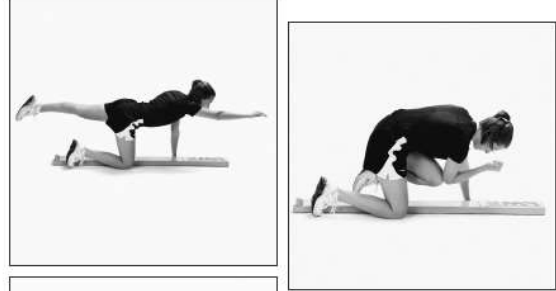
3

- Aynı taraf kol ve bacakla bir tekrarı doğru şekilde gerçekleştirir
- Aynı taraf kol ve bacak tahtanın üzerinde kalır



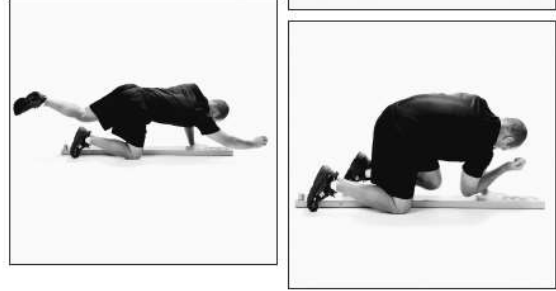
2

- Doğru bir diagonal patern gerçekleştirilir
- Karşı taraf diz ve dirsek tahtanın üzerinde havada birleşir the board



1

- Diagonal paterni gerçekleştirir



Şekil 28. Rotasyon Stabilité Testi

Fonksiyonel Hareket Taramasının Dokümanite Edilmesi

FMS değerlendirme formu Ham Skor, Final Skoru ve Toplam Skor puanlamaları sunar, uygulama stratejilerinizi belirlemede bu skorların hepsi çok önemlidir. Bu skorlar çalışma şekillerine göre de farklı yorumlanır; eğer birebir çalışma düzeni ise Ham Skor sonucunu uygulamalarda kullanabilir, ancak büyük gruplar halinde çalışıyor ise Final Skoru başlangıçta kullanmak daha büyük öneme sahip olacaktır. Toplam skor kişileri ve grupları birbiriyle karşılaştırmada veya kişilere değerlendirme sonucunu açıklamakta kullanılmaktadır.

Bilimsel araştırmalara baktığımızda Final ve Toplam Skorları genellikle yaralanma riski, değişik populasyonlardaki performans ve genel trendlerin belirlenmesinde referans ya da

sınırlama noktası olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, Ham Skorun önemini de göz ardı etmemek gerekir, çünkü bu skor kişinin nasıl hareket profilini en iyi şekilde sunar.

Ham Skor beş testte bulunur ve sağ ve sol taraf sonuçlarını göstererek iki tarafın karşılaştırılmasına imkân tanır. Final Skoru basitçe Ham Skorların tek bir skora indirgenmesidir. Testlerden ikisinde sağ ve sol taraf ayrı ayrı puanlanmaz, sadece tek bir skor kaydedilir. Toplam skor basitçe bütün Final Skorlarının toplanmasıdır. Bu format kesinlikle kolaylıkla takip edilebilir, bununla birlikte kontrol testleri skora sistemine eklendiğinde ve ağrı provoke edildiğinde kafa karışıklığı olabilmektedir. Puanlama kriterlerinde ağrı var ise sıfır puan verilir ve ardından tıbbi bir uzmana ileri değerlendirme için yönlendirilir.

Kontrol Testinin kullanıldığı üç tane FMS tarama testi bulunur. Bu testler skorlanmaz, sadece ağrının ortaya çıkıp çıkmadığı kontrol edilir. Bu testler ağrı varlığında “Pozitif” veya ağrı olmadığında “Negatif” olarak not edilir. Kontrol testleri Final Skorunu etkilerken, Ham Skoru etkilemez. Kontrol testlerindeki sonuç ağrı varlığında Final Skorunu sıfır yapacaktır.

Findings

Home → Pro Site → My Clients → Sample Client 1 → Client Screens → FMS → Findings



Sample Client 1

In: General Clients

[Change Photo](#)

Last Login: Never

Workout Assigned: Never

[Send Email](#)

[Screen Client](#)

[Build a Workout](#)

Client Info | Notes | Preferences | **Screens** | Workouts | Calendar | Reports

FMS 8/27/2012

FMS Scores: 1.4 | Prot: Melissa Laughlin

[Print](#) [Email](#) [Share](#)

Değerlendirme 1: Deep Squat

Skor: 2

Bulgular:

Bu sonuç paternindeki hareket yeterliliğini göstermektedir; bununla birlikte, kompensasyonlar bulunmaktadır. Bir veya her iki omuz ya da üst sırtta mobilitede minör kısıtlılıklar olabilir. Kısıtlı alt ekstremite mobilite ve stabilitesi de olması olasıdır. Günlük hayat aktivitelerinde sorun oluşturmaz, ancak omuz, üst sırt, kalça ve ayak bileği mobilite ve stabilitesini geliştirmek ve korumak önerilir. İleri seviye sportif aktiviteler ve antrenmanları gerçekleştirmede yetersizlik yaratabilir. Bu skoru geliştirmek seçilen aktivitede simetrik ayakta duruş gücü gerektiğinde bus koru geliştirmek önemlidir. Korektif ve kondisyon antrenman startejileri ile bu paternin geliştirilmesi ve korunmasına önem verilmelidir.

Değerlendirme 2: Yüksek Adımlama

Skor: 2 L, 3 R

Bulgular:

Yüksek Adımlama testi sağ ve sol taraf arasındaki asimetriyi göstermekte. Sağ bacak ayak bileği, diz ve kalçada yeterli mobilite ile düzgün adımlama hareketini gerçekleştiriyor. Ayakta duruş bacağı veya sol bacak ayak bileği, diz ve kalçada yeterli sabilete ve kalça ekstansiyonu sırasında ayakta duruş stabilitesi gösteriyor. Tam tersi, sol bacakta hareket olduğunda asimetri not ediliyor. Bu durum ayak bileği, diz ve kalçada mobilite kısıtlılığı veya sağ bacak ya da ayakta duruş bacağında stabilite disfonksiyonuna bağlı olabilir. Asimetri varlığı önemlidir ve akut veya kronik dengesizlik olarak yorumlanır; bacaklar, core ve alt bel bölgesinde yüklenme artışına neden olur. Kalçanın yana eğilme, öne eğilme ve rotasyonu yetersiz olabilir, bu nedenle hareketi gerçekleştirmede kompensasyonlar olabilir. Bu birikmiş etki bacak stabilitesi, adımlama, yürüme, koşma ve adımlama mekaniklerinde görülecektir. Doğru adımlama mekaniklerini gerektiren ileri seviye aktiviteler yapılmamalıdır. Korektif stratejilerle simetriyi kazanmak en büyük öneme sahip olmalı ve bu sayede mikro-travma riskleri azaltılmalı ve tek ayakta durabilme becerisi geliştirilmelidir.

Değerlendirme 3: Tek Çizgide Lunge

Skor: 2 L, 2 R

Bulgular:

Tek Çizgide Lunge testi sonuçları bu patern için yeterli skor göstermekte; bununla birlikte, kompensasyonlar gözlenmektedir. Bu patern ekstrem bir pozisyonudur, mobilite ve stabilize arasında vücutta büyük yüklenme yaratır. Bu paterndeki 2 puan her ne kadar belirli mobilite ve stabilize kısıtlılıkları var olsa da kişi ileri seviye sportif aktiviteleri gerçekleştirebilir. Basit korektif egzersizler Tek Çizgide Lunge hareketini geliştirecek ve bu sayede yavaşlama, durma, başlama, yön değiştirme ve dönme gibi hareketleri içeren ileri seviye atletik aktivitelerdeki beceri artacaktır. Şu anki skor size kabul edilebilir bölgeye almaktadır; bununla birlikte, bu paternin geliştirilmesi performansın gelişmesine katkıda bulunabilmektedir.

Şekil 29. Fonksiyonel Hareket Taraması Bulgular

Değerlendirme 4: Omuz Mobilitesi

Skor: 3 L, 2 R

Bulgular:

Omuz Mobilitesi sonuçları eş zamanlı sağ ve sol uzanma paterninde asimetri gösteriyor. Genellikle günlük yaşam aktiviteleri, spor ve el dominantlığı bu tip asimetriye neden olmakta. Çoğu kez bu sonuç kabul edilebilir mobilite varlığını göstermektedir. Bununla birlikte üst skapulotorasik bölgede sağ ve sol arasında bir miktar disfonksiyon olabilir. Göğüs ve sırt kaslarında minor postural sorunlar ile birlikte hafif fleksibilite dengesizlikleri olabilir. Fonksiyon ve simetriyi artırıcı korektif egzersizler üzerine odaklanılmalıdır.

Kişi impingement kontrol testinde ağrı hissetti mi? Negatif

Bulgular: Testin omuz impingement kısmı ağrı yaratmadı.

Değerlendirme 5: Aktif Düz Bacak Kaldırma

Skor: 1 L, 2 R

Bulgular:

Aktif Düz Bacak Kaldırma testi sonuçları sol bacakta belirgin asimetri gösteriyor. Bu genellikle core, kalça ve pelvis arasında disfonksiyon sonucunda oluşabilir. Quadriceps ve kalça fleksörleri arasında mobilite ve fleksibilite kısıtlılığı ve sağ bacağı ekstansiyonda tutma becerisindeki yetersizlik olabilir; ekstansiyonda tutamama sonucunda sol kalça fleksiyonu kısıtlanacaktır. Sağ taraftaki limitasyon aşırı değildir. Ancak, sol kalça, hamstring ve/veya kalf fleksibilitesindeki limitasyon sağ taraftan daha fazla olduğundan bu problem oluşmakta. Adımlama mekanikleri ve kalça eklemi, bu paternde mobilite ve stabilite kazanılmadıkça ciddi anlamda etkilenecektir. Test edilen bu bölgelerin bu skor yüzünden daha detaylı incelenmesi gerekebilir. Sağ ve sol taraf 2 puan alana kadar korektif stratejilere devam edilmeli. Belirgin ilerleme gözlenene kadar ileri seviye kuvvet ve kondisyon antrenmanlarına ara verilmelidir.

Değerlendirme 6: Gövde Stabilitesi Şnavı

Skor: 3

Bulgular:

Gövde Stabilitesi Şnav testi sonucu en yüksek seviye gövde stabilitesini göstermektedir. Kuvveti üst gövdeden alt gövdeye transfer edebilme yeteneğini göstermektedir. Bu stabilite seviyesi ve koordinasyonu bu paternle ilgili ileri seviye atletik aktivitelerdeki etkinliği arttırmaktadır. Bu paterndeki kondisyon seviyesi ve kapasitenin geliştirilmesine odaklanılmalıdır.

Kişi Spinal Ekstansiyon kontrol testinde ağrı hissetti mi? Negatif

Bulgular: Bu testin Spinal Ekstansiyon kısmı ağrı yaratmadı.

Değerlendirme 7: Rotasyon Stabilitesi

Skor: 2 L, 2 R

Bulgular:

Rotasyon Stabilitesi testi sonucu kabul edilebilir ve geçer seviye simetri göstermekte. Bu skor yeterli seviye mobilite ve stabilitenin göstergesi. Rotasyon Stabilitesinde simetri varlığı primer öneme sahiptir ve ileri seviye aktivitelerinin yapılabileceğini gösterir. Gövde stabilizatörlerini ve alt ekstremiteden üst ekstremiteye ve tam tersi yönde kuvvet transferi becerisini geliştirebilmek için ek ileri seviye egzersizler planlanmalıdır, böylece ekstrem seviye performans ve yarışma sporlarındaki etkinlik gelişecektir. Artan kuvvet ve kondisyon seviyesinde bu seviye simetriyi koruyabilmeye odaklanılmalıdır.

Spinal Fleksiyon kontrol testinde kişi ağrı hissetti mi? Negatif

Bulgular: Bu testin Spinal Fleksiyon parçası ağrı yaratmadı.

Şekil 30. Fonksiyonel Hareket Taraması Bulgular

Tablo 1. Fonksiyonel Hareket Taraması Değerlendirme Formu Tablosu

FONKSİYONEL HAREKET TARAMASI

DEĞERLENDİRME FORMU

Vaka 1

TEST	HAM SKOR		FİNAL SKORU	YORUMLAR
DERİN ÇÖMELME (DEEP SQUAT)	2		2	
YÜKSEK ADIMLAMA	L	2	2	
	R	3		
TEK ÇİZGİDE LUNGE	L	2	2	
	R	2		
OMUZ MOBİLİTESİ	L	3	2	
	R	2		
IMPINGEMENT KONTROL TESTİ	L +/-	-		
	R +/-	-		
AKTİF DÜZ BACAK KALDIRMA	L	1	1	
	R	2		
GÖVDE STABİLİTESİ ŞNAVI	3		3	
ITME KONTROL TESTİ	+/-	-		
ROTASYON STABİLİTESİ	L	2	2	
	R	2		
ROTASYON STABİLİTESİ KONTROL TESTİ	+/-	-	-	
TOPLAM SKOR			14	

4.2. Y Denge Testi

Fonksiyonel Hareket Sistemlerinin ayrılmaz bir parçası olan Y Denge Testi, kapsamlı bir şekilde araştırılmış, bireyin motor kontrolünün yanı sıra fonksiyonel simetrisini de gösteren bir testtir. Y Denge Testi, vücudu dörde bölmeye ve merkezin ve her bir ekstremitenin vücut ağırlığı altında nasıl çalıştığına anlamaya yardımcı olur. Y Denge Testi Protokolü, yaralanmaların önlenmesi ve tanımlanması konusunda yıllar süren araştırmalar sonucunda geliştirilmiştir. Yaralanmadan sonra meydana gelen motor kontrol değişiklikleri, rehabilitasyon öncesi ve sonrası performans, performans geliştirme programları sonrası iyileşme, dinamik denge, fitness programları ve spor hazırlığına dönüş için ideal bir yaklaşımdır.

4.2.1. Y Denge Testi – Alt Çeyrek

YBT-LQ'nun amacı, karşı bacakla mümkün olduğu kadar uzağa uzanırken tek ekstremitede duruşunu sürdürmektir. Alt Çeyrek Y Denge Testi (YBT-LQ), stabilite, güç, denge gerektiren dinamik bir test olup, fiziksel performansı değerlendirmede, kronik ayak bileği ve ön çapraz bağ instabilitesini belirlemek ve alt ekstremitde yaralanması açısından daha büyük risk altında olan sporcuları ve setanderleri belirlemede önemli bir rol oynar. YBT-LQ üç hareket yönünü; anterior, posteromedial ve posterolateral olarak tanımlar.



Şekil 31. Y Denge Testi – Alt Çeyrek Başlama Pozisyonu

Test prosedürü talimatları bireye verildikten sonra, üç yönün her birinde altı deneme denemesi yapmasını sağlar. Kişinin ayağı orta ayak plakası üzerinde, parmak uçları kısmı çizginin hemen arkasında olacak şekilde ayakta durarak bekler, Üç yönden birine (ön, posteromedial veya posterolateral) doğru ilerler ve ardından başlangıç pozisyonuna döner. Bu denemelerden sonra, testi tamamlamaya hazır olduğunuzda, katılımcının seçtiği ayağını ayak plakasının ortasından başlatarak, üç yönden birine uzanırken üç deneme yapar. Daha sonra katılımcı ters ayağını ile aynı yönde üç tekrar yapar.



Şekil 32. YBT-LQ Anterior – Posteromedial- Postereolateral

Ölçülen bacak duruş bacağıdır. Kişi öne doğru uzanırken üç deneme yapar. Üç ulaşma denemesinden en iyisi, puan olarak kaydedilir. Daha sonra ters bacak ile öne erişim yapar. Her iki bacak ile öne uzanma yaptıktan sonra yönler sırası ile posteromedial ve posterolateral olarak devam eder. Maksimum erişim mesafesi, kit üzerindeki mezura sayesinde ölçülür. Kişinin ayağı ile uzattığı kit aparatının kaydığı sopa zemin üzerinde ulaştığı mesafe örneğin; 68,5, 69,0, 69,5 cm ise bu üç denemenin maksimum erişim mesafesi yani 69,5 cm kabul edilir. Testleme sonrası çıkan sonuçlarda öne erişimde sağ ve sol erişim mesafesi farkının dört santimetreden fazla olmaması gerekir iken medialve lateral ölçümlerde de altı santimetre olmaması gerekir.

Y Denge Testi Alt Çeyrek'in tahmin yeteneği ilk kez Plisky ve arkadaşları tarafından erişim sayısı incelendiğinde incelenmiştir. Kız ve erkek lise basketbolcular sezon başında Y Denge Testi Alt Çeyrek'te ölçülmüş ve daha sonra alt ekstremité açısından izlenmiştir.

Bu araştırmacılar, asimetrisi daha yüksek olan lise basketbolcularının, Ön yönde sağ ve sol erişim mesafesinin 4 cm'den fazla olması ve alt ekstremite yaralanması riskini artırıyordu. (Plisky ve diğerleri, 2006).

59 kolej futbolcusu üzerinde yapılan başka bir araştırma da ise araştırmacılar, aşağıda puan alan oyuncuların YBT-LQ'da bileşik erişimin %89,6'sının yaralanma olasılığı 3,5 kat daha fazla olduğunu saptamışlardır. Bu alışma, Literatürde Y Denge Testinin niversitedeki futbolcularda alt ekstremite yaralanmasının öngörüsünü sağladığına dikkat etmek önemlidir (Butler ve diğerleri, 2013).

Ayrıca dirsekte ulnar kollateral bağ yaralanması olan sporcularda Y Denge Testi Alt eyrek Testinin sonuçları araştırılmış ve sağlıklı kontrollerden daha düşüktü sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacılar Y Dengesi ile ölçülen zayıf dinamik Alt eyrak dengenin, atış ve atışları değiştirebilecek verimsiz bir alt ekstremite tabanı/motor kontrolünün göstergesi olabileceği sonucuna varmışlardır. Mekanik aksamalar omuz ve dirsekte stresin artmasına neden olabilir ve üst vücut yaralanmasına neden olabilir (Garrison ve diğerleri 2013). Daha sonraki araştırmada, araştırmacılar Y Denge Testi Alt çeyreğin kapsamlı rehabilitasyondan sonra normale döndüğünü tespit etmişler. (Hannon, Garrison ve Conway, 2014)

Sporcuların ACL rekonstrüksiyonundan 6. ve 9. ay sonra yapılan başka bir çalışmada YBT-LQ ve FMS üzerinde test sonuçları birçok sporcunun iyileşmesine rağmen rağmen testlerde eksiklikler görüldüğünü gösterdi (Mayer, Queen ve Taylor, 2015; Boyle, Butler ve Queen ,2016).

Fonksiyonel Hareket Ekranının (FMS) ve Alt Hareket Ekranının (FMS) ve eyrek Y Denge Testi (YBT-LQ), "bir hastanın spora dönmeye hazır olup olmadığını değerlendirmek için olası objektif araçlardır". (Sun ve diğerleri, 2016).

Y Denge Testi Alt eyrek yaralanmayı ngrebildiğinden ve motor kontrol değişikliklerini tanımlayabildiğinden, sporcuların oyuna dönüş kriterlerinin bir parçası olarak dahil edilmesi zorunludur. Ayrıca araştırmacılar, uzuv uzunluğunun, birinin Y Dengesinde ne kadar uzağa ulaştığını belirleyen küçük ama önemli bir faktör olduğuda bulunmuştur. Bu nedenle uzuv uzunluğunun ölçülmesi gerekir. lm referans noktası; anterior superior iliak omurganın en alt yönünden sağ ayak bileğinin medial malleolünün alt distal yüzeyi en yakın 0,5 cm'ye kadar. (Gribble, Hertel ve Plisky, 2012)

Tablo 2. Y Denge Testi – Alt Çeyrek Değerlendirme Formu Örnek Vaka Tablosu

Name:	Mike Jones	For questions about this report contact:
Date of Birth:	03/02/1970	Jim Smith, CSCS
Test Date:	12/22/2015	ProRehab, PC
Report ID:	R23354C3	812 482 4444

Summary Report

Wellness Screening

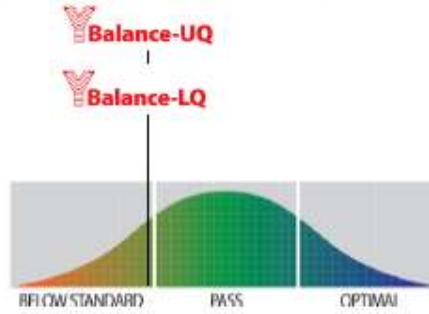
Lower Quarter Y Balance Test

	Left	Right	Difference	Standard
Anterior:	64	57.5	6.5	Below
Posteromedial:	120	117.5	2.5	Optimal
Posterolateral:	118	111	7	Below
Composite:	107.1	101.1		Optimal

Upper Quarter Y Balance Test

	Left	Right	Difference	Standard
Medial:	94	91	3	Optimal
Inferolateral:	84	79	5	Below
Superolateral:	82	79.5	2.5	Optimal
Composite:	94.2	90.2		Optimal

Here are your results compared to other 45 year old Moderate Fitness individuals.



4.2.2. Y Denge Testi – Üst Çeyrek

Üst Çeyrek Y Denge Testi, üst çeyrek hareketliliği ve stabilitenin birlikte olduğu dinamik bir testtir. Her bir erişim bileşeni sırasında skapular stabilite, mobilite, Duruş kolunun, omuz kuşağının ve gövdenin stabilitesi test esnasında aranan özelliklerdir. Kişiden mümkün olduğu kadar uzağa ulaşması beklendiğinden torasik rotasyon ve çekirdek

stabilitesi birleştirilir. Kişiden dar bir destek tabanının dışında mümkün olduğu kadar uzağa ulaşarak dengeyi, propriyosepsiyonu, kuvveti ve tam hareketi kullanması gerekir.



Şekil 33. Y Denge Testi – Üst Çekirdek Başlangıç Pozisyonu

Kişiye test talimatlarını verdikten sonra, resmi testten önce her kol ile sırayla müşterinin üç erişim yönünün tümünde iki deneme denemesi yapması sağlanır. Test esnasında ayakkabılar çıkarılarak tamamlanmalıdır. Kişinin sağ başparmağını kırmızı çizginin hemen arkasına ve paralel olarak sınav pozisyonunda yerleştirmesini sağlayarak başlanır. Ayaklar omuz genişliğinde açık ve eller doğrudan omuzların altında olacak şekilde, erişim göstergesini sol eli ile mümkün olduğu kadar soldaki kırmızı hedef alanında tutarak ve pozisyonu koruyarak itmesi istenir. Ölçülen kol duruş koldur, uzanma yeteneği duruş kolu ile olan ilişkisinin belirleyeceği bu testin ana temasıdır. Kişi dinlenirken erişim mesafeleri kaydedilir ve en yüksek skorlar yorum için baz alınır. Kişiden daha sonra karşı uzuvla aynı şekilde üç denemeyi tamamlaması istenir. Alt Çeyrek Testin aksine burada, üç erişim yönünün tümü, erişim eli ayarlanmadan birbiri ardına sırayla gerçekleştirilir. Medial, inferolateral ve Süperolateralde sağ ve sol erişim mesafesi farkı dört santimetreden fazla olmamalıdır. Kontrol altında başlangıç pozisyonuna dönmek, Üç erişim yönünün tamamının tamamlanmasından önce uzanma eli ile yere temas etmesi ve harekete girememek testin iptal edilmesi anlamına gelir. Alt Çeyrek Testlemede olduğu gibi bu bölümde de ölçüm için gerekli olan referans Tası, Kişinin ayakta iken; Servikal 7 (C7) spinöz prosesi ile ayakta kol uzunluğu ile arasındaki mesafedir. Ölçümler daima sağ taraftan alınır.



Şekil 34. Y Denge Testi – Üst Çeyrek Testleme Yönleri

Profesyonel ve kolej beyzbol oyuncularında baskın ve baskın olmayan uzuvların arasındaki performans göstergesi olarak, kolej yüzücülerinde ve genel nüfusta omuz, kol ve sırt yaralanmalarını arasındaki bağlantıyı temel ölçü almak adına spor testlerine karşılık olarak YBT-UQ ölçüm için iyi bir seçenek olduğu araştırmalarda bildirilmiştir (Butler, Arms ve Reiman; 2014; Butler, Myers ve Black, 2014; Gorman ve diğerleri, 2012).

Tablo 3. Y Denge Testi – Üst Çeyrek Değerlendirme Formu Örnek Vaka Tablosu

Name:	Kyle Howard	For questions about this report contact:
Date of Birth:	08/25/1987	Joe Smith, PT
Test Date:	12/22/2015	ProRehab, PC
Report ID:	G43990BD	812 492 4444

Comprehensive Report

Pre-Season Physicals

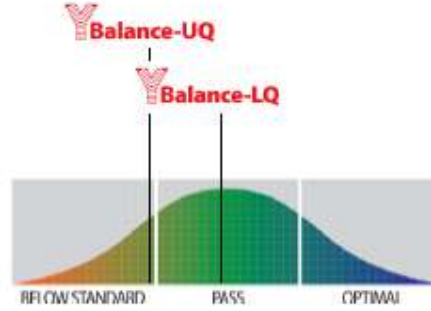
Lower Quarter Y Balance Test

	Left	Right	Difference	Standard
Anterior:	69.5	71	1.5	Optimal
Posteromedial:	106	109	3	Optimal
Posterolateral:	109.5	111	1.5	Optimal
Composite:	100.7	103.2		Pass

Upper Quarter Y Balance Test

	Left	Right	Difference	Standard
Medial:	79	83	4	Pass
Inferolateral:	80	85	5	Below
Superolateral:	66.5	72	5.5	Below
Composite:	81.5	87		Pass

Here are your results compared to other Professional Baseball athletes.



4.3. Fonksiyonel Kapasite Ekranı

Fonksiyonel Kapasite Ekranı insan performansını destekleyen temel güç kaynaklarını ölçer. Bu kaynaklar sıçrama, sıçrama sonrası yere inme ve optimal devamlılık, dayanıklılık gibi parametrelerdir. Ayrıca bu protokolün merkezinde optimal performansın sürdürülebilirliği olarak postürel dayanıklılık yer alır. Teste girecek kişilerin güvenli tarama ilkeleri doğrultusunda öncesinden kişisel sağlık ve spor geçmişi bilgilerini kapsayan bir form doldurması istenir. Bunun için ACSM 'İN Sağlıkla ilgili Fiziksel Uygunluk Değerlendirme Kılavuzu önerilir. FMS ekranından geçmesi istenir, ayrıca herhangi bir kardiyovasküler olumsuz belirteç önüne geçmek için kan basıncının 14/9 altında olması istenir. Ayrıca test esnasında kişinin her zaman kullandığı spor ayakkabısını seçmesi istenir. Son olarak test yapılacak zeminin kaymaz olması çok önemlidir. FMS Ekranında yoğun "1" skorları olan bireylerin teste alınmaması, ertelenmesi önerilir.

4.3.1. Motor Kontrol Ekranı

Motor Kontrol Ekranı (MCS), bireyin vücut ağırlığına göre minimum motor kontrol seviyesine sahip olup olmadığını belirler. İnsan performansı için maksimum adaptasyon anahtarı motor kontrol becerisidir.

FMS için, motor kontrolüne ilişkin pratik tanım; kabul edilebilir bir çıktıya sahip, yeterince işlenmiş gerekli girdidir. MCS insan lokomotor sistemine, hareketi nasıl stabilize edeceğini, dengeleyeceğini ve kontrol edeceği konusunda hayati bilgiler verir.

Ağrı motor kontrolünü değiştirir. Alt vücut ve üst vücut temizleme bölümlerinde vücudu etkileyebilecek ağırlı hareketlerin belirlenmesine yardımcı olur ve testin devamlılığı için güvenli bilgiler verir. Temizleme testi sırasında ağrı mevcutsa, test edilen kişi bir sağlık kuruluşuna yönlendirilmelidir.

4.3.1.1. Alt ve Üst Motor Kontrol Temizleme Ekranları

Bu testin amacı ağrıyı tanımlamak ve ayak bileği hareketliliğinin hareket modeli yeterliliğine engel olmadığından emin olmaktır. Ayak bileği hareketliliği ağırlı ve/veya işlevsiz olduğunda alt vücut motor kontrol ekranı olumsuz etkilenebilir. Ağrısız yeterli hareketlilik, normal motor kontrolün ön koşuludur.



Şekil 35. Ayak Bileği Temizleme Ekranı

Şekil 35’te olduğu gibi temizleme testinde arkadaki ayak skorlanır ve taranan yapı her iki ayak tabanı stabil kalıp yerden kalkmadan, ayak bileğinin mobilizasyonudur. Ayak bileği mobil olduğu anda, testin referans aldığı nokta olan ön ayağın malleol noktasına ne kadar ulaşabildiğidir.

Topuk aşağıda kalırken bireyin dizi ön bacağın medial malleolünün ötesine geçer. Bu gösteriyor ki ayak bileği hareketlilik gereksinimlerini karşılamıştır.



Şekil 36. Ayak Bileği Temizleme Ekranı – Yeşil

Topuk aşağıda kalırken bireyin dizi ön bacağın medial malleolünün tam hizasında kalır. Bu, potansiyel bir ayak bileği hareketliliği sınırlamasına işaret eder. Ayak Bileği Temizleme ekranının başarısız olması, ayak bileği hareketliliğinin sağlanması gerektiği anlamına gelir.



Şekil 37. Ayak Bileği Temizleme Ekranı – Sarı

Topuk aşağıda kalırken bireyin dizi ön bacağın medial malleolüne ulaşamaz. Bu şunu gösterir: potansiyel ayak bileği hareketliliği sınırlaması söz konusudur ve ayak bileğinin öncelikli olarak ele alınması ve gerekli mobilitesinin sağlanması gereklidir.



Şekil 38. Ayak Bileği Temizleme Ekranı – Kırmızı

Tablo 4. Örnek Ayak Bileği Temizleme Tablosu

ANKLE CLEARING	FINAL LEFT	FINAL RIGHT
Ankle Clearing (Beyond/Within/Behind Malleolus)	Beyond	Beyond
Pain Y/N	No	No
Where is it felt?	None	None

Üst Motor Kontrol Temizleme Ekranında ise; El Bilek ekstansiyonu ve yatay adduksiyon hareketi ile ağrıyı ve uygun eklem hareket açıklığını belirlemektir. Üst ekstremitenin hareket modeli yeterliliği ve kapasitesine engel olmamasını sağlamak için bu tarama yapılır. Üst vücut motor kontrolü için, El Bilek ekstansiyonu veya yatay adduksiyon

ağrılı ve/veya işlevsiz olarak kabul edildiğinde ekran olumsuz etkilenir. Ağrısız normal yeterli hareketlilik, motor kontrolün ön koşuludur.

Eğer her iki testte de ağrı mevcutsa üst vücut MCS'sine devam edilmemesi önerilir ve kişiyi bir sağlık uzmanına yönlendirmek ön koşuldur.

Kişi her iki avuç içini ortalayacak şekilde yerleştirmesini sağlayarak başlanır.



Şekil 39. Üst Motor Kontrol Temizleme Başlangıç Pozisyonu

Kişi avuçlarını bir arada tutacak şekilde, dirseklerini yavaşça kaldıracak, ön kollarını yere paralel hale getirmeye çalışacaktır. Avuç içi hareket etmeye başlar başlamaz hareket durdurulur ve bakılır.



Şekil 40. Üst Motor Kontrol El Bileği Temizleme Skorlama

Doğru hizalama için önkollarına doğru yere paralel bir FMS dübel yerleştirilir. Taramada FMS dübeli ile ellerin tabanı arasında bir el genişliği mesafesinden fazla olmamalı ve ağır olmamalıdır.

Üst Motor Kontrol Temizleme Ekranı'nın bir diğer bakış açısı ise Horizontal Addüksiyon Ekranıdır. Kişinin sağ kolunu 90 derecelik omuz fleksiyonuna getirmesini sağlayarak başlanır ve kişi sol elini kullanarak sağ kolunu göğsünün üzerinden yatay olarak çekmesi istenir. Kişi ağır bildirirse bu test pozitif kabul edilir.



Şekil 41. Üst Motor Kontrol Horizontal Abdüksiyon Temizleme

4.3.1.2. Alt Motor Kontrol Ekranı

Alt Motor Kontrol Testi denge eksikliklerini ve asimetriteleri tespit edebilmek için bir öngörü oluşturabilir. Kişi, sağ ayağını kırmızı başlangıç noktasının hemen arkasında olacak şekilde FMS kitinin üstüne koyar.



Şekil 42. Alt Motor Kontrol Ekranı Başlangıç Pozisyonu

Şekil 43 de olduğu gibi Sol bacağı üzerinde tek ayak duruşu korurken kişi, sağ ayağı ileri yönde uzanması istenir, sol ayağı yere değdirmeden kutuyu ayak parmaklarıyla olabildiğince uzağa kaydırarak ve ardından başlangıca dönecektir. Test sırasında sağ topuğun yerden ayrılmaması gereklidir. Her iki taraftan da üç deneme istenir ve en iyi skorlar not alınır.



Şekil 43. Alt Motor Kontrol Ekranı Uygulama

Ayrıca teste başlamadan önce bireyin ayak uzunluğunun ölçümünün de belgelenmesi gerekmektedir. Bu, topuğun FMS kitine yerleştirilmesiyle başlanır, sağ ayak FMS Kiti üzerinde 0 çizgisi üzerindedir ve topuktan ayakkabının en uç kısmına kadar olan mesafe ölçülür. Çıkan sonucun feet karşılığının iki katı testleme için referans alınır.



Şekil 44. Alt Motor Kontrol Ekranı Ayak Ölçümü

Testlemenin başarılı olabilmesi için oluşan referans noktasına ulaşması ya da geçmesi beklenir. Ayrıca her iki ayak için birbirleri arasında çıkan sonuçlarda bir simetri aranır. Bu aralık 1,5 inç ve altı olmalıdır. Eğer kişi ayak uzunluğu referans noktasına ulaşamaz ya da çıkan sonuçlarda 1,5 inç fazlası bir fark olursa test başarısız sayılır.

Tablo 5. Alt Motor Kontrol Ekranı Örnek Testleme Tablosu

DIRECTION	TARGET >2 X FL	MAX LEFT	MAX RIGHT	SYMMETRY	PASS or FAIL
Forward Reach	>60 cm	68	63	5	FAIL
Foot Length	30 cm				

Tablo 6. Alt Motor Kontrol Ekranı Ayak Boyu Belirleme Tablosu

FOOT-LENGTH (IN)	2 X FL	FOOT-LENGTH (CM)	2 X FL	FOOT-LENGTH (CM)	2 X FL
5	10	12	24	38	76
5.5	11	13	26	39	78
6	12	14	28	40	80
6.5	13	15	30	41	82
7	14	16	32	42	84
8	16	17	34	43	86
8.5	17	18	36	44	88
9	18	19	38	45	90
9.5	19	20	40	46	92
10	19	21	42		
10.5	21	22	44		
11	22	23	46		
11.5	23	24	48		
12	24	25	50		
12.5	25	26	52		
13	26	27	54		
13.5	27	28	56		
14	28	29	58		
14.5	29	30	60		
15	30	31	62		
15.5	31	32	64		
16	32	33	66		
16.5	33	34	68		
17	34				
17.5	35				
18	36				

4.3.1.3. Üst Motor Kontrol Ekranı

Üst Motor Kontrol Testi denge eksikliklerini ve asimetrileri tespit edebilmek için bir öngörü oluşturabilir. Kişi dört ayaklı pozisyonda başlayacak ve Şekil 45'te olduğu gibi sağ başparmağını FMS Kitindeki kırmızı 0 çizgisine paralel olacak şekilde yerleştirecektir ve serçe parmak, kaydırma kutusundaki beyaz çizgiyle aynı hizada olmalıdır.



Şekil 45. Üst Motor Kontrol Ekranı Başlangıç Pozisyonu

Şekil 46’da olduğu gibi kişi hazır olduğunda kutuyu sol eliyle yatay erişimde mümkün olduğu kadar kaydırması istenir. Dirsek bükülü olabilir ancak kişinin düşmeden geri dönmesi gerekir. Kişi bir sonraki denemeyi gerçekleştirmek için başlangıç pozisyonuna döndükten sonra erişim noktası not alınırken dinlenebilir. Her iki taraf için üç kez deneme yapılabilir ve en yüksek uzama skorları not alınır.



Şekil 46. Üst Motor Kontrol Ekranı Uygulama

Burada uzanması gereken referans noktası alt motor kontrol ekranında belirlenen ayak uzunluğunun iki katı olan mesafedir. Testin geçerliliği alt motor kontrol ekranında olduğu gibi referans noktasını yakalaması ya da geçmesi ve her iki taraf arasındaki farkın 1,5 inç mesafeyi geçmemesidir.

Tablo 7. Üst Motor Kontrol Örnek Tablo

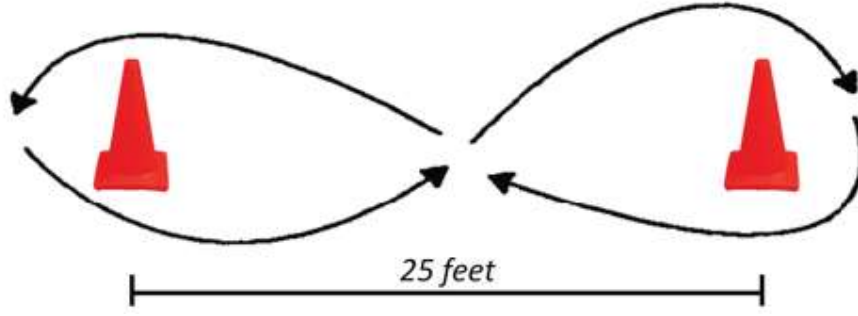
Clearing Tests	LEFT	RIGHT	PASS/FAIL		
Wrist Extension Clearing -/+	-	-	PASS		
Horizontal Adduction Clearing -/+	-	-	PASS		
DIRECTION	TARGET >2XFL	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT	ASYMMETRY	ASYMMETRY
Horizontal Reach	>60 cm	68	63	5	FAIL
Foot Length	30 cm				

4.3.2. Postürel Kontrol Ekranı

Postürel Kontrol Ekranı, Temel Kapasite Ekranı içerisindeki en önemli halkadır. Diğer halkaların oluşturduğu sıçrama becerisi, sıçrama sonrası yere inme becerisi, motor kontrol becerisi vb. tüm sporsal beceriler için gerekli olan gövde stabilitesini tarayan bir alandır.

4.3.2.1. Taşıma Testi

Taşıma testi, bir bireyin yük altında iken maksimum fayda sağlamak için bütünlük içinde postürel hizalamayı sürdürüp sürdüremeyeceğine bakar. İnsan bedeninin postürel stabilitesindeki zayıflık, optimalden uzak propriyoseptif hal, instabilite ve motor kontrol halidir. Stabilizasyona odaklı yük altındaki bireyin devamlılığı optimal iç basınç ve stabilite hali demektir.



Şekil 47. Taşıma Testi Uygulama Protokolü

Taşıma Testi için hedef yük bireyin kilosunun %75 olarak hesaplanır. Teste başlamadan önce testi anlamak için kilosunun %50 si ile testi denemesine izin verilir.

Proper Start Posture



Proper Start Posture



Poor Posture



Şekil 48. Taşıma Testi Başlangıç Duruşu

Huniler ile oluşturulan mesafe arasından birey sekiz çizerek geçmesi gereklidir. Böylelikle test esnasında dönüşler eklenerek birey yük altında manevraya zorlanır. Burada kişi ağırlıkları tutmaya başladığı an zaman başlatılır ve minimum 90 saniye taşıma ya da 250 fit mesafe kat etmesi beklenir. Test boyunca başlangıç duruşunun korunması beklenir, ağırlık tutuşlarında herhangi bir zayıflık görüldüğü an, postürün bozulmasına başlandığı an, taşınan ağırlıkların bacaklara vurması gibi riskli anlar olduğu an test durdurulur.

Tablo 8. Taşıma Testi Ağırlık Belirleme Tablosu

BODYWEIGHT (LBS)	50% BW	25% (EACH HAND)	75% BW	37.5% (EACH HAND)	BODYWEIGHT (LBS)	50% BW	25% (EACH HAND)	75% BW	37.5% (EACH HAND)
75	37.5	18	56	28	215	107.5	53	161	80
80	40	20	60	30	220	110	55	165	82
85	42.5	21	63	31	225	112.5	56	168	84
90	45	22	67	33	230	115	57	172	86
95	47.5	23	71	35	235	117.5	58	176	88
100	50	25	75	37	240	120	60	180	90
105	52.5	26	78	39	245	122.5	61	183	91
110	55	27	82	41	250	125	62	187	93
115	57.5	28	86	43	255	127.5	63	191	95
120	60	30	90	45	260	130	65	195	97
125	62.5	31	93	46	265	132.5	66	198	99
130	65	32	97	48	270	135	67	202	101
135	67.5	33	101	50	275	137.5	68	206	103
140	70	35	105	52	280	140	70	210	105
145	72.5	36	108	54	285	142.5	71	213	106
150	75	37	112	56	290	145	72	217	108
155	77.5	38	116	58	295	147.5	73	221	110
160	80	40	120	60	300	150	75	225	112
165	82.5	41	120	61	305	152.5	76	228	114
170	85	42	127	63	310	155	77	232	116
175	87.5	43	131	65	315	157.5	78	236	118
180	90	45	135	67	320	160	80	240	120
185	92.5	46	138	69	325	162.5	81	243	121
190	95	47	142	71	330	165	82	247	123
195	97.5	48	146	73	335	167.5	83	251	125
200	100	50	150	75	340	170	85	255	127
205	102.5	51	153	76	345	172.5	86	258	129
210	105	52	157	78	350	175	87	262	131

4.3.2.2. İki Model Kavrama Kuvveti Testi

Kavrama kuvveti testi üst bölgenin merkez stabilite ile uyumunu ve el- omuz bağlantısının oluşturduğu gücü test etmek için etkili bir yaklaşımdır. Test için sadece el dinamometresi gereklidir. İki pozisyonda test alınır. Ayakta dirsek bükülü ve ayakta kol baş üstü duruş.



Şekil 49. Ayakta Dirsek Bükülü Kavrama Testi

Ayakta durmanın, aynı ekipmanı kullanırken oturmaya göre daha yüksek kavrama kuvveti sağladığı bulunmuştur (Balogun, et al. 1991, Amosun ve diğerleri 1995).



Şekil 50. Ayakta Kol Baş Üstü Kavrama Testi

Her pozisyonda kişi dinamometreyi olabildiğince sert bir şekilde sıkacaktır ve her pozisyonda 3 denemeyi tamamlaması beklenir. Her iki kolla- sağda ve solda bir deneme

arasında geçiş yaparak ve denemeler esnasında 30 saniye dinlenerek testi tamamlaması beklenir. Her iki duruşta da en iyi skor baz alınır.

Tablo 9. Kavrama Kuvveti Testi Örnek Hesaplama Formül ve Tablosu

POSITION				
	Flexed	Overhead	Flexed	Overhead
Trial 1 (kg)	46	46	46	38
Trial 2 (kg)	48	46	44	47
Trial 3 (kg)	42	49	46	45
Greatest	48	49	46	47
Average	48.5		46.5	

$$(Greatest\ Elbow\ Flexed + Greatest\ Overhead)/2 = Average$$

Tablo 10. Kavrama Kuvveti Normatif Data Tablosu

Age	Sex	Mean (kg)	SD (kg)	Cut Point (kg)
6 to 7	M	14	2	12
	F	13	2	11
8 to 9	M	18	4	15
	F	15	3	12
10 to 11	M	23	5	19
	F	22	3	18
12 to 13	M	26	7	19
	F	24	5	19
14 to 15	M	32	7	25
	F	24	6	19
16 to 17	M	39	9	30
	F	28	7	21
18 to 19	M	46	12	34
	F	30	6	25
20 to 24	M	51	10	42
	F	30	6	24
25 to 30	M	53	9	44
	F	31	6	25
30 to 34	M	53	10	43
	F	33	8	25
35 to 39	M	53	10	42
	F	32	5	27
40 to 44	M	52	9	43
	F	30	6	24
45 to 49	M	48	10	37
	F	27	6	21
50 to 54	M	48	8	41
	F	28	5	23
55 to 59	M	42	11	30
	F	24	6	18
60 to 64	M	38	9	29
	F	23	5	18

4.3.2.3. İki Model Barfiks Testi

Kollar bükülü iken ve kollar askıda iken yapılan bu iki kodel barfiks testi, iki model kavrama kuvveti testi gibi üst yapının çekirdek ile uyumunu ve postürel stabilite de dayanıklılığını tarar. Askıda kalırken postürel bütünlüğün korunması, kavrama kuvvetinden geçeceğinden bir önceki test ekranı ile direk bağlantılıdır. Kişiden bu iki duruş için dayanabileceği süre taranır.



Şekil 51. Kollar Düz Asılı Barfiks Modeli

Bu duruşta kişiden en az 60 saniye durabilmesi beklenir.



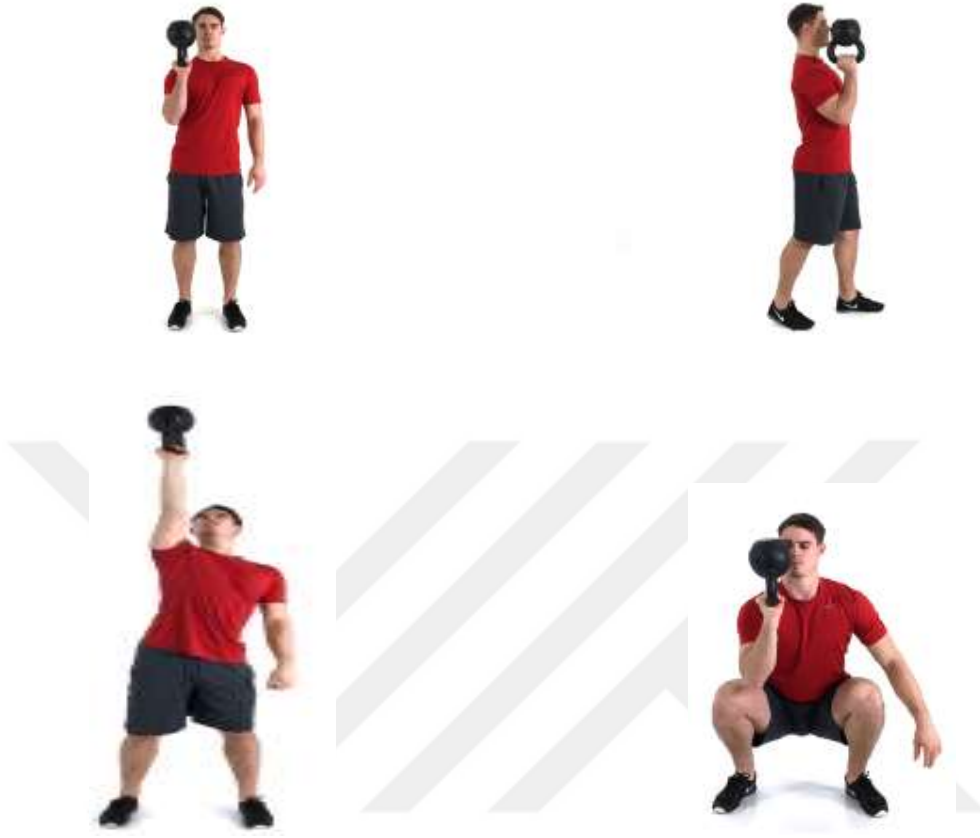
Şekil 52. Kollar Bükülü Asılı Barfiks Modeli

Bu duruşta kişiden en az 20 saniye durabilmesi beklenir.

4.3.2.4. Kettlebell Testi

Bu test de ilk taşıma testine benzeyen bir yaklaşımdır. Kişi kaldırabileceği kettlebell ile 60 saniye boyunca postürel stabilitesini koruması beklenir.

Kişinin postürel stabilitesine uygun kiloyu bulmak için birkaç evre vardır. Birey kavraya bildiği kettlebell ile dirsek omuz bağlantısını koruyabilmeli ve öne arkaya iki adım yürüyüp yer değiştirebilmeli, tam squat ile çökebilmeli, kilo elinde iken baş üstü pozisyona geçebilmelidir. Eğer bu duruşlardan birisinde postürel kontrolünü kaybederse kilo hafifletmeye gidilmelidir. Bu test her iki taraf için de geçerlidir. Burada en önemli nokta ideal kilonun bulunabilmesi için, denemelerde abartılı bir çaba harcanmamasına özen gösterilmelidir ki kişi yorgunluğa yakalanmasın.



Şekil 53. Kettlebell Taşıma Testi Protokolleri

4.3.3. Güç Ekranı

Güç Ekranı bireyin patlayıcı kontrolü hakkında bilgi verir. Bu insan motor kontrolünün temel bir ifadesidir ve zaman kısıtlamaları dahilinde ifade edilen iş gücünü simgeler. Gücün kazanılması gelişim sürecimizin önemli bir bileşenidir. Atlama aktiviteleriyle yer çekimi üzerinde gücümüzü ifade ederiz. Bu güç yaşam boyu devam eder ve hemen hemen tüm spor ve fitness aktivitelerine dahil edilir. Eğer Kinetik zincir boyunca meydana gelebilecek bağlantı sorunları var ise bireyin atlama evrelerinde güç yaratma potansiyelinde optimalden uzak olma ya da asimetrikler söz konusu olacak.

4.3.3.1. Eller ile Geniş Öne Atlama Testi

Bu test ve sonrası olan Eller Belde Geniş Öne Atlama Testi bireyin kendi vücut ağırlığı ile yer çekimine karşı koyarak boy uzunluğunun %110 üstü bir derece ile maksimum güç çıktısı göstererek sıçrama beklenir. Kişi sıçramaya geçmeden önce ısınma protokolünü gerçekleştirmelidir. Bunun için belirlenen mesafe arkasından çizgiye basmayacak şekilde önce olduğu yerde dikey sıçramalar daha sonra %25-50-75 şeklinde öne sıçramalar yapması istenir. Kişi sıçrarken yere konma esnasında ağırlık merkezi geriye doğru gider ve indiği yeri kaybederse ya da inme anında aşırı bir denge sorunu yaşarsa test sayılmaz.



Şekil 54. Eller ile Geniş Öne Atlama Testi

4.3.3.2. Eller Belde Geniş Öne Sıçrama

Elleri kalçasında olacak şekilde çizginin arkasında duran kişi, kontrol altında mümkün olduğu kadar uzağa atlayacaktır. Hareket edebilir ya da yere indiğinde elleri kalçasından çekip öne doğru düşmeye başlarsa elleriyle kendini i yakalayabilir ancak eğer kişi geriye düşerse, yere inerken ayaklarını karıştırırsa veya yere inmeden önce ellerini kalçalarından çekerse, bu ölçüm tekrarlanır.



Şekil 55. Eller Belde Geniş Öne Sıçrama

Her iki sıçrama protokolünde de üç tekrar sıçrama yapılır ve en uzak mesafeler not alınır. Atlama mesafesi, başlangıç çizgisinden, başlangıç çizgisine en yakın ayağın topuğuna kadar santimetre cinsinden ölçülür.

$$(Broad\ Jump/Height) \times 110 = \% \text{ of jump to height}$$

Kişiden Eller ile Geniş Öne Sıçrama testinde kendi boyunun %110 barajını geçmesi beklenir ve yukarıdaki formül ile hesaplanır.

$$(With\ arms\ broad\ jump/board\ jump\ hands\ on\ hips) \times 100 = \% \text{ of arms to no arms}$$

Kişiden Eller Belde Öne Sıçrama testinde ise, bir önceki test olan Eller ile Geniş Öne Sıçrama Testindeki skorun en az % 80 ine ulaşması beklenir. Başka bir deyişle Geniş atlamadan %20 daha az bir skor göstermesi beklenir. Hedef oran yüzdesi %115 – 125 arası olmalıdır. Bunun anlamı birey önceki test ile maksimal sıçramasında en az kendi boyunun %110 una ulaşıyor mu? Ulaşma anında ise vücudunu kullanma konusunda üst ve alt bölgeyi eşit oranda kullanma yeteneği nasıl olduğuna bakılıyor. Çıkan sonuç %115 altında ise; alt bölgesini daha baskın kullandığı anlamına geliyor, eğer %125 ve üstü ise bu sefer üst bölgeyi daha baskın kullandığı anlamına geliyor.

Broad Jump Ratio:
(Broad Jump/Height) x 100

Example:

Height = 175cm

Broad Jump = 244cm

$(244/175) \times 100 = 139$

Broad Jump Ratio:
(With Arm Swing/Hands on hips) x 100

Target Ratio = 115-125

Example:

Target = $244 \times .80 = 195.5$

$(244/211) \times 100 = 115$

Tablo 11. Eller ile Geniş Öne Atlama Örnek Tablo

Broad Jump DO NOT NEED TO STICK LANDING Measured from start line to heel nearest to start line						
EXPLOSIVE CONTROL	TRIAL 1 (cm)	TRIAL 2 (cm)	TRIAL 3 (cm)	MAX DISTANCE	TARGET RATIO	RATIO
Broad Jump	238	244	240	244	>110	139
Broad Jump Hands on Hips	211	210	208	211	115-125	115

4.3.3.3. Tek Bacak Sıçrama

Tek bacakla sıçrama, güçle ilgili olduğu için alt bölge simetrisini vurgulamak için tasarlanmış tek uzuvlu bir balistik hareket olup alt ekstremitte fonksiyonel testlerinde mükemmel güvenilirliğe sahiptir ve performansa dayalı geçerli bir test olarak kullanılmaktadır. Diğer önceki testler gibi ısınma protokolü vardır. Öncelikle sıçrayacağı bacak ile olduğu yerde hafif birkaç sıçrama gerçekleştirir. Daha sonra belirlenen başlangıç çizgisine basmadan %25-50-75 tempoda öne sıçrama gerçekleştirir. Buradaki

önemli nokta; kişi tek ayak sıçrar fakat iki ayak yere iner. Yine diğer önceki sıçrama protokollerinde olduğu gibi; kişi yere inme anında dengesini kaybeder ve inme alanını koruyamaz ise, ya da geriye düşer ise test geçerli sayılamaz



Şekil 56. Tek Bacak Sıçrama

Her iki bacak için üç başarılı deneme yapılır ve en uzak mesafeler not alınır. Burada bakılan nokta; her iki bacak arasındaki farkın %5 ten az olmasıdır. Bunun için aşağıdaki formül kullanılır.

$$(\text{Shortest Distance}/\text{Greatest Distance}) \times 100 = \% \text{ difference between legs}$$

Example:

If the left single-leg jump max was 203cm and the right max was 207cm,

$$(203/207) \times 100 = 98\%$$

Pass >95%

Tablo 12. Tek Bacak Sıçrama Tablosu

Single-Leg Jump from Ground DO NOT NEED TO STICK LANDING Measured from start line to heel nearest to start line					
SIDE	TRIAL 1 (cm)	TRIAL 2 (cm)	TRIAL 3 (cm)	MAX DISTANCE	SYMMETRY
Left	198	200	203	203	98%
Right	201	205	207	207	

4.3.4. Enerji Depolama Ekranı

Yürümek, koşmak, zıplamak gibi eylemler sadece güç değil, aynı zamanda belirli bir derecede enerjiyi depolama yeteneği de içerir. Tekrarlanan darbelere karşı enerjiyi koruyabilme ve taşıyabilme becerisi yürürken, koşarken ve sıçrarken devamlılığın en önemli adımıdır.

Bu bölüm; İkili ve üçlü geniş sıçramalar ile tek bacak sıçramaların, patlayıcı faaliyetler için enerji aktarma yeteneğine odaklanan ekranları temsil eder ve bireyin maksimum enerji yaratmak için depolanan kinetik enerjiyi devamlı transfer edebilme yeteneğini ve merkezi sinir sistemini kullanıp kullanamayacağını belirlemeye çalışır.

Her protokol öncesi testi tanınması açısından ısınma süreci gerçekleştirilmelidir ve diğer önceki aşamalarda olduğu gibi belirlenen çizgi gerisinde olduğu yerde birkaç dikey sıçrama, sonrası öne doğru %25-50-75 şiddetlerinde sıçramalar ile teste hazırlanılır.

4.3.4.1. İkili Geniş Öne Sıçrama

Bu ekranda bireyden öne doğru iki kez sıçraması beklenir ve her tekrarda mümkün olduğu kadar öne sıçraması istenir. Kollarını maksimum seviyede kullanabilir. Her sıçramasında yere iniş yeteneği kişinin daha ileriye sıçramasını sağlayacağından aranan özellik ne kadar uzağa sıçrayabileceğidir.



Şekil 57. İkili Geniş Öne Sıçrama

4.3.4.2. Üçlü Geniş Öne Sıçrama

Bu ekranda da bir önceki testlemenin aynı mantığı söz konusudur sadece farkı öne üç kez maksimum sıçrama göstermesidir. Kollarını maksimum seviyede kullanabilir. Her sıçramasında yere iniş yeteneği kişinin daha ileriye sıçramasını sağlayacağından aranan özellik ne kadar uzağa sıçrayabileceğidir.



Şekil 58. Üçlü Geniş Öne Sıçrama

Bu ekrandaki her iki protokolde de üç tekrar uygulanır ve en yüksek mesafe not alınır. Sıçramalarda çizgiye basılmaması önemlidir. Yere inme anında denge kontrolü diğer önceki sıçrama testlerinde olduğu gibi testin geçerliliğini önemli ölçüde etkiler. Her iki testlemede başlangıç çizgisinden en yakın ayağın topuğuna kadar olan mesafe santimetre cinsinden ölçülür. Bu protokoller beraber hesaplanır.

Protokol, enerji depolarını belirlemek için standart geniş sıçramaları ile elastik geniş atlamaları arasındaki farkı hesaplar. Bunun için daha önceki testlerden Eller ile Öne Geniş Atlamanın skorunu çift geniş atlamanın uzunluğu ile üçlü geniş atlamadan skoruna ekler. Geniş atlama ile üç adım atlama arasındaki oran yüzdesi %110'dan büyük olmalıdır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$((\text{Triple Jump} - \text{Double Broad Jump}) / \text{Broad Jump}) \times 100$$

Example:

Broad Jump = 244cm

Double Jump = 498cm

Triple Jump = 751cm

$$((751-498)/244) \times 100 = 104.9$$

Tablo 13. İkili Üçlü Geniş Öne Sıçrama Testi Örnek Tablo

Triple Broad Jump DO NOT NEED TO STICK LANDING Measured from start line to heel nearest to start line						
IMPACT CONTROL	TRIAL 1 (cm)	TRIAL 2 (cm)	TRIAL 3 (cm)	MAX DISTANCE	TARGET RATIO	RATIO
Double Broad Jump	489	495	498	498		
Triple Broad Jump	745	750	751	751	>110	104.9

Tablo 13: ikili Üçlü Geniş Öne Sıçrama Testi Örnek Tablo

4.3.4.3. Öne 2 -1 -2 Sıçrama

Bu protokolde de bir önceki testler gibi kişinin depolanan enerjisi sıçramalar anında kullanabilme yeteneğine bakılır. Tek farkı kişi tek bacak sıçrama yapar. Teste başlamadan ısınma protokolleri aynıdır ve mutlaka yapılmalıdır. Her bacak için geçerli üç atlayış yapılır ve en yüksek mesafe skorları not alınır.



Şekil 59. Öne 2 -1 – 2 Sıçrama

Teste başlamadan önce kişi belirlenen başlangıç çizgisinden hiza alarak geriye uzanabileceği maksimum seviyede bir adım atar ve yerleşir. Bu nokta teste başlama noktasıdır. Kişi bu noktadan , belirlenen başlangıç noktasına sıçrar fakat hangi bacağı ile geriye gitti ise o bacağı ile belirlenen başlangıç çizgisine doğru tek bacak iniş yapar ve depoladığı enerji ile öne doğru maksimum sıçrama gerçekleştirir ve iki bacak iniş yapar. Test 2 – 1 – 2 adını burdan alır. Burada amaç çift bacak sıçrama , tek bacak inme ve tekrar sıçrama ve iki bacak inme ile depolanan enerjiyi devamlı kullanabilme yeteneğini görmektir. Bu protokolde sonuç hesaplanırken önceki testlemelerden Tek Bacak Öne Sıçrama skorları da kullanılır. Çıkan sonuçların % 20 daha fazla olamsı beklenir. Ayrıca her iki bacak arasındaki asimetri de hesaplanır ve bu oran % 95 ve üstü istenir. Aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$(2-1-2 \text{ Bound /Single Limb Jump}) \times 100 = \text{Energy Storage (\%)}$$

Example:

Left 2-1-2 Distance = 271

Left Single-leg Distance = 203

$271/203 \times 100 = 133\%$

Right 2-1-2 Distance = 274

Right Single-leg Distance = 207

$274/207 \times 100 = 132\%$

(Shortest Max Distance/Greatest Max Distance) X 100 = Limb Symmetry Index (%)

$(271/274) \times 100 = 99\%$

Pass $\geq 95\%$

Tablo 14. Öne 2 – 1 – 2 Sıçrama Hesaplama Tablosu

2-1-2 Bound DO NOT NEED TO STICK LANDING						
Measured from start line to heel nearest to start line						
Side	TRIAL 1 (cm)	TRIAL 2 (cm)	TRIAL 3 (cm)	MAX DISTANCE	RATIO	SYMMETRY
Left	267	271	270	271	133%	99%
Right	270	272	274	274	132%	

Tablo 15. Güç Ekranı Genel Örnek Tablo

MOVEMENT CONTROL

MOTOR CONTROL SCREEN	RIGHT	LEFT	TARGET	SYMMETRY
Ankle Clearing (Beyond/Within/Behind Malleolus)	Beyond	Beyond	Beyond	
Pain	No	No		
Forward Reach	28	27	24	1
Upward Reach	27	28		1
Foot Length	12			

POSTURAL CONTROL

BODY WEIGHT	75% BW	CARRIED	DISTANCE (cm)	TIME (SEC)	CARRY ENERGY
164	127.5	127.5	260	92	18484
		TARGET	250	>90	16,875

POWER CONTROL

POWER CONTROL	MAX DISTANCE (cm)	TARGET RATIO	POWER RATIO
Broad Jump	200	>110	112
Broad Jump Hands on Hips	116	115-125	120

HOP TEST	MAX LEFT (cm)	MAX RIGHT (cm)	TARGET	% SYMMETRY
Single-Leg Jump	109	104	≥95%	95%

IMPACT CONTROL

TRIPLE BROAD JUMP	MAX DISTANCE (cm)	TARGET RATIO	ENERGY STORING RATIO
Double Broad Jump	460		
Triple Broad Jump	720	>110	130

2-1-2 Bound	MAX LEFT (cm)	MAX RIGHT (cm)	TARGET RATIO	% SYMMETRY
2-1-2 Bound	145	120	>120 Difference	17%
Energy Storing	133	118	≤5%	11%

BEŞİNCİ BÖLÜM PERFORMANSTA BOHR ETKİSİ VE BOLD SKORU

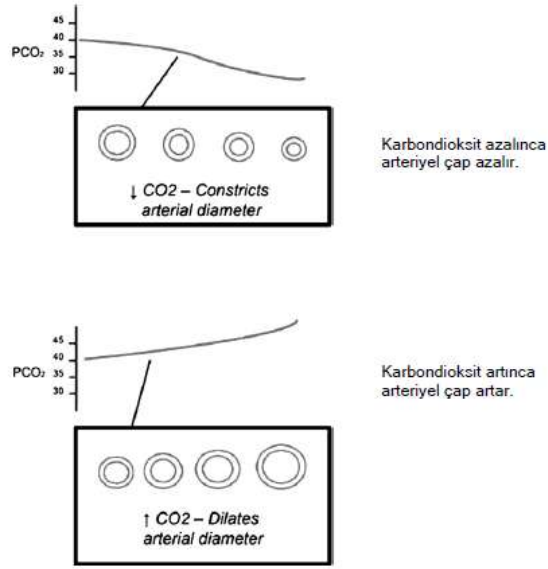
5.1. Bohr Etkisi Nedir?

Bohr Etkisi, 1904 yılında Danimarkalı fizyolojist Christian Bohr tarafından yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuş bir keşiftir. Arteriyel kandaki kısmi karbondioksit iç basıncını (PaCO_2) iç solunumun önemli bir faktörü olarak görür ve eğer karbondioksit uygun miktarlarda bulunmaz ise alınan oksijenin vücut tarafından tamamı kullanılamayacağını belirtir (Aşkınoğlu, 2021).

İnsan vücudundaki karbondioksit üretimi dakikada yaklaşık 200 mililitredir. Besinlerin (glikoz, yağlar ve proteinler) ve oksijenin vücuda enerji sağlamak için bulunduğu hücresel solunumun bir yan ürünü olarak üretilir. Solunum düzeni, beyin sapındaki reseptörlerin karbondioksit (CO_2) konsantrasyonunu, pH seviyesini ve daha az ölçüde kan oksijenini izlemesiyle sağlanır. Bunlar arasında ventilasyon için en güçlü uyarıyı CO_2 sağlar. Örneğin, arteriyel kan pCO_2 'sindeki hafif bir artış (örn., 2-5 mmHg) ventilasyonu iki katından fazla arttırabilir (Rassovsky, Adams & Kushner, 2006). Kan dolaşımında büyük bir oksijen rezervi vardır, öyle ki, beyin nefes almayı uyarmadan önce oksijen seviyelerinin 100 mmHg'den yaklaşık 60 mmHg'ye düşmesi gerekir. (Loeschke, Koepchen ve Gertz, 1958), Bu seviyeye yaklaşık 2500 m yükseklikteki egzersiz sırasında ulaşılır (Ferretti ve diğerleri, 1997; Woorons ve diğerleri., 2007).

CO_2 kanda üç şekilde taşınır; %5'i plazmada çözünmüş halde, %30'u kan proteinleri ile ve %65'i kanda taşınması için bikarbonat iyonlarına dönüşmüş halde.

Karbondioksitin görevleri arasında; Kan pH düzeyinin dengelenmesi, oksijenin kandan hücrelere salınması için katalizör görevi görmesi, düz kasları (dolaşıma ve alt solunum yollarının bronşiyollerine gömülü olan kaslar) genişletmesi ve karotis arterlerin daralması ve genişlemesi vardır (Aşkınoğlu, 2021).

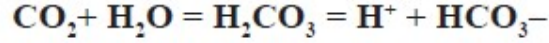


Şekil 60. Karbondioksit Arterial Damarlar İlişkisi

Merkezi kemoreseptörler solunum düzenini kontrol ederler. Beyin sapı içinde bulunurlar ve çevrelerinin pH'ına duyarlıdırlar. Bu kemoreseptörlerin karbondioksit olan duyarlılıkları oldukça yüksektir. Arteriyel kandaki normal PCO₂ seviyesi 40 mmHg'dir. Karbondioksit konsantrasyonundaki bir artış, karbonik asitten H⁺ iyonlarının üretilmesi nedeniyle kan pH'ının düşmesine neden olur. Kan pH'ının düşmesine tepki olarak medüller inspiratuar merkezdeki nöronlar artan bir hızla ateşlenmeye başlar. Omurilikten aşağıya ve frenik sinir yoluyla gönderilen uyarılar, diyaframdaki sinirleri ve dış interkostal kasları uyararak akciğerler yoluyla kandaki karbondioksiti çıkarmak için solunumu tetikler (Aşkınoğlu, 2021).

Hava tipik olarak yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru hareket eder. Diyafram aşağı doğru ve interkostal kaslar dışa doğru hareket ederken göğüs içindeki basınç azalır ve havanın akciğerlere hareket etmesine neden olur. Sonunda, medulladaki inspiratuar merkez bu uyarıları ateşlemeyi durdurur ve ekspiratuar merkez devreye girerek ateşlemeye başlar ve ekspirasyona neden olur. Hiperventilasyon sırasında kandan çok fazla miktarda karbondioksit uzaklaştırılmasıyla alkaloz oluşur. Bu değişikliği algılayan kemoreseptörler, karbondioksit ve pH seviyelerinin normale dönebilmesi için ventilasyonu azaltmak amacıyla medullaya sinyal gönderirler.

Ayrıca aort ve karotis bölgelerinde (çene açısının altında yer alan) periferik kemoreseptörler de vardır ve bunlar esas olarak arteriyel kandaki oksijen ve karbondioksit değişikliklerini ve kan pH'ını saptamak için görev yapar (Aşkınoğlu, 2021).



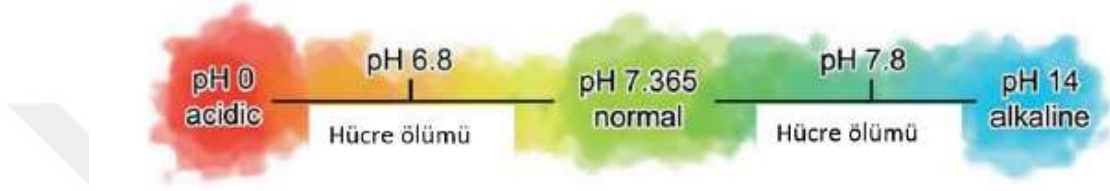
Karbondioksit kanda su ile birleşerek karbonik asit oluşturur. Oluşan karbonik asit, hidrojen iyonlarına (H⁺) ve bikarbonat iyonlarına (HCO₃⁻) ayrışır ve kanın asitliğindeki değişiklikleri nötralize eden (H⁺'nı geri dönüşümlü olarak bağlayan) bir alkalın tampon oluşturur.

Vücuttan çok fazla miktarda karbondioksit atılırsa (örneğin hiperventilasyon yoluyla) bikarbonat iyonlarında fazlalık ve hidrojen iyonlarında eksiklik ortaya çıkar. Kısa süreli hiperventilasyonlarda karbondioksiti biriktirmek ve kanın pH seviyelerini normalleştirmek için solunum hacmi önemli ölçüde düşer. Ancak fazla solunum daha uzun süreler boyunca (saatler, günler) devam ederse böbrekler kanın pH seviyelerini normalleştirmek için bikarbonat iyonlarını atmaya başlar. Hipokapni ve pH kaymaları neredeyse anında gerçekleşir, ancak bikarbonat iyonlarının uzaklaştırılması daha uzun sürebilir. Bunun başlangıçta saatler veya günler olduğu düşünülüyordu ancak bazı durumlarda dakikalar içinde gerçekleşebilir (Lum, 1975).

Hiperventilasyona verilen birincil yanıt, beyne oksijen tedarikinin yüzde 50 azalmasıdır (Timmons ve Ley, 1994).

Bu nedenle kronik olarak hiperventilasyon yapan kişilerde optimum pH seviyelerini korumak hassas bir dengedir. Hiperventilasyon nedeniyle azalan asit, böbreklerin atılımı tarafından sağlanan düşük kan bikarbonat seviyelerine karşı dikkatli bir şekilde dengelenir. Stres veya artan duygular nedeniyle solunumdaki hafif bir artış bile karbondioksitte keskin bir düşüşe neden olarak semptomların kötüleşmesine yol açabilir (King 1988).

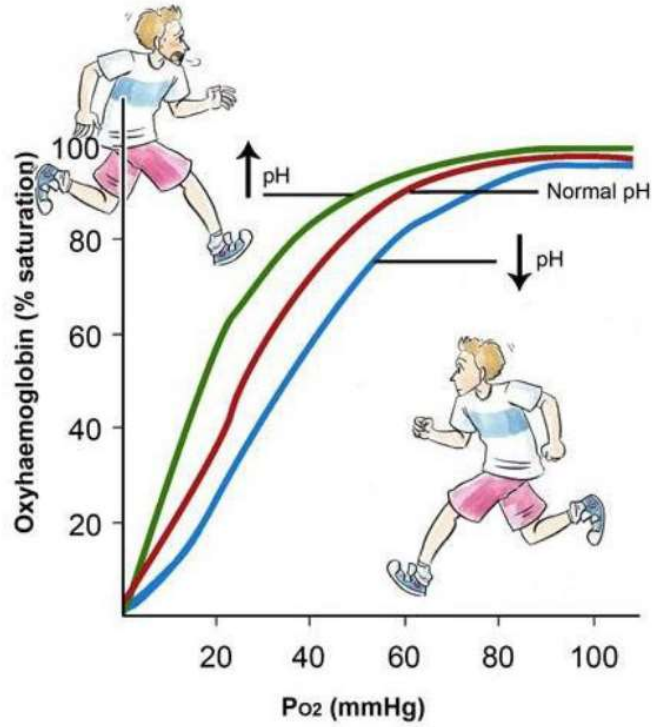
Karbondioksit kanda oksijenden yirmi dört kat daha fazla çözünür. Akciğerlerin alveollerindeki CO₂ ile arteriyel kandaki CO₂ arasında çok az fark vardır. Arteriyel kandaki karbondioksit basıncı tamamen alveolar CO₂ seviyelerine, alveolar CO₂ ise solunum hacmine bağlıdır.



Şekil 61. Kan Ph Değerleri

Washington Üniversitesi, St. Louis, MO Kimya Bölümü'nden Rachel Cassiday ve Regina Frey'e göre; “ideal olarak, kanın pH'ı 7,4'te tutulmalıdır. Ph 6,8'in altına düşerse veya 7,8'in üzerine çıkarsa ölüm meydana gelebilir” (Casiday ve Frey, 1988)

Christian Bohr' a göre; arteriyel kandaki kısmi karbondioksit basıncı (PaCO₂) ne kadar az olursa hemoglobinin taşıdığı oksijene o kadar çok bağlandığını keşfetmiştir. Kanın karbondioksit konsantrasyonundaki bir artış, kanın pH'ında doğrudan bir düşüşe yol açarak hemoglobin proteinlerinin oksijen yükünü serbest bırakmasına neden olur. Daha basit bir ifadeyle, arteriyel kandaki karbondioksitin kısmi basıncı ne kadar düşükse, hemoglobin tarafından enerji üretimi için hücrelere o kadar az oksijen salınır. Egzersiz sırasında burundan solunum yapıldığında arteriyel CO₂ seviyeleri yükselir ve alınan oksijen yorgun dokulara daha verimli bir şekilde dağılır. Bu proses Litaratür de Bohr Etkisi olarak adlandırılmıştır (Aşkınoğlu, 2021).



Şekil 62. Oksihemoglobin Ayrışma Eğrisi

Kanda CO₂ yükselmesi, oksihemoglobin ayrışma eğrisinin (oksijen kısmi basıncı ile oksijen doygunluğu arasındaki ilişki) sağa kaymasına sebep olur. Bohr Etkisi ile açıklandığı gibi CO₂ artışı kanın pH değerini düşürür ve O₂ hemoglobinden dokulara geçmesine ve kandaki oksijen doygunluğunun azalmasına sebep olur.

5.2. Vücut Oksijen Seviye Skoru Nedir (Bolt Skoru)?

1975 yılından bu yana araştırmacılar konforlu nefes tutma süresinin, dinlenme halindeki nispi solunum hacmini ve fiziksel egzersiz sırasındaki nefes darlığını belirlemek için kullanılan basit bir test olduğunu belirtirler (Stanley ve diğerleri, 1975).

Japon araştırmacı Nishino nefes tutmanın nefes darlığı hissini uyandıran en güçlü yöntemlerden biri olduğunu onaylamış ve nefes tutma testinin ‘’ dispnenin (nefes darlığı) başlangıcı ve devamlılığı hakkında daha fazla bilgi sağladığını ‘’ ifade etmiştir. Nishino’ya göre nefesin ilk kesin nefes alma isteği hissedilene kadar tutulması, eğitimden

veya davranış özelliklerinden etkilenmediği için nefes darlığının daha objektif bir ölçümü olarak düşünülebilir (Nishino, 2009).

Psikolojik irade ve dayanıklılık nefes tutma süresini etkiler. Nefes tutmanın kırılma noktası, diyaframın kasılmaları ve boğazdaki üst solunum yolu kaslarının hareketleri dahil olmak üzere solunum hareketlerinin başlamasından önce gelir (Parkes, 2012).

Bu düzensiz kasılmalar, nefes tutma dönemi boyunca kademeli olarak ortaya çıkan göğüs ve karın alt kısmındaki rahatsız edici hissi azaltmaya yardımcı olur. Diyaframdan beyne rahatsızlık sinyalleri gönderilir ve bunun nefes tutmayı sonlandırdığı düşünülmektedir. İnsanlar, beyinlerinin veya vücutlarının oksijeni bitmeden çok önce nefes alma ihtiyacı hissederler (bariz sınırlama). Onlarca yıl süren araştırmalardan sonra, akciğerleri şişirmek için kasılan diyaframın kilit bir rol oynadığına inanılmaktadır. Parkes'a göre diyafram, artan karbondioksit ve azalan oksijene yanıt olarak beyne sinyaller gönderir. Nefes tutma devam ettikçe beyin sonunda sinyali dayanılmaz bulur ve solunumu yeniden başlamaya zorlar (Parkes, 2012).

Derin bir nefes aldıktan sonraki nefes tutma süresi çeşitli faktörlerden etkilenir; Kimyasal algılama (kemosensitivite), Mekanoreseptör (kas gerilim reseptörleri), Azalan kortikal solunum dürtüsünün etkisi Bilişsel bileşen.

İlk ikisi istem dışıdır, ancak en önemlileridir (Ilyukhina ve Zabolotskikh, 2000; Parkes, 2012).

Bolt Testi diğer nefes tutma testlerinden farklıdır. Çünkü ilk kesin nefes alma isteği gelene kadar olan süreyi ifade eder. Diğer nefes tutma testleri maksimum nefes tutma süresine odaklanır ancak bu ölçüm kişinin iradesine ve kararlılığı ile değişebileceğinden objektif olmayacaktır.

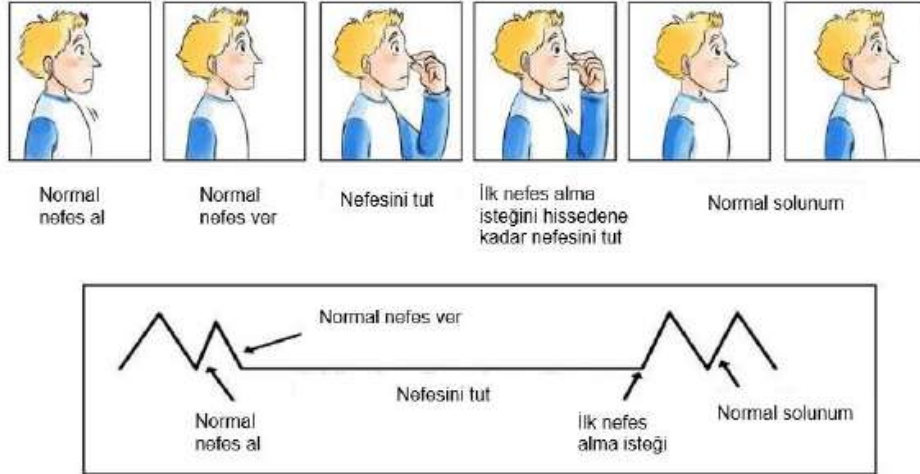
Bolt Testi başlarken; Burnunuzdan normal, sessiz bir nefes alın. Burnunuzdan normal, sessiz bir nefes verin. Havanın akciğerlerinize girmesini önlemek için burnunuzu elinizle tutarak nefesinizi tutun ve kronometreyi başlatın. İlk belirgin nefes alma isteğini hissedene kadar nefesinizi tutun. Kronometreyi durdurun.

İlk belirgin nefes alma isteğine kadar nefesin tutulması, eğitim veya davranış özelliklerinden etkilenmez. Bu nedenle nefes darlığının daha objektif bir ölçümü olduğu

sonucuna varılabilir. Gönüllü nefes tutma süresinin, CO2 oluşumuna karşı dolaylı bir duyarlılık indeksi sağladığı düşünülmektedir. (Nishino, 2009).

Tablo 16. Bolt Skoru Tablosu

	BOLT	MBT
Disfonksiyonel Solunum	10	20-40
	20	40-60
	25	60
Fonksiyonel Solunum	30	60-80
	40	80-100



Şekil 63. Bolt Testi Uygulama

5.2.1. Vücut Oksijen Seviye Testi Nasıl Çalışır?

Nefes tutulduğunda akciğerlere oksijen girişi ve atmosfere karbondioksit çıkışı engellenmiş olacaktır. Nefes tutulma süresi devam ettikçe CO2 akciğerlerde ve kanda

birikirken, O₂ seviyesi hafifçe azalacaktır. Solunumun birincil uyarına CO₂ olduğundan nefes tutma süresi uzunluğu, tolere edilebilen CO₂ miktarından ya da CO₂ ye olan ventilasyon cevabından etkilenir (Stanley ve diğerleri, 1975).

CO₂ ye olan ventilasyon cevabının güçlü olması, eşiğe kısa sürede ulaşacağını anlamını taşır ki bu da düşük nefes tutma süresi ile sonuçlanır. Tersine, CO₂ ye olan toleransın iyi, ventilasyon cevabının düşük olması yüksek nefes tutma süresi ile sonuçlanır. Bolt skoru düşük olduğunda CO₂ ye karşı aşırı duyarlı olan akciğerler, programlanmış miktardan fazla olan CO₂'yi uzaklaştırmak üzere solunum hacmini artmasına sebep olurlar (Aşkınoğlu, 2021).

Sağlıklı bir kişinin normal nefes verdikten sonra nefesini tutarsa, nefes almayı başlatmak için yeterli nefes alma isteğinin gelmesi yaklaşık 40 saniye sürer. (William ve diğerleri, 2009).

Macaristan'daki Szeged Üniversitesi Fisyoterapi Bölümü, kistik fibrozlu hastalarda nefes tutma süresi ile fiziksel performans arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma yürütmüştür. Nefes tutma süresini egzersiz toleransı indeksi olarak belirlemek için farklı evrelerdeki 18 kistik fibrozlu hasta ile çalışılmıştır. Tüm hastaların nefes tutma süreleri ölçülmüştür. Hastalar egzersiz yaptıkları sırada oksijen alımı (VO₂) ve CO₂ eliminasyonu her nefeste ölçülmüştür. Araştırmalar nefes tutma süresi ile VO₂ arasında önemli bir ilişki olduğunu bulmuşlardır (Barnai ve diğerleri 2005).

On üç akut astımlı hastayla yapılan başka bir çalışmada, nefes darlığının büyüklüğü, solunum sıklığı ve nefes tutma süresinin solunum yolları obstrüksiyonu ile ilişkili olduğunu ve ikinci olarak, dinlenme halindeki nefes tutma süresinin nefes darlığının büyüklüğü ile ters orantılı olduğunu ortaya koymuştur. Özetle; astımlı kişilerde nefes tutma süresi ne kadar düşükse solunum hacmi ve nefes darlığı o kadar fazladır (Perez ve diğerleri. 1989).

5.2.2. Vücut Oksijen Seviye Testinin Performansa Etkisi

VO₂ maks ya da maksimum oksijen alımı, bir dakikalık maksimal egzersiz sırasında vücudun maksimum oksijen taşıma ve kullanabilme yeteneğini ifade eder. Sporcuların

fiziksel egzersiz sürdürebilme kapasitelerini belirlemenin yanında aynı zamanda kardiyorespiratuar dayanıklılık ve aerobik fitness kapasitesi için de en iyi göstergedir. Diğer bir deyişle, kandaki yüksek CO₂ seviyesini tolere edebilme kabiliyeti, daha yüksek VO₂ maks değerine ulaşabilmek ve oksijeni daha iyi taşıyarak çalışan kaslar tarafından daha iyi kullanılmasını sağlamak anlamına gelir (Aşkınoğlu, 2021).

Çalışmalar, artmış karbondioksit ve azalmış oksijen basıncı sırasında gerçekleşen atletik kabiliyetin maksimal oksijen alımına karşılık geldiğini göstermektedir. Journal of Applied Physiology’de yayınlanan ve on üç sporcu ile on üç sporcu olmayan kişinin karşılaştırıldığı çalışmada, sporcuların artan karbondioksit verdiğ i tepki, kontrol grubundaki sporcu olmayanlarda kaydedilenin %47’si olarak ortaya kondu. Yazarlar, Daha düşük oksijen basıncı ve daha yüksek CO₂ basıncı sırasındaki atletik kabiliyetin maks VO₂ ye karşılık geldiğini belirtmişlerdir (Byrne ve diğerleri, 1971).

Japonya’daki Nagoya Üniversitesindeki Sağlık, Fiziksel Uygunluk ve Spor Araştırma Merkezi’nde yapılan başka bir çalışmada araştırmacılar başlangıçta dokuz üniversite öğrencisini değerlendirmişlerdir. Dokuz öğrenciden beşi dört yıl boyunca haftada üç kez günde üç saat fiziksel egzersiz yapmıştır. Araştırmacılar, egzersizden sonra VO₂ maks değerinin arttığını ve her egzersiz sürecinde artan arteriyel karbondioksit olan solunum cevabın önemli ölçüde azaldığını tespit ettiler. Ayrıca CO₂ duyarlılığının beş denekten dördünde maksimum oksijen alımı ile negatif ilişki gösterdiği bulunmuştur. Bir önceki çalışmaya benzer şekilde, CO₂ duyarlılığı azalan denekler çalışan kaslara daha fazla oksijen temin etmişlerdir (Miyamura ve diğerleri, 1988).

İnsan vücudu nefes tutma durumlarında düşük oksijen seviyelerine maruz bırakıldığında, vücudu kandaki oksijen seviyesini arttırmaya zorlayan adaptasyonlar meydana gelir. Bunlar; kırmızı kan hücrelerinin dalaktan salınması, doğal EPO üretimi, nitrik oksitin (NO) daha fonksiyonel kullanımı, Yüksek CO₂ toleransı dır.

Nefes verdikten sonra nefes tutmak, NO nun ihraç olması yerine akciğerlere taşıyarak bu gazdan faydalanılmasını sağlar. Nefes verilip tutularak NO burun boşluğunda birikebilir ve solunum yeniden başladığında hava nitrik oksitle yüklener ek akciğerlere çekilir (Dillion ve diğerleri, 1996).

Nitrik oksit burun boşluğunu çevreleyen paranazal sinüsler de dahil olmak üzere insan vücudu boyunca yüz bin mil uzunluğundaki kan damarları içinde üretilir. “NO” kan damarlarını açmak ve genişletmek için sinyal gönderir (Ghang, 2011).

“NO” hem burun içindeki paranazal sinüslerde hem de kan damarlarında üretildiğinden burundan hafif ve sakin solunum yapmak gazın alınıp akciğerlere ve kana taşınmasına olanak tanır (Lundberga ve Weitzbergb, 1999).

Nefes tutmak kan asiditesini düşürür, düşük oksijene toleransı artırır, metabolizmayı yavaşlatır. Hemotakrit değerinde, hemoglobin ve EPO konsantrasyonunda artışa ve ayrıca akciğerlerin kütlelerinde ve hacminde bir artışa neden olur (Ostrowski ve diğerleri 2012).

Kandaki azalmış oksijen seviyesine yanıt olarak böbrekler tarafından Eritroprotein (EPO) salgılanır. Epo nun görevlerinden biri, kemik iliğinde kırmızı kan hücrelerinin olgunlaşmasını uyarmak, böylece kaslara oksijen iletimini arttırmaktır. (Joyner, 2003).

Nefes tutmak, EPO salınımını uyarmanın etkili bir yoludur ve kanımız daha fazla oksijen ile doldurmamızı ve spor performansını arttırmasını sağlar. (Lemaitre F. Ve ark., 2010) Nefes Tutma egzersizleri ile vücut düşük oksijen seviyelerine maruz bırakıldığında EPO konsantrasyonu %24’e kadar artacağını kanıtlayan bir çalışma yapıldı. Mid Sweden Üniversitesi Natural Sciences Departmanı’ndan De Brujin ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada; on sağlıklı gönüllünün katıldığı çalışma, her bir set arasında on dakikalık dinlenme sürelerinin olduğu beş maksimum süreli nefes tutma uygulaması gerçekleştirilen üç set içermektedir.

Sonuçlar, EPO konsantrasyonunda %24 lük bir artış gösterdiğini, son nefes tutma uygulamasından üç saat sonra en yüksek değere ulaştığını ve iki saat sonra başlangıç değerine döndüğünü ortaya koymuştur (Brujin ve diğerleri, 2007).

Schagatay ve diğerleri 2007 yılında tarafından doğal dalgıçlar, profesyonel dalgıçlar ve eğitimsiz dalgıçlar kapsayan yedi erkek gönüllü üzerine bir çalışma yaptılar. Biri yüzleri suyun altında diğeri dışarıda olmak üzere iki set halinde süreleri maksimum seviyeye yakın olan beş nefes tutma gerçekleştirdiler. Her bir nefes tutmanın arasında ikişer dakikalık dinlenme süresi vardı ve iki set yirmi dakika arayla gerçekleştirildi. Hemotakrit

(Hct) ve Hemoglobin (Hb) seviyeleri suyun içindeki ve dışındaki nefes tutmalar sırasında yaklaşık %4 artış gösterdi. Yüzün suyun altında olmasının sonuçlar üzerinde gözle görülür bir artışa sebep olmamasından dolayı yazarlar “ nefes tutmanın ya da sonuçlarının dalak kasılmasını başlatan ana uyaran olduğu” sonucuna varmışlardır.

Dalak Kan bankası olarak görev yapan bir organdır; vücut, oksijen ihtiyacında artış sinyali verdiğinde dalak, kırmızı kan hücrelerinin depolarını serbest bırakır. (Isbister,1997). Bu nedenle hemoglobin konsantrasyonunun yanı sıra kandaki hemotokritin (kandaki kırmızı kan hücrelerinin yüzdesi) düzenlenmesinde önemli rol oynar. Hemoglobin ve hemotokritte artışa sebep olmak ise kanın oksijen taşıma kapasitesini artırır ve aerobik kabiliyet artar (Aşkinoğlu, 2021).

Kan üç bölümden oluşur; kırmızı hücreler, beyaz kan hücreleri ve plazma. Hemoglobin kırmızı hücrelerde bulunan bir proteindir. Hemotakrit normal koşullar altında kandaki hemoglobin konsantrasyonu ile yakından ilişkilidir. Hemotakrit genellikle erkeklerde %40,7 – 50 ve kadınlarda %36,1-44,3 oranında bulunur. Hemoglobin ise; Erkekler de 13,8-17,2 gr/dl, Kadınlarda ise 12,1-15,1 gr/dl dir. (Gr/dl: Her bir desilitreye karşılık gelen gram) Kanın oksijen taşıma kapasitesini arttıran, böylelikle aerobik yeteneği geliştiren hemoglobin ve hemotakrit artışıyla performans iyileşir (Eckblom, Goldberg ve Gullbring, 1972).

Hb konsantrasyonunun ve Hct yüzdesinin sporda önemli etkileri vardır, çünkü her ikisinin de artan seviyeleri, dokulara dağıtım için kan tarafından daha fazla oksijen taşınmasına izin verir (Eckblom ve diğerleri 1972).

Dalakları tıbbi nedenlerle çıkarılmış gönüllüleri kapsayan başka bir nefes tutma çalışmasında bu organın kanın bileşenini değiştirmekte ne kadar hayati olduğunu göstermiştir. Çalışmada dalağı çıkarılmış on kişi dahil olmak üzere yirmi sağlıklı gönüllüden oluşuyordu. Aralarında iki dakikalık bir dinlenme süresi bulunan maksimum süreli beş nefes tutma gerçekleştirdiler. Sonuçlar dalağı olan gönüllülerin nefes tutmalarına takiben Hct oranlarında %6,4, Hb konsantrasyonunda %3,3 artış gösterdiğini ortaya koydu. Ancak dalakları çıkarılmış gönüllülerde nefes tutma sureti ile kanda kaydedilmiş hiçbir değişiklik olmamıştır (Schgatay ve diğerleri. 2001).

Yapılan başka bir çalışmada elit erkek elit yüzücüler sekiz haftalık hiperkapnik – hipoksik antrenman programına katıldılar, haftada üç gün otuz ila kırk beş dakika antrenman yaptılar. Her yüzücü, bireysel olarak, sübjektif bir hisle nefesini olabildiğince uzun süre tuttu. Nefes tutma sırasında hiperkapnik bir etki sağlamak için, bir kapnometre tarafından kontrol edilen, verilerin nefesteki CO₂ nin 45mmHg'nin altında olması gerekiyordu. Kontrol grubu, sekiz hafta boyunca haftada üç kez bir koşu bandında ek aerobik antrenman seansları gerçekleştirdiler. Çalışma sonucunda deneklerde Vo₂ maks da 10,79 oranında bir artış gösterdi, kontrol grubunda ise %1,35 lik bir artış gözlemlendi (Bakovic ve diğerleri. 2003).



Şekil 64. Kapnometre

Solunum fonksiyonunun biyokimyasal yönünü değerlendiren bu yöntem, kapnografi olarak adlandırılır. Kapnografi, kişinin nefes verişinin sonundaki ortalama CO₂ kısmi basıncının ölçer ve aynı zamanda end-tidal CO₂ (ETCO₂ olarakta bilinir. Ortalama bir insan için normal aralık 35 – 40 mmHg arasındadır ve <35 mmHg değerleri tipik olarak bir solunum düzeni bozukluğunun varlığını gösterir. (Bradley ve Esformes, 2014)

Profesyonel sporcuların oksidatif stresi arttıran yoğun fiziksel egzersizin erken yaşlanmaya, kalpte hasara ve bunamaya katkı yapabileceğine dair belgelenmiş kanıtlar vardır (Bennet ve diğerleri. ,2009).

Serbest radikaller, Metabolik aktivite sırasında oksijenin ayrışması ile oluşan moleküllerdir. Solunum ile belli bir miktar serbest radikal üretilir. Vücudun savunma mekanizması moleküllerden glutatyon, ubikinon, flavonoidler ve A, E, C vitaminleri gibi

antioksidanlar ise nötrale sistemimizdir. Bu sistemin yenik düştüğü durumlara ‘‘Oksidatif Stres’’ durumu denir.

Serbest radikaller oldukça reaktiftirler ve diğer hücrelere saldırarak dokulara zarar verirler ve lipitleri, proteinleri ve DNA’ yı olumsuz yönde etkilerler (Devasagayam ve diğerleri, 2004).

Fiziksel egzersiz sırasında solunum ve metabolizma artışına bağlı olarak oluşan yoğun serbest radikal oluşumu ve bunların detoksifiye edilmesi için gerekli olan antioksidanlar arasında bir dengesizlik kas güçsüzlüğüne, yorgunluğa ve sürantrenmana sebep olur (Urso ve Clarkson, 2003).

Maraton koşusu ve aşırı rekabetler üzerine yapılan araştırmalarda da aynı sonuçlara varılmıştır. Journal American College Nutrition’da yayınlanan bir makalede Guillaume Machefer ve meslektaşları, aşırı koşmanın antioksidan savunma kapasitesini azaltıp azaltmadığını araştırdılar. ‘‘ Kum Maratonu’’ adı verilen ultra maraton katılan altı iyi eğitilmiş sporcudan kan örnekleri aldılar. Sahra Çölü’nde altı gün boyunca altı normal maratonun eş değeri koşu gerçekleştirdiler. Kan örnekleri yarışın tamamlanmasından yetmiş iki saat sonra alındı. Araştırmalar ‘‘ kan antioksidan savunma kapasitesinin önemli ölçüde değiştiğine’’ dikkat çekerek ‘‘ aşırı rekabetin oksidan ve antioksidan koruma arasında bir dengesizlik yarattığı’’ sonucuna vardılar (Machefer ve diğerleri, 2004)

Aşırı serbest radikal birikimine karşı alternatif ve tamamen doğal olan yöntem düzenli fiziksel egzersiz programlarına nefes tutma uygulamalarını ekleyerek BOLT skorunu yükseltmektir. Nefes verdikten sonra nefes tutmak oksijen doygunluğunda azalmaya neden olarak laktik asit artışını tetikler ve CO2 seviyeleri de artarak hidrojen iyonları konsantrasyonlarında yükselmeye neden olur ve bu da kanı daha çok asitlendirir. Tekrarlayan nefes tutma uygulamaları ile bu süreçlere adaptasyon gelişir. Yüksek BOLT skorunun bir diğer yararı daha düşük solunum hacmi ve daha az serbest radikal üretimi demektir ve daha az kas hasarı, sakatlık, yaralanma ve erken yaşlanma riski azalır.

Araştırmalar, nefes tutma egzersizlerinin kişinin hipoksemiye (kandaki düşük oksijen seviyelerine) toleransını arttırabildiğini ve kandaki asitliği azaltabileceğini, oksidatif stresi ortadan kaldırdığını ve laktik asit birikimini azaltabildiğini göstermiştir (Fabrice ve diğerleri 2003).

Sporcularda yapılan çalışmalar, nefes verdikten sonra nefes tutmanın vücutu kasıtlı olarak yüksek asit seviyelerine maruz bıraktığını, böylece toleransı geliştirdiğini ve rekabet sırasında yorgunluğun başlamasını geciktirdiğini göstermiştir (Woorons ve diğerkleri 2010).

Oyunculardan doksan dakikalık yoğun aktivite boyunca formlarını ve konsantrasyonlarını sürdürebilmelerinin beklendiğı futbol gibi bir takım sporunda oyunun sonuna kadar gidebilme ve yorgunluktan kaçınabilme kabiliyeti takımın başarısında etkili olabilir.

Solunumun Biyomekanik açıdan önemli bir basamağı da ana solunum kası olan Diyaframdır. Diyafram solunum kası, solunumu gerçekleştirmek ve hareket sırasında postüral kontrol ve stabilizasyonu sağlamak için gereklidir (Hodges ve Gandevia, 2000). Statik ve dinamik stabilite için gerekli olan kaslar diyafram, transversus abdominis (enine karın kasları), multifidus ve pelvik taban kaslarını içerir. Enine karın kasları ve diyafram, stabilite ve postüral destek için en önemli rolü oynar (De Troyer ve diğerkleri., 1990). Kaslar uyum içinde çalıştığında, bel omurgasını korumak için ideal karın içi basınç oluşur (Hodges ve Gandevia, 2000).

Nefes alış sırasında diyafram aşağı doğru hareket eder ve alt kaburgalar göğüs kafesinin hacmini artırmak için dışa doğru hareket eder, bu da akciğerklere hava çekmek için göğüs içindeki basıncı azaltır. Nefes alıştan sonra diyafram yukarı doğru gevşer ve dinlenme pozisyonuna geçer. Diyaframın nispeten sabit bir dinlenme pozisyonuna geri hareket etmesiyle birlikte, düzenli bir solunum hızı ve solunum derinliğı nedeniyle düzenli bir solunum modeli elde edilir. Nefes veriş takiben diyaframın son konumu, apozisyon bölgesinin korunmasında önemli bir rol oynar (Aşkinoğılu, 2021).

Apozisyon bölgesi, alt kaburgalardan başlayan ve diyaframın tepesine kadar uzanan diyafram silindirik alanını ifade eder. Bu alan, nefes verme sırasında diyaframın dinlenme konumuna doğru gerçekleşen hareketinden etkilenir.

BOLT skoru düşük olduğunda kişi hem dinlenme hem de fiziksel egzersiz sırasında orantısız bir hava açlığı hissedebilir. Bu, diyaframın optimal dinlenme pozisyonuna geri dönmemesiyle kısmi bir nefes verişe neden olabilir. Nefes veriş kısmi olduğunda ve tamamlanmadığında, diyafram daha düz ve daha düşük bir konumda kalır ve daha küçük

bir apozisyon bölgesine neden olur. Bu da basınç oluşumunu azaltır (Chaitow ve diğerleri., 2013).

Fonksiyonel solunum paterni, alt kaburgaların nefes alış sırasında dışa, nefes veriş sırasında içe doğru hareket etmesidir. Solunum sırasında lateral kaburgaların hareketi, kaburgaları dışa doğru itmek için apozisyon bölgesi boyunca hareket eden yeterli karın içi basınç oluştuğunda meydana gelir (Urmey ve diğerleri, 1985; De Troyer ve diğerleri., 1997). Solunum sırasında üretilen karın içi basınç, postüral desteğin ve stabilizasyonun korunmasına yardımcı olur (Key, 2013).

McGill (2009) şu görüştedir: “Kor hakkında çok fazla mitoloji var. Korun yalnızca karın kasları anlamına geldiğine dair fikir, önce eğitmenlere ve onlar aracılığıyla da halka ulaştı. Bunun arkasında bilim yoktur.” (Key, 2013).

Kor kontrol mekanizmaları hem solunum hem de postüral kontrolü içerir ve karın içi oluşumuyla ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Nefes alış sırasında diyafram aşağı doğru hareket eder, bu da postüral kontrol ve stabilizeye katkıda bulunur. Diyafram aşağı doğru hareket ettikçe karın bölgesinde pozitif bir basınç oluşur. Bu, omurganın ve pelvisin ön kısmına destek sağlamak için şişirilmiş bir balon gibi davranır. Ağırlık kaldıran bir kişi, omurgayı sertleştiren karın içi basıncı arttırmak için doğal olarak nefes alır ve nefesini tutar.

Bununla birlikte, yükleme koşulları altında düzenli bir solunum modeli, aşırı spinal kompresyon riskini azaltan "daha optimal" karın içi basınç seviyeleri ile sonuçlanır (Beales ve diğerleri., 2010; Key, 2013). Karın içi basınç, alt göğüs kafesinin öne, arkaya ve yanlara doğru genişlemesine neden olur.

Fonksiyonel solunum ve fonksiyonel hareket, fonksiyonel aktiviteler sırasında postüral destek sağlamak için uygun olan karın içi basınç oluşumunu içerir (Key, 2013). Omurganın sertliği, karın içi basınç solunum döngüsü boyunca dalgalandıkça değişir. Yoğun fiziksel egzersiz sırasında yoğunlaşan solunum, postüral kontrolün önüne geçer.

Sporcular spor performansını arttırmak için antrenman yaparlar ve düzenli aerobik antrenmanları kardiyovasküler ve iskelet kası fonksiyonlarını iyileştirirken, solunum kaslarının işleyişini iyileştirmez (Wagner, 2005; Pedersen ve Saltin, 2015).

Alison McConnell'in "Breathe Strong, Perform Better" adlı kitabında belirttiğine göre, akciğerler fiziksel eğitime yanıt vermiyor. Fiziksel egzersiz akciğer hacmini artırmaz, akciğer fonksiyonunu iyileştirmez veya akciğerlerin kana oksijen aktarma yeteneğini geliştirmez (Wagner, 2005; McConnell, 2011).

Yoğun fiziksel egzersiz sırasındaki solunum hızı dakikada kırk ila elli nefes arasında artabilir. Her nefesin hacmi yaklaşık üç litre hava olduğu için bu, dakikada 120-150 litrelik bir solunum hacmine denk gelebilir. Olimpik seviyedeki erkek dayanıklılık sporcularında tidal hacim beş litreye kadar çıkabilir ve bu da 200 ila 250 litrelik bir dakikalık ventilasyon ile sonuçlanır (McConnell, 2011).

Fiziksel egzersiz sırasında solunum önemli ölçüde arttığından, artan nefes alma ve nefes verme işi, solunum kaslarına fazladan talepte bulunur ve genellikle solunum kas yorgunluğuna yol açar. Egzersiz fizyoloğu Tim Noakes'e göre, ana solunum kasımız olan diyaframın ve diğer solunum kaslarının hem karma dövüş sanatları veya boks gibi kısa süreli, yüksek yoğunluklu egzersizler hem de maraton koşusu gibi daha uzun süreli egzersizler sırasında tükenebileceğine dair güçlü kanıtlar vardır (Noakes, 1991).

Karbondioksit verilen solunum tepkisi, fiziksel egzersiz sırasında solunum kaslarının çalışmasını etkiler. BOLT skoru düşük olan kişiler, belirli bir egzersiz yoğunluğu ve süresi için daha fazla nefes alırlar. Bu fazla solunum hem inspiratuar hem de ekspiratuar kasların çalışmasında önemli artışlar gerektirir (Amann, 2012).

Solunum kasları yorulduğundan, solunum kaslarını desteklemek için kan akışı bacaklardan solunum kaslarına yönlendirilir. Çalışan kaslara daha az kan akışı olunca bacaklar yorulur ve sporcu yavaşlamaya veya egzersizi tamamen bırakmaya zorlanır. Bacaklara giden kan akışındaki bu azalma muhtemelen "inspiratuar kas metaborefleksi" nedeniyledir. Başka bir deyişle, solunum kasları çok çalıştığında, laktik asit gibi metabolik yan ürünler içlerinde birikir. Çok yüksek metabolit konsantrasyonu, bacaklara kan akışı da dahil olmak üzere kan dolaşımının azalmasına neden olur. Solunum teknikleri üzerine yapılan araştırmalar, nefes alma çabasını azaltarak bacaklara giden kan akışının yüzde 7'ye kadar arttığını göstermiştir (Aşkınoğlu, 2021).

Herhangi bir kası adapte olmaya teşvik etmek için o kasın normalden daha fazla çalıştırılması gerektiği genel olarak kabul edilir. Aerobik fiziksel egzersiz, solunum

kaslarının rahatlık sınırları içinde yapıldığından, uyum sağlamak için yeterli bir uyaran değildir. Yüksek yoğunluklu egzersiz de etkili bir yük sağlamaya yetecek kadar uzun süre sürdürülemediğinden, solunum kas gücünü geliştirmek için uygun değildir.

Kamıtlar, farklı fitness seviyelerine sahip sağlıklı sporcuların yüzde 50'sinden fazlası yüksek yoğunluklu egzersiz nöbetlerinden sonra diyafram yorgunluğu geliştireceğinden, solunum kas eğitimi sırasında hedeflenecek en önemli solunum kasının diyafram olduğunu göstermektedir (Ramsook ve diğerleri 2016).

Fonksiyon açısından solunum kasları, inhalasyon (nefes alışı) sırasında kullanılan inspiratuar kaslara ve ekspirasyon (nefes veriş) sırasında kullanılan ekspiratuar kaslara ayrılır. Solunum kaslarının doğal elastikiyeti nefes vermeye yardımcı olduğundan ekspiratuar kaslar daha az çaba gerektirir. Bu nedenle, en fazla iş inspiratuar kaslar tarafından gerçekleştirilir ve yorgunluğa en yatkın olan kas grubu budur. Dirence karşı nefes almak, özellikle inspiratuar kasları hedef aldığı için inspiratuar kas eğitimi olarak bilinir (Aşkınoğlu, 2021).

Güçlü bir hava açlığı yaratmak için pasif bir nefes verişin ardından nefesi tutmak, kanın asit-baz dengesinin bozulmasına neden olur. Nefes tutuldukça fazla karbondioksit kanı akciğerler yoluyla terk edemez ve oksijen hücreler tarafından çekilmeye devam eder. Karbondioksitte bir artış (hiperkapni) ve kan oksijen doygunluğunda (hipoksi) bir azalma ile diyaframdaki rahatsızlık hissinin bu kombinasyonu, solunum merkezinin, kan gazlarını normale döndürmek amacıyla solunumu başlatmak üzere solunum kaslarına impulslar göndermesine neden olur.

Nefes tutma devam ettikçe, bu uyarıların yoğunluğu artar ve diyaframın tekrar tekrar kasılmasına neden olur. Esas itibarıyla, nefes tutuluyken kasılan diyafram bu şekilde egzersiz yapmış olur. Diyafram ve inspiratuar göğüs kafesi kasılmalarının göreceli yoğunluğu, kişi solunum yapmaya başlamadan önce potansiyel olarak “yorucu” seviyelere yaklaşır (Cross ve diğerleri., 2013).

Elit yüzücüler arasında hiperkapnik-hipoksik antrenmanın solunum kas gücü üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada araştırmacılar, hiperkapnik-hipoksik rejime tabi tutulan yüzücülerin, normal solunum yapan yüzücülere kıyasla inspiratuar kaslarının gücünü önemli ölçüde iyileştirdiği sonucuna vardı. Solunumlarını azaltan

yüzücüler, inspiratuar kas kuvveti değerlerini yüzde 14,9 ve ekspiratuar kas kuvveti değerlerini yüzde 1,9 oranında iyileştirdi. Araştırmacılar, nefesin gönüllü olarak tutulmasının, spor performansında önemli bir rol oynayan diyaframın kalınlığını büyütmek için solunum kaslarının istemsiz kasılmalarına neden olabileceğini belirtti (Karaula ve Leko, 2016).

Solunum kas eğitiminin egzersiz performansını iyileştirdiği mekanizmalar tam olarak belirlenmemiş olsa da olumlu etkiler, doğrudan solunum kas yorgunluğu üzerindeki etkiyle veya dolaylı olarak çalışan kaslara kan akışı dağılımının iyileştirilmesiyle açıklanabilir. İlaveten, solunum kas eğitimi sırasında artan solunum direnci, normal fiziksel egzersiz sırasında algılanan eforu da azaltabilir ve böylece sporcunun dayanıklılığını artırabilir (McConnell ve Romer, 2004).

Solunum kasları güçlenince bacaklara giden kan akışında bir azalmaya yol açmadan önce artan egzersiz yoğunluğuyla daha iyi başa çıkabilir ve sonuçta performansı ve dayanıklılığı iyileştirir. Solunum kas eğitiminin etkileri, kürek çekme, sürekli ağır dayanıklılık egzersizi (Romer, McConnell ve Jones, 2002) ve bisiklet süre performansı (Johnson, Sharpe ve Brown, 2007) dahil olmak üzere çeşitli sporlarda gösterilmiştir.

Disfonksiyonel solunumun varlığı, bireyin kardiyovasküler fitness seviyesini yansıtmaz. Dinlenme sırasında optimal olmayan solunum, egzersiz sırasında optimal olmayan solunum anlamına gelir. Araştırmalar, disfonksiyonel solunumu bel ağrısı ve boyun ağrısı da dahil olmak üzere bir dizi sağlık durumuyla ilişkilendirmiştir. Ayrıca kas-iskelet sistemini olumsuz etkilediği kanıtlanmıştır (Kiesel ve diğerleri.,2017).

Örneğin kürekçiler üzerinde yapılan bir araştırmada, sporcuların yüzde 25'i bel ağrısından dolayı antrenmana katılmadıklarını belirtmiştir (Bahretal, 2004). Solunum vücudun en hayati işlevlerinden biridir, bu nedenle solunum düzeni optimalin altına düştüğünde solunumun sürdürülmesine yardımcı olmak için kor kas işlevi gibi diğer işlevlerden ödün verilecektir.

Araştırmacılar kor kas fonksiyonun disfonksiyonel solunum sıkıntısı çekenlerde önemli ölçüde farklı olduğu sonucuna varmışlardır. Kor kası disfonksiyonu bel ağrısı, boyun ağrısı ve ön çapraz bağ sakatlanması gibi çeşitli kas-iskelet problemleriyle ilişkilendirilmektedir. Ayrıca genel olarak sakatlanma riskinde artış vardır. Hastaları

rehabillite ederken genellikle kor kas egzersizleri reçete edilir. Bununla birlikte, solunum fonksiyonu, bu konu hakkındaki bilinen rolüne rağmen tıp uzmanları tarafından çoğunlukla göz ardı edilmektedir (Kiesel ve diğerleri., 2017).

Göğüs solunumu ve fazla dakika ventilasyonu kombinasyonu, solunum kimyasında önemli sorunlara neden olabilir. Özellikle kan dolaşımındaki karbondioksit seviyelerinde düşüşü tetikleyebilir. Bu düşüşe cevaben kanın pH'ı yükselir ve böylece solunumsal alkaloz durumu oluşur. Solunum alkalozu, vücudun fizyolojik, psikolojik ve nöronal durumlarında, kişinin sağlığı ve performansı ile kas-iskelet sistemi üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilecek değişiklikleri aktive edebilir (Bradley ve Esformes, 2014).

Vücuttaki kimyasal değişikliklere ek olarak, solunumsal alkalozu olan bireyler ayrıca yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi, ışığa duyarlılık, uyku güçlüğü, göğüs ağrısı, kramplar ve nefes darlığı hissi gibi bir dizi semptom bildirirler. Fiziksel aktiviteye katılan bir sporcu için, anormal bir solunum modelinin varlığı, kaçınılmaz olarak yetersiz performansla sonuçlanan erken nefes darlığı veya kas yorgunluğu olarak kendini gösterebilir (Chapman ve diğerleri., 2016).

Göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husus, normal solunum mekaniğinin postür ve spinal stabilizasyondaki önemli rolüdür. Çalışmalar, solunum modeli bozukluklarının artan ağrıya neden olabileceğini ve motor kontrol eksikliklerine, böylece işlevsiz hareket modellerine katkıda bulunabileceğini göstermiştir (Bradley ve Esformes,2014).

Bradley ve Esformes, 2014 yılında solunum modeli bozuklukları ile fonksiyonel hareket arasındaki ilişki üzerine bir araştırma yaptılar. Çalışmaya otuz dört sağlıklı erkek ve kadın katıldı. Sonuçlar, deneklerin dinlenme haindeki ETCO₂ ve dinlenme halindeki solunum hızının solunum modeli bozukluklarının en hassas ölçümleri olduğunu gösterdi. Toplamda, deneklerin yüzde 70'i düzensiz sonuçlara sahip olarak tanımlandı ve yüzde 50 ile yüzde 60 arasında anormal puanlar vardı (Bradley ve Esformes, 2014).

Tablo 17. Bradley & Esformes, 2014, Çalışma Sonuçları

	Ortalama	Min.	Mak.
Dinlenme ETCO₂ (mmHg)	33.70 ± 2.74	27.70	39.33
Dinlenme SH (nefes/dk.)	18.39 ± 3.41	12.25	25.2
Faal SH (nefes/dk.)	24.30 ± 3.06	17.65	30.64
Nefes Tutma Süresi (sn.)	19.22 ± 5.05	10.57	34.13
Nijmegen anketi	9.24	0.00	27.00

(Bradley & Esformes,2014)

Bradley ve Esformes'e göre, fonksiyonel hareket, temel hareket modellerini doğru ve verimli bir şekilde tamamlarken kinetik zincir boyunca yeterli hareketlilik ve stabilite üretme ve sürdürme yeteneği olarak tanımlanır (Bradley ve Esformes, 2014).

Yetersiz hareket modelleri sergileyenlerde fonksiyonel hareket taramasının sakatlanmayı doğru bir şekilde öngördüğü kanıtlanmıştır. Ek olarak, Nijmegen anketinde daha yüksek puanlar alan denekler, FMS™ (Functional Movement Screen – Fonksiyonel Hareket Taraması) testi sırasında daha yüksek bir solunum hızına ve daha düşük bir ETCO₂'ye sahipti. Solunum hızı yüksek olan kişilerde daha düşük ETCO₂ ölçümleri vardı.

Diyafragmatik solunum yapanlar ve göğüs solunumu yapanlar karşılaştırıldığında, ilginç bir şekilde, dinlenme halindeki ETCO₂ ölçümleri ilk grupta önemli ölçüde daha yüksekti (diyafragmatik: ortalama=35.47mmHg, göğüs: ortalama=32.14mmHg). Araştırma ayrıca, daha yüksek bir ETCO₂'nin, daha yüksek bir FMS™ puanı ile pozitif olarak ilişkili olduğunu ortaya koydu (Bradley ve Esformes, 2014).

FMS testinde zayıf solunum düzenine sahip denekler daha düşük puan aldığından, solunum modeli bozuklukları ile fonksiyonel hareket arasındaki ilişki de kanıtlanmıştır. Toplamda, FMS testini geçenlerin yüzde 87,5'i diyafram solunumu yapanlar olarak sınıflandırıldı. Bu sonuçlar, fonksiyonel hareket için fonksiyonel solunum modelinin önemini göstermektedir (Bradley ve Esformes, 2014).

Chapman ve arkadaşlarına göre, düzensiz solunum modellerini düzeltmek veya yeniden eğitmek ve merkezi sinir sisteminin normal motor kontrol modellerini eski haline getirmek için yeni sinirsel bağlantılar kurulabilir. “Solunum modeli normalleştirilemezse hareket modelleri de normalleştirilemez.” (Chapman ve diğerleri., 2016).

Dakikada ventilasyonu, bir dakikada vücuda alınan hava hacmini ifade eder. Solunum hızının tidal hacim ile çarpılmasıyla hesaplanır. Normal dakika ventilasyonu dört ila altı litredir



ALTINCI BÖLÜM METABOLİK ALAN TESTLERİ VE FUTBOL

Futbolda metabolik alan testleri, maç benzeri koşullar sırasında oyuncuların fizyolojik taleplerini ve metabolik tepkilerini değerlendirmek için tasarlanmış değerlendirmelerdir. Bu testler antrenörlerin ve spor bilimcilerinin ilgili enerji sistemlerini anlamalarına, oyuncuların kondisyon seviyelerini belirlemelerine ve antrenman programlarını buna göre uyarlamalarına yardımcı olur.

Bu testler ve teknolojiler, bir futbolcunun metabolik profilinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayarak antrenörlerin belirli enerji sistemlerini hedef alan ve genel performansı artıran antrenman programları tasarlamasına olanak tanır. Sporun talepleri bağlamında bir oyuncunun metabolik yeteneklerine ilişkin bütünsel bir bakış elde etmek için bir dizi testin entegre edilmesi önemlidir.

Futbol performansının değerlendirilmesinin çok yönlü olduğunu ve kapsamlı bir analizde genellikle bu faktörlerin bir kombinasyonunun dikkate alındığını belirtmek önemlidir. Performans değerlendirilirken ayrıca müsabakanın bağlamı, rakibin gücü ve diğer durumsal faktörler de dikkate alınarak alan testleri organize edilmelidir.

6.1. 30-15 Aralıklı Fitness Testi (IFT)

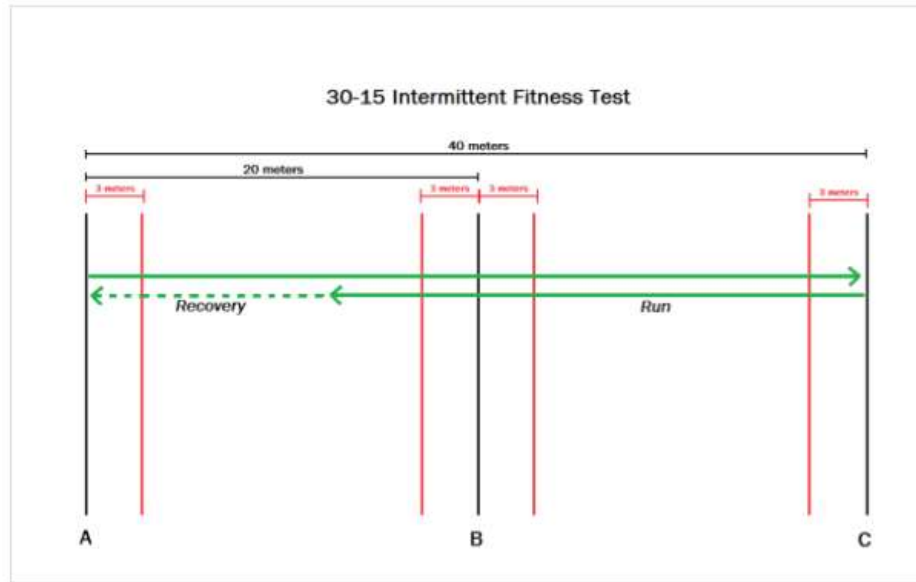
Atletizm veya diğer dayanıklılık aktiviteleri (örneğin kürek, triatlon, bisiklet, yüzmeye) haricinde çoğu spor egzersizinin doğası aralıklıdır. Aralıklı sporlardaki performans, sürekli sabit submaksimal mekanik işi sürdürme kapasitesinden ziyade hız, çeviklik, güç, patlayıcı güç ve kısa maksimal üstü egzersiz nöbetlerini tekrarlama yeteneği ile ilişkilidir. Bu nedenle, güç ve kondisyon yaklaşımı açısından, aralıklı spor antrenörlerinin öncelikleri, aralıklı sporlar sırasında atletik egzersizler ve maksimum güç programları yoluyla performansı öngören fizyolojik değişkenleri artırmak ve sürdürmektir.

Maksimum oksijen alımını geliştirmek ve yoğun egzersiz müsabakalarını tekrarlama yeteneğini geliştirmek için takım sporlarının çoğunda yüksek yoğunluklu anaerobik aralık antrenmanı da düzenli olarak planlanmaktadır. Yüksek aerobik kapasitenin, yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz sırasında toparlanma kinetiği üzerinde faydalı bir etkiye

sahip olabileceği ve bir futbol maçı sırasında oyun performansını ve toplam yüksek yoğunluklu koşu mesafesini etkileyebileceği gösterilmiştir (Helgerud ve diğerleri, 2001).

Litaratürde diğer testlere alternatif olarak güvenilirliği daha önce gösterilmiş olan IFT nin, kapsamı mekik aralıklı antrenman seansları sırasında istenenlere benzer fizyolojik değişkenleri içermesidir. Bunlara örnek; yön değiştirirken alt ekstremitelerin patlayıcı gücü, aerobik nitelikler ve egzersiz devreleri arasında toparlanma yeteneği verilebilir (Buchheit, 2005).

Test, alışılmış protokollere kıyasla yön değişikliğini ve daha yüksek bir maksimum hızı içeren aşamalı bir aralıklı test protokolü kullanır. Üstelik Buchheit'e göre; 30-15 testinin sonunda ulaşılan son hız, eş zamanlı olarak aerobik kapasite, anaerobik kapasite, nöromüsküler sistem ve ayrıca eforlar arası toparlanma ile ilişkilidir (Buchheit ve Myorobie, 2010)



Şekil 65. IFT Test Alanı

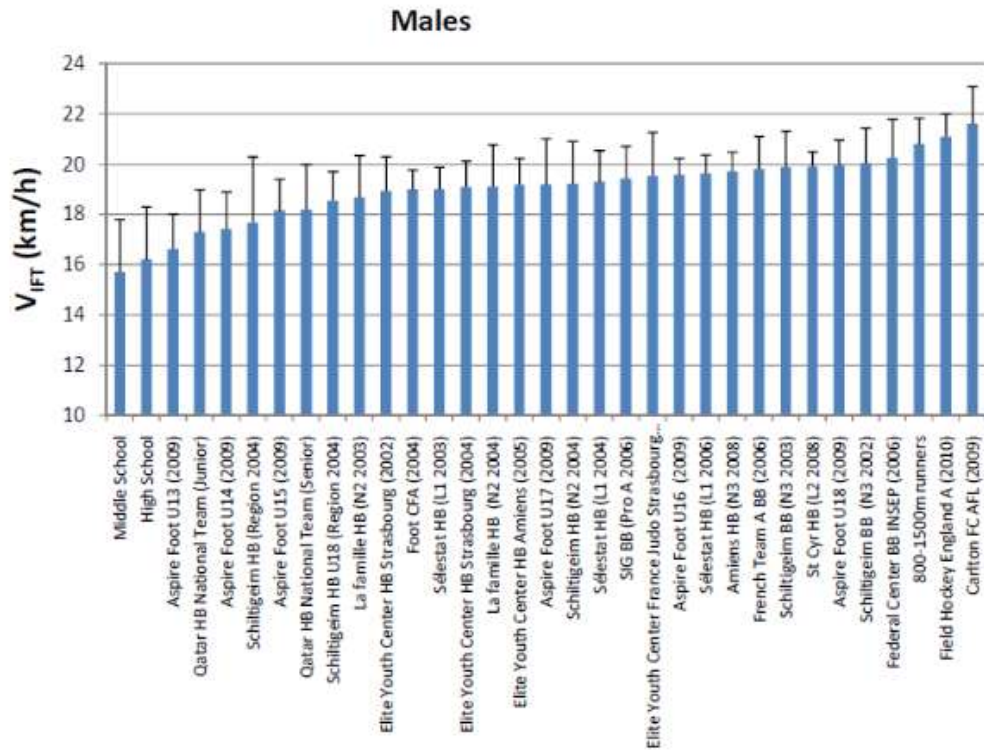
Üç sıra koni oluşturulmalı ve A, B ve C olarak etiketlenmelidir. B hattı A hattından 20 metre uzakta olmalı ve C hattı B hattından 20 metre uzakta olmalıdır. Farklı bir renk konisi kullanarak 3 m'lik bir koni kullanın. Bölge ayrıca A ve C hattı için de ayarlanır. B hattı, B hattının her iki tarafında birer tane olmak üzere 3 metrelik iki bölge arasında olacaktır.

Sporcular teste A hattından başlayacaklardır. İlk bip sesinde, 30 saniye boyunca, ikinci bip sesinde B çizgisini, üçüncü bip sesinde C çizgisini, dördüncü bip sesinde tekrar B çizgisini geçmelerine olanak sağlayacak şekilde belirli bir hızda koşacaklar. vb. 30 saniye farklı bir bip sesiyle gösterilene kadar. Sporcuların her bip sesi için 3 metrelik tampon bölge içerisinde olmalarına izin verilir.

Test, sporcunun tamamen bitkin olması ve kendi isteğiyle durması veya sporcunun art arda üç kez bip sesiyle sonraki 3 metrelik bölgeye ulaşamaması durumunda sona erer. Tamamlanan son etaptaki koşu hızı maksimum aerobik hız olarak alınır.

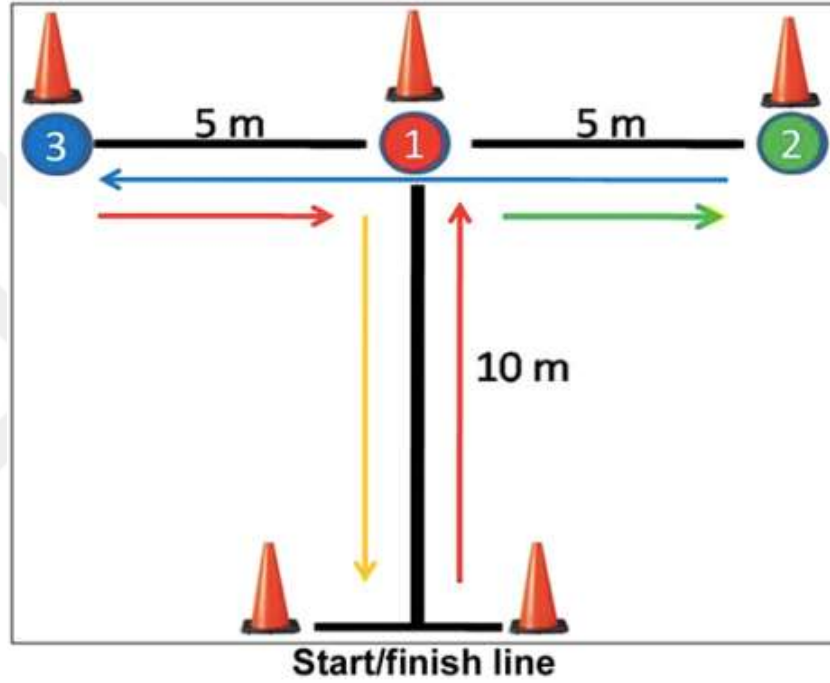
Test, oyuncunun bireysel maksimum oksijen tüketimini tahmin etmek/hesaplamak için kullanılabilir; $VO_{2max} = 28,3 - 2,15 G - 0,741 A - 0,0357 W + 0,0586 A \times VIFT + 1,03 VIFT$; burada G cinsiyeti (kadın = 2, erkek = 1), A yaşı ve W ağırlığı temsil eder.

Tablo 18. Erkek Futbolcuların Ortak IFT Test Puanları



6.2. ‘T’ Test

Çeviklik T Testi, futbol da dahil olmak üzere çeşitli spor dallarında yaygın olarak kullanılan bir çeviklik alıştırmasıdır. Bir sporcunun hızlı ve verimli bir şekilde yön değiştirme yeteneğini ölçmek için tasarlanmıştır. Test, çeşitli yön değişikliklerini içeren T şeklinde bir parkurda mümkün olduğunca hızlı koşmayı içerir.



Şekil 66. T Test Parkuru

Düz bir yüzey üzerinde T şeklinde bir rota oluşturmak için konileri veya işaretleyicileri kullanılır. T'nin ana gövdesi yaklaşık 10 metre uzunluğunda, yatay kısmı ise yaklaşık 5-10 metre genişliğinde olmalıdır. Koniler sporcuya parkur boyunca rehberlik edecek özel bir düzende kurulmalıdır.

Sporcu T'nin tabanından öne doğru bakacak şekilde başlar ve Atlet hazır olduğunda T'nin tepesine doğru hızla koşar. T'nin tepesine ulaştıktan sonra sporcu, T'nin yatay kısmı boyunca sola veya sağa (test tasarımına bağlı olarak) yanal bir karıştırma gerçekleştirir. Daha sonra başlangıç noktasına doğru geri geri koşar.

Sporcunun parkuru tamamlamak için harcadığı toplam süre kaydedilir. Konilere devirmek, doğru düzeni takip etmemek veya parkuru talimatlara uygun şekilde tamamlamamak testi geçersiz kılar.

Daha hızlı zamanlar daha iyi çeviklik ve hızlı yön değiştirme yeteneklerini gösterir. Çeviklik T Testinde sporcular performans sürelerine göre karşılaştırılabilir.

Çeviklik T Testi futbol ve diğer sporlarda kullanılan birçok çeviklik testinden yalnızca biridir. Yaralanmaları önlemek için çeviklik testlerini gerçekleştirmeden önce uygun ısınmanın sağlanması çok önemlidir ve test kurulumunda ve yönetiminde tutarlılık, zaman içinde doğru karşılaştırmalar yapmak için çok önemlidir.

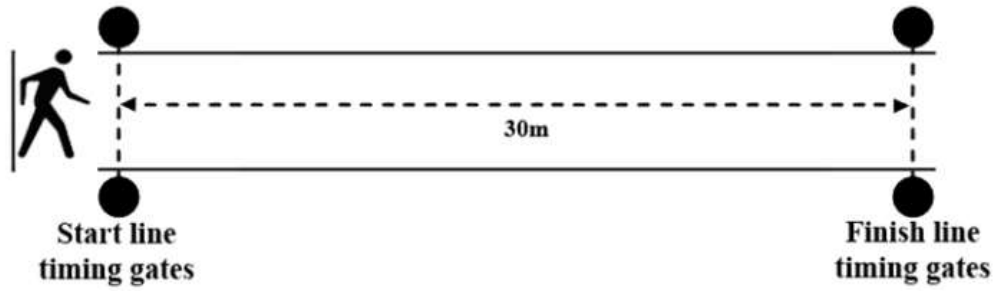
Tablo 19. T Testi Normatif Data

Ranking	Males (seconds)	Females (seconds)
Excellent	<9.50	<10/50
Good	9.51-10.50	10.51-11.50
Average	10.51-11.50	11.51-12.50
Poor	>11.50	>12.50

Yetişkin takım sporu sporcularının t-testini tamamlamak için harcadıkları sürenin mükemmelden kötüye doğru sıralaması (Hoffman, 2006'dan uyarlanmıştır).

6.3. “30” Metre Sprint Testi

30 metrelik sürat testi, futbol da hız ve ivmeyi ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir test protokolüdür. Bir oyuncunun kısa mesafeyi ne kadar hızlı kat edebileceğini değerlendirir; bu, rakibi kovalamak, hızlı hücum yapmak veya gol pozisyonuna geçmek gibi durumlarda çok önemlidir. Futbolda 30 metrelik sürat testinin tipik olarak nasıl yapıldığına dair genel bir bakış:



Şekil 67. 30 Metre Sprint Testi Parkur Modeli

Saha veya parkur üzerinde 30 metrelik düz ve düz bir mesafe işaretlenir. Sprint, sporcunun hareket etmeye başladığı andan 30 metre sınırını geçene kadar zamanlanır. Her oyuncunun sprint tamamlaması için geçen süreyi kaydeder. Yorgunluğun sonuçları etkilemesini önlemek için denemeler arasında yeterli dinlenme önemlidir.

Tablo 20. 30 M. Sprint Test Normatif Dataları

30 meter Sprint Rating	Male	Female
Excellent	< 4.0	< 4.5
Above Average	4.2 - 4.0	4.6 - 4.5
Average	4.4 - 4.3	4.8 - 4.7
Below Average	4.6 - 4.5	5.0 - 4.9
Poor	> 4.6	> 5.0
Reference: Davis B. et al; Physical Education and the Study of Sport; 2000		

Test genellikle yaralanma riskini en aza indirmek için düz, kaymaz bir yüzey üzerinde yapılır. Daha hızlı zamanlar daha iyi hız ve ivmeyi gösterir. 30 metrelik sürat testi sonuçları antrenörler tarafından bir oyuncunun patlayıcı hızını değerlendirmek, geliştirilecek alanları belirlemek ve antrenman programlarını buna göre uyarlamak için kullanılabilir.

30 metrelik sürat testi düz çizgide hızın değerlendirilmesi açısından değerli olsa da futbolun çok yönlü hareketleri içerdiğini unutmamak önemlidir. Bu nedenle antrenörler genellikle bir oyuncunun hızını, çevikliğini ve genel atletizm özelliklerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için testler ve alıştırmaların bir kombinasyonunu kullanır. Ek

olarak, 30 metre sprint performansı, oyuncunun takım içindeki konumu ve rolü ile ilgili diğer faktörlerle birlikte dikkate alınmalıdır.



YÖNTEM

Yapılan bu araştırmada Fonksiyonel Hareket Taraması, Y Balans Testi, Fonksiyonel Hareket Kapasitesi Testi, Vücut Oksijen Seviye Testi ile Metabolik alan Testlerinden 30-15 Aralıklı Fitness Seviye Testi, T Testi ve son olarak 30 Metre Sprint Testleri kullanılmış ve bu testler literatürde kabul görmüş rakamsal boyutta normlar taşıdığından Nicel Yöntemi kullanılmıştır ve elde edilen veriler sayısal bazda olacağından kullanılmış teknik ise veri analizi tekniğidir.

Çalışma grubu olarak Yatılı sistem uygulayan, yetiştirici takım kimliği ile ön plana çıkmış profesyonel bir futbol kulübü altyapısından U17/16 ve U19/18 grupları dahilinde 34 sporcu katılmıştır. Araştırma iki gün sürmüştür, ilk gün Fonksiyonel Hareket Tarama Protokolleri (FMS, YBT, FCS) uygulanmış, sonraki gün ise Metabolik Alan Testleri uygulanmıştır. Testlemeler öncesi her grubun, taramalar içerisindeki parametreleri yanıltma ya da olumsuz etkileme durumları oluşmaması adına, dinlenik halde olmaları gerekliliğinden dolayı bir gün öncesinden antrenman yapmamaları konusunda bilgilendirilmişlerdir.

Fonksiyonel Hareket Taramasında (FMS) sporculara 7 hareket üzerinden 0-1-2-3 olmak üzere skorlar verilmiştir. Her hareket üç kez uygulanmıştır. Eğer sporcu hareket esnasında ağrı hissederse o hareketten sıfır almış olur ve test devam etmesine izin verilmez. Eğer sporcu harekete girmekte başarılı olamaz ise 1 puan alır. Hareketi algılar fakat optimali sağlayamazsa 2 puan, optimali her tekrarda sağlar ise 3 puan alır.

Bu hareketler sırası ile; Derin Çömelme, Yüksek Adımlama, Öne Adımla Çömelme, Omuz Mobilitesi, Aktif Düz Bacak Kaldırma, Gövde Stabilitesi Şınavı ve son olarak Rotasyon Stabilitesi'dir.

Y Balans Testinde (YBT) sporcuların alt ve üst ekstremiteleri ile ayak bileği kapalı kinetik zincir dorsifleksiyon açılarının asimetrisi taranmıştır. Bunun için alt ekstremitte bölgesi anterior uzanma ve medial lateral uzanmalar gerçekleştirmiş ve anterior uzanmalarda 4cm medial ve lateral uzanmalarda 6 cm ve üstü asimetrisi taranmıştır. Ayrıca ayak bileği kapalı kinetik zincir dorsifleksiyon açılarında da 35-40 derece optimal aralık aranmıştır. Üst ekstremitede ise frontal uzanma ve superior, inferior bölgelerde

gövde rotasyonlarında asimetriler aranmış ve frontal uzanma için 4 cm yukarı ve superior, inferior rotasyon uzanmalar için ise 6 cm ve yukarısı asimetriler taranmıştır.

Fonksiyonel Hareket Kapasitesi (FCS) için sporculardan ilk adımda alt ve üst motor kontrol performansları taranmış, daha sonra patlayıcı performans kısmına geçilmiştir. Bu bölümde sporculardan kendi boy uzunluklarının %110 geçmeleri beklenmiş ve bu performansı göstermeye çalışırken vücutlarını simetri kullanıp kullanmadıkları taranmıştır. Sonraki bölüm olan devamlı sıçramalar ile patlayıcı kuvvetin devamlılığında asimetrik yapıların olup olmadığı taranmıştır. Bu asimetri bulmak için protokolün kendi formülüzasyonları kullanılmıştır. Son basamak olan postürel dayanıklılıkta sporculardan kendi kilolarının %75 ağırlığını 7m. 62cm mesafe aralığında minimum 90 saniye ya da 250 feet taşımaları istenmiştir.

Vücut Oksijen Seviye Testinde (BOLT); sporculardan dinlenik haldeyken derin solunum yapmaları ve aldıkları nefeslerini boşaltmaları istenmiş ve bu şekilde nefes tutmaları istenmiştir. Test süresi boyunca boyun bölgesinde karotis alanda herhangi bir yutkunma refleksi oluşması ya da boyun kaslarında istemsiz bir hareket görüldüğünde test sonlandırılır. Bunun sebebi ilk istemli nefes alış olmadan önce refleks olarak bu yapılarda ilk kassal hareketlenme gerçekleşmesidir.

Metabolik Alan Protokollerinde ise 30-15 Aralıklı Fitness Testinde (IFT) ise protokolün içerisindeki artan sıklıklar ile yönlendirmeli ses yardımı ile maksimal koşabildikleri ve tükendikleri nokta tespit edilmiştir.

T Testi ile çeviklik performansları, 30 Metre sprint ile de ivmelenme performansları süre bazında tespit edilmiştir.

Verilerin analizi ise; Araştırma sonucunda elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS 26 yazılım paketi kullanılarak yapılmıştır. Veriler değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (sayı, yüzde, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Tanımlayıcı veriler olarak ortalama (X) ve standart sapma (ss) değerleri sunulmuştur. Normallik testinde shapiro-wilk testi kullanılmıştır. Test sonucunda veriler normal dağılım göstermektedir. Gruplar arası farkı tespiti için bağımsız örneklem t test analizi uygulanmıştır.

BULGULAR

Tablo 21. U16/17 yaş kategori sporcularının antropometrik ölçümleri

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	U16/17	16	15,50	,516	15	17
Vücut Ağırlığı (kg)	U16/17	16	67,44	7,72	59,00	88,00
Boy Uzunluğu (cm)	U16/17	16	1,79	,07	1,68	1,95
BMI (%)	U16/17	16	21,09	1,14	19,32	23,14

Yapılan Çalışmada elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir.

Tablo 21 incelendiğinde U16/17 yaş kategori sporcularının yaşları $15,50 \pm 0,516$, vücut ağırlığı $67,44 \pm 7,72$, boy uzunluğu $1,79 \pm 0,07$ ve BMI $21,09 \pm 1,14$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 22. U18/19 yaş kategori sporcularının antropometrik ölçümleri

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	U18/19	18	17,50	,707	17	19
Vücut Ağırlığı (kg)	U18/19	18	71,36	7,81	55,00	87,00
Boy Uzunluğu (cm)	U18/19	18	1,80	0,06	1,69	1,90
BMI (%)	U18/19	18	21,96	1,15	19,26	24,10

Tablo 22 incelendiğinde U18/19 yaş kategori sporcularının yaşları $17,50 \pm 0,707$, vücut ağırlığı $71,36 \pm 7,81$, boy uzunluğu $1,80 \pm 0,06$ ve BMI $21,96 \pm 1,15$ olarak tespit edilmiştir.

Tablo 23. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının FMS skorlarının karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	N	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	T	Sd	P
FMS	U18/19	18	14,22	1,93	12,00	18,00	3,110	31,957	,004*
	U16/17	16	12,25	1,77	9,00	15,00			

Tablo 23 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının toplam FMS skorları (14,22±1,93) ile U16/17 (12,25±1,77) yaş kategori sporcularının toplam skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (t=3,110, sd=31,957, p<,004). Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının toplam FMS skorları U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olduğundandır.

Tablo 24. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek skorlarının karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
Anterior Sol Yöne	U18/19	18	58,94	4,95	52,00	70,00	2,154	31,655	,039*
	U16/17	16	55,31	4,87	51,00	67,00			
Anterior Sağ Yöne	U18/19	18	59,33	4,83	51,00	68,00	3,335	31,978	,002*
	U16/17	16	54,06	4,39	48,00	64,00			
Posteromedial Sol Yöne	U18/19	18	115,28	7,66	98,00	124,00	3,763	31,842	,001*
	U16/17	16	106,25	6,32	95,00	121,00			
Posteromedial Sağ Yöne	U18/19	18	114,22	7,87	102,00	130,00	2,749	28,896	,010*
	U16/17	16	105,81	9,73	90,00	130,00			

Posterolateral Sol Yöne	U18/19	18	111,56	8,09	96,00	129,00	2,460	31,892	,020*
	U16/17	16	104,94	7,59	87,00	122,00			
Posterolateral Sağ Yöne	U18/19	18	111,11	6,98	102,00	128,00	2,645	31,172	,013*
	U16/17	16	104,63	7,27	93,00	119,00			

Tablo 24 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek skorları Anterior Sol Yöne, Anterior Sağ Yöne, Posteromedial Sol Yöne, Posteromedial Sağ Yöne, Posterolateral Sol Yöne ve Posterolateral Sağ Yöne ile U16/17 yaş kategori sporcularının toplam skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek skorları U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasıdır.

Tablo 25. U17 ve U19 yaş kategori sporcularının YBT üst ve alt çeyrek toplam skorlarının karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
LQ_COMP_SOL	U18/19	18	100,74	7,02	88,70	112,90	2,553	31,975	,016*
	U16/17	16	95,02	6,04	79,80	104,40			
LQ_COMP_SAG	U18/19	18	100,34	6,92	88,90	111,30	2,409	30,779	,022*
	U16/17	16	94,36	7,49	81,00	110,60			
UQ_COMP_SOL	U18/19	18	94,44	13,14	71,60	116,30	,201	31,136	,842
	U16/17	16	93,65	9,81	85,10	113,90			
UQ_COMP_SAG	U18/19	18	93,99	11,19	77,30	119,80	,723	29,382	,476
	U16/17	16	90,91	13,41	68,70	115,10			

Tablo 25 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek toplam skorları Sol Yöne ve Sağ Yöne ile U16/17 yaş kategori sporcularının alt çeyrek toplam skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek toplam skorlarının U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasıdır. Ancak U18/19 yaş kategori sporcularının YBT üst çeyrek toplam skorları Sol Yöne ve Sağ Yöne ile U16/17 yaş kategori sporcularının üst çeyrek toplam skorları arasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 26. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının T-test karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
T Test	U18/19	17	7,22	0,26	6,74	7,63	-9,405	32	,000*
	U16/17	16	8,93	0,72	7,09	9,65			

Tablo 26 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının t test sonuçları ($7,22 \pm 0,26$) ile U16/17 ($8,93 \pm 0,72$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t = -9,405$, $sd = 32$, $p < ,000$). Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının t test sonuçlarının U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 27. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının 30m sürat test karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
30m sürat test	U18/19	18	4,12	0,11	3,91	4,31	-,460	27,283	,649
	U16/17	16	4,14	0,15	3,80	4,46			

Tablo 27 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının 30m sürat test sonuçları ($4,12 \pm 0,11$) ile U16/17 ($4,14 \pm 0,15$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($t=-,460$, $sd=27,283$ $p>,649$).

Tablo 28. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının MaxVo2 karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
MaxVo2	U18/19	18	53,91	2,58	50,49	58,85	3,104	31,227	,004*
	U16/17	16	51,11	2,67	45,98	55,77			

Tablo 28 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının MaxVo2 değerleri ($53,91 \pm 2,58$) ile U16/17 ($51,11 \pm 2,67$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t=3,104$, $sd=31,227$ $p<,004$). Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının t test sonuçlarının U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır

Tablo 29. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının Bolt skor karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
Bolt	U18/19	18	22,24	8,63	9,62	37,40	1,933	30,604	,063
	U16/17	16	17,32	6,13	9,61	30,51			

Tablo 29 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının Bolt skorları ($22,24 \pm 8,63$) ile U16/17 ($17,32 \pm 6,13$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($t= 1,933$, $sd=30,604$ $p>,063$).

Tablo 30. U16/17 ve U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi karşılaştırma tablosu: Bağımsız örneklem T-testi

Değişken	Gruplar	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	t	sd	p
Taşıma testi (saniye)	U18/19	18	38,94	13,48	22,00	69,00	2,894	31,766	,007*
	U16/17	16	26,81	10,94	13,00	55,00			
Taşıma testi (mesafe)	U18/19	18	101,11	43,98	50,00	225,00	1,391	31,998	,174
	U16/17	16	81,25	39,26	25,00	175,00			

Tablo 30 incelendiğinde, U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi (saniye) değerleri ($38,94 \pm 13,48$) ile U16/17 ($26,81 \pm 10,94$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($t= 2,894$ $sd=31,766$ $p<,007$). Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi (saniye) değerlerinin U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi (mesafe) değerleri ($101,11 \pm 43,98$) ile U16/17 ($81,25 \pm 39,26$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($t= 1,391$, $sd=31,998$ $p>,174$).

TARTIŞMA

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında, profesyonelliğe aday bu yaş grupları olan U16-17 ve sonraki yaş grubu olan U18-19 grubu olmak üzere toplam 34 erkek sporcunun Fonksiyonel Hareket Taramaları (FMS), 'Y' Balans Test (YBT), Fonksiyonel Hareket Kapasitesi (FCS), Vücut Oksijen Seviye Testi (BOLT) ile Literatür tarafından kabul edilmiş futbola özgü beceriler için ihtiyaç olan kardiyovasküler dayanıklılığın ana göstergesi VO₂maks, çeviklik ve yön değiştirme, sürat gibi parametreleri tespit etmek için kullandığımız 30-15 Aralıklı Fitness Testi (IFT), 'T' Testi ile '30' Metre Sprint Testlerinin elde edilen sonuçları birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Tüm verilerin analizi ışığında; U16-17 sporcularının FMS ortalamaları $12,25 \pm 1,77$ iken U18-19 sporcularının FMS ortalamaları $14,22 \pm 1,93$ 'tür. Buna göre U16-17 ile U18-19 yaş kategori sporcularının toplam skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının toplam FMS skorları U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olduğundandır.

Literatür içerisinde benzer çalışmalardan Arslan ve diğerleri 2017'de 13 ve 17 yaş erkek futbolcuların FMS skorlarının karşılaştırıldığı bir çalışma örnek gösterilebilir. Çalışmanın U13 sporcular üzerindeki FMS ortalamaları $14,07 \pm 1,63$ iken U17 sporcularında $16,60 \pm 1,50$ 'dir ve düşük yaş sporcuların FMS skorlarının daha düşük çıkabildiği ve yaralanma risklerini daha fazla taşıdıkları söylenebilir.

Ayrıca YBT sonuçlarında ise her iki grubun alt ve üst çeyrek olmak üzere toplam skorlar alınmıştır. U16-17 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek toplam skorları sol taraf $95,02 \pm 6,04$ iken U18-19 sporcularının $100,34 \pm 7,02$ 'dir. Sağ taraf toplam skorları ise U16-17 sporcularının $94,36 \pm 7,49$ iken U18-19 sporcularının $100,34 \pm 6,92$ 'dir. Alt çeyrek taramada Sol Yön ve Sağ Yön olmak üzere U18-19 sporcuları ile U16/17 yaş kategori sporcularının alt çeyrek toplam skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının YBT alt çeyrek toplam skorlarının U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasıdır.

Ancak U18/19 yaş kategori sporcularının YBT üst çeyrek toplam skorları Sol Yöne $94,44 \pm 13,14$ ile Sağ Yöne $93,93 \pm 11,19$ iken U16-17 sporcularının üst çeyrek toplam

skorları Sol Yöne $93,65 \pm 9,81$ ile Sağ Yöne $90,91 \pm 13,41$ ile anlamlı bir fark tespit edilememiştir.

Çıkan sonuçlar ışığında özellikle alt ekstremite bölgesinde sagittal ve transvers planlarda anlamlı fark söz konusu olup U16-17 sporcuların alt ekstremite yaralanmalarına daha açık olduğu sonucuna varmaktayız.

YBT ile ilgili literatürü ele aldığımızda Ünver ve diğerleri. 2023 yılında yaptığı bir çalışmada, Futbolcularda Kor Kuvveti ve Fonksiyonel Hareket Taraması ve Dinamik Dengenin Yaralanma Hikayesi Üzerine Etkilerini araştırmışlardır. Çıkan sonuçlarda Fonksiyonel Hareket Taramasının sağ omuz hareketliliği ($p=0,028$ O.R: 3,033) ve sol rotasyon stabilitesi ($p=0,045$ O.R:3.443), Y Denge testinde sol posteromedial ($p=0,044$ O.R: 1,055), sol posterolateral ($p=0,029$ O.R: 1,055) ve posterolateral asimetri varlığı ($p=0,014$ O.R: 0,300), gövde stabilizasyonda ise sağ ve sol kuş-köpek(bird dog) parametrelerinin ($p=0,017$ O.R: 1,091 ve $p=0,008$ O.R: 1,134) yaralanma hikâyesi üzerinde etkisi olduğu bulmuşlardır ve Y denge parametreleri, gövde stabilizasyonunun tüm değerleri ile Fonksiyonel Hareket Taraması parametrelerinden de çapraz adımla, omuz hareketliliği, rotasyon stabilitesi ve sağ aktif düz bacak kaldırma parametreleri spor yaralanma hikâyesini pozitif yönde etkilediğini sonucuna varmışlardır (Ünver F. ve ark,2023).

Vücut Oksijen Seviye Testi skorlarına baktığımızda (BOLT) U16-17 sporcularının $17,32 \pm 6,13$ iken U18-19 sporcularının $22,24 \pm 8,63$ sonucuna varılmış olup istatistiksel anlamda anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fakat U18-19 yaş grubunun antropometrik ölçümleri birbirlerine yakın olmasına rağmen BOLT skorları ortalaması daha yüksektir. Yazar William McArdle, 2009 da yazmış olduğu egzersiz fiziolojisi hakkındaki kitabında şöyle yazmıştır: "Bir kişi normal bir nefes verişten sonra nefesini tutarsa nefes alma dürtüsünün solunumu başlatmaya yetecek kadar artması yaklaşık 40 saniye sürer." (McArdle, 2009).

Literatür de nefes tutma ile ilgili başka yayınlara bakıldığında Stanley ve diğerleri. 1975 yılında 16 denek üzerinde yaptıkları bir araştırmada nefes tutma, basit bir solunum kemosensitivite testinin temeli olarak kullanmışlar ve nefes tutmanın başlangıcında PCO₂'de nefes tutma süresi günlükünde doğrusal bir gerileme sonucuna ve nefes tutma

sürecini CO₂'ye verilen solunum tepkisi ile yakından ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Ayrıca 2009 yılında Nishino'nun yaptığı başka bir çalışmada nefes tutma, dispne hissini tetiklemenin en güçlü yöntemlerinden biri olduğunu ve nefes tutma testinin dispnenin başlangıcı ve süresi hakkında çok fazla bilgi verebileceği sonucuna varmıştır.

MJ. Parkers'ın 2005 de diyaframın nefes tutmadaki önemi ile ilgili yaptığı çalışmada diyaframın artan karbondioksit ve azalan oksijene yanıt olarak beyne sinyaller gönderdiği ve nefes tutma devam ettikçe solunumu yeniden başlamaya zorladığı sonucuna varmıştır.

Göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husus ise U16-17 sporcularının FMS skoru ortalaması 12,25 iken U18-19 sporcularının FMS skorlarının ortalaması 14,22'dir ve her iki grubun FMS skorlarının optimal olan >15/21'den düşüktür. Solunum mekaniğinin postür ve spinal stabilizasyondaki önemli rolünü tekrar hatırladığımızda yapılan başka bir çalışmada solunum modeli bozukluklarının artan ağrıya neden olabileceğini ve motor kontrol eksikliklerine, böylece işlevsiz hareket modellerine katkıda bulunabileceğini gösteren Bradley ve Esformes, 2014 yılında solunum modeli bozuklukları ile fonksiyonel hareket arasındaki ilişki üzerine bir araştırma yapmışlardır. Çalışmaya otuz dört sağlıklı erkek ve kadın katılmıştır. Sonuçlar, deneklerin dinlenme haindeki ETCO₂ (33,70±2,74) ve dinlenme halindeki solunum hızının (18,39±3,41) solunum modeli bozukluklarının en hassas ölçümleri olduğunu göstermiştir. Ayrıca Diyafragmatik solunum yapanlar ve göğüs solunumu yapanlar karşılaştırıldığında, ilginç bir şekilde, dinlenme halindeki ETCO₂ ölçümleri ilk grupta önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır. (Diyafragmatik: ortalama=35.47mmHg, göğüs: ortalama=32.14mmHg). Araştırma ayrıca, daha yüksek bir ETCO₂'nin, daha yüksek bir FHT puanı ile pozitif olarak ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. FHT testinde zayıf solunum düzenine sahip denekler daha düşük puan aldığından, solunum modeli bozuklukları ile fonksiyonel hareket arasındaki ilişki de kanıtlanmıştır. Toplamda, FHT testini geçenlerin yüzde 87,5'i diyafram solunumu yapanlar olarak sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlar, ile fonksiyonel hareket için fonksiyonel solunum modelinin önemini gösterilmiştir.

Yapılan çalışmanın sonucunda karşılaştırılan U16-17 ile U18-19 sporcularının FHT ve BOLT skorları ile VO2maks parametrelerine bakıldığında her üç parametrenin de kendi gruplar içerisinde anlamlı yüksek ve düşük ilişkileri, Bradley ve Esformes' ın çalışmasından çıkan 'daha yüksek FHT skoru daha güçlü solunum düzeni' çıkarımı ile uyumaktadır.

Taşıma Testi değerlerine baktığımızda ise; U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi (saniye) değerleri ($38,94 \pm 13,48$) ile U16/17 ($26,81 \pm 10,94$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi (saniye) değerlerinin U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak U18/19 yaş kategori sporcularının Taşıma testi (mesafe) değerleri ($101,11 \pm 43,98$) ile U16/17 ($81,25 \pm 39,26$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Metabolik Alan Testleri Performanslarına baktığımızda ise; IFT sonucunda tespit edilen U18/19 yaş kategori sporcularının MaxVo2 değerleri ($53, +91 \pm 2,58$) ile U16/17 ($51,11 \pm 2,67$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının t test sonuçlarının U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

U18/19 yaş kategori sporcularının t test sonuçları ($7,22 \pm 2,26$) ile U16/17 ($8,93 \pm 2,72$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark U18/19 yaş kategori sporcularının t test sonuçlarının U16/17 yaş kategori sporcularına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

U18/19 yaş kategori sporcularının 30m sürat test sonuçları ($4,12 \pm 1,11$) ile U16/17 ($4,14 \pm 1,15$) yaş kategori sporcularının sonuçları arasında herhangi bir istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Çeviklik ve yön değiştirme için ihtiyaç olan anatomik planların, 'T' Testi için kullanılan anatomik düzlemler ile Y Balans Testi içerisinde kullanılan anatomik düzlemlerin aynı olduğunu ele aldığımızda; 'T' Testi verilerinde U18-19 sporcularının skorlarının U17-18 sporcularına göre yüksek olmasını, U18-19 sporcularının Y Balans Test skorlarındaki alt ekstremitelerinin U16-17 sporcularına göre anlamlı düzeyde yüksek çıkmasına verebiliriz.

Kara ve Kaplan (2022) profesyonel futbolcuların fonksiyonel hareket analiz puanı ile atletik performans arasındaki ilişkisinin inceledikleri araştırmaya yaşları 17-30 arasında 30 profesyonel futbolcu katılmıştır. Katılımcıların Fonksiyonel Hareket Analizi Ölçümü, Sürat Testi (10-20-30 Metre) ve Zik Zag Çeviklik Testi (Toplu-Topsuz) ölçülmüştür. Fonksiyonel hareket analizi toplam puanı, fonksiyonel hareket analizi alt testlerinden gövde rotasyon denge puanı, engel adımı puanı, omuz hareketliliği puanı ve derin çömelme puanı ile atletik performans arasında anlamlı ilişki olmadığı ($p>0,05$), fonksiyonel hareket analizi alt testlerinden FHA öne düz çökme puanı ile MaxVO2 ve çeviklik (topsuz) arasında, FHA aktif düz bacak kaldırma puanı ile sürat (30m) ve FHA şınav puanı ile mekik (30 sn) arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Fonksiyonel hareket analizinin profesyonel futbolcularda atletik performansı test etmekte yeterli bir tarama aracı olmadığı görülmektedir.

Fonksiyonel Hareket Protokolleri ile Metabolik Alan Testlerinin Karşılaştırıldığı bu çalışmada Fonksiyonel Hareket Taraması bünyesindeki Y Balans Testi (YBT) ve Fonksiyonel Hareket Kapasitesi (FCS) gibi protokolleri kullanılmasındaki bir diğer amaç; futbola özgü becerilerin gerçekleştirebilmek için gerekli olan biyomotor becerilerin geniş tarama yelpazesidir.

Özetle; U18-19 yaş grubunun, U16-17 sporcularına göre futbol becerilerine yönelik daha fazla antrenman müsabaka vb. yüklere maruz kalması, ayrıca iki grup arasındaki yaş farkından kaynaklanabilecek büyüme süreci aktif dönemi içerisinde olmaları ve bu süreçlerin oluşturduğu fizyolojik değişikliklerden kaynaklanabilecek faktörlere bağlı olarak özellikle U16-17 sporcularının sonuçlarının sınırlanabileceği göz önüne alınmalıdır. Bu ve benzeri sebeplere bağlı olarak; U16-17 sporcularının VO2maks, çeviklik, sürat gibi becerilerinin U18-19 sporcularına göre düşük çıkmasını Fonksiyonel Hareket Taraması Protokollerinden (FMS, YBT, FCS) aldıkları düşük skorlara ayrıca fizyolojik farklılıklardan kaynaklandığını söyleyebiliriz.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışma ile futbol branşında atletik performans belirteçlerini, sadece futbolun biyomotor gereklilikleri belirlemek için kullanılan Metabolik Alan Testleri ile değil aynı zamanda Fonksiyonel Hareket Tarama Protokollerini de tümünden bakış açısı ile kullanmamız gerektiğini ve elde edilen veriler ışığında yaş gruplarındaki antropometrik verilerin yakın olması sürecinde futbola özgü müsabaka, antrenman vb. dataların düşük olmasının yaralanma riskini ortadan kaldırmadığını göstermektedir.

Fakat futbola özgü becerileri geliştirmek için kullanılan sprint, yön değiştirme, şut çekme gibi yöntemlerinden doğan seçici kas aktivitesi süreçleri vücudun beceriyi sürdürebilme adına kompanse hareket mekanizmaları ürettiği literatür tarafından kabul görmüştür.

Futbolun biyomotor ihtiyaçlarını ele aldığımızda en önemli parametre olan dayanıklılığın ana gerekliliği olan VO₂maks belirteci çok önemli bir yapıtaşdır. Optimal bir kalp-dolaşım sistemi ve solunum sistemi ilişkisine ihtiyaç vardır. Solunum ilkesini iki başlık altında ele alabiliriz. Solunumun Fonksiyonelliği ve Biyomekaniği. Eğer insan hareket sisteminde hareketi temelden ele almamız gerekliliğini göz önüne alırsak solunumu da en temelden ele almamız gerekir yani biyomekanik açıdan.

Solunumun Biyomekanik açıdan önemli bir basamağı da ana solunum kası olan Diyaframdır. Diyafram solunum kası, solunumu gerçekleştirmek ve hareket sırasında postüral kontrol ve stabilizasyonu sağlamak için gereklidir (Hodges ve Gandevia, 2000). Statik ve dinamik stabilite için gerekli olan kaslar diyafram, transversus abdominis (enine karın kasları), multifidus ve pelvik taban kaslarını içerir. Enine karın kasları ve diyafram, stabilite ve postüral destek için en önemli rolü oynar (De Troyer ve diğerleri., 1990). Kaslar uyum içinde çalıştığında, bel omurgasını korumak için ideal karın içi basınç oluşur (Hodges ve Gandevia, 2000).

Kanıtlar, farklı fitness seviyelerine sahip sağlıklı sporcuların yüzde 50'sinden fazlası yüksek yoğunluklu egzersiz nöbetlerinden sonra diyafram yorgunluğu geliştireceğinden, solunum kas eğitimi sırasında hedeflenecek en önemli solunum kasının diyafram olduğunu göstermektedir (Ramsook ve diğerleri 2016).

Araştırmacılar kor kas fonksiyonun disfonksiyonel solunum sıkıntısı çekenlerde önemli ölçüde farklı olduğu sonucuna varmışlardır. Kor kası disfonksiyonu bel ağrısı, boyun

ağrısı ve ön çapraz bağ sakatlanması gibi çeşitli kas-iskelet problemleriyle ilişkilendirilmektedir (Kiesel ve diğerleri., 2017).

Chapman ve arkadaşlarına göre, düzensiz solunum modellerini düzeltmek veya yeniden eğitmek ve merkezi sinir sisteminin normal motor kontrol modellerini eski haline getirmek için yeni sinirsel bağlantılar kurulabilir. “Solunum modeli normalleştirilemezse hareket modelleri de normalleştirilemez.” (Chapman ve diğerleri., 2016).

Yapılan çalışma ve elde edilen benzer kaynakların sonuçlarından yola çıkarak futbol branşında biyomotor ihtiyaçlar için gerekli olan atletik performansın gelişimi için öncelikle aerobik ve anaerobik belirteçlerin tespiti ve geliştirilmesi değil koordineli olarak sporcunun solunum ve fonksiyonel hareket etme becerisinin tespiti ve geliştirilmesi de çok önemli olmaktadır.

Bundan dolayı eğer sporcularda solunum ve fonksiyonel hareket kapasitelerinde tümünden bakış ile tespit edilen riskler söz konusu ise solunum performansının ve lokomotor sistemin düzeltici egzersiz stratejileri ile geliştirilmesi ve devamında aerobik ve anaerobik belirteçlerin desteklenmesi, literatürdeki futbolda hazırlık ve müsaba dönemindeki antrenman programlarına eklenmesi ve tekrar gözden geçirilmesinin önemi arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Aagaard, J.L.A., Dyhre Poulsen, P., Leffers, A.M., Wagner, A., Magnusson, S.P., Halkjaer-Kristensen, J., & Simonsen, E.B. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 534, 613-623.
- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen J.L., Magnusson, S.P., Halkjaer-Kristensen, J., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 89, 2249-2257.
- Ahtiainen, J.P., Pakari, A., Alen, M., Kramer, W.J., & Hakkinen, K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal training in strength-trained and untrained men. *J Physiol*, 89, 555-563.
- Akın, S., Coşkun, Ö.Ö., Özberk, Z., Ertan, H., & Korkusuz, F. (2004). Profesyonel ve amatör futbol oyuncularının fiziksel özellikler ve izokinetik diz kaslarının konsantrik kuvvetinin karşılaştırması. *Artroplastik Artroskopik Cerrahi (Yeni Adı: Eklem Hastalıkları ve Cerrahisi)*, 15(3), 161-167.
- Amann, M. (2012). Pulmonary system limitations to endurance exercise performance in humans. *Experimental Physiology*, 97(3), 311-318.
- Armstrong, R.B. & Laughlin, M.H. (1984). Exercise blood flow patterns within and among rat muscles after training. *American Journal of Physiology*, 246, 59-68.
- Arslan, S., Engin, D., & Gökmen, Y. (2017) 13 ve 17 yaş erkek futbol oyuncularının fonksiyonel hareket taraması skorlarının karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakülte Dergisi*, 1(3), 112-116.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*, 619, 1-155.
- Bangsbo, J. (1994). *Fitness training in football: a scientific approach*. Doktora Tezi, University of Copenhagen, Copenhagen August Krogh Institut, Copenhagen.
- Bangsbo, J., Norregaard, L., & Thorsøe, E. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16, 110-116.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer-with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*, 150, 615.
- Barnai, M., Laki, I., Gyurkovits, K., Angyan, L., & Horvath, G. (2005). Relationship between breath-hold time and physical performance in patients with cystic fibrosis. *European Journal Applied Physiology*, 95(2-3), 172-178.
- Bastiaans, J.J., Van Diemen, A.B., Veneberg, T., & Jfukendrup, A.E. (2001). The effects of replacing a portion of endurance training by explosive strength training on performance in trained cyclists. *Eur J Appl Physiol*, 86, 79-84.
- Behm, D.G., & Sale, D.G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *J Appl Physiol*, 74, 359-368.

- Bennet, S., Grant, M.M., & Aldred, S.J. (2009). Oxidative stress in vascular dementia and alzheimer's disease: a common pathology. *Journal of alzheimer disease, JAD*, 17(2), 245-57.
- Bergh, U., Thorstensson, A., Sjodin, B., Hulten, B., Piehl, K., & Karlsson, J. (1978). Maximal oxygen uptake and muscle fiber types in trained and untrained humans. *Med Sci Sports*, 10, 151-154.
- Berthoin, S., Dupont, G., Mary, P., & Gerbfaux, M. (2001). Predicting sprint kinematic parameters from anaerobic field tests in physical education students. *J Strength Cond Res*, 15, 75-80.
- Bloomfield, J., Polman, R., O'donoghue, P., & Mcnaughton, L. (2007). Effective speed and agility conditioning methodology for random intermittent dynamic type sports. *J Strength Cond Res*, 21, 1093-1100.
- Bompa, T.O., & Carrera, M.C. (2005). *Periodization training for sports: science-based Strength and Conditioning Plans for 20 Sports*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Boyle, MJ., Butler, RJ., & Queen, RM. (2016). Functional movement competency and dynamic balance after anterior cruciate ligament reconstruction in adolescent patients. *J Pediatr Orthop.*, 36(1), 36-41.
- Bradley, H., & Esformes, J. (2014). Breathing pattern disorders and functional Movement. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, (9)1.
- Bret, C., Rahmani, A., Dufour, A.B., Messonnier, L., & Lacour, J.R. (2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100 m sprint running. *J Sports Med Phys Fitness*, 42, 274-281.
- Brujin, R., Richardson, M., & Schagatay, E. (2008). Increased erythropoietin concentration after repeated apneas in humans. *Eur J Appl Physiol*, 102, 609-613.
- Buchheit, M. (2005). *The 30-15 intermittent fitness test: reliability and implication for interval training of intermittent sport players*. In: ECSS Proceedings. Belgrade.
- Butler, R. Arms, J., & Reiman, M. et al. (2014). Sex differences in dynamic closed kinetic chain upper quarter function in collegiate swimmers. *Journal of athletic training*, 49(4), 442-446.
- Butler, RJ., Lehr, M.E., Fink, M.L., Kiesel, K.B., & Plisky, P.J. (2013). Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports Health*, 5(5), 417-422.
- Butler, RJ., Myers, H.S., & Black, D., et al. (2014). Bilateral differences in the upper quarter function of high school aged baseball and softball players. *International journal of sports physical therapy*. 9(4), 518-524.
- Byrne-Quinn, E., Weil, J.V., Sodal, I.E., Filley, G.F., & Grover, R.F. (1971). Ventilatory control in the athlete. *J. Physiol*, 30(1), 91-8.
- Chang, H.R. (2011). *Nitric oxide, the mighty molecule: its benefits for your health and well-being*. Amerikan Birleşik Devleti: The Mind Society.

- Coen, B., Urhausen, A., Coen, G., & Kindermann, W. (1998). Der fußball-score: bewertung der körperlichen fitness. *Dt. Zschr. f. Sportmed*, 49(6), 187-192.
- Conley, M.S., Stone, M.H., O'Braynt, H.S., Johnson, R.L., Honeycut, D.R., & Hoke Peak, T.P. (1993) *Power versus power at maximal oxygen uptake. In: Proceedings of National Strength and Conditioning Association Annual Convention*. Las Vegas, NV.
- Cook, G. & Plisky, P. (2015) *Functional Movement Systems* Birleşik Amerikan Devleti: Target Publications
- Costill, D.L., Coyle, E.F., Fink, W.F., Lesmes, G.R., & Witzmann, F.A. (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Journal of Applied Physiology: Respiratory Environmental Exercise Physiology*, 46, 96-99.
- Costill, D.L., Fink, W.J., Ivy, J.L., Getchell, L.H., & Witzmann, F.A. (1979). Lipid metabolism in skeletal muscle of endurance-trained males and females. *Journal of Applied Physiology*, 28, 251-255.
- Critchley, D. (2002). Instructing pelvic floor contraction facilitates transversus abdominis thickness increase during low-abdominal hollowing. *Physiotherapy Research Internal* 7, 62-75
- Cross, T., Breskovic, T., Sabapathy, S., Maslov, P., Johnson, B., & Dujic, Z. (2013). Respiratory muscle pressure development during breath holding in apnea divers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 93-101.
- Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., & Cole K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes, and fibre types after short sprint training. *J. Physiol*, 78, 163-169.
- De Proft, E. (1988). Strength training and kick performance in soccer. *In Science and Football*, 108.
- Delecluse, C.H., Van Coppenolle, H., Willems, E., Diels, R., Goris, M., Van Leemputte, M., & Vuylsteke, M. (1995). Analysis of 100 m sprint performance as a multidimensional skill. *Journal of Human Movement Studies*, 28, 87-101.
- Deschenes, M. (1989). Short review: rate coding and motor unit recruitment patterns. *J Physiol Sports Sci Res*, 3, 33-39.
- Devasagayam, T.P., Tilak, J.C., Boloor, K.K., Sane, K.S., Ghaskadbi, S.S., & Lele, R.D. (2004). Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *J Assoc Physicians India*, 52, 794-804.
- Dillion, W., Hampl, V., Shultz, P., Rubins, J., & Archer, S. (1996). *Origins of breath nitric oxide in humans*. *Chest.*, 110(4), 930-938
- Doç. Dr. Avşar, P. (2021). *Aerobik ve anaerobik antrenmana adaptasyonlar*. Spor ve Egzersiz Fiziyojisi. Ankara: Spor Yayın Evi ve Kitapevi.
- Ehsani, A.A., Ogawa, T., Miller, T.R., Spina, R.J., & Jilka, S. M. (1991). Exercise training improves left ventricular systolic function in older men. *Circulation*, 83, 96-103.
- Ekstrand, J., Gillquist, I., & Liljedahl, S.O. (1983) Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. *Am J Sports Med.*, 11(3), 116-120.

- Elliott, M.C., WAGNER, P.P., & CHIU, L. (2007). Power athletes and distance training: physiological and biomechanical rationale for change. *Sports Med*, 37, 47-57.
- Fabrice, J., Jean, G.U., Marion, F., Thibault J., Christophe U., Nathalie, K., & Yves, J. (2003). Breath-hold training of humans reduces oxidative stress and blood acidosis after static and dynamic apnea. *Respir Physiol Neurobiol*, 137(1), 19-27.
- Fagard, R.H. (1996). Athlete's heart: A meta-analysis of the echocardiographic experience. *International Journal of Sports Medicine*, 17, 140-144.
- Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress: relationship with exercise and training. *Sport Medicine*, 36(4), 327-358.
- Folland, J.P., & WILLIAMS, A.G. (2007) The adaptations to tions to increased strength. *Sports Med*, 37, 145-168.
- Friedli, W.G., Hallet, M., & Simon, S.R. (1984). Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements. Electromyographic data. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 47, 611-622.
- Fry, A.C., Schilling, B.K., Staron, R.S., Hagerman, F.C., Hikida, R.S., & Thruse, J.T. (2003). Muscle fiber charac-weightlifters. *J Strength Cond Res*, 17, 746-754.
- Fry, A.C., & Kramer, W.J. (1991). Physical performance characteristics of American collegiate football players. *J Appl Sport Sci Res*, 5, 126-138.
- Gabbet, T.J. (2005). Science of rugby league football: a review. *J Sports Sci.*, 23, 961-976.
- Gabriel, D.A., Kamen, G., & Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*, 36, 133-149.
- Gambetta, V. (1996). How to develop sport-specific speed. *Sports Coach*, 19, 22-24.
- Garrison, J.C., Arnold, A., Macko, M.J., & Conway, J.E. (2013). Baseball players diagnosed with ulnar collateral ligament tears demonstrate decreased balance compared to healthy controls. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 43(10), 752-758.
- Garrison, J.C., Arnold, A., Macko, M.J., & Conway, J.E. (2013). Baseball players diagnosed with ulnar collateral ligament tears demonstrate decreased balance compared to healthy controls. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 43(10), 752-758.
- Gorman, P.P., Butler, R.J., Plisky, P., & Kiesel, K.B. (2012). Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 26(11), 3043-3048.
- Gribble, P.A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 47(3), 339- 357.
- Günay, M., & Yüce, I.A. (2008). *Futbol antrenmaninin bilimsel temelleri*. Ankara: Öz Baran Ofset.
- Haff, G.G., Whitley, A., & Potteiger, J.A. (2001). A brief review: explosive exercises and sports performance. *Natl Strength Cond Assoc*, 23, 13-20.

- Hannon, J., Garrison, J.C., & Conway, J. (2014). Lower extremity balance is improved at time of return to throwing in baseball players after an ulnar collateral ligament reconstruction when compared to preoperative measurements. *International journal of sports physical therapy*, 9(3), 356-364.
- Harman E., Frykman, P., Clagett, B., & Kraemer, W. (1988). Intra-abdominal and intra-thoracic pressures during lifting and jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 195-201.
- Hedrick, A. (1999). Soccer specific conditioning. *Strength Cond J* 21(2), 17-21
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc.*, 33, 1925-1931.
- Helgerud, J., Engen, L.C., & Wisloff, U. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc.*, 11, 1925-1931.
- Hemborg, B., Moritz, U., & Hlamborg, J. (1983). Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting-effect of abdominal muscle training in healthy subjects. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 15, 183-196.
- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D.O. (1965). Excitability and inhibitability of motoneurons of different sizes. *J Neurophysiol*, 28, 599-620.
- Hennessy, L.C., & Watson, A.W.S. (1994). The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J Strength Cond Res*, 8, 12-19.
- Hermansen, L., & Wachtlova, M. (1971). Capillary density of skeletal muscle in well-trained and untrained men. *Journal of Applied Physiology*, 30, 860-863
- Hess, H. (1985) *Pussball.In: Pforringer, W. Sport- Trauma und Belastung*. Erlangen: Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft mbH
- Hodges, P., Richardson, C., & Jull, G. (1996). Evaluation of the relationship between laboratory and clinical tests of transversus abdominis function. *Physiotherapy Research International*, 1, 30-40.
- Hodges, P.W., & Richardson, C.A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical therapy*, 77(2), 132-142.
- Hodges, P.W., & Richardson, C.A. (1997). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res.*, 114(2), 362-370.
- Hodges, P.W., & Richardson, C.A. (1996). *Contraction of transversus abdominis invariably precedes movement of the upper and lower limb. In proceedings of the sixth international conference of the international federation of orthopaedic manipulative therapists*. Norway: Lillehammer.
- Hodges, P., Kaigle Holm, A., Holm, S., & Ekstrom, L. (2003). Intervertebral stiffness of the spine is increased by evoked contraction of the transversus abdominis and the diaphragm. *Spine*, 28, 2594-2601.
- Hodges, P.W., & Richardson, C.A. (1997). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, 40(11), 1220-1230.

- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med*, 34, 165-180.
- Hoffmann, H. (1984) *Biomechanik von fuballspannstfen*. Frankfurt/Main: unpublished Dissertation, University of Frankfurt/M.
- Holloszy, J.O., Oscai, L.B., Mole, P.A., & Don, I.J. (1971). *Biochemical adaptations to endurance exercise in skeletal muscle*. In B. Pernow & B. Saltin (Eds.), *Muscle metabolism during exercise* New York: Plenum Press.
- Ilyukhina, V., & Zabolotskikh, I. (2000). Physiological basis of differences in the body tolerance to submaximal physical load to capacity in healthy young individuals. *Human Physiology*, 26(3), 330-336.
- Isbister, J.P. (1997). Physiology and pathophysiology of blood volume regulation. *Transfus Sci.*, 18(3), 409-423.
- İleen, . (1987). Deişik liglerde oynayan blgeseI profesyonel futbol takimlerinin fiziksel ve fizyolojik profilleri. *Spor Hekimligi Dergisi*, 22(2), 83-89.
- Jacobs, I., Esbjrnsson, M., Sylvn, C., Holm, L., & Jansson, E. (1987). Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 368-374.
- Jansson, E., Esbjrnsson, M., Holm, I., & Jacobs, I. (1990). Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males. *Acta Physiologica Scandinavica*, 140, 359-363.
- Jeffreys, I. (2008). Movement training for field sports: soccer. *Strenght Cond J*, 30(40), 19-27.
- Jensen, B.R., Pilegaard, M., & Sjogaard, G. (2000). Motor unit recruitment and rate coding in response to fatiguing shoulder abductions and subsequent recovery. *Eur J Appl Physiol*, 83, 190-199.
- Johnson, M., Sharpe, G., & Brown, P. (2007). Inspiratory muscle training improves cycling time-trial performance and anaerobic work capacity but not critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 761- 770.
- Kamen, G. (1983). The acquisition of maximal isometric plantar flexor strength: a force-time curve analysis. *J Motor Behav*, 15, 63-73.
- Karaula, A.D., Homolak, J., & Leko, G. (2016). Effects of hypercapnic- hypoxic training on respiratory muscle strength and front crawl stroke performance among elite swimmers. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 18(1), 17-24.
- Kiesel, K., Rhodes, T., Mueller, J., Waninger, A., & Butler, R. (2017). Development of a screening protocol to identify individuals with dysfunctional breathing. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(5), 774- 786.
- King, J. (1988). Hyperventilation- a therapist's point of view: discussion paper. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 81(9), 532-536.
- Kisner, C., & Colby, L.A. (2012). *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Fa Davis.
- Komi, P.V. (2003). *Strength and power in sport*. Malden, MA: Blackwell Scientific.

- Krespi, M., Sporis, G., & Popovic, S. (2019). Exponential versus linear tapering in junior elite soccer players: effects on physical match performance according to playing positions. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 8(1).
- Laursen, P.B., & D.G. Jenkins. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Med*, 32, 53-73.
- Lees, A., & Nolan, I., (1998) The biomechanics of soccer: a review. *Journal of Sports Science*, 16(3), 211-234.
- Lemaitre, F., Joulia, F., & Chollet, D. (2010). Apnea: a new training method in sport? *Medical Hypotheses*, 74(3), 413-415.
- Little, T., & Williams, A.G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res*, 19, 76-78.
- Loeschcke, H., Koepchen, H., & Gertz, K. (1958). Effect of hydrogen ion concentration and carbon dioxide pressure in the cerebrospinal fluid on respiration. *Pflugers Archiv Gesamte Physiology Menschen Tiere*, 266(6), 569-585.
- Lum, L. (1975). Hyperventilation: The tip and the iceberg. *Journal of Psychosomatic Research*, 19(5-6), 375-383.
- Lundberg J., & Weitzberg, E. (1999). Nasal nitric oxide in man. *Thorax*, (54), 947-952.
- Lundby, C., Montero, D., & Joyner, M.J. (2017). Biology of VO₂ max: looking under the physiology lamp. *Acta Physiologica*, 220, 218-228.
- Joyner, M.J. (2003). O₂max, blood doping and erythropoietin. *British Journal Sports Medicine*, (37), 190-191.
- MacDougall, J.D., Hicks, A.L., MacDonald, J.R., McKelvie, R.S., Green, H.J., & Smith, K.M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84, 2138-2142.
- Machefer, G., Groussard, C., Rannou-Bekono, F., Zouhal, H., Faure, H., Vincent, S., Cillard, J., & Gratas-Delamarche, A. (2004). Extreme running competition decreases blood antioxidant defense capacity. *Journal American College Nutrition*, 23(4), 358-364.
- Mayer, S.W., Queen, R.M., & Taylor, D. (2015). Functional testing differences in anterior cruciate ligament reconstruction patients released versus not released to return to sport. *Am J Sports Med.*, 43(7), 1648-1655.
- McConnell, A.K., & Romer, L.M. (2004) Respiratory muscle training in healthy humans: resolving the controversy. *International Journal of Sports Medicine*, 25(4), 284-293.
- McConnell, A. (2011). *Breathe strong, perform better*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- McGill, S. (2004). *Ultimate back fitness and performance*. Waterloo, ON: Wabuno.
- McGuire, D.K., Levine, B.D., Williamson, J.W., Snell, P.G., Blomqvist, C.G., Saltin, B., & Mitchell, J.H. (2001). A 30-year follow-up of the Dallas bedrest and training study: II. effect of age on cardiovascular adaptation to exercise training. *Circulation*, 104, 1358-1366.

- Milner-Brown, H.S., Stein, R.B., & Lee, R.G. (1975). Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 38, 245-254.
- Miyamura, M., Hiruta, S., Sakurai, S., Ishida, K., & Sarito M. (1988). Effects of prolonged physical training on ventilatory response to hypercapnia. *Tohoku J Exp Med*, 156, 125-135.
- Moir, G., Sanders, R., Button, C., & Glaister, M. (2007). The effect of periodized resistance training on accelerative sprint performance. *Sports Biomech*, 6, 285-300.
- Montgomery, D.L. (1988). Physiology of ice hockey. *Sports Med*, 5, 99-126.
- Murphy, A.J., Lockie, R.G., & Coutts, A.J. (2003). Kinematic determinants of early acceleration in field sport athletes. *J Sports Sci Med*, 2, 144-150.
- Stanley, N., Cunningham, E.L., Altose, M.D., Kelsen, S.G., Levinson, R.S., & Cerniack, N.S. (1975). Evaluation of breath holding in hypercapnia as a simple clinical test of respiratory chemosensitivity. *Thorax*, 30(3), 337-343.
- Nishino, T. (2009). Pathophysiology of dyspnea evaluated by breath-holding test: studies of furosemide treatment. *Respiratory Physiology Neurobiology*, 167(1), 20-25.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch V. (2009). *Exercises physiology: nutrition, energy, and human performance*. Güney Amerika: Lippincott Williams & Wilkins.
- Noakes, T. (1991). *Lore of running*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Odabaşı S. (2018) *Core gelişimi*. İstanbul: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti.
- Oliver, J., & Middleditch, A. (1991). *Functional anatomy of the spine*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Pala, Ö. (2020) *Futbol antrenörlüğünde fasya nasıl eğitilir?* Dr. Öğr. Üyesi Özlem A. S. içinde, *Fasya Spor ve Harekette*, Ankara: Hipokrat Yayınevi.
- Parkes, M. (2012). The limits of breath holding. *Scientific American*, 306(4), 74-79.
- Pedersen, B. & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in twenty-six different chronic diseases. *Scan J Med Sci Sports*, 3, 1-72.
- Perez- Padilla R., Cervantes, D., Chapela, R., & Selman, M. (1989). Rating of breathlessness at rest during acute asthma: correlation with spirometry and usefulness of breath-holding time. *Rev Invest Clin*, 41(3), 209-213.
- Peterson, M.D., Alvar, B.A., & Rhea, M.R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *J Strength Cond Res*, 20, 867-873.
- Plisky, S.S. (2008). *Speed, agility, and speed-endurance development*. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Plisky, P., Rauh, M.J., Kaminski, T.W., & Underwood, F.B. (2006). Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 36(12), 911-919.
- Power, S.K., & Jackson, M.J. (2008). Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanism and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 88(4), 1243-1276.
- Ramsook, A., Koo, R., Molgat-Seon, Y., Dominelli, P., Syed, N., Ryerson, C., Sheel, A. and Guenette, J. (2016). *Diaphragm recruitment increases during a bout of targeted*, 48(6), 1179-1186.
- Rassovsky, Y., Abrams, K. and Kushner, M. (2006). Suffocation and respiratory responses to carbon dioxide and breath holding challenges in individuals with panic disorder. *Journal of Psychosomatic Research*, 60(3), 291- 298.
- Reilly, T., ed. (1996). *Science and soccer*. London: Chapman & Hall.
- Rico Sanz, J., Rankinen, T., Joanisse, D.R., Leon, A.S., Skinner, J.S., Wilmore, J.H., Rao, D.C., & Bouchard, C. (2003). Familial resemblance for muscle phenotypes in the heritage family study. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(8), 1360-1366.
- Romer, L., McConnell, A., & Jones, D. (2002). Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Medicine & science in sports & exercise*, 34(5), 785-792.
- Rosch, D., Hodgson, R., Peterson, L., Graf-Baumann, T., Junge, A., Chomiak, J., & Dvorak, J. (2000). Assessment and evaluation of football performance. *The american journal of sports medicine*, 28(5), 29-39.
- Ross, A., & Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Med*, 31, 1063-1082.
- Schagatay, E., Anderson, J.P., Hallen, M., & Palsson, B. (2001). Selected contribution: role of spleen emptying in prolonging in humans. *Journal of Applied Physiology*, 90(4), 1623-1629.
- Schagatay, E., Anderson, J.P., Nielsen, B. (2007). Hematological response and diving response during apnea and apnea with face immersion. *European Journal of Applied Physiology*, 101(1), 125-132.
- Semmler, J.G. (2002). Motor unit synchronization and neuromuscular performance. *Exerc Sport Sci Rev*, 30, 8-14.
- Sheppard, J.M., and W.B. Young. (2006). Agility literature review: classifications, training, and testing. *J Sports Sci*, 24, 919-932.
- Smith, T.P., Mcnaughton, L.R., & Marshall, K.J. (1999). Effects of 4-wk training using v_{max}/t_{max} on $\dot{V}_{O_2}$, max and performance in athletes. *Med Sci Sports Exerc.*, 31, 892-896.

- Smith, C.A., Chimera, N.J., & Warren, M. (2015). Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(1), 136-141.
- Stepito, N.K., Hawley, J.A., Dennis, S.C., & Hopkins, W.G. (1999). Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Med Sci Sports Exerc.*, 31, 736-741.
- Stone, M.H., Stone, M.E., & Sans, W.A. (2007). *Principles and practice of resistance training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Stone, M.H., Sands, W.A., Pierce, K.C., Newton, R.U., Haff, G.G., & Carlock, J. (2006). Maximum strength and strength training: a relationship to endurance? *Strength Cond J*, 28, 44-53.
- Sun, L., Lin De Fan, J., & Gill, T.J. (2015). Editorial: Functional testing in the assessment of return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Ann Transl Med.*, 3(16), 225.
- Trappe, S., Harber, M., Creer, A., Gallagher, P., Silivka, D., Minchev, K., & Whitsett, D. (2006). Single muscle fiber adaptations with marathon training. *J Appl Physiol*, 101, 721-727.
- Trembach, N. and Zabolotskikh, I. (2017). Breath-holding test in evaluation of peripheral chemoreflex sensitivity in healthy subjects. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 235, 79-82.
- Tuncel, O. (2018). Futbolda dayanıklılık performansı. *Iğdir Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 16-23.
- Turner, E., Munro, A.G., & Comfort, P. (2013). Female soccer: part 1 – a needs analysis. *Strenght Cond J* 35(1), 51-57.
- Twomey, L.T., & Taylor, J.R. (1987). *Lumbar posture, movement, and mechanics*. In *Physical therapy of the low back*. Ed. New York: Churchill Livingstone.
- Urso, M.L., & Clarkson, P.M. (2003). Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology*, 189(1-2), 41-54.
- Ünver, F., Hilal, Ş., Nur, B., & Veysel, U. (2013). Futbolculara kor kuvveti, fonksiyonel hareket taraması ve dinamik dengenin yarlanma hikayesi üzerine etkileri. *Laodikya Rehabiliatsyon Bilimleri Dergisi*, 1(1), 25-32.
- Watkins, J. (1999). *Structure and function of the musculo-skeletal system*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Westrick, R.B., Miller, J.M., Carow, S.D., & Gerber, J.P. (2012). Exploration of the y balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International journal of sports physical therapy*, 7(2), 139- 147.
- Wilmore, J.H., Stanforth, P.R., Gagnon, J., Rice, T., Mandel, S., Leon, A.S., Rao, D.C., Skinner, J.S., & Bouchard, C. (2001). Cardiac output and stroke volume changes with endurance training: The heritage family study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 99-106.

- Wilmore, J.H., Stanforth, P.R., Hudspeth, L.A., Gagnon, J., Daw, E.W., Leon, A.S., Rao, D.C., Skinner, J.S., & Bouchard, C. (1998). Alterations in resting metabolic rate as a consequence of 20 wk of endurance training: The heritage family study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 68, 66-71.
- Woorons, X., Bourdillon, N., Vandewalle, H., Lamberto, C., Mollard, P., Richalet, J.P., & Pichon A. (2010). Exercise with hypoventilation induces lower muscle oxygenation and higher blood lactate concentration: role of hypoxia and hypercapnia, *Eur J Physiol*, 110(2), 367-377.
- Yildiz, F. (2005). *Futbol oyuncularında toplu ve topsuz anaerobik güç farkliliği*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, İstanbul.
- Young, W., Benton, D., Duthie, G., & Pryor, J. (2001). Resistance training for short sprints and maximum speed sprints. *Strength Cond*, 23, 7-13.
- Young, W.B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness*, 42, 282-288.
- Zakas, A., Zakas, N., Galazoulas, C., & Doganis, G. (2005). *Bilateral peak torque of the knee extensor and flexor muscles in elite and amateur male soccer players*. Doktora Tezi, Aristotle University of Thessalon, Selanik.

EKLER

Ek1. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onan Formu

İstanbul Nişantaşı Üniversitesi- Lisanüstü Eğitim Enstitüsü- Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı olarak tezli yüksek lisans bitirme tezi kapsamında “Futbol Branşında U17-16 ve U18-19 Yaş Erkek Sporcuların Fonksiyonel Hareket Taraması ile Metabolik Alan Testleri Sonuçlarının Karşılaştırılması” başlıklı araştırma sürecini yürütmekteyiz. Araştırmamızın amacı Profesyonelliğe aday bu yaş grubu sporcuların branşa özgü mutlak ihtiyaç olan aerobik ve anaerobik performans gelişimlerinde en önemli engellerden kas-iskelet sistemindeki fonksiyonel bozuklukların varoluşu ve bu sorunların yaralanmalara sebep olmasını engellemek ve gelişim süreçlerini optimal tamamlamalarını sağlamaktır. Bu amaçla çocuklarınızın bazı fiziksel uygunluk ölçümlerindeki parametrelerine ihtiyaç duymaktayız.

Katılmasına izin verdiğiniz takdirde çocuğunuz fiziksel uygunluk ölçüm sonuçları kullanılacaktır. Bu veriler kesinlikle gizli tutulacak, üçüncü kişilerle paylaşılmayacak, isimleri kullanılmayacak ve sonuçlar sadece bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır. Bu formu onayladıktan sonra bile çocuğunuzun katılımcılıktan ayrılma hakkı olacaktır. Araştırma sonuçlarının özeti tarafımızdan okula ulaştırılacaktır.

Katılımı onaylayarak bize sağlayacağınız bilgiler çocukların sezon başı Fonksiyonel Hareket Değerleri ve Branşa Özgü Atletik Performanslarını test etmemizi sağlayacaktır. Araştırmayla ilgili sorularınızı aşağıdaki e-posta adresini veya telefon numarasını kullanarak bize yöneltebilirsiniz.

Saygılarımızla,

Araştırmacı: Kadir Namlı

Lütfen bu araştırmaya katılmak konusundaki tercihinizi aşağıdaki seçeneklerden size en uygun geleni işaretleyerek ve bu formu doldurunuz.

- A) Bu araştırmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve çocuğum’nın da katılımcı olmasına izin veriyorum. İzin vermiyorum
- B) Çalışmayı istediğim zaman yarıda kesip bırakabileceğimi biliyorum ve verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı olarak kullanılmasını kabul ediyorum. Kabul etmiyorum

Ek 2.



MODIFIED FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN SCORE SHEET

NAME: _____ DATE: _____ DOB: _____

ADDRESS: _____

CITY, STATE, ZIP: _____ PHONE: _____

SCHOOL/AFFILIATION: _____

HEIGHT: _____ WEIGHT: _____ AGE: _____ GENDER: _____

PRIMARY SPORT: _____ PRIMARY POSITION: _____

HAND/LEG DOMINANCE: _____ HAND LENGTH: _____ PREVIOUS TEST SCORE: _____

TEST		RAW SCORE	FINAL SCORE	COMMENTS
DEEP SQUAT				
ANKLE CLEARING TEST	L			
	+/-			
	R			
	+/-			
LOWER BODY MCS	L			Asymmetry:
	R			Foot Length:
SHOULDER MOBILITY	L			
	R			
SHOULDER CLEARING TEST	L			
	+/-			
	R			
	+/-			
ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE	L			
	R			
ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE CLEARING TEST	L			
	+/-			
	R			
	+/-			

Ek 3



SCORE SHEET

NAME: _____

DATE: ____/____/____

Lower Quarter: Right LE Limb Length: _____ cm (Distal ASIS to Distal Medial Malleolus)

DIRECTION	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT
Anterior		
Posteromedial		
Posterolateral		

Upper Quarter: Right UE Limb Length: _____ cm (C7 to tip of Longest Finger)

DIRECTION	RIGHT TRIAL 1	RIGHT TRIAL 2	RIGHT TRIAL 3
Medial			
Inferolateral			
Superolateral			

LEFT TRIAL 1	LEFT TRIAL 2	LEFT TRIAL 3

DIRECTION	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT
Medial		
Inferolateral		
Superolateral		

Composite Right Score: Upper _____ Lower _____

Composite Left Score: Upper _____ Lower _____

Ek 4.

MOTOR CONTROL SCORE SCORE SHEET

FUNDAMENTAL CAPACITY SCREEN

Ankle Clearing Testing:

Measurement will be taken dropping the yard stick in a vertical line from the forward most part of the bent knee to the floor, determine if the knee crosses front edge of the medial malleolus.

Reach Testing Order:

Lower Body MCS right forward (three trials minimum) followed by Left forward.

Upper Body MCS right horizontal reach (three trials minimum) followed by left horizontal reach.

The maximal reach distance is measured by reading the number indicated on the kit, at the point closest to the reach foot in half-inches or centimeters.

Review Par Q and History forms

Is there any reason why this person should not participate? ☐ YES ☐ NO

Initials

ANKLE CLEARING	RIGHT	LEFT
Ankle Clearing (Beyond/Within/Behind Malleolus)		
Closed Chain Dorsiflexion (ROM) If applicable		
Pain Y/N		
Where is it felt?	Front Back Both None	Front Back Both None

Lower Body Motor Control Screen

DIRECTION	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT
Forward Reach		
Foot Length		

Upper Body Motor Control Screen

CLEARING		
Wrist Extension Screen +/-		
Horizontal Adduction Screen +/-		
DIRECTION	GREATEST RIGHT	GREATEST LEFT
Horizontal Reach		





FUNDAMENTAL CAPACITY SCREEN

EXPLOSIVE CONTROL SCORE SHEET

Broad Jump	Trial 1 (cm)	Trial 2 (cm)	Trial 3 (cm)	Max distance
With Arm Swing				
With Hands on Hips				

Apprehension or pain with previous testing? ☐ YES ☐ NOIs there any reason this person should not continue to next test? ☐ YES ☐ NO

Single Leg Jump				
Side	Trial 1 (cm)	Trial 2 (cm)	Trial 3 (cm)	Max distance
Left				
Right				

Apprehension or pain with previous testing? ☐ YES ☐ NOIs there any reason this person should not continue to next test? ☐ YES ☐ NO

Interpretation:

1. At a minimum, we expect the person to broad jump his /her height (i.e. should be greater than 100)

Also, consult normative data for age, gender, and sport/activity.

$$\left(\frac{\text{Broad Jump}}{\text{Height}} \right) \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. (Broad Jump with Arms/Broad Jump with Hand on Hips) x100 (Take max distance for calculations)

This number should be greater than 120. The comparison of the two tests will give an idea of the individual's fundamental ability to use the upper and lower extremities to generate power.

$$\left(\frac{\text{Broad Jump With Arms}}{\text{Broad Jump with Hands on Hips}} \right) \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. Limb Symmetry Index:

Determine which side had a shorter greatest single leg jump distance and divide it by the other side and multiply by 100

For example, if the left single leg jump was 130cm and the right was 135cm the equation would be:

(130/135) X 100 = 96.2% (That value should be greater than 95%)

$$\left(\frac{\text{Shorter Greatest}}{\text{Greatest other Leg}} \right) \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$





IMPACT CONTROL SCORE SHEET

Triple Broad Jump				
	Trial 1 (cm)	Trial 2 (cm)	Trial 3 (cm)	Max distance
Triple Broad Jump				

Apprehension or pain with previous testing? ☐ YES ☐ NO

Is there any reason this person should not continue to next test? ☐ YES ☐ NO

2-1-2 Bound				
Side	Trial 1 (cm)	Trial 2 (cm)	Trial 3 (cm)	Max distance
Left				
Right				

Apprehension or pain with previous testing? ☐ YES ☐ NO

Is there any reason this person should not continue to next test? ☐ YES ☐ NO

Interpretation:

Triple Broad Jump Ratio: Target = >120, less than or equal to 120, consider fail.

$((\text{Triple Broad Jump} - \text{Broad Jump}) / (2 \times \text{Broad Jump})) \times 100$

$$\left(\frac{\text{Triple Broad Jump} - \text{Broad Jump}}{\text{Broad Jump}} \right) / \left(\frac{2 \times \text{Broad Jump}}{\text{Broad Jump}} \right) \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2-1-2 Energy Storing Ratio:

$((\text{Single Limb 2-1-2 Distance} - \text{Single Limb Hop/Single Limb Hop})) \times 100$

$271-203/271 \times 100 = 33\%$ (That value should be greater than 20%)

$$\left(\frac{\text{Single Limb 2-1-2} - \text{Single Limb Hop}}{\text{Single Limb Hop}} \right) / \left(\frac{\text{Single Limb Hop}}{\text{Single Limb Hop}} \right) \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2-1-2 Limb Symmetry Index:

Determine which side had a shorter max single leg jump distance and divide it by the other side and multiply by 100

For example, if the left 2-1-2 bound was 130cm and the right was 135cm the equation would be:

$(130/135) \times 100 = 96.2\%$ (That value should be greater than 95%)

$$\left(\frac{\text{Shorter Max Jump}}{\text{Greatest Max Jump}} \right) \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$





Ek 6.

İSTANBUL NİŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ	T.C. İSTANBUL NİŞANTAŞI ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ ETİK KURULU	Evrak Tarihi 04.01.2024	
		Evrak Numarası 2024/104.168	
Sayın Melik Kadir Namh İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Hareket Ve Antrenman Bilimleri (Tezli) İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Etik Kurulu Başkanlığına 1/8/2024 tarihinde incelenmek üzere başvurmuş olduğumuz "Futbol Branşında U-17/16 Ve U-19/18 Yaş Erkek Sporcuların Fonksiyonel Hareket Taramaları; Fms, Ybt, Fcs Ve Bold Skor Taramaları İle Metabolik Alan Testleri Sonuçlarının Karşılaştırılması" başlıklı çalışmamız, 04.01.2024 tarihli 2024/01 numaralı etik kurul toplantısında değerlendirilmiştir. Kurulumuz tarafından yapacağımız araştırmanın etik açıdan uygunluğuna oy birliğiyle karar verilmiştir. Bilgilerinize rica ederim.			
BAŞVURU BİLGİLERİ			
Araştırmacı(lar)	Melik Kadir Namh	Başvuru Tarihi	1/8/2024
Danışman/Yürütücü	Dr. Öğr. Üyesi Bülent Kayıkcı	Araştırma Türü	Tarama Çalışması
Program/Alan	Hareket Ve Antrenman Bilimleri (Tezli)	Etik kurul Toplantı Tarihi	04.01.2024
Çalışma Niteliği	Yüksek Lisans Tezi	Etik Kurul Karar No	2024/01