

MODERN ANTRENMAN BİLİMİ I

Temeller, Performans ve
Antrenman Uygulamaları

Editör

Doç. Dr. Mehmet SOYAL

200
150
100
50
0
0
0



GÜÇ
DAYANIKLILIK
HIZ
ESNEKLİK
KOORDİNASYON

DUJRA

MODERN ANTRENMAN BİLİMİ I

Temeller, Performans ve Antrenman Uygulamaları

Editör

Doç. Dr. Mehmet SOYAL



MODERN ANTRENMAN BİLİMİ I

Temeller, Performans ve Antrenman Uygulamaları

Editör

Doç. Dr. Mehmet SOYAL

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Kapak ve Sayfa Tasarımı Duvar DESIGN

Basım Tarihi: Eylül 2026

Yayıncı Sertifika No: 49837

E-ISBN: 978-625-8936-68-1

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir. Yayınevi ve editörler sorumlu tutulamaz.

İÇİNDEKİLER

BİRİNCİ BÖLÜM

ANTRENMAN BİLİMİ VE PLANLAMAYA GİRİŞ

Dr. Öğr. Üyesi Serdar GÜR

1.1. Antrenmanda Planlama ve Periyodizasyon	1
1.2. Antrenman Planlamasında Fiziksel Performans Parametreleri.....	3
1.2.1. Kuvvet	3
1.2.2. Güç	3
1.2.3. Sürat	4
1.2.4. Koordinasyon (Motor Beceri)	4
1.2.5. Esneklik	4
1.2.6. Kardiyovasküler Dayanıklılık	4
1.3. Antrenman Planlamasında Yüklenme İlkesi	5
1.3.1. Yüklenme İlkesi	5
1.3.2. Yüklenmenin Ana Öğeleri	7
1.3.3. Yüklenme-Dinlenme İlkesi	8

İKİNCİ BÖLÜM

ANTRENMAN İLKELERİ

Arş. Gör. Ünal Can GÖKMEN

2.1. Antrenman İlkeleri	14
2.1.1. Bireysel Farklılık İlkesi	14
2.1.2. Yüklenme ve Aşırı Yüklenme İlkesi (Overload)	15
2.1.3. Adaptasyon İlkesi	17
2.1.4. Spesifiklik İlkesi (Specificity)	19
2.1.5. Süreklilik ve Aşamalılık İlkesi (Continuity & Progression)	20
2.1.6. Çeşitlilik İlkesi (Variety)	22
2.1.7. Toparlanma İlkesi (Recovery)	23
2.2. Antrenman Programlaması ve Periyodizasyon	25
2.2.1. Periyodizasyon Kavramı ve Tarihçesi	25
2.2.2. Geleneksel (Lineer) Periyodizasyon	25
2.2.3. Blok Periyodizasyon	26
2.2.4. Dalgalı (Non-Lineer) Periyodizasyon	26
2.2.5. Periyodizasyonun Fizyolojik Temelleri	26
2.2.6. Branşlara Göre Periyodizasyon	26
2.2.7. Teknoloji ve Periyodizasyon	27
2.2.8. Uygulamalı Bir Örnek: Futbolcular İçin Sezonluk Periyodizasyon	27

2.2.9. Güncel Yaklaşımlar ve Teknolojik Destekler	27
2.3. Sporcu Monitörizasyonu (Athlete Monitoring Systems, AMS)	27
2.3.1. Büyük Veri ve Yapay Zekâ Uygulamaları.....	27
2.3.2. Cinsiyete Özgü Antrenman Yaklaşımları	28
2.3.3. Görünmez İzleme (Invisible Monitoring).....	28
2.3.4. Sosyo-Çevresel Faktörlerin Rolü	28

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ SİSTEMLERİ VE ANTRENMAN UYGULAMALARI

Doç. Dr. Mehmet SOYAL

3.1. Adenozin Trifosfat (ATP).....	32
3.2. Enerji Sistemleri	33
3.2.1. Anaerobik Enerji Sistemi	34
3.2.2. Aerobik Enerji.....	41
3.3. Enerji Sistemlerinin Birlikte Çalışması ve Antrenman Uygulamaları	49

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MOTORİK ÖZELLİKLER VE GELİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Onur YILDIRIM

4.1. Temel Motorik Özellikler ve Sınıflandırılması.....	55
4.1.1. Kuvvet.....	56
4.1.2. Sürat.....	64
4.1.3. Esneklik/Hareketlilik	66
4.1.4. Dayanıklılık.....	69
4.1.5. Beceri/Koordinasyon	73
4.1.6. Çeviklik.....	74

BEŞİNCİ BÖLÜM

FİZİKSEL UYGUNLUK

Dr. Öğr. Üyesi Meltem ÖZAĞIR

5.1. Fiziksel Uygunlukla İlgili Parametreleri.....	86
5.1.1. Kardiorespiratuvar Uygunluk	86
5.1.2. Kassal Uygunluk.....	88
5.1.3. Vücut Kompozisyonu	89
5.1.4. Esneklik	90
5.2. Fiziksel Uygunluğun Performansla İlgili Parametreleri	92

5.2.1. Reaksiyon.....	92
5.2.2. Hız.....	93
5.2.3. Güç.....	94
5.2.4. Çeviklik	95
5.2.5. Denge.....	96
5.2.6. Koordinasyon	97
5.3. Çocuklarda ve Gençlerde Fiziksel Uygunluk	98
5.3.1. Kardiyorespiratuvar Dayanıklılık	98
5.3.2. Kas Kuvveti ve Dayanıklılığı.....	99
5.3.3. Esneklik.....	99
5.3.4. Motorik Özellikler (Hız, Çeviklik, Denge, Koordinasyon)	99
5.3.5. Fiziksel Uygunluğun Çocuk ve Genç Sağlığına Katkıları	99
5.4. Yaşlanma Ve Fiziksel Uygunluk	100
5.4.1. Yaşlanma ve Fiziksel Uygunluğun Önemi.....	100

ALTINCI BÖLÜM
KUVVET ANTRENMANLARI
Dr. Öğr. Üyesi Burak TAŞ

6.1. Kuvvet Türleri	107
6.1.1. Genel Kuvvet.....	108
6.1.2. Özel Kuvvet.....	108
6.1.3. Mutlak Kuvvet.....	108
6.1.4. Bağıl Kuvvet.....	109
6.1.5. Maksimal Kuvvet.....	109
6.1.6. Çabuk Kuvvet, Patlayıcı Kuvvet ve Güç.....	110
6.1.7. Kuvvette Devamlılık	110
6.2. Kuvvet Antrenmanının Programlanmasında Temel Değişkenler	111
6.2.1. Özgüllük.....	111
6.2.2. Aşamalı Yüklenme	111
6.2.3. Antrenman Yüğü.....	111
6.2.4. Antrenman Hacmi.....	112
6.2.5. Antrenman Sıklığı.....	112
6.2.6. Setler Arası Dinlenme	112
6.2.7. Tükenişe Yakınlık ve Tekrar Rezervi	113
6.2.8. Hareket Genişliği	113
6.2.9. Hareket Hızı ve Oto-Regülasyon.....	114
6.3. Egzersiz Seçim Kriterleri.....	114

6.3.1. Çok Eklemli ve Tek Eklemli Egzersizler	114
6.3.2. Egzersiz Sıralaması	115
6.3.3. Unilateral ve Bilateral Egzersizler	115
6.4. Kuvvet Antrenman Yöntemleri.....	116
6.4.1. Geleneksel Set Yöntemi	116
6.4.2. Piramit Yöntemi.....	116
6.4.3. Ters Piramit.....	116
6.4.4. Çift Taraflı Piramit.....	117
6.4.5. Süper Set.....	117
6.4.6. Üçlü Set.....	117
6.4.7. Dairesel Antrenman Yöntemi	117
6.4.8. Cluster Set	118
6.4.9. Drop Set	118
6.4.10. Rest-Pause Yöntemi.....	119
6.4.11. Hız Temelli Kuvvet Antrenmanı	119
6.4.12. Periyodizasyon.....	119
6.5. Bir Tekrar Maksimum (1TM).....	120
6.5.1. Doğrudan 1TM Testi.....	120
6.5.2. Tekrar Yöntemiyle Tahmini 1TM.....	121
6.6. Kassal Hipertrofi.....	121
6.6.1. Hipertrofi ve Antrenman Yüğü.....	121
6.6.2. Hipertrofi ve Antrenman Hacmi.....	122
6.6.3. Hipertrofi ve Tükeniş	122
6.6.4. Hipertrofi ve Dinlenme Süresi.....	123
6.6.5. Hipertrofi ve Antrenman Sıklığı.....	123
6.6.6. Hipertrofi İçin Egzersiz Seçimi	123

YEDİNCİ BÖLÜM

SÜRAT VE ÇEVİKLİK ANTRENMANLARI

Dr. Öğr. Üyesi Ömer AKSOY

7.1. Süratin Tanımı	129
7.2. Çevikliğin Tanımı	129
7.3. Spor Performansında Sürat'ın Önemi	129
7.3.1. Rekabet Avantajı Sağlaması	129
7.3.2. Sürat- Çeviklik-Çabukluk Antrenmanlarının Etkisi	129
7.3.3. Hedefe Uygun Teknik ve Biyomekanik Gelişim	129
7.3.4. Test ve Değerlendirme.....	130
7.3.5. Sürat ve Çevikliğin Fizyolojik Temelleri.....	130

7.3.6. Sürat ve Çeviklik Bileşenleri.....	131
7.3.7. Sürat ve Çeviklik Antrenman İlkeleri ve Planlama.....	132
7.3.8. Sürat Antrenmanları	134
7.3.9. Plyometrik Çalışmalar.....	138
7.3.10.Çeviklik Antrenmanları.....	138
7.4. Antrenman Örnekleri ve Uygulama Protokolleri.....	141
7.4.1. Haftalık Antrenman Örneği (Genç Sporcular – Elit Düzey)	141
7.4.2. Branşa Özgü Antrenman Şablonları.....	141
7.4.3. Isınma ve Soğuma Önerileri.....	142
7.5. Yaralanmalar ve Önleme Stratejileri	142
7.5.1. Aşırı Yüklenme ve Hamstring Yaralanmaları	142
7.5.2. Mobilite ve Esneklik Çalışmaları	142
7.5.3. Doğru Teknik ve Progresyon	143

SEKİZİNCİ BÖLÜM

HAREKETLİLİK VE ESNEKLİK ANTRENMANLARI

Öğr. Gör. Muhammed Mücahit ÖZGÜÇ

8.1. Hareketlilik (Mobilite).....	154
8.2. Aşırı Hareketlilik (Hiper mobilite)	154
8.3. Eklem Hareket Açıklığı (Range of Motion)	154
8.4. Eklem Ekleme Yaklaşımı	154
8.5. Hareketliliği Etkileyen Faktörler	155
8.5.1. İç Etkenler	155
8.5.2. Dış Etkenler	156
8.5.3. Hareketliliği Değerlendirme Yöntemleri.....	156
8.6. Esneklik (Fleksibilite).....	158
8.6.1. Esnekliğin Sınıflandırılması.....	158
8.7. Hareketlilik ve Esneklik Antrenmanlarının Faydaları	159
8.8. Esnekliği Geliştirme Yöntemleri	159
8.8.1. Statik Esnetme.....	159
8.8.2. Dinamik Esnetme.....	160
8.8.3. Balistik Esnetme	160
8.8.4. Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) Tekniği	161
8.8.5. Miyofasyal Gevşetme (SMR) Tekniği.....	162
8.9. Hareketlilik ve Esneklik Antrenmanları	163
8.9.1. Düzeltici Esneklik.....	164
8.9.2. Aktif Esneklik.....	164
8.9.3. Fonksiyonel Esneklik	164

8.9.4. Örnek Hareketlilik ve Esneklik Egzersizleri	165
8.9.5. Esneklik Antrenmanları Program Tasarım Tabloları	168

DOKUZUNCU BÖLÜM

SPOR BRANŞLARINA ÖZGÜ ANTRENMAN PLANLAMASI

Arş. Gör. Ayşe Demet KARADAĞ

9.1. Branşa Özgü Planlama Gerekliliği.....	172
9.2. Planlamanın Kavramsal Temelleri.....	173
9.2.1. Planlama, programlama ve Periyodizasyon	173
9.2.2. Temel antrenman ilkeleri.....	174
9.2.3. Uyumun çok bileşenli doğası.....	174
9.2.4. Branş Gereksinim Analizi	175
9.2.5. Enerji sistemi ve süreklilik profili.....	176
9.2.6. Biyomekanik ve mekanik yük profili	176
9.2.7. Teknik, taktik ve bilişsel profil.....	176
9.2.8. Planlama Hiyerarşisi ve Hedeflerin Kurulması.....	176
9.3. Periyodizasyon Yaklaşımları: Model Seçmekten Model Uyarlamaya	177
9.3.1. Geleneksel Periyodizasyon	177
9.3.2. Blok Periyodizasyon ve yoğunlaştırılmış yükleme	178
9.3.3. Dalgalı ve eş zamanlı yaklaşımlar.....	178
9.3.4. Yarışma ve oyun modeli merkezli planlama	178
9.3.5. Esnek ve yanıt odaklı planlama	178
9.3.6. Sezonun Evreleri.....	179
9.4. Takım Sporlarına Özgü Planlama	182
9.4.1. Futbol	182
9.4.2. Basketbol ve hentbol	182
9.4.3. Voleybol.....	183
9.4.4. Takım sporlarında ortak planlama ilkeleri	183
9.4.5. Bireysel Sporlara Özgü Planlama	183
9.4.6. Dayanıklılık sporları.....	183
9.4.7. Kuvvet, güç ve sürat sporları	184
9.4.8. Raket sporları	184
9.4.9. Mücadele ve ağırlık kategorili sporlar.....	185
9.4.10. Teknik-estetik ve hassasiyet sporları	185
9.5. Yaş, Gelişim ve Biyolojik Olgunlaşma.....	186
9.6. Kadın Sporcular İçin Planlama İlkeleri.....	187
9.7. Para Sporlarında ve Usta Sporcularda Planlama.....	188
9.8. Antrenman Yüğü, Hazır Oluş ve Toparlanma	188

9.8.1. İç ve dış yük.....	188
9.8.2. Hazır oluşun değerlendirilmesi.....	189
9.8.3. Toparlanmanın planlanması	189
9.9. Performans Analizi, Teknoloji ve Veri Etiği	190
9.10. Sakatlık Riskinin Yönetimi ve Spora Dönüş.....	190
9.11. Beslenme, Uyku, Seyahat ve Çevresel Koşulların Planla Bütünleştirilmesi	191
9.11.1. Beslenme ve sıvı planı	191
9.11.2. Uyku	191
9.11.3. Sıcak, soğuk ve yükselti.....	191
9.11.4. Seyahat ve saat dilimi.....	192
9.12. Uygulamalı Planlama Şablonları.....	192
9.12.1. Takım sporu için haftalık karar sırası	192
9.12.2. Dayanıklılık sporu için örnek dört haftalık mezo döngü.....	193
9.12.3. Kuvvet-güç sporu için yarışmaya geçiş şablonu	193
9.12.4. Plan sapması için karar matrisi	194
9.12.5. Planın Değerlendirilmesi ve Kalite Güvencesi.....	194
9.12.6. Yaygın Planlama Hataları ve Eleştirel Kontrol	195

ONUNCU BÖLÜM

ANTRENMAN TAKİBİ VE YÜK YÖNETİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Özgür DOĞAN

10.1. Antrenman Yükünün Kavramsal Temelleri	204
10.1.1. Antrenman Yükünün Tanımı	204
10.1.2. İç ve Dış Antrenman Yükü.....	205
10.1.3. Antrenman Yükünün Bileşenleri	206
10.1.4. Yük–Yanıt–Adaptasyon İlişkisi.....	208
10.1.5. Antrenman Yükünün Ölçülmesi ve Takibi	209
10.2. Kullanılan Teknoloji ve Ölçüm Araçları.....	212
10.2.1. Geçerlik, Güvenirlik ve Standardizasyon.....	213
10.3. Yorgunluk, Toparlanma ve Antrenmana Hazır Oluşun Değerlendirilmesi	214
10.3.1. Yorgunluk ve Toparlanma Göstergeleri	214
10.4. Nöromusküler Performansın Takibi.....	217
10.4.1. Countermovement jump.....	217
10.4.2. İzometrik kuvvet testleri	218
10.4.3. Sprint ve yön değiştirme performansı.....	218
10.4.4. Öznel ve Nesnel Göstergelerin Birlikte Kullanılması	219

10.5. Yük Verilerinin Analizi ve Antrenman Sürecine Aktarılması	221
10.5.1. Yükün Zaman İçerisinde Değerlendirilmesi.....	221
10.5.2. Yük Analizinde Kullanılan Göstergeler	223
10.5.3. İç ve Dış Antrenman Yükünün Bütünleşik Yorumlanması	224
10.5.4. Uygulamada Takip Sistemi Oluşturulması	225
10.5.5. Sınırlılıklar ve Gelecek Yaklaşımlar.....	226

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Egzersizde ATP yeniden sentez yollarının karşılaştırılması.....	34
Tablo 2. Antrenman hedeflerine göre enerji sistemi vurgusunun genel çerçevesi	49
Tablo 3. Yaş ve Seviye Gruplarına Göre Sürat ve Çeviklik Antrenman Planlaması ...	134
Tablo 4. Sprint/Odaklı Plyometrik Antrenman.....	138
Tablo 5. U16 Haftalık Antrenman Programı Örneği.....	141
Tablo 6. Örnek Egzersizler	165
Tablo 7. Stabilizasyon Antrenmanı Akut Değişkenleri	168
Tablo 8. Kuvvette Devamlılık Akut Değişkenleri	168
Tablo 9. Hipertrofi Akut Değişkenleri	168
Tablo 10. Maksimal Kuvvet Akut Değişkenleri.....	169
Tablo 11. Güç Akut Değişkenleri.....	169
Tablo 12. Maksimal Güç Akut Değişkenleri	169
Tablo 13. Branş gereksinim analizinin temel boyutları.....	175
Tablo 14. Planlama düzeyleri ve temel kararlar	177
Tablo 15. Periyodizasyon yaklaşımlarının bağlamsal karşılaştırması	179
Tablo 16. Altı haftalık örnek sezon öncesi ilerleme mantığı	180
Tablo 17. Tek ve çift maçlı haftalarda örnek mikro döngü mantığı	181
Tablo 18. Branş kümelerine göre planlama öncelikleri	185
Tablo 19. Gelişim düzeyine göre planlama odağı	187
Tablo 20. İzleme göstergeleri ve örnek karar kullanımı.....	189
Tablo 21. Dayanıklılık sporu için örnek mezo döngü mantığı.....	193
Tablo 22. Dört haftalık yarışmaya geçiş örneği	193
Tablo 23. Günlük planı değiştirmeye yönelik örnek karar matrisi	194
Tablo 24. Planlama kalite kontrol listesi	196
Tablo 25. Örnek bir haftalık takibi	226

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İç ve Dış Yüklenme Parametreleri.....	6
Şekil 2. ATP hidrolizi ile fosfokreatin aracılı ATP tamponlama mekanizması. Yazar tarafından Baker vd., (2010) ve McMahon ve Jenkins (2002) temel alınarak hazırlanmıştır.....	35
Şekil 3. Glikolizin enerji yatırım ve enerji üretim evrelerinin şematik gösterimi. Yazar tarafından Hargreaves ve Spriet (2020) ile Porcari vd., (2015) temel alınarak hazırlanmıştır.....	38
Şekil 4. Cori döngüsü ve hücreler arası laktat mekiğinin birlikte gösterimi. Yazar tarafından Brooks (2018) ve Gladden (2004) temel alınarak hazırlanmıştır	40
Şekil 5. Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin oksidatif metabolizmaya başlıca giriş noktaları. Yazar tarafından Hargreaves ve Spriet (2020) ve Kiens (2006) temel alınarak hazırlanmıştır.....	42
Şekil 6. Krebs (TCA) döngüsünün temel basamakları ve her asetil-KoA başına indirgenmiş koenzim üretimi. Yazar tarafından Hargreaves ve Spriet (2020) ve Hall ve Hall (2021) temel alınarak hazırlanmıştır.	44
Şekil 7. Elektron taşıma zinciri, proton gradyanı ve ATP sentaz aracılı oksidatif fosforilasyon. Yazar tarafından Hinkle (2005) ve Hargreaves ve Spriet (2020) temel alınarak hazırlanmıştır.....	45
Şekil 8. Palmitatın beta-oksidasyon süreci ve güncel ATP veriminin şematik özeti. Yazar tarafından Kiens (2006) ve Hargreaves ve Spriet (2020) temel alınarak hazırlanmıştır.	47
Şekil 9. Temel Motorik Özelliklerin Genel Sınıflandırılması.....	56
Şekil 10. Kuvvet türlerinin sınıflandırılması.....	58
Şekil 11. Planlı yön değiştirme ve reaktif çeviklik bileşenleri.....	75
Şekil 12. Fiziksel Uygunluk unsurları.....	86
Şekil 13. Fiziksel Uygunlukla ilgili parametreler.....	86
Şekil 14. Fiziksel uygunluğun performansla ilgili parametreleri	92
Şekil 15. Eklem Ekleme Yaklaşım Görseli	155
Şekil 16. Goniometre Cihazı	156
Şekil 17. FMS Hareket Test Paternleri.....	157
Şekil 18. Statik Esnetme	159
Şekil 19. Dinamik Esnetme.....	160
Şekil 20. Balistik Esnetme	161
Şekil 21. PNF Tekniği.....	162
Şekil 22. SMR Tekniği	163

ÖNSÖZ

Antrenman bilimi, sportif performansın geliştirilmesini yalnızca fiziksel yüklenme üzerinden değil; fizyolojik uyum, motorik özellikler, planlama, toparlanma ve bireysel farklılıkların bir arada değerlendirilmesiyle ele alan çok boyutlu bir bilim alanıdır. Günümüzde antrenörlük uygulamalarının bilimsel kanıtlara dayandırılması, performansın sürdürülebilir biçimde geliştirilmesi açısından giderek daha önemli hâle gelmektedir.

Modern Antrenman Bilimi I: Temeller, Performans ve Antrenman Uygulamaları, antrenman biliminin temel kavramlarını güncel bilimsel yaklaşımlarla bütünleştirerek okuyucuya sistematik bir kaynak sunmak amacıyla hazırlanmıştır. Eserde antrenmanın temel ilkelerinden enerji sistemlerine, motorik özelliklerden fiziksel uygunluğa; kuvvet, sürat, çeviklik ve hareketlilik çalışmalarından branşa özgü antrenman planlamasına kadar sportif performansın temel bileşenleri bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır.

Kitabın temel yaklaşımı, antrenmanı birbirinden bağımsız uygulamaların toplamı olarak değil; planlama, yüklenme, adaptasyon, performans gelişimi, izleme ve yeniden düzenleme süreçlerinden oluşan dinamik bir sistem olarak değerlendirmektir. Bu doğrultuda teorik bilginin saha uygulamalarıyla ilişkilendirilmesine ve antrenman sürecinin bireysellik, özgüllük ve bilimsel kanıt temelinde ele alınmasına önem verilmiştir.

Eserin; spor bilimleri alanında öğrenim gören lisans ve lisansüstü öğrencilerinin yanı sıra akademisyenler, antrenörler, kondisyonerler, performans uzmanları ve sportif performans alanında çalışan uygulayıcılar için güncel bir başvuru kaynağı olması hedeflenmektedir.

Kitabın hazırlanmasına bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan değerli bölüm yazarlarına ve emeği geçen herkese teşekkür eder; eserin spor bilimleri alanına, antrenörlük eğitime ve saha uygulamalarına katkı sağlamasını dilerim.

Doç. Dr. Mehmet SOYAL

Editör

2026

BİRİNCİ BÖLÜM

ANTRENMAN BİLİMİ VE PLANLAMAYA GİRİŞ

Dr. Öğr. Üyesi Serdar GÜR

Antrenman kavramı, belirli bir fiziksel hedefe hazırlanmanın sistematik bir süreci olarak tanımlanabilir. Ayrıca antrenman, sporcunun branşın gerektirdiği yönde hedeflenen performansı gösterebilmesi için fizyolojik ve psikolojik unsurlarda gelişim göstererek uyum sağlayabilmesi ve teknik yönde gelişim ile birlikte taktiksel açıdan da geliştirilmesine yönelik, her bir sporcuya özgü bireyselleştirilmiş ve sürekli artan, uzun süreli sistematik sportif faaliyetler olarak da tanımlanabilir (Günay, 2017). Sporcular için oluşturulan hedefler geçmişte çoğunlukla en yüksek sportif performansa ulaşmaya yönelik olsa da, günümüzde belirli hedefler doğrultusunda planlanan antrenmanlar fiziksel performansın geliştirilmesinin yanı sıra fiziksel, zihinsel ve sosyal iyi oluşun desteklenmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Bull, Al-Ansari, Biddle, Borodulin, Buman, Cardon ve Willumsen, 2020; Warburton ve Bredin, 2017). Toplumun yapısı ile birlikte yaşam şekillerinin değişmesi ve fiziksel hareketsizliğin giderek artması (Guthold, Stevens, Riley ve Bull, 2018), obezite, tip 2 diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve hipertansiyon gibi kronik hastalıkların görülme sıklığını artırmış; bu nedenle düzenli fiziksel aktivite ve egzersizin sağlık üzerindeki koruyucu etkisi daha fazla önem kazanmıştır (WHO, 2020). Toplumun bu yöndeki ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına, antrenman programları önceden belirlenmiş ilkeler doğrultusunda planlanabilmektedir (Suchomel, Nimphius Bellon ve Stone, 2018).

1.1. Antrenmanda Planlama ve Periyodizasyon

Antrenman planlamasının belirli bir hedef doğrultusunda en doğru şekilde oluşturulabilmesi için belirlenen ilkeler, çoğunlukla birbirine bağlı, anlaşılır ve basittir. Bu ilkelerin tamamı, antrenman programlarını tasarlamak için kullanılan periyotlama stratejilerinin temelini oluşturur (Bompa ve Buzzichelli, 2021; Stone, Hornsby, Haff, Fry, Suarez, Liu ve Pierce, 2021). Periyodizasyon, antrenman bilimi ve antrenörlük uygulamalarında temel kavramlardan biri olup, birçok güncel araştırmada performans gelişiminin planlanması, yorgunluğun yönetilmesi ve uzun dönemli adaptasyonların sağlanması açısından önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir (Kiely, 2018; Cunanan, DeWeese, Wagle, Carroll, Sausaman, Hornsby III ve Stone, 2018). Planlama sürecinin ilk adımı,

taktiksel hedefleri rasyonel bir sistem doğrultusunda sınıflandırmaktır. Periyodizasyon stratejileri genellikle üç hedefi gerçekleştirmek için tasarlanmıştır. Bunlar;

- Tamamlayıcı antrenmanların etkilerini en uygun zamanlarda kullanmak,
- Yorgunluğu yönetmek, böylece durgunluğu veya aşırı antrenmanı önlemek,
- Antrenman süresini ve çabasını optimize etmek, olarak değerlendirilebilir.

Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi, uzun, orta ve kısa vadeli planlamayı içerir ve genellikle makro, mezo ve mikro döngüler olarak ifade edilir. Bu döngüler, iş yükü (düşük yoğunluktan, yüksek yoğunluğa) ve beceriler (genel becerilerden, branşın gerektirdiği özel becerilere), olmak üzere iki alanda ilerlemelidir (Bompa ve Buzzichelli, 2021; Stone vd., 2021).

Periyotlama, yarışmaya hazırlanan sporcuların yeteneklerini geliştirmek veya antrenman programına uygun olarak vücudun tepkisini iyileştirmek için birkaç aşamada gerçekleştirilir (Bompa ve Buzzichelli, 2019). Antrenman periyodizasyonu, aşağıda belirtilen yetenekleri geliştirmek için kullanılabilir;

- Anatomik adaptasyon, hem antrenman geçmişi olan, hem de antrenman geçmişi olmayan sporcularda, verilen egzersiz programına göre vücudu adapte etmek için gerçekleştirilir.
- Hipertrofi, hazırlanmış bir antrenman programında fizyolojik açıdan hedeflenen adaptasyona ulaşabilmek adına uyarlanmış antrenman aşamalarından birisidir.
- Maksimum antrenman, doğru periyotlama ile birlikte ortaya çıkan adaptasyon sonrası, egzersiz programına göre vücudun yeteneğinin ve tepkisinin maksimum seviyede kullanılmasını hedefleyen antrenman aşamalarıdır.
- Maksimum kuvvet, beceri ve kas yoğunluğunu geliştirmek için gerçekleştirilen antrenman süresiyle birlikte maksimum kapasite artışıdır.
- Kas tanımı, sporcuların hazırlanan antrenman programına daha kolay uyum sağlamaları için vücuttaki yağları yakmak ve duruşu iyileştirmek amacıyla bu periyotlamaya dayalı olarak hazırlanan antrenman programıdır.
- Geçiş, antrenman programı kapsamında gerçekleştirilen koşu veya yarış sırasında belirlenen ve uygulanan dinlenme dönemleridir (Evans, 2019).

Antrenman programlarını oluşturma aşamasında periyotlama, bireyselleştirilmiş antrenmanları daha iyi şekillendirmek ve vücutun tepkisine göre farklı yükleri kademeli olarak artırmak için etkili bir yöntemdir. (Umar ve Tomoliyus, 2018).

1.2. Antrenman Planlamasında Fiziksel Performans Parametreleri

Çoğu sporda performans, vücuttaki farklı değişkenlerin (kuvvet, sürat, dayanıklılık vb.) entegre bir şekilde çalışmasını gerektirir. Ancak, sporcunun nasıl geliştiğini ve kondisyonunun hangi yönlerinin daha fazla geliştirilmesi gerektiğini daha iyi anlamak için bu unsurları bölümlere ayırmak faydalıdır. Buna göre, geliştirilmesi hedeflenen unsurlar aşağıdaki kategorilere ayrılabilir (Jeffreys ve Moody, 2016).

1.2.1. Kuvvet

Kas kuvveti, belirli şartlar altında bir kasın veya kas grubunun üretebildiği maksimum kuvvet miktarı olarak tanımlanmakta olup, sportif performansın temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir (Haff ve Triplett, (Eds.). 2026). Normal günlük aktiviteler için asgari miktarda kuvvete ihtiyaç duyulurken, bazı spor branşlarının gereksinimleri iyi gelişmiş bir kuvvet oranına ihtiyaç duymaktadır. Bazı spor branşlarında kuvvet, kondisyonun temel bir bileşeni olarak yer alıyorken, diğer spor branşlarında (örneğin halter) kuvvet, yarışmada başarıyı veya başarısızlığı belirleyen temel sonuç değişkeni olarak değerlendirilebilir (Suchomel, Nimphius ve Stone, 2016). Farklı fiziksel özelliklere sahip sporcu profillerine rastlanmasına rağmen, pek çok spor dalında uygulanan kuvvet antrenmanları, sporcuların kuvvet üretme kapasitesini geliştirerek sportif performanslarında artış sağlamaktadır (Barrett-O'Keefe, Helgerud, Wagner ve Richardson, 2012; Helgerud, Rodas, Kemi ve Hoff, 2011). Yapılan direnç egzersizleri ile birlikte kuvvet oranında ortaya çıkan artışlar, spor performansına da değişen oranlarda yansımaktadır. Bu alanda yapılan çalışmalardan bir tanesinde, (Schoenfeld, Grgic, Ogborn ve Krieger, 2017), 14 araştırmanın verilerine dayanan meta-analiz çalışmasında, yüksek yükle (%1TM'nin >%60'ı) gerçekteştirilen antrenmanlar ile düşük yükle (%1TM'nin %60'ı) yapılan antrenmanlar karşılaştırılmış; bu karşılaştırma sonucunda anlamlı bir etki boyutu farkı (EB=0,58) ortaya çıktığı belirtilmiştir.

1.2.2. Güç

Kas gücü, kasılma kuvveti ile kasılma hızı arasındaki etkileşimin bir fonksiyonudur ve kasın patlayıcılığı ile ilişkilidir. Kuvvet ve kasılma hızı arasındaki ilişki ile birlikte ortaya çıkan en yüksek güç noktası, sporcular arasındaki performans farklılığına neden olan en önemli unsurlardan bir tanesidir (Cormie, McGuigan ve Newton, 2011). Literatürdeki bazı kaynaklara göre, maksimum kuvvet ve güç gelişimi için %1TM'nin en az %80'i düzeyindeki yüklerle antrenman yapılması önerilirken; kas

hipertrofisini artırmak amacıyla ise %1TM'nin %70 ila %85 aralığındaki yüklerle yapılan antrenmanların etkili olduğu belirtilmektedir (American College of Sports Medicine, 2009). Bu tür önerilerde belirtilen yüklenme oranları ve hedefler, belirli bir ağırlıkla yapılan tekrarların öngörülen sayıya ulaşması durumunda, istenilen fizyolojik adaptasyonların gerçekleşmesini sağlamaktadır (Schoenfeld, Grgic, Van Every ve Plotkin, 2021).

1.2.3. Sürat

Sporcularda sürat performansını artırma hedefi, farklı spor branşlarında görev yapan antrenörler açısından öncelikli amaçlardan biri olarak değerlendirilmektedir (Petrakos, Morin ve Egan, 2016). Sürat gelişimine yönelik yapılan antrenmanlar sonucunda, genel performansta gözlenen ilerleme; özellikle ivmelenme ve maksimum hız unsurlarında ortaya çıkan artışlarla kendini gösterebilmektedir (Morin ve Samozino, 2016). Sprint performansı ile alt ekstremité kuvveti arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalarda, sporculara uygulanan serbest ağırlıkla yapılan squat egzersizleri sonrasında yapılan değerlendirmelerde anlamlı düzeyde güçlü korelasyonlara rastlandığı rapor edilmiştir (Styles, Matthews & Comfort, 2016).

1.2.4. Koordinasyon (Motor Beceri)

Spordaki performans genellikle beceri bileşenini içerir. Sporda beceri unsuru, çeviklik, denge, koordinasyon, güç, hız ve reaksiyon süratinin, birlikte uyumlu bir etkileşim içinde olmasına bağlıdır. Becerinin tanımlanmasını veya ölçülmesini zorlaştıran bir diğer yönü de, bir sporcunun antrenman ya da müsabaka sırasında pozisyon gereği, bir kararı çok hızlı alabilme yeteneğidir. Pozisyon gereği verilen kararların doğruluğu, takımın başarısına katkıda bulunur. Beceriye oluşturan temel unsurlardan biri olan doğru karar verme yetisi ile pozisyon esnasında gerekli aksiyonu uygulama becerisi, farklı takım sporlarında yer alan elit düzeydeki sporcuların ortak özellikleri arasında yer almaktadır (Paul, Gabbett ve Nassis, 2016).

1.2.5. Esneklik

Esneklik, bir eklem kendine özgü hareket aralığını ifade eder. Esneklik dinamik veya statik olabilir. Dinamik esneklik, bir eklem çevresindeki kasların hareket sırasında hareket aralığını içerirken, statik esneklik bir eklem tüm hareket aralığı boyunca pasif olarak hareket ettirilebileceği dereceyi tanımlar. Esneklikteki değişiklikler, germe egzersizlerinden sonra meydana gelebilmektedir (Behm, D. G., Kay, Trajano ve Blazevich, 2021).

1.2.6. Kardiyovasküler Dayanıklılık

Kardiyovasküler dayanıklılık, nöromusküler yorgunluk, metabolik değişimler ve karbonhidrat tükenmesi gibi faktörler nedeniyle, vücudun sabit performans çıktılarını

sürdürme yeteneğindeki kademeli düşüşü ifade etmektedir. Dayanıklılık parametresi, bir sporcunun sürekli çalışma hızına maruz kaldığında temel fizyolojik unsurlardaki fonksiyonel düşüşlere direnme kapasitesini yansıtır (Spragg, Leo ve Swart, 2023; Almquist, Hansen ve Rønnestad, 2023). Son çalışmalar, dayanıklılık performansını, uzun süreli egzersiz sırasında kardiyovasküler tepki oluşturarak veya tükenme süresi denemeleri yoluyla işlevsel hale getirmeye çalışarak, hem laboratuvar hem de saha ortamlarında değerlendirilmesi için bir çerçeve ortaya koymuştur (Meixner, Joyner ve Sperlich, 2025).

1.3. Antrenman Planlamasında Yüklenme İlkesi

Bir antrenman programını planlarken dikkate alınması gereken bazı temel ilkeler vardır Bu ilkeler arasında en öncelikli olanı, yüklenme ilkesidir. Yüklenme ilkesi, antrenmanın etkili ve sistemli bir şekilde uygulanabilmesi için temel oluşturan çeşitli bileşenleri içermektedir (Bompa ve Buzzichelli, 2021).

1.3.1. Yüklenme İlkesi

İnsan organizmasında dokuların alışkın olduklarından daha fazla antrenman yüküne maruz kalması olarak yüklenme olarak tanımlanabilir (Impellizzeri, Marcora ve Coutts, 2019). Bir sporcu, antrenman ile birlikte adaptasyon sürecini başlatabilmesi için düzenli aralıklarla belirli bir yüke maruz kalmalıdır (Bourdon, Cardinale, Murray, Gastin, Kellmann, Varley ve Cable, 2017). Belirli bir plan ve program doğrultusunda, ölçütleri tanımlanmış şekilde uygulanan ve kapsam ile içerikte yapılan değişiklikler sonucunda organizmada morfolojik, fonksiyonel ve kimyasal düzeyde adaptasyonlara yol açan fiziksel etkinliklerin tamamını yüklenme olarak değerlendirebiliriz (Özal, 2020).

Antrenman yöntemleri bağlamında yüklenme, dış ve iç yüklenmeler olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Bunlar;

Dış yüklenmeler; Antrenmanın yapısal özelliklerini belirleyen; yüklenme yoğunluğu, sıklığı, süresi, kapsamı ve dinlenme aralıkları gibi unsurları kapsar. Belirli bir hedef doğrultusunda belirlenen yük, yapılacak egzersizin şeklini, süresini, sıklığını, yoğunluğunu ve antrenmanlar arasındaki dinlenme süresini değiştirerek manipüle edilebilir (Bompa ve Buzzichelli, 2021).

İç yüklenmeler; Dış yüklenmeye karşı organizmanın verdiği fizyolojik ve psikolojik tepkileri ifade eder. Bu tepkiler, bireyin fizyolojik ve biyokimyasal yapısına, kuvvet düzeyine ve psikolojik uyum kapasitesine bağlı olarak ortaya çıkar (Özal, 2020).

	 YÖNTEM	 MALİYET	 DONANIM / YAZILIM GEREKLİLİĞİ	 KULLANIM KOLAYLIĞI	 GEÇERLİK	 GÜVENİRLİK
 İÇ YÜKLENME PARAMETRELERİ	 Algılanan zorluk derecesi	Düşük	Yok	Yüksek ●●●	Orta / Yüksek ●●	Orta / Yüksek ●●
	 Antrenmanda algılanan zorluk derecesi	Düşük	Yok	Yüksek ●●●	Orta / Yüksek ●●	Orta / Yüksek ●●
	 Antrenman Etkisi (TRIMP)	Düşük / Orta	Var / Yok	Orta ●●	Orta / Yüksek ●●	Orta / Yüksek ●●
	 Sağlık Anketleri	Düşük	Yok	Orta / Yüksek ●●	Orta ●●	Orta / Yüksek ●●
	 Psikolojik envanterler	Düşük / Orta	Yok	Orta / Yüksek ●●	Orta / Yüksek ●●	Orta / Yüksek ●●
	 KAH	Düşük / Orta	Var / Yok	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●	Orta / Yüksek ●●
	 Oksijen Tüketimi	Yüksek	Var / Var	Düşük ●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
 DIŞ YÜKLENME PARAMETRELERİ	 Zaman	Düşük	Var / Yok	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
	 Antrenman hacmi	Düşük	Yok / Yok	Orta / Yüksek ●●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
	 Mesafe	Düşük	Var / Yok	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
	 Hareketlerin tekrar sayısı	Düşük	Var / Yok	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●	Orta / Yüksek ●●
	 Aktivite profili	Düşük	Var / Yok	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●	Orta / Yüksek ●●
	 Güç çıktısı (W ya da W/kg)	Orta / Yüksek	Var / Var	Düşük / Orta ●●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
	 Hız (m/s, km/s)	Düşük / Orta	Var / Yok	Orta / Yüksek ●●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
	 İvme (m/s ²)	Düşük / Orta	Var / Yok	Düşük ●	Yüksek ●●●	Yüksek ●●●
	 GPS ölçümleri	Orta	Var / Var	Orta ●●	Orta / Yüksek ●●	Orta ●●
	 Video hareket analizi	Yüksek	Var / Var	Düşük ●	Orta / Yüksek ●●	Orta ●●
	 Video hareket analizi (manuel)	Yüksek / Orta	Var / Var	Düşük ●	Orta / Yüksek ●●	Orta ●●
	 Abdometre	Orta	Var / Var	Düşük / Orta ●●	Orta / Yüksek ●●	Orta ●●

● Yüksek

● Orta / Yüksek

● Orta

● Düşük

W: Watt | KAH: Kalp Atım Hızı

Şekil 1. İç ve Dış Yüklenme Parametreleri

İç ve dış yüklenme miktarının belirlenmesinde kullanılan bazı yöntemlere ilişkin bilgiler (Bartlett, O'Connor, Pitchford, Torres-Ronda ve Robertson, 2017).

Doğru şekilde planlanıp sıralanan antrenman yüklenmeleri, sportif performans düzeyinde aşamalı artışlara yol açmaktadır (Bourdon vd., 2017). Ancak antrenman yüklenmelerinin kısa sürede ve yüksek şiddette uygulanması, fizyolojik adaptasyonların ve performans artışının gerçekleşebilmesi için gereken süreyi uzatmaktadır. Uyum ve toparlanma için gerekli süre, ani biçimde artırılan antrenman yüklenmesinin büyüklüğüne doğrudan bağlı olarak değişmektedir (Stone vd., 2021). Antrenman yüklenmelerinin kademeli, düzenli ve bilimsel bir şekilde uygulanması, sportif performans gelişimiyle doğrudan ilişkilidir. Ancak bu yüklenmenin biçimi, yapılan spor branşına ve benimsenen yüklenme yaklaşımlarına göre farklılık göstermektedir. Bu bağlamda çeşitli yüklenme yaklaşımları aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- Standart (Ölçülü) Yüklenme,
- Doğrusal (Linear) Yüklenme:
- Basamaklı Yüklenme,
- Odaklanmış (Sıkılaştırılmış, Konsantre) Yüklenme,
- Bağlantılı Sıralanan (Conjugated Sequence) Yüklenme,
- Düz Yüklenme, olarak sıralanabilir (Özal, 2020).

1.3.2. Yüklenmenin Ana Öğeleri

Ayrıca yüklenme, hem nicelik hem de nitelik açısından değerlendirildiğinde dört temel bileşenden oluşur. Bunlar;

Yüklenmenin Şiddeti; Uygulanan antrenmanın yoğunluğunu ifade eder. Her uyarının şiddeti, belirli bir zaman birimi içerisindeki yapılan iş miktarı ile tanımlanır. Burada 'şiddet' kavramı, yapılan işin toplam büyüklüğünden ziyade, işin gerçekleştirilme zorluğunu ön plana çıkarır. Bu nedenle şiddet, genellikle işin birim zamana oranlanmasıyla ifade edilir. Kullanılan ölçü birimleri arasında metre/saniye (m/sn), kilometre/saat (km/saat), kilogram/saniye (kg/sn) ve ton/saat gibi değerler yer alır (Altınkök, 2015).

Yüklenmenin Süresi; Yüklenmenin süresini veya miktarını ifade eder. Bazen, belirli bir süre boyunca yapılan antrenmanı ölçen ve süre ile sıklığı birleştiren antrenman hacmiyle karıştırılır (Issurin, 2016). Uluslararası düzeyde yarışan sporcuların yılda yaklaşık 1000 saat antrenman yapması gerekir (Bompa ve Buzzichelli, 2021).

Yüklenmenin Sıklığı; Antrenmanların hangi aralıklarla tekrarlandığını gösterir. Örneğin, antrenman sıklığı, spora, sporcunun performans seviyesine ve antrenman döngüsünün aşamasına bağlı olarak haftada 5 ila 14 seans arasında değişebilir (Haff ve Triplett, (Eds.). 2026).

Yüklenmenin Kapsamı; Uyarının kapsamı, bir antrenman süresince uygulanan tüm uyarıların süresi ve tekrar sayısını ifade eder. Örneğin, koşu sporlarında katedilen mesafe (km), kuvvet antrenmanlarında ise yapılan tekrar sayıları ile kaldırılan ağırlıkların toplamı, uyarının kapsamını belirler. Kapsam kavramı, belirli ölçüde uyarının şiddetiyle örtüşebilir; ancak bu durumun geçerli olabilmesi için uyarın şiddetinin sabit kalması gerekmektedir (Haff ve Triplett, (Eds.). 2026). Bu dört temel öge, birbirleriyle uyum içinde ve farklı hedeflere yönelik alıştırma türleriyle birlikte planlanarak sporcunun sportif performansını ve güç kapasitesini geliştirmede temel belirleyiciler olarak rol oynamaktadır (Özal, 2020).

1.3.3. Yüklenme-Dinlenme İlkesi

Yüklenme ve toparlanma, antrenmanın önemli ancak genellikle göz ardı edilen ilkeleridir. Bir antrenman sonrası toparlanma sürecinde dikkate alınması gereken faktörler şunlardır:

- Yaş: 25 yaş üstü sporcular, genç sporculara göre daha uzun toparlanma sürelerine ihtiyaç duyar (Bompa ve Buzzichelli, 2021).
- Çevresel koşullar: Sıcakta antrenman yapmak ve yarışmak, sporcuya daha fazla fizyolojik stres bindirir ve daha uzun bir toparlanma süresi gerektirir (Bergeron, Mountjoy, Armstrong, Chia, Côté, Emery ve Engebretsen, 2015).
- Aktivite türü: Kas hasarına neden olan antrenman ve yarışmalar, yorgunluğa neden olan ancak kas hasarı veya ağrısına neden olmayan aktivitelerden daha uzun toparlanma süreleri gerektirir (Peake, Neubauer, Della Gatta ve Nosaka, 2017). İdeal koşullarda toparlanma süreci, her sporcuya özgü olarak planlanmalıdır. Bireysel farklılıkların dikkate alınabilmesi için, sporcuların toparlanma süreçleri hem öznel, hem de nesnel izleme yöntemleri ile takip edilmelidir. Bu tür bir yaklaşım, toparlanma düzeyinin daha doğru değerlendirilmesine ve antrenman verimliliğinin artırılmasına katkı sağlayabilir (Kellmann, Bertollo, Bosquet, Brink, Coutts, Duffield ve Beckmann, 2018).

Kaynakça

- Almquist, N. W., Hansen, J., & Rønnestad, B. R. (2023). Development of cycling performance variables and durability in female and male national team cyclists: from junior to senior. *Medicine and science in sports and exercise*, 55(11), 2053-2063.
- Altınkök, M. (2015). Yüksek şiddetli interval antrenman uygulamalarının etki alanlarının incelenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(2), 463-475.
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687-708.
- Bartlett, J. D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L., & Robertson, S. J. (2017). Relationships between internal and external training load in team-sport athletes: evidence for an individualized approach. *International journal of sports physiology and performance*, 12(2), 230-234.
- Barrett-O'Keefe, Z., Helgerud, J., Wagner, P. D., & Richardson, R. S. (2012). Maximal strength training and increased work efficiency: contribution from the trained muscle bed. *Journal of applied physiology*, 113(12), 1846-1851.
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A.,... & Engebretsen, L. (2015). International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *British journal of sports medicine*, 49(13), 843-851.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2021). *Periodization of strength training for sports*. Human Kinetics Publishers.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C.,... & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-161.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G.,... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 54(24), 1451-1462.

- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports medicine*, 41(1), 17-38.
- Cunanan, A. J., DeWeese, B. H., Wagle, J. P., Carroll, K. M., Sausaman, R., Hornsby III, W. G.,... & Stone, M. H. (2018). The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. *Sports medicine*, 48(4), 787-797.
- Evans, J. W. (2019). Periodized resistance training for enhancing skeletal muscle hypertrophy and strength: A mini-review. *Frontiers in physiology*, 10, 13.
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The lancet global health*, 6(10), e1077-e1086.
- Günay, M., & Bilimi, Ş. E. A. (2017). Birinci Baskı. İlksan Matbaası, Gazi Kitapevi, 112-35.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2026). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.
- Helgerud, J., Rodas, G., Kemi, O. J., & Hoff, J. (2011). Strength and endurance in elite football players. *International journal of sports medicine*, 32(09), 677-682.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(2), 270-273.
- Issurin, V. B. (2016). Benefits and limitations of block periodized training approaches to athletes' preparation: a review. *Sports medicine*, 46(3), 329-338.
- Jeffreys, I., & Moody, J. (2016). Effective coaching in strength and conditioning: the foundations of the profession. In *Strength and Conditioning for Sports Performance* (pp. 45-54). Routledge.
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R.,... & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 13(2), 240-245.
- Kiely, J. (2018). Periodization theory: confronting an inconvenient truth. *Sports Medicine*, 48(4), 753-764.

- Meixner, B., Joyner, M. J., & Sperlich, B. (2025). Durability, Fatigability, Repeatability and Resilience in Endurance Sports: Definitions, Distinctions, and Implications. *Journal of Applied Physiology*.
- Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International journal of sports physiology and performance*, 11(2), 267-272.
- Özal, M. (2020). *Hareket ve Antrenman Bilimleri-1*. Eskişehir: Anadolu University Pub.
- Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance. *Sports medicine*, 46, 421-442.
- Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of applied physiology*, 122(3), 559-570.
- Petrakos, G., Morin, J. B., & Egan, B. (2016). Resisted sled sprint training to improve sprint performance: a systematic review. *Sports medicine*, 46, 381-400.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3508-3523.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Van Every, D. W., & Plotkin, D. L. (2021). Loading recommendations for muscle strength, hypertrophy, and local endurance: a re-examination of the repetition continuum. *Sports*, 9(2), 32.
- Spragg, J., Leo, P., & Swart, J. (2023). The relationship between training characteristics and durability in professional cyclists across a competitive season. *European journal of sport science*, 23(4), 489-498.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46(10), 1419-1449.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The importance of muscular strength: training considerations. *Sports medicine*, 48(4), 765-785.
- Stone, M. H., Hornsby, W. G., Haff, G. G., Fry, A. C., Suarez, D. G., Liu, J.,... & Pierce, K. C. (2021). Periodization and block periodization in sports: emphasis on strength-power training—a provocative and challenging narrative. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(8), 2351-2371.

- Styles, W. J., Matthews, M. J., & Comfort, P. (2016). Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1534-1539.
- Umar, M. R. D., & Tomoliyus, M. (2018, December). The periodization of 4 and 6 weeks circuit training and age to improve the aerobic endurance of basketball beginner athletes. In 2nd Yogyakarta International Seminar on Health, Physical Education, and Sport Science (Yishpess 2018) and 1st Conference on Interdisciplinary Approach in Sports (CoIS 2018) (pp. 640-646). Atlantis Press.
- Warburton, D. E., & Bredin, S. S. (2017). Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current opinion in cardiology*, 32(5), 541-556.
- World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization.

İKİNCİ BÖLÜM

ANTRENMAN İLKELERİ

Arş. Gör. Ünal Can GÖKMEN

Antrenman bilimi, sporcuların performanslarını sistematik biçimde geliştirmeyi hedefleyen planlı, programlı ve bilimsel temellere dayalı bir süreçtir. Bu süreç yalnızca fiziksel güç ve dayanıklılık kazanımını değil, aynı zamanda fizyolojik, biyomekanik, psikolojik ve sosyolojik unsurların bütüncül olarak değerlendirilmesini gerektirir (França vd., 2022). Günümüzde spor performansının üst düzeyde tutulabilmesi, yalnızca antrenmanın yoğunluğunu artırmakla değil, bilimsel temellere dayalı doğru planlama, uygulama ve geri bildirim döngüsüyle mümkündür.

Antrenmanın tarihsel gelişimine bakıldığında, bu kavramın antik çağlardan itibaren önemli olduğu görülmektedir. Antik Yunan’da olimpiyat oyunları için hazırlanan atletler, belirli yüklenmeler ve tekrarlarla antrenman yapmış, ancak bu süreç daha çok sezgisel deneyimlere dayanmıştır. Modern antrenman biliminin temelleri ise 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başında, fizyoloji ve biyomekanik araştırmaların gelişmesiyle atılmıştır. Özellikle Doğu Avrupa ülkeleri, sistematik antrenman modellerinin geliştirilmesinde öncü olmuş; Matveyev’in 1960’larda ortaya koyduğu “Periyodizasyon” modeli, sporcuların uzun vadeli gelişiminde temel bir çerçeve oluşturmuştur (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

Antrenmanın bilimsel boyutu, özellikle fizyoloji araştırmalarıyla daha net bir yapı kazanmıştır. Organizmanın uygulanan yüklenmelere verdiği tepki, Hans Selye’nin ortaya koyduğu “Genel Adaptasyon Sendromu” (GAS) modeli ile açıklanmış, bu model antrenman ilkelerinin teorik temelini oluşturmuştur. Buna göre, organizma belli bir strese maruz kaldığında alarm, direnç ve tükenme evrelerinden geçmekte; uygun yüklenme ve yeterli toparlanma sağlandığında direnç evresi performans artışı ile sonuçlanmaktadır (Stone vd., 2021).

Antrenman sürecinde amaç yalnızca performansı artırmak değil, aynı zamanda sakatlık riskini azaltmak ve sporcunun uzun vadeli gelişimini sürdürülebilir hale getirmektir. Dayanıklılık, kuvvet, sürat, çeviklik ve esneklik gibi motorik özelliklerin yanı sıra; teknik, taktik ve psikolojik becerilerin de geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle modern antrenman anlayışı, multidisipliner bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır (Ajubua, 2014). Sporcuların başarısı, yalnızca antrenman alanında yapılan uygulamalara değil, beslenme, uyku, psikolojik hazırlık ve toparlanma stratejileri gibi destekleyici unsurlara da bağlıdır (Almeida vd., 2019).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, antrenman biliminin uygulama alanı da genişlemiştir. GPS cihazları, ivmeölçerler, kalp atım hızı monitörleri, uyku ve toparlanma takip

sistemleri gibi araçlar sayesinde sporcuların yüklenme düzeyleri anlık olarak takip edilebilmektedir. Bu sistemler, antrenörlere yüklenme-doz ilişkisini daha hassas biçimde kontrol etme imkânı sağlamaktadır (Leduc ve Weaving, 2025). Ayrıca, yapay zekâ ve büyük veri analitiği, antrenman süreçlerinin bireyselleştirilmesine ve performans tahminlerinin daha güvenilir yapılmasına katkı sunmaktadır.

Günümüzde antrenman ilkeleri yalnızca performans gelişimi için değil, aynı zamanda sporcuların sağlıklı bir kariyer sürdürebilmeleri için de kritik öneme sahiptir. Yüklenme, toparlanma, süreklilik, çeşitlilik ve spesifiklik ilkeleri doğru uygulandığında, sporcular en üst düzeyde performans sergilerken aynı zamanda sakatlık riskleri azaltılabilmektedir (França vd., 2022).

2.1. Antrenman İlkeleri

2.1.1. Bireysel Farklılık İlkesi

Antrenman biliminin temel taşlarından biri, bireysel farklılık ilkesidir. Bu ilkeye göre her sporcunun genetik yapısı, fizyolojik kapasitesi, antrenman geçmişi, psikolojik özellikleri ve çevresel koşulları birbirinden farklıdır. Dolayısıyla, aynı antrenman programı farklı sporcular üzerinde aynı sonucu doğurmaz. Antrenörlerin performansı geliştirebilmek için sporcuların bireysel özelliklerini dikkate alması, modern antrenman planlamasının vazgeçilmez bir gerekliliğidir (França vd., 2022). Bireysel farklılıkların en önemli belirleyicilerinden biri genetik faktörlerdir. $VO_2\text{max}$ düzeyi, kas lifi tipi dağılımı (yavaş kasılan tip I, hızlı kasılan tip II lifler) ve kas biyopsileriyle belirlenebilen biyokimyasal özellikler, sporcunun dayanıklılık veya kuvvet potansiyelini önemli ölçüde etkiler. Örneğin, yüksek oranda tip I kas lifine sahip sporcular uzun süreli dayanıklılık gerektiren branşlarda avantajlı olurken; tip II lif yoğunluğu yüksek sporcular sprint, halter veya patlayıcı güç gerektiren sporlarda üstün performans sergileyebilir (Stone vd., 2021).

Bunun yanında yaş ve cinsiyet farklılıkları da antrenman yanıtını etkileyen önemli unsurlardır. Ergenlik dönemindeki sporcuların hormonal değişimleri, kas kütlesi gelişimini ve performans artışını doğrudan etkilerken, kadın sporcularda menstrüel döngü de performans üzerinde belirleyici bir rol oynayabilir. Kadın sporcular için antrenman planlamasında, döngünün farklı evrelerinde meydana gelen hormonal değişimlerin dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir (Bunn ve Easley, 2025).

Antrenman geçmişi de bireysel farklılıkların önemli bir boyutudur. Yeni başlayan bir sporcuya uygulanacak yüklenme, elit düzeydeki bir sporcudan farklı olmalıdır. Başlangıç düzeyindeki sporcular, düşük yoğunluktaki antrenmanlara daha hızlı uyum sağlarken; elit sporcuların performans gelişimi için daha sofistike, yoğun ve çeşitlendirilmiş programlara ihtiyaç vardır (Ajubua, 2014).

Bireysel farklılıkların bir diğer boyutu ise psikolojik özellikler ve motivasyonel düzeylerdir. Sporcuların antrenmanlara verdikleri psikolojik yanıtlar, performans gelişiminde kritik rol oynamaktadır. Bazı sporcular yüksek baskı altında daha iyi performans sergilerken, bazıları stres karşısında performans kaybı yaşayabilir. Bu nedenle antrenman sürecinde psikolojik destek, öz-bildirim yöntemleri ve sporcu-anket etkileşimleri önemli rol oynar (Saw vd., 2015).

Ayrıca çevresel faktörler de bireysel farklılıklar kapsamında değerlendirilir. Sporcuların yaşadığı iklim, rakım, beslenme koşulları ve sosyal çevreleri performans üzerinde etkili olabilir. Örneğin, yüksek irtifa antrenmanları oksijen taşıma kapasitesini artırarak dayanıklılığı geliştirirken, bu etki her sporcu için aynı düzeyde gerçekleşmeyebilir. Bazı sporcular irtifaya hızla uyum sağlarken, bazıları bu süreçte performans kaybı yaşayabilir (Almeida vd., 2019).

Pratik uygulama açısından bakıldığında, antrenörlerin sporcuları bireysel olarak tanıması ve programları buna göre şekillendirmesi gerekir. Günümüzde GPS verileri, kalp atım hızı analizleri, ivmeölçerler ve öznel yorgunluk anketleri kullanılarak bireysel yüklenme yanıtları hassas şekilde takip edilebilmektedir (Leduc ve Weaving, 2025). Böylece her sporcunun yüklenme toleransı belirlenerek kişiselleştirilmiş antrenman planlaması yapılabilir.

Bireysel farklılık ilkesi, antrenman planlamasının en kritik boyutlarından biridir. Genetik yapı, yaş, cinsiyet, antrenman geçmişi, psikolojik özellikler ve çevresel faktörler sporcuların yüklenmelere vereceği yanıtı belirler. Bu nedenle antrenman sürecinde tek tip uygulamalar yerine, bireysel veriler ışığında özelleştirilmiş programların uygulanması gerekmektedir. Antrenman biliminin gelişimiyle birlikte, bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulması sporcu sağlığı ve performans gelişimi açısından kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir (França vd., 2022).

2.1.2. Yüklenme ve Aşırı Yüklenme İlkesi (Overload)

Antrenman biliminin en temel prensiplerinden biri, yüklenme ve aşırı yüklenme ilkesidir. Bu ilkeye göre, organizmanın performansını geliştirebilmesi için mevcut kapasitesinin üzerine çıkacak şekilde fiziksel yüklenmelere maruz bırakılması gerekir. Yeterli düzeyde yüklenme olmaksızın performansta anlamlı gelişim sağlanamaz; öte yandan, aşırı yüklenme durumunda ise yorgunluk, sakatlık ve performans düşüşü ortaya çıkabilir (DeWeese vd., 2015).

2.1.2.1. Yüklenmenin Parametreleri

Yüklenme dört ana parametreyle tanımlanır: şiddet, süre, sıklık ve yoğunluk. Şiddet, yapılan egzersizin güç veya hız düzeyini; süre, egzersizin ne kadar devam

ettiğini; sıklık, egzersizin haftalık tekrar sayısını; yoğunluk ise yüklenmenin toplam hacmini ifade eder (Stone vd., 2021). Antrenman planlamasında bu parametreler dengeli biçimde ayarlanmadığında, ya adaptasyon sağlanamaz ya da aşırı yüklenme sendromu ortaya çıkabilir.

2.1.2.2. Aşırı Yüklenme ve Adaptasyon

Organizmanın aşırı yüklenmeye verdiği yanıt, adaptasyon süreciyle açıklanır. Hans Selye'nin ortaya koyduğu Genel Adaptasyon Sendromu (GAS) modeli, antrenman yüklenmeleri karşısında organizmanın önce alarm, sonra direnç ve son olarak tükenme evresinden geçtiğini ortaya koymaktadır. Yüklenme ile toparlanma arasındaki dengenin doğru kurulması, direnç evresinde performans artışı sağlarken, dengenin bozulması tükenme evresine ve aşırı antrenman sendromuna yol açabilir (Ajubua, 2014).

2.1.2.3. Aşırı Antrenman Sendromu (Overtraining Syndrome)

Aşırı yüklenme, toparlanma süreçleriyle desteklenmediğinde kronik yorgunluk, sakatlık ve performans düşüşü şeklinde kendini gösterir. Bu durum aşırı antrenman sendromu olarak tanımlanır. Aşırı antrenman, bağışıklık sistemi baskılanması, hormonal dengesizlikler ve motivasyon kaybı gibi fizyolojik ve psikolojik belirtilerle karakterizedir (Almeida vd., 2019).

2.1.2.4. Antrenman Yoğunluğu ve Spor Branşları

Farklı spor branşlarında yüklenme ve aşırı yüklenme ilkesi farklı şekillerde uygulanır. Örneğin, dayanıklılık sporlarında (maraton, bisiklet) uzun süreli orta şiddette yüklenmeler performansı artırırken, kuvvet sporlarında (halter, sprint) yüksek şiddetli kısa süreli yüklenmeler gereklidir. Futbol gibi karma branşlarda ise hem dayanıklılık hem de kuvvet gereksinimleri bulunduğu için yüklenme parametreleri dengeli biçimde harmanlanmalıdır (Brearley ve Bishop, 2019).

2.1.2.5. Yüklenmenin İzlenmesi

Günümüzde spor biliminde yüklenmenin etkilerini takip etmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Kalp atım hızı, laktat ölçümleri, algılanan zorluk derecesi (RPE) anketleri, GPS tabanlı hız ve mesafe verileri, ivmeölçerler ve uyku takibi bu yöntemler arasında yer almaktadır. Bu veriler, sporcunun bireysel yüklenme toleransının belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Leduc ve Weaving, 2025).

2.1.2.6. Pratik Uygulamalar

Antrenörler, sporcuların bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurarak yüklenmeleri planlamalıdır. Örneğin, başlangıç düzeyindeki sporcular düşük

şiddette yüksek hacimli antrenmanlara daha hızlı uyum sağlarken, elit sporcuların gelişim gösterebilmesi için daha yüksek şiddetli ve yoğun programlara ihtiyaç duyulmaktadır (DeWeese vd., 2015).

2.1.3. Adaptasyon İlkesi

Antrenman sürecinin temelinde, organizmanın uygulanan yüklenmelere verdiği adaptif yanıt yer almaktadır. Adaptasyon ilkesi, sporcuların fizyolojik, biyokimyasal, nörolojik ve psikolojik düzeylerde uygulanan antrenman uyarılarına uyum sağlayarak performanslarını geliştirmelerini ifade eder. Düzenli ve sistematik biçimde tekrarlanan yüklenmeler, organizmada kalıcı fonksiyonel değişimlere yol açar; bu değişimler, sporcunun dayanıklılık, kuvvet, hız ve çeviklik gibi motorik özelliklerinde gelişim sağlamaktadır (Ajubua, 2014).

2.1.3.1. Genel Adaptasyon Sendromu (GAS) Modeli

Adaptasyon ilkesinin teorik temeli, Hans Selye tarafından ortaya konan Genel Adaptasyon Sendromu (GAS) modeline dayanmaktadır. Bu modele göre organizma, uygulanan strese üç aşamada yanıt verir:

Alarm Evresi: Yüklenmeye karşı organizmada şok etkisi oluşur, yorgunluk ve performans düşüşü gözlenir.

Direnç Evresi: Organizma uyum sağlar ve önceki kapasitesinin üzerine çıkar. Performans artışı bu evrede gerçekleşir.

Tükenme Evresi: Yetersiz toparlanma ve aşırı yüklenme durumunda organizma tükenir, performans kaybı ve sakatlık riski ortaya çıkar (Stone vd., 2021).

2.1.3.2. Fizyolojik Adaptasyonlar

Sporcularda görülen fizyolojik adaptasyonlar, uygulanan antrenmanın türüne bağlıdır:

Dayanıklılık antrenmanları: Kapiller yoğunluk artışı, mitokondri sayısında yükselme, oksijen taşıma kapasitesinin gelişmesi.

Kuvvet antrenmanları: Kas liflerinde hipertrofi, nöromusküler koordinasyon artışı, maksimal kuvvet ve patlayıcı güçte gelişim.

Sürat antrenmanları: Sinir iletim hızında artış, kasılma-relaksasyon sürelerinde kısalma.

Çeviklik ve koordinasyon antrenmanları: Merkezi sinir sistemi adaptasyonları ve hareket ekonomisinde iyileşme (DeWeese vd., 2015).

2.1.3.3. Hormonal ve Biyokimyasal Adaptasyonlar

Antrenman, endokrin sistem üzerinde de belirgin değişimlere yol açmaktadır. Düzenli kuvvet antrenmanları testosteron, büyüme hormonu ve insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1) düzeylerinde artış sağlayarak kas hipertrofisini destekler. Dayanıklılık antrenmanları ise kortizol düzeylerinde düzenleme yaparak stres toleransını artırır (Almeida vd., 2019).

2.1.3.4. Nörolojik Adaptasyonlar

Özellikle kuvvet ve sürat antrenmanlarında, nörolojik adaptasyonlar performans gelişiminde kritik rol oynar. Motor ünite senkronizasyonunun artması, daha fazla kas lifinin devreye sokulması ve sinir-kas ileti hızının artışı, antrenmanla kazanılan başlıca nörolojik uyumlardır (Stone et vd., 2021).

2.1.3.5. Psikolojik Adaptasyonlar

Antrenman yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik adaptasyonlara da yol açar. Düzenli antrenman yapan sporcuların öz güveni artar, stresle baş etme becerileri gelişir ve zihinsel dayanıklılıkları güçlenir. Bu durum özellikle elit sporcularda, rekabetçi ortamlarda performansın sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşır (Saw vd., 2015).

2.1.3.6. Bireysel Adaptasyon Farklılıkları

Her sporcunun adaptasyon kapasitesi farklıdır. Genetik yapı, antrenman geçmişı, yaş, cinsiyet ve psikolojik durum gibi faktörler adaptasyon sürecini belirler. Bu nedenle aynı antrenman programı bazı sporcularda hızlı gelişim sağlarken, bazılarında sınırlı etki gösterebilir. Bu noktada bireyselleştirilmiş antrenman planlaması kritik önem taşır (França vd., 2022).

2.1.3.7. Pratik Yansımalar

Antrenörler için adaptasyon ilkesinin en önemli yansıması, yüklenme ve toparlanma dengesini gözeterek sporcunun performansını sürdürülebilir şekilde geliştirmektir. Bu kapsamda, sporcularda antrenman sonrası toparlanma süresinin izlenmesi, uyku ve beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi ve gerekirse bireysel farklılıklara uygun antrenman modifikasyonları yapılması önerilmektedir (Leduc ve Weaving, 2025).

Adaptasyon ilkesi, antrenman biliminin en kritik prensiplerinden biridir. Sporcuların uygulanan yüklenmelere verdiği uyum yanıtları, hem kısa vadeli performans gelişiminde hem de uzun vadeli sporcu kariyerinde belirleyici rol oynamaktadır. Fizyolojik, biyokimyasal, nörolojik ve psikolojik düzeylerde gerçekleşen adaptasyon süreçlerinin doğru yönetilmesi, performansın

sürdürülebilirliği için zorunludur. Bu nedenle antrenman sürecinde adaptasyon ilkesi dikkate alınmalı, bireysel farklılıklar göz önünde bulundurularak kişiselleştirilmiş programlar uygulanmalıdır (Stone vd., 2021).

2.1.4. Spesifiklik İlkesi (Specificity)

Spesifiklik ilkesi, antrenman biliminin en önemli prensiplerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu ilkeye göre, bir sporcunun geliştirmek istediği performans bileşenleri neyse, uygulanan antrenman da o bileşenlere özgü olmalıdır. Başka bir ifadeyle, “neye çalışırsan, onda gelişirsin” prensibi geçerlidir. Dayanıklılık antrenmanı yapan bir sporcu, öncelikle aerobik kapasitesini geliştirirken; kuvvet çalışması yapan bir sporcu ise kas gücü ve hipertrofisini artırır. Bu nedenle, spor branşlarının ihtiyaçları doğrultusunda antrenman içeriklerinin özelleştirilmesi zorunludur (França vd., 2022).

2.1.4.1. Fizyolojik Spesifiklik

Organizmanın farklı enerji sistemleri (aerobik, anaerobik laktasit ve anaerobik alaktasit) belirli antrenman türleriyle geliştirilir. Örneğin, maraton koşucuları aerobik enerji sistemine yönelik uzun süreli düşük-orta şiddetli koşularla dayanıklılık kazanırken, sprinterler kısa süreli ve yüksek şiddetli yüklenmelerle anaerobik performanslarını artırır. Bu nedenle enerji sistemlerinin hedeflenmesi, spesifiklik ilkesinin temelini oluşturur (Stone vd., 2021).

2.1.4.2. Kas ve Hareket Spesifikliği

Kas grupları da spesifik olarak çalıştırılmalıdır. Futbolcular için alt ekstremita kuvveti, yüzücüler için üst ekstremita dayanıklılığı, halterciler için tam vücut kuvveti ön plandadır. Ayrıca, hareket paternleri de spora özgü şekilde çalıştırılmalıdır. Örneğin, bir basketbolcunun sıçrama performansını geliştirmek için squat antrenmanları faydalı olsa da, plyometrik çalışmalar daha doğrudan transfer etkisi sağlar. Bu durum “transfer of training” kavramıyla açıklanmaktadır (Brearley ve Bishop, 2019).

2.1.4.3. Teknik ve Taktik Spesifiklik

Antrenman yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda teknik ve taktik gelişim için de spesifik olmalıdır. Futbolcuların küçük alan oyunlarıyla hem aerobik kapasitelerini hem de pas, pozisyon alma gibi teknik-taktik becerilerini geliştirmeleri, spesifikliğin en önemli örneklerindendir. Yüzücüler için su içi antrenmanlar, koşu bandı veya bisiklete göre daha yüksek transfer değeri taşır çünkü teknik bileşen doğrudan su ortamına özgüdür (DeWeese vd., 2015).

2.1.4.4. Yaş, Seviye ve Cinsiyet Faktörleri

Spesifiklik, sporcuların yaş ve antrenman seviyelerine göre de uyarlanmalıdır. Alt yapıdaki genç sporcular için genel motorik gelişim ön plandayken, elit sporcular için branşa özgü antrenman daha yoğun şekilde uygulanmalıdır. Ayrıca kadın ve erkek sporcuların fizyolojik farklılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Kadın sporcularda özellikle menstrüel döngünün bazı evrelerinde antrenman yüklenmelerinin branşa özgü şekilde modifiye edilmesi önerilmektedir (Bunn ve Easley, 2025).

2.1.4.5. Periyodizasyon ve Spesifiklik

Spesifiklik ilkesi, periyodizasyon planlarının merkezinde yer almaktadır. Hazırlık döneminde daha genel antrenman yüklenmeleri uygulanırken, yarışma dönemine yaklaşıldığında yüklenmeler daha spesifik hale gelir. Örneğin, futbol sezonu öncesi dayanıklılık odaklı koşular yapılırken, sezon başladığında kısa süreli sprintler, pozisyonel oyunlar ve maç senaryoları ön plana çıkar. Bu yaklaşım, sporcunun yarışma döneminde en üst düzey performansa ulaşmasını sağlar (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

2.1.4.6. Teknoloji Destekli Spesifiklik

Günümüzde GPS, ivmeölçer ve video analiz sistemleri sayesinde sporcuların branşa özgü hareket kalıpları daha detaylı şekilde incelenebilmektedir. Örneğin, futbolcularda sprint, yavaşlama ve yön değiştirme hareketleri maç esnasında GPS verileriyle analiz edilmekte ve antrenman programları bu hareketlerin yoğunluğuna göre özelleştirilmektedir (Leduc ve Weaving, 2025).

2.1.5. Süreklilik ve Aşamalılık İlkesi (Continuity & Progression)

Antrenman sürecinde performans gelişimi, yalnızca kısa vadeli yüklenmelerle değil, uzun vadeli ve düzenli uygulamalarla mümkündür. Bu bağlamda süreklilik ve aşamalılık ilkesi, sporcuların antrenman programlarının temel taşlarından biridir. Süreklilik, düzenli ve kesintisiz bir antrenman sürecini ifade ederken; aşamalılık, antrenman yüklerinin sistematik olarak artırılmasını kapsar (França vd., 2022).

2.1.5.1. Süreklilik İlkesi

Sporcularda antrenman etkilerinin kalıcı hale gelebilmesi için belirli bir düzen içinde tekrar edilmesi gerekir. Antrenmanların uzun süre kesintiye uğraması durumunda, “detraining” adı verilen performans kaybı ortaya çıkar. Örneğin, birkaç hafta antrenman yapmayan bir sporcu, aerobik kapasitesinde ve kas kuvvetinde belirgin düşüş yaşayabilir. Bu nedenle süreklilik, özellikle sezon dışı

dönemlerde minimum düzeyde de olsa korunmalıdır (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

2.1.5.2. Aşamalılık İlkesi

Aşamalılık, yüklenmenin şiddet, hacim ve yoğunluğunun düzenli biçimde artırılmasını ifade eder. Sporcular aynı yüklenmelerle uzun süre çalıştığında adaptasyon süreci durağan hale gelir. Bu nedenle antrenman dozu zamanla artırılmalı, sporcunun performans kapasitesi kademeli olarak geliştirilmelidir. Ancak bu artışın çok hızlı olması sakatlık riskini artırabilir. Örneğin, koşucularda antrenman hacminin haftalık %10'dan fazla artırılması, aşil tendiniti ve stres kırıkları gibi sakatlıklara yol açabilmektedir (Stone vd., 2021).

2.1.5.3. Periyodizasyon ve Süreklilik

Süreklilik ve aşamalılık ilkesi, periyodizasyon modellerinin merkezinde yer alır. Hazırlık, yarışma ve geçiş dönemleri arasındaki geçişler, yüklenmenin aşamalı artırılması ve gerektiğinde azaltılmasıyla düzenlenir. Geleneksel lineer periyodizasyon, yüklenmelerin kademeli ve düzenli olarak artırılmasına dayanırken; blok periyodizasyon modelinde farklı antrenman içerikleri belirli bloklar halinde yoğunlaştırılarak uygulanır (Ajubua, 2014).

2.1.5.4. Fizyolojik Temeller

Süreklilik ve aşamalılık ilkesi, organizmanın adaptasyon kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir. Düzenli ve aşamalı yüklenmeler, kardiyovasküler kapasitede, kas kuvvetinde, sinir sistemi adaptasyonlarında ve hormonal düzenlemelerde kademeli gelişim sağlar. Yetersiz süreklilik, bu kazanımların geri dönüşünü hızlandırır. Özellikle dayanıklılık sporcularında, antrenmana ara verilmesi VO₂max değerlerinde hızlı düşüşe yol açarken, kuvvet sporcularında kas kütlesinde azalma gözlenmektedir (Almeida vd., 2019).

2.1.5.5. Yaş, Seviye ve Branş Faktörleri

Süreklilik ve aşamalılık ilkesi sporcuların yaşına, antrenman seviyesine ve branşına göre farklılık gösterir. Çocuk ve genç sporcularda süreklilik, temel motorik özelliklerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Elit sporcularda ise performansın korunması için yüksek düzeyde süreklilik ve spesifik aşamalılık gerekir. Branş farklılıkları da belirleyicidir: Futbolcular için sezon boyunca düzenli yüklenmeler sürdürülürken, güreşçiler veya halterciler için aşamalı yüklenmeler müsabaka dönemlerine göre ayarlanır (Brearley ve Bishop, 2019).

2.1.5.6. *Sakatlık ve Süreklilik*

Sakatlıklar, sürekliliği bozan en önemli faktörlerden biridir. Sporunun sakatlık sonrası rehabilitasyon sürecinde antrenman yüklenmelerine aşamalı olarak geri dönmesi gerekir. Erken ve kontrolsüz dönüş, tekrar sakatlık riskini artırabilir. Bu nedenle süreklilik ilkesi, sakatlık sonrası antrenmanlara dönüşte kademeli yüklenmelerin önemini de vurgular (Stone vd., 2021).

2.1.5.7. *Teknolojik İzleme*

Modern spor biliminde süreklilik ve aşamalılık ilkesi, teknolojik izleme araçlarıyla desteklenmektedir. GPS, kalp atım hızı, ivmeölçer ve uyku takip cihazları, sporcuların antrenman yoğunluklarını düzenli takip etmeye olanak sağlamaktadır. Bu sayede antrenmanların sürekliliği korunmakta ve aşamalılık kontrollü biçimde uygulanabilmektedir (Leduc ve Weaving, 2025).

2.1.6. **Çeşitlilik İlkesi (Variety)**

Antrenman süreçlerinde sporcuların performansını geliştirmek için yalnızca süreklilik ve aşamalılık ilkelerine bağlı kalmak yeterli değildir. Zira monoton ve tekrara dayalı antrenmanlar, kısa vadede gelişim sağlasa da uzun vadede hem fizyolojik adaptasyonların sınırına ulaşılmasına hem de motivasyon kaybına yol açabilmektedir. Bu nedenle çeşitlilik ilkesi, antrenmanların içerik ve yöntem açısından farklılıklar içermesi gerektiğini savunur. Çeşitlilik, hem fizyolojik gelişim için yeni uyaranlar sağlamakta hem de psikolojik açıdan sporunun motivasyonunu korumaktadır (França vd., 2022).

2.1.6.1. *Monoton Antrenmanların Etkileri*

Monoton antrenman programları, organizmanın aynı uyaranlara tekrar tekrar maruz kalmasına neden olur. Bu durumda adaptasyon süreci sınırlanır ve performans artışı duraklama evresine girer. Ayrıca, sürekli aynı antrenmanları yapan sporcularda mental yorgunluk, motivasyon düşüklüğü ve antrenmana katılım isteksizliği gözlenebilir. Özellikle uzun süreli dayanıklılık sporlarında tekdüze koşular veya yüzme antrenmanları, bu durumun en tipik örnekleridir (Almeida vd., 2019).

2.1.6.2. *Fizyolojik Çeşitlilik*

Çeşitlilik ilkesi, farklı enerji sistemlerinin dönüşümlü olarak geliştirilmesini içerir. Örneğin, futbolcularda yalnızca aerobik kapasiteyi geliştiren uzun koşulara odaklanmak yerine, anaerobik dayanıklılığı geliştiren interval çalışmalar veya sprint tekrarları da programa eklenmelidir. Kuvvet antrenmanlarında ise yalnızca serbest ağırlıklarla yapılan temel egzersizlere değil, aynı zamanda fonksiyonel

egzersizlere, plyometrik çalışmalara ve denge-koordinasyon uygulamalarına da yer verilmelidir. Bu çeşitlilik, sporcuların çok yönlü gelişimini sağlar (Stone vd., 2021).

2.1.6.3. Psikolojik Çeşitlilik

Sporcuların antrenmana olan bağlılıklarını sürdürebilmeleri için psikolojik açıdan da çeşitlilik gereklidir. Özellikle genç sporcularda oyun temelli çalışmalar, motivasyonu artırmada etkili olmaktadır. Elit sporcularda ise antrenman ortamının değiştirilmesi, farklı antrenman partnerleriyle çalışmak ya da alternatif egzersiz metotları uygulamak, motivasyon kaybını önlemektedir. Bu durum, “mental tazelik” kavramı ile açıklanmaktadır (Saw vd., 2015).

2.1.6.4. Periyodizasyon ve Çeşitlilik

Çeşitlilik ilkesi, periyodizasyon planlarının da önemli bir bileşenidir. Hazırlık döneminde daha genel ve çeşitli antrenmanlara yer verilirken, yarışma dönemi yaklaştıkça antrenmanlar daha spesifik hale getirilir. Bu yaklaşım, sporcuların hem temel motorik özelliklerini geliştirmelerine hem de branşa özgü performanslarını optimize etmelerine olanak tanır (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

2.1.6.5. Teknolojik Çeşitlilik

Modern spor biliminde çeşitlilik ilkesi, teknolojik araçlarla da desteklenmektedir. GPS ve ivmeölçer cihazları sayesinde sporcuların antrenman yükleri çeşitlendirilerek farklı enerji sistemleri hedeflenebilir. Ayrıca sanal gerçeklik (VR) tabanlı antrenman uygulamaları, özellikle rehabilitasyon süreçlerinde sporculara farklı uyaranlar sunmak için kullanılmaktadır (Leduc ve Weaving, 2025).

2.1.7. Toparlanma İlkesi (Recovery)

Antrenman biliminin en kritik prensiplerinden biri, toparlanma ilkesidir. Sporcuların performans gelişimi yalnızca yapılan yüklenmelerin şiddetine değil, bu yüklenmelerden sonra verilen toparlanma süreçlerine de bağlıdır. Yeterli toparlanma sağlanmadığında organizma aşırı yüklenmeye maruz kalır, bu da performans kaybı, sakatlık riski ve aşırı antrenman sendromu ile sonuçlanabilir. Bu nedenle toparlanma, antrenman planlamasının ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir (Almeida vd., 2019).

2.1.7.1. Toparlanmanın Fizyolojik Boyutu

Toparlanma süreci, organizmanın antrenman sonrası eski haline dönmesi ve hatta daha yüksek bir kapasiteye ulaşması anlamına gelir. Bu süreç, enerji depolarının yenilenmesi (ATP, glikojen), kas hasarının onarılması, sinir sistemi yorgunluğunun

giderilmesi ve hormonal dengeye yeniden kavuşulmasıyla gerçekleşir. Yeterli toparlanma, “süperkompansasyon” adı verilen performans artışını sağlar (Stone vd., 2021).

2.1.7.2. Toparlanmanın Psikolojik Boyutu

Toparlanma yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik bir süreçtir. Sporcuların zihinsel yorgunlukları, stres düzeyleri ve motivasyon durumları da performansı etkiler. Düzenli uyku, sosyal destek, gevşeme teknikleri ve psikolojik danışmanlık, sporcularda toparlanmayı hızlandıran önemli faktörlerdir (Saw vd., 2015).

2.1.7.3. Toparlanma Yöntemleri

Modern spor biliminde toparlanmayı desteklemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır:

Aktif toparlanma: Antrenman sonrası düşük yoğunluklu egzersizler (ör. hafif koşu, bisiklet).

Pasif toparlanma: Tam dinlenme, uyku ve gevşeme.

Beslenme: Karbonhidrat ve protein alımı, sıvı-elektrolit dengesi.

Fizyoterapötik yöntemler: Masaj, kriyoterapi, kompresyon giysileri.

Psikolojik yöntemler: Meditasyon, nefes egzersizleri ve mental rahatlama teknikleri (Almeida vd., 2019).

2.1.7.4. Toparlanma ve Periyodizasyon

Toparlanma ilkesinin uygulanması, periyodizasyon modelleriyle doğrudan ilişkilidir. Hazırlık döneminde yüksek hacimli antrenmanlar yapılırken, yarışma dönemine yaklaşırken toparlanma süreleri artırılır ve yüklenme şiddeti yarışma odaklı hale getirilir. Ayrıca mikro döngüler içinde planlanan dinlenme günleri, sporcunun adaptasyonunu desteklemek için kritik rol oynar (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

2.1.7.5. Yetersiz Toparlanmanın Sonuçları

Yetersiz toparlanma durumunda ortaya çıkan en büyük risklerden biri, aşırı antrenman sendromudur. Bu durumda sporcular sürekli yorgunluk, performans kaybı, uyku bozuklukları, bağışıklık sistemi zayıflığı ve motivasyon kaybı yaşar. Ayrıca, kas-iskelet sistemi sakatlıkları da yetersiz toparlanmanın bir sonucu olarak sıkça görülür (Almeida vd., 2019).

2.1.7.6. *Teknoloji Destekli Toparlanma İzleme*

Günümüzde toparlanma süreçleri teknolojik araçlarla yakından takip edilmektedir. Kalp atım hızı değişkenliği (HRV), uyku takibi, hormonal ölçümler ve GPS tabanlı yüklenme verileri, sporcuların toparlanma durumunu değerlendirmede kullanılan yöntemlerdir. Bu sayede antrenörler, sporcuların bireysel toparlanma ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak antrenman planlarını optimize edebilmektedir (Leduc ve Weaving, 2025).

2.1.7.7. *Pratik Örnekler*

Futbol: Maç sonrası aktif toparlanma (bisiklet, masaj) ve uyku takibi.

Yüzme: Yüksek hacimli antrenman günlerinden sonra pasif toparlanma ve beslenme protokolleri.

Basketbol: Yoğun turnuva dönemlerinde kriyoterapi ve kompresyon giysileri.

2.2. Antrenman Programlaması ve Periyodizasyon

Antrenman biliminin temel ilkeleri olan bireysel farklılık, yüklenme, adaptasyon, spesifiklik, süreklilik, çeşitlilik ve toparlanma; ancak doğru bir planlama ve programlama süreci ile uygulanabilir hale gelir. Bu bağlamda antrenman programlaması, sporcuların kısa, orta ve uzun vadeli performans hedeflerine ulaşabilmesi için antrenman yüklerinin sistematik olarak organize edilmesini ifade eder. Antrenman programlamasının temelinde ise periyodizasyon yaklaşımı yer almaktadır (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

2.2.1. Periyodizasyon Kavramı ve Tarihçesi

Periyodizasyon, antrenman yüklerinin yıl boyunca sistematik biçimde düzenlenmesi ve yarışma dönemlerine uygun olarak planlanması anlamına gelir. İlk kez 1960’larda Sovyet spor bilimci Matveyev tarafından ortaya konmuş, daha sonra farklı spor dallarına uyarlanmıştır. Geleneksel (lineer) Periyodizasyon, yüklenmenin düşük yoğunluktan yüksek yoğunluğa doğru kademeli olarak artırılmasına dayanırken, modern yaklaşımlar farklı varyasyonları geliştirmiştir (Stone vd., 2021).

2.2.2. Geleneksel (Lineer) Periyodizasyon

Geleneksel modelde, makro döngü (1 yıl), mezo döngü (1–3 ay) ve mikro döngü (1–4 hafta) şeklinde planlama yapılır. Hazırlık döneminde yüksek hacimli ve düşük yoğunluklu antrenmanlar yapılırken, yarışma dönemine doğru hacim azaltılır ve yoğunluk artırılır. Bu model özellikle dayanıklılık sporları için etkili bulunmuştur, ancak modern sporların çok yönlü taleplerine cevap vermekte sınırlı kalmaktadır (Ajubua, 2014).

2.2.3. Blok Periyodizasyon

Blok Periyodizasyon modeli, özellikle yüksek performanslı sporcular için geliştirilmiştir. Bu modelde antrenman yılı, belirli özelliklere odaklanan bloklara ayrılır:

Hazırlık bloğu: Temel dayanıklılık ve kuvvetin geliştirilmesi.

Gelişim bloğu: Spesifik kuvvet, sürat ve anaerobik kapasite.

Rekabet bloğu: Branşa özgü antrenmanlar ve yarışma hazırlığı.

Aktif dinlenme bloğu: Toparlanma ve sakatlık önleme.

Blok Periyodizasyon, tek seferde bir performans bileşenine odaklanarak daha hızlı adaptasyon sağlar ve elit sporcularda yaygın olarak tercih edilmektedir (Stone vd., 2021).

2.2.4. Dalgalı (Non-Linear) Periyodizasyon

Dalgalı Periyodizasyonda yüklenmeler lineer şekilde değil, haftalık veya günlük dalgalanmalarla uygulanır. Örneğin, pazartesi kuvvet odaklı, çarşamba dayanıklılık odaklı, cuma sürat odaklı bir antrenman yapılabilir. Bu yaklaşım, farklı enerji sistemlerini sürekli uyarması açısından avantajlıdır ve özellikle takım sporlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (DeWeese vd., 2015).

2.2.5. Periyodizasyonun Fizyolojik Temelleri

Periyodizasyonun temel amacı, yüklenme ve toparlanma döngülerini organize ederek adaptasyonu maksimize etmektir. Hazırlık döneminde yüksek hacimle temel adaptasyonlar sağlanırken, yarışma dönemine yaklaşırken daha spesifik ve yüksek yoğunluklu antrenmanlarla yarışmaya özgü performans geliştirilir. Bu süreç, süperkompanzasyon ilkesinin uygulanmasını kolaylaştırır (Almeida vd., 2019).

2.2.6. Branşlara Göre Periyodizasyon

Dayanıklılık sporları (maraton, bisiklet): Uzun hazırlık dönemleri, yüksek hacim ve aerobik kapasite odaklı çalışmalar.

Kuvvet sporları (halter, güreş): Daha kısa ve yoğun bloklar, maksimal kuvvet ve güç odaklı yüklenmeler.

Takım sporları (futbol, basketbol): Dalgalı Periyodizasyon, küçük alan oyunları ve maç simülasyonları ile birleştirilir.

Estetik sporlar (artistik cimnastik, buz pateni): Teknik-taktik yoğunluğu yüksek, kısa ve sık bloklar (Brearley ve Bishop, 2019).

2.2.7. Teknoloji ve Periyodizasyon

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte Periyodizasyon planları artık gerçek zamanlı verilerle desteklenmektedir. GPS, kalp atım hızı, ivmeölçerler, uyku analizi ve hormonal testler, sporcuların yüklenme durumunu belirlemek için kullanılmaktadır. Yapay zekâ destekli algoritmalar, sporcuların hazır bulunuşluk düzeyine göre günlük antrenman modifikasyonları yapılmasına imkân tanımaktadır (Leduc ve Weaving, 2025).

2.2.8. Uygulamalı Bir Örnek: Futbolcular İçin Sezonluk Periyodizasyon

Hazırlık dönemi (8 hafta): Aerobik dayanıklılık koşuları, kuvvet temeli, teknik geliştirme.

Sezon içi (30–40 hafta): Dalgalı Periyodizasyon, maç yoğunluğuna göre yüklenme ayarlamaları, küçük alan oyunları.

Sezon sonu ve geçiş (4–6 hafta): Aktif toparlanma, sakatlık önleme, düşük yoğunluklu antrenmanlar.

Bu örnek, futbol gibi yüksek yoğunluklu ve uzun süreli sezonu olan branşlarda Periyodizasyonun ne kadar kritik olduğunu göstermektedir (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

2.2.9. Güncel Yaklaşımlar ve Teknolojik Destekler

Antrenman bilimi, yalnızca temel ilkeler ve klasik programlama modelleriyle sınırlı değildir. Son yıllarda teknolojik gelişmelerin spora entegre edilmesiyle birlikte, antrenman süreçlerinin daha hassas şekilde izlenmesi ve bireyselleştirilmesi mümkün hale gelmiştir. Özellikle sporcu monitörizasyon sistemleri, büyük veri analitiği, yapay zekâ tabanlı uygulamalar ve cinsiyete özgü planlamalar, modern antrenman anlayışının önemli unsurları arasında yer almaktadır (Leduc ve Weaving, 2025).

2.3. Sporcu Monitörizasyonu (Athlete Monitoring Systems, AMS)

Sporcu monitörizasyonu, sporcuların yüklenme, toparlanma, yorgunluk ve performans düzeylerini gerçek zamanlı verilerle izleme sürecidir. GPS cihazları, kalp atım hızı monitörleri, ivmeölçerler ve öznel algı anketleri (RPE – Rating of Perceived Exertion) bu süreçte en çok kullanılan araçlardır (Thornton ve., 2019). Özellikle elit sporlarda AMS uygulamalarının giderek yaygınlaştığı; ancak ülkeler ve branşlar arasında farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Neupert vd., 2022).

2.3.1. Büyük Veri ve Yapay Zekâ Uygulamaları

Sporculardan elde edilen verilerin (GPS, kalp atım hızı, uyku, hormonal ölçümler) büyük hacimlere ulaşması, bunların yapay zekâ tabanlı algoritmalarla analiz

edilmesini gerekli kılmıştır. Yapay zekâ, antrenman yüklenmelerine verilen bireysel yanıtları tahmin edebilmekte ve antrenman programlarının kişiselleştirilmesine katkı sunmaktadır. Örneğin, makine öğrenmesi algoritmaları, sakatlık riskini öngörmede kullanılmaktadır (Leduc ve Weaving, 2025).

2.3.2. Cinsiyete Özgü Antrenman Yaklaşımları

Son yıllarda özellikle kadın sporcular için spesifik antrenman ve izleme yaklaşımlarının önemi vurgulanmaktadır. Menstrüel döngünün farklı evrelerinde hormonal değişiklikler, performansı ve toparlanmayı doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle, kadın sporcuların antrenman yüklenmelerinin döngü evrelerine göre modifiye edilmesi önerilmektedir (Bunn ve Easley, 2025).

2.3.3. Görünmez İzleme (Invisible Monitoring)

Teknolojik gelişmelerle birlikte, sporcuların günlük yaşam aktivitelerinden veri toplayan “görünmez izleme” yöntemleri ön plana çıkmıştır. Bu yöntemlerde sporcular, farkında olmadan giyilebilir cihazlar aracılığıyla sürekli takip edilmektedir. Kalp atım hızı, uyku düzeni, adım sayısı ve enerji harcaması gibi veriler bu şekilde kaydedilmektedir (Leduc ve Weaving, 2025).

2.3.4. Sosyo-Çevresel Faktörlerin Rolü

Teknoloji temelli sistemlerin yanı sıra, sporcuların sosyal çevresi ve psikolojik durumu da antrenman başarısını etkilemektedir. Son araştırmalar, sosyo-çevresel faktörlerin sporcu monitörizasyonunun başarısında en az fizyolojik metrikler kadar kritik olduğunu göstermektedir. Antrenör-sporcu iletişimi, aile desteği ve takım ortamı, antrenman yüklenmelerine verilen yanıtı doğrudan etkilemektedir (Neupert vd., 2024).

Antrenman bilimi, sporcuların performansını geliştirmek ve uzun vadeli başarıyı sürdürülebilir hale getirmek için sistematik bir çerçeve sunmaktadır. Bu çalışmada ele alınan temel antrenman ilkeleri—bireysel farklılık, yüklenme, adaptasyon, spesifiklik, süreklilik, çeşitlilik ve toparlanma—hem teorik hem de uygulamalı boyutlarıyla modern spor biliminde evrensel olarak kabul edilmektedir (França vd., 2022).

Bireysel farklılık ilkesi, her sporcunun genetik yapısı, antrenman geçmişi, yaş, cinsiyet ve psikolojik özelliklerine göre farklı adaptasyon süreçleri yaşayabileceğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla, antrenman programlarının kişiselleştirilmesi performans gelişimi için temel bir zorunluluktur (Stone vd., 2021).

Yüklenme ve aşırı yüklenme ilkesi, performans gelişimi için mevcut kapasitenin üzerine çıkılması gerektiğini; ancak toparlanmanın sağlanmadığı durumlarda aşırı

antrenman sendromu ve sakatlık riskinin arttığını göstermektedir. Bu nedenle yüklenme-toparlanma dengesi, antrenman planlamasının merkezinde olmalıdır (Almeida vd., 2019).

Adaptasyon ilkesi, organizmanın uygulanan yüklenmelere fizyolojik, biyokimyasal, nörolojik ve psikolojik düzeylerde verdiği uyum yanıtlarını kapsamaktadır. Düzenli ve planlı yüklenmeler, sporcularda kalıcı performans gelişimine yol açarken, düzensiz ve yetersiz yüklenmeler adaptasyon süreçlerini olumsuz etkileyebilir (Ajubua, 2014).

Spesifiklik ilkesi, sporcuların ihtiyaç duyduğu enerji sistemleri, kas grupları ve teknik-taktik becerilere yönelik antrenmanların yapılması gerektiğini savunmaktadır. Bu bağlamda “neye çalışılırsa onda gelişim olur” yaklaşımı, modern antrenman planlamasında en geçerli prensiplerden biri olarak kabul edilmektedir (Brearley ve Bishop, 2019).

Süreklilik ve aşamalılık ilkesi, performans gelişiminin düzenli ve kesintisiz bir antrenman süreciyle mümkün olduğunu, ayrıca yüklenmelerin sistematik ve aşamalı biçimde artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Antrenmanlarda uzun süreli kesintiler performans kaybına yol açarken, aşamalı artış adaptasyonu desteklemektedir (Bompa ve Buzzichelli, 2022).

Çeşitlilik ilkesi, hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan sporcunun gelişimi için önemlidir. Tekdüze antrenmanlar motivasyon kaybına ve adaptasyon sınırına ulaşılmasına neden olurken, farklı uyaranların kullanılması performansı desteklemektedir (Saw ve., 2015).

Toparlanma ilkesi ise, yüklenme kadar toparlanmanın da performans gelişimi için kritik olduğunu vurgulamaktadır. Yetersiz toparlanma, performans kaybı, sakatlıklar ve aşırı antrenman sendromuna yol açabilir. Uyku, beslenme, aktif toparlanma yöntemleri ve teknolojik izleme araçları bu süreci desteklemektedir (Leduc ve Weaving, 2025).

Tüm bu ilkeler, Periyodizasyon modelleri ile sistematik bir şekilde bir araya getirilmekte ve sporcunun sezon boyunca en yüksek performansı göstermesi hedeflenmektedir. Geleneksel, blok ve dalgalı Periyodizasyon yaklaşımları, farklı branşlara ve performans düzeylerine göre uygulanabilir hale gelmiştir (DeWeese vd., 2015).

Kaynakça

- Ajubua, P. I. (2014). Periodization: A training science for optimal performance. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies*, 5(2), 151–155.
- Almeida, A. M., Khalaf, K., & Masala, D. (2019). Load, overload, and recovery in the athlete: Select issues for consideration. *International Journal of Sports Science*, 9(3), 45–54.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2022). *Periodization of strength training for sports* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brearley, S., & Bishop, C. (2019). Transfer of training: How specific should we be? *Strength & Conditioning Journal*, 41(3), 97–109. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000445>
- Bunn, J. A., & Easley, S. P. (2025). Monitoring considerations for the female athlete. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 146–157. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1587999>
- DeWeese, B. H., Hornsby, W. G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015). The training process: Planning for strength–power training in track and field. *National Strength and Conditioning Association*, 37(6), 13–26. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000177>
- França, C., Antunes, H. K. M., & Andersen, M. L. (2022). Concepts and principles of sports training: A narrative review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 28(4), 353–361. https://doi.org/10.1590/1517-8692202228042022_0086
- Leduc, C., & Weaving, D. (2025). Invisible monitoring for athlete health and performance: A review. *Sports Medicine*, 55(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-01999-2>
- Neupert, E., Gupta, S., Holder, J., & Jobson, S. A. (2022). Athlete monitoring practices in elite sport in the United States. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(3), 445–454. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2021-0378>
- Neupert, E., Holder, T., Gupta, L., & Jobson, S. A. (2024). More than metrics: The role of socio-environmental factors in determining the success of athlete monitoring. *Journal of Sports Sciences*, 42(4), 323–332. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2330178>

- Saw, A. E., Main, L. C., & Gatin, P. B. (2015). Monitoring athletes through self-report: Factors influencing implementation. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(1), 137–146.
- Stone, M. H., Hornsby, W. G., Haff, G. G., & Fry, A. C. (2021). Periodization and block periodization in sports: Emphasis on strength–power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 235–245. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003860>
- Thornton, H. R., Delaney, J. A., Duthie, G. M., & Dascombe, B. J. (2019). Developing athlete monitoring systems in team sports: Data analysis and visualization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 698–705. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0290>

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ENERJİ SİSTEMLERİ VE ANTRENMAN

UYGULAMALARI

Doç. Dr. Mehmet SOYAL

Vücuttaki tüm hücreler, yapısal bütünlüklerini korumak ve işlevlerini sürdürebilmek için enerjiye gereksinim duyar. Besin öğelerinin parçalanması, ara ürünlere dönüştürülmesi, depolanması ve yeniden sentezlenmesiyle ilişkili kimyasal tepkimelerin bütünü metabolizma olarak adlandırılır. Metabolizma; yıkım tepkimelerini içeren katabolizma ile sentez tepkimelerini içeren anabolizmanın eş zamanlı ve düzenlenmiş birlikteliğidir. Dinlenmede iyon gradyanlarının korunması, protein döngüsü ve hücresel onarım gibi süreçler enerji tüketirken; egzersiz sırasında kas kasılması, kalsiyumun hücre içi taşınması ve sodyum-potasyum pompasının çalışması nedeniyle enerji gereksinimi belirgin biçimde artar (Draper vd., 2024; Hall & Hall, 2021).

Kas hücresinde doğrudan kullanılabilen enerji taşıyıcısı adenosin trifosfattır (ATP). Bununla birlikte kas içinde depolanan ATP miktarı, yüksek şiddetli bir eforu yalnızca çok kısa süre destekleyebilir. Bu nedenle ATP, kasılma devam ederken fosfojen sistem, glikoliz ve oksidatif fosforilasyon yoluyla sürekli yeniden sentezlenir. Şiddetli egzersizde ATP dönüşüm hızı dinlenme değerlerinin yüzlerce katına çıkabildiğinden, ATP üretim hızı ile mekanik işin enerji talebi arasındaki uyum performansın temel belirleyicilerinden biridir (Baker vd., 2010; Hargreaves & Spriet, 2020).

Enerji sistemlerinin “sırayla devreye giren” bağımsız mekanizmalar gibi ele alınması öğretim açısından kolaylık sağlasa da fizyolojik olarak eksiktir. Üç yol da egzersizin başlangıcından itibaren birlikte çalışır; yalnızca görelî katkıları egzersizin şiddeti, süresi, kullanılan kas kütlesi, dinlenme aralığı, antrenman düzeyi, beslenme durumu ve çevresel koşullara göre değişir. Bu nedenle bir spor etkinliğini tek bir enerji sistemiyle eşleştirmek yerine, baskın katkı ile sistemler arası etkileşimi birlikte değerlendirmek gerekir (Gastin, 2001; Hargreaves & Spriet, 2018).

3.1. Adenozin Trifosfat (ATP)

ATP; adenin bazı, riboz şekeri ve üç fosfat grubundan oluşan bir nükleotittir. Adenin ile riboz birlikte adenosini meydana getirir. ATP'nin terminal fosfat grubunun hidrolizi sonucunda adenosin difosfat (ADP), inorganik fosfat (Pi) ve

kullanılabilir serbest enerji açığa çıkar. Burada enerji, yalnızca bir bağın “kopmasından” değil, tepkime ürünlerinin daha kararlı hâle gelmesi ve sistemin serbest enerjisinin azalmasından kaynaklanır (Hall & Hall, 2021).



Kas kasılmasında miyozin ATPaz enzimi ATP’yi hidrolize ederek çapraz-köprü döngüsünü destekler. Benzer biçimde sarkoplazmik retikulum Ca^{2+} -ATPazı, kalsiyumun yeniden depolanmasını; Na^+/K^+ -ATPaz ise zar potansiyelinin korunmasını sağlar. Böylece ATP yalnızca kuvvet üretimi için değil, kasın tekrar uyarılabilir hâle gelmesi ve gevşemesi için de gereklidir.

Kas hücresindeki ATP havuzu küçük olmasına karşın ATP dönüşümü son derece hızlıdır. ADP birikimi fosfokreatin tepkimesini uyarır; ayrıca adenilat kinaz enzimi iki ADP molekülünden bir ATP ve bir AMP oluşturabilir. Bu yardımcı tepkimeler ATP düzeyini kısa süreli olarak tamponlarsa da devam eden egzersiz için glikolitik ve oksidatif ATP sentezi zorunludur (Baker vd., 2010; Gustin, 2001).



Temel ilke

Kasın “ATP depolaması” sınırlıdır; sportif performansı belirleyen temel unsur, ATP’nin gereksinim hızına uygun biçimde yeniden sentezlenebilmesidir.

3.2. Enerji Sistemleri

Egzersiz fizyolojisinde ATP yeniden sentezi üç temel yol üzerinden açıklanır: fosfojen sistem, glikolitik yol ve oksidatif yol. Fosfojen sistem ile glikolizin ATP üreten basamakları doğrudan oksijen kullanmaz ve sarkoplazmada gerçekleşir. Oksidatif enerji üretimi ise mitokondride, oksijenin elektron taşıma zincirinin son elektron alıcısı olmasıyla tamamlanır. Bu ayrım, “oksijen var/yok” biçiminde katı bir ikilik olarak yorumlanmamalıdır; çünkü oksidatif metabolizma egzersizin ilk saniyelerinden itibaren katkı verir ve glikoliz oksijen varlığında da sürer (Baker vd., 2010; Hargreaves & Spriet, 2020).

Tablo 1. Egzersizde ATP yeniden sentez yollarının karşılaştırılması

Yol	Başlıca hücresel konum	Temel substratlar	Hız, kapasite ve tipik kullanım
Fosfojen sistem	Sarkoplazma	Depolanmış ATP ve fosfokreatin (PCr)	ATP üretim hızı en yüksektir; kapasitesi düşüktür. Çıkış, sıçrama, atma, kaldırış ve kısa sprint gibi çok kısa maksimal eforlarda belirgin katkı sağlar.
Glikolitik yol	Sarkoplazma/sitozol	Kan glikozu ve kas glikojeni	ATP üretim hızı yüksektir; kapasitesi fosfojen sistemden daha fazladır. Şiddetli eforlar ve tekrarlı sprintlerde katkısı artar.
Oksidatif yol	Mitokondri (glikolizin ilk basamakları sitozolde)	Karbonhidratlar, yağ asitleri ve sınırlı ölçüde amino asitler	ATP üretim hızı daha düşüktür; kapasitesi yüksektir. Uzun süreli egzersizde ve yüksek şiddetli tekrarlar arasındaki toparlanmada kritik rol oynar.

Not. Yollar arasında kesin süre sınırları yoktur; üçü de egzersizin başlangıcından itibaren birlikte çalışır. Göreli katkı; şiddet, süre, dinlenme, antrenman düzeyi ve substrat kullanılabilirliğine göre değişir.

ATP üretim hızı ile toplam üretim kapasitesi arasında temel bir değiş tokuş vardır. Fosfojen sistem en yüksek gücü sağlarken kısa sürede sınırlanır; oksidatif sistem daha düşük bir anlık hızla çalışmasına karşın uzun süre büyük miktarda ATP üretebilir. Glikolitik yol ise bu iki uç arasında yer alır. Spor dalına özgü performans, yalnızca bir yolun kapasitesine değil, yolların birbirini tamamlama becerisine ve toparlanma sırasında metabolik kaynakların yeniden oluşturulmasına bağlıdır (Gastin, 2001).

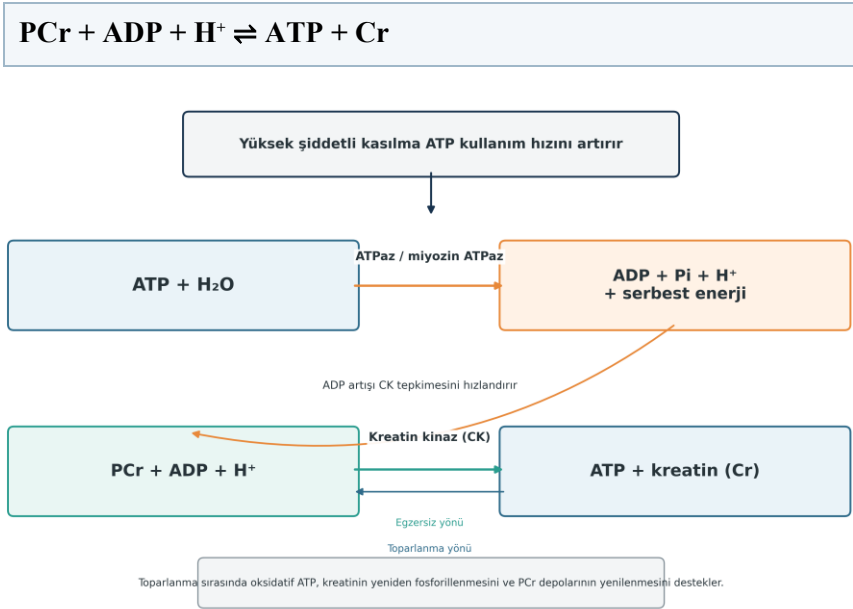
3.2.1. Anaerobik Enerji Sistemi

“Anaerobik enerji sistemi” terimi, oksijenin tepkimede doğrudan kullanılmadığı ATP sentez basamaklarını ifade eder. Bu başlık altında fosfojen sistem ve glikolitik yol incelenir. Bununla birlikte yüksek şiddetli egzersizde kas dokusuna oksijen taşınmaya ve mitokondriyal ATP üretimi devam eder. Dolayısıyla anaerobik katkının artması, dokuda mutlaka oksijen bulunmadığı anlamına

gelmez; ATP gereksiniminin oksidatif sistemin o andaki üretim hızını aşması anlamına gelir (Baker vd., 2010; Robergs vd., 2004).

3.2.1.1. Fosfojen Sistem

Fosfojen sistem, kas içinde bulunan ATP ile fosfokreatin (PCr) havuzundan oluşur. Egzersizin başlangıcında ATP hidrolizinin hızlanması ADP düzeyini artırır. Kreatin kinaz (CK), PCr'deki fosforil grubunu ADP'ye aktararak ATP'nin çok hızlı yeniden sentezlenmesini sağlar. Tepkime tersinirdir ve dinlenme/toparlanma sırasında oksidatif yolla üretilen ATP, kreatinin yeniden fosforillenmesinde kullanılır (McMahon & Jenkins, 2002). ATP hidrolizi ile kreatin kinaz aracılı hızlı ATP yeniden sentezi Şekil 3.3.1'de özetlenmiştir.



Şekil 2. ATP hidrolizi ile fosfokreatin aracılı ATP tamponlama mekanizması.

Yazar tarafından Baker vd., (2010) ve McMahon ve Jenkins (2002) temel alınarak hazırlanmıştır.

PCr tepkimesinin temel üstünlüğü, çok yüksek ATP üretim hızıdır. Bu nedenle çıkışlar, kısa sprintler, sıçramalar, atmalar, ani yön değiştirmeler ve yüksek hızlı kuvvet uygulamaları sırasında önemli katkı sağlar. Bununla birlikte PCr depoları sınırlıdır ve maksimal efor devam ettikçe hızla azalır. On saniye civarındaki çok şiddetli bir eforun sonunda fosfojen katkısı hâlâ sürse de toplam enerji talebinin giderek daha büyük bölümü glikolitik ve oksidatif yollardan karşılanır (Baker vd., 2010; Glaister, 2005).

Fosfokreatinin yeniden sentezi büyük ölçüde oksidatif metabolizmaya bağlıdır. Toparlanma hızı; egzersiz sonunda oluşan PCr tükenmesi, kas içi pH, oksijen kullanılabilirliği, kasın mitokondriyal kapasitesi ve kas lifi özelliklerinden etkilenir. PCr'nin önemli bölümü ilk birkaç dakika içinde geri kazanılır; tam ya da tama yakın yenilenme çoğu durumda yaklaşık 3-5 dakika içinde gerçekleşse de yüksek asidoz, dolaşım kısıtlılığı veya düşük oksidatif kapasite bu süreci uzatabilir (Haseler vd., 1999; McMahon & Jenkins, 2002; Sahlin vd., 1979).

Aktif toparlanma kan akımını ve laktat oksidasyonunu artırabilir; ancak aktif toparlanma şiddeti yükseldiğinde çalışan kasın oksijen ve ATP gereksinimi, PCr yeniden senteziyle rekabet edebilir. Bu nedenle “aktif toparlanma her zaman PCr yenilenmesini hızlandırır” genellemesi doğru değildir. Maksimal hız ve güç kalitesinin korunması amaçlandığında pasif ya da çok düşük şiddetli toparlanma çoğu kez daha uygundur; metabolik stres veya laktat uzaklaştırılması hedeflendiğinde düşük şiddetli aktif toparlanma tercih edilebilir (McMahon & Jenkins, 2002).

Antrenman bilimleri açısından fosfojen sistemi geliştirmeye yönelik çalışmalarda tekrar süresi kısa, hareket hızı yüksek ve dinlenme aralıkları tekrar kalitesini koruyacak kadar uzun tutulmalıdır. Dinlenmenin bilinçli olarak kısaltılması ise fosfojen kapasitesinden çok tekrarlı sprint dayanıklılığını ve glikolitik/oksidatif etkileşimi zorlar. Bu iki amaç birbirinden ayrılmalıdır (Glaister, 2005).

3.2.1.2. *Glikoliz*

Glikoliz, altı karbonlu glikozun veya kas glikojeninden türetilen glikoz-6-fosfatın, on ardışık enzimatik basamak sonunda iki adet üç karbonlu pirüvat molekülüne dönüştürülmesidir. Tepkimeler sitozolde gerçekleşir ve oksijen doğrudan kullanılmaz. Glikoliz, egzersizin her şiddetinde aktiftir; ancak ATP talebi yükseldiğinde ve karbonhidrat akışı arttığında görece katkısı belirginleşir. Bu nedenle glikolizi yalnızca belirli bir süre aralığına, örneğin “10-90 saniye”, sıkıştırmak fizyolojik etkileşimi tam olarak yansıtmaz (Hargreaves & Spriet, 2018; Porcari vd., 2015).

3.2.1.2.1. *Faz I - Enerji Yatırım Evresi*

Glikolizin ilk bölümünde substrat, sonraki parçalanma ve enerji üretim basamaklarına hazırlanır. Kan glikozu başlangıç maddesi olduğunda heksokinaz ve fosfofruktokinaz basamaklarında toplam iki ATP harcanır. Kas glikojeni başlangıç maddesi olduğunda glikojen fosforilaz, glikojenden glikoz-1-fosfat oluşturur; bu ara ürün glikoz-6-fosfata çevrilerek heksokinaz basamağını atlar.

Bu nedenle kas glikojeninden başlayan glikolizde yatırım evresinde yalnızca bir ATP kullanılır.

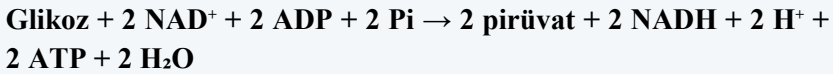
Bu evrenin sonunda fruktoz-1,6-bisfosfat iki adet üç karbonlu ara ürüne ayrılır. “Bisfosfat” ifadesi iki fosfat grubunun molekülün farklı karbonlarına bağlı olduğunu belirtir. Glikoliz hızının önemli düzenleyicilerinden biri fosfofruktokinazdır; enzimin etkinliği hücrenin enerji durumu, pH ve metabolit düzeyleri tarafından düzenlenir.

3.2.1.2.2. Faz 2 - Enerji Üretim Evresi

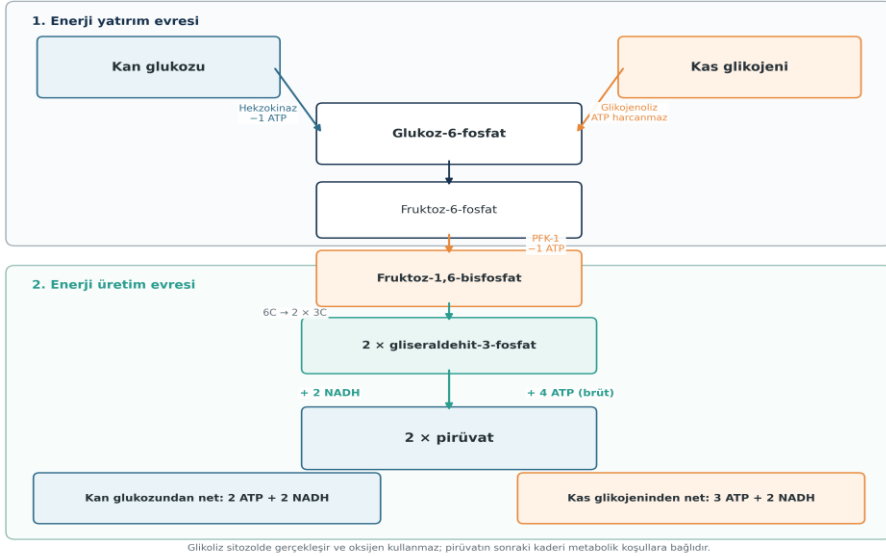
Enerji üretim evresinde iki adet gliseraldehit-3-fosfat molekülü pirüvata dönüştürülür. Substrat düzeyinde fosforilasyonla toplam dört ATP üretilir ve iki NAD^+ molekülü iki NADH 'ye indirgenir. Yatırım evresinde kullanılan ATP çıkarıldığında net kazanç kan glikozu için iki ATP, kas glikojeni için üç ATP'dir.

• **Kan glikozundan: 2 pirüvat + 2 NADH + net 2 ATP**

• **Kas glikojeninden: 2 pirüvat + 2 NADH + net 3 ATP**



Bu verim oksidatif metabolizmaya göre düşük görünse de glikolizin ATP üretim hızı yüksektir. Yüksek güç gerektiren durumlarda hızlı ATP temini, toplam ATP veriminden daha önemli hâle gelebilir. Glikoliz sırasında oluşan sitozolik NADH 'nin indirgenme eşdeğerleri, mitokondri iç zarını doğrudan geçmek yerine malat-aspartat veya gliserol-3-fosfat mekikleri aracılığıyla mitokondriye aktarılır (Hinkle, 2005). Glikolizin enerji yatırım ve enerji üretim evreleri Şekil 3.3.2'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3. Glikolizin enerji yatırım ve enerji üretim evrelerinin şematik gösterimi. Yazar tarafından Hargreaves ve Spriet (2020) ile Porcari vd., (2015) temel alınarak hazırlanmıştır.

3.2.1.2.3. Egzersiz Yoğunluğu ve Glikoliz Hızı

Egzersiz şiddeti arttıkça kasın ATP talebi, glikojenoliz ve glikoliz akışı yükselir. Özellikle hızlı kasılan liflerin katılımı, kas glikojeni kullanımını ve pirüvat oluşum hızını artırır. Bununla birlikte yüksek glikoliz hızı, oksidatif sistemin “kapalı” olduğu anlamına gelmez; glikolitik ve oksidatif yollar aynı anda çalışır. Şiddetli egzersizde mitokondriyal pirüvat oksidasyonu artsa da pirüvat ve sitozolik NADH üretim hızı, bunların mitokondriyal kullanım hızını aşabilir (Baker vd., 2010; Hargreaves & Spriet, 2020).

3.2.1.2.4. Pirüvatın Kaderi ve Egzersiz Yoğunluğu

Pirüvat iki temel yönde metabolize edilebilir. Bir bölümü mitokondriye taşınarak pirüvat dehidrogenaz aracılığıyla asetil-KoA’ya dönüştürülür ve sitrik asit döngüsüne girer. Bir bölümü ise laktat dehidrogenaz aracılığıyla laktata indirgenir. Bu yollar birbirini dışlamaz; aynı kas hücresinde ve aynı anda birlikte gerçekleşebilir. Dağılımı yalnızca oksijen varlığı değil, glikolitik akış, mitokondriyal kapasite, hücrenin NADH/NAD⁺ oranı, kas lifi tipi, hormonlar ve egzersiz şiddeti belirler (Brooks, 2018; Gladden, 2004).

3.2.1.2.5. Laktat Üretimi

Laktat uzun süre “oksijensiz metabolizmanın atık ürünü” olarak görülmüştür. Güncel yaklaşımda ise laktat; dinlenmede ve egzersizde sürekli üretilen, hücreler

ve organlar arasında taşınan, oksitlenebilen ve glukoneogenezde kullanılabilen önemli bir metabolik ara üründür. Laktat dehidrogenaz tepkimesi pirüvatı laktata indirgerken NADH'yi NAD⁺'a oksitler. Yeniden oluşan NAD⁺, gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz basamağının ve dolayısıyla hızlı glikolizin devam etmesini sağlar (Brooks, 2018; Gladden, 2004).



Fizyolojik pH'da "laktik asit" neredeyse tamamen laktat anyonu ve H⁺ biçiminde ayrılmıştır. Bu nedenle egzersiz fizyolojisinde ürünün "laktat" olarak adlandırılması daha doğrudur. Ayrıca laktat üretimi yalnızca yetersiz oksijen koşullarında gerçekleşmez; iyi oksijenlenmiş dokularda da laktat oluşabilir ve komşu ya da uzak dokular tarafından yakıt olarak kullanılabilir (Brooks, 2018).

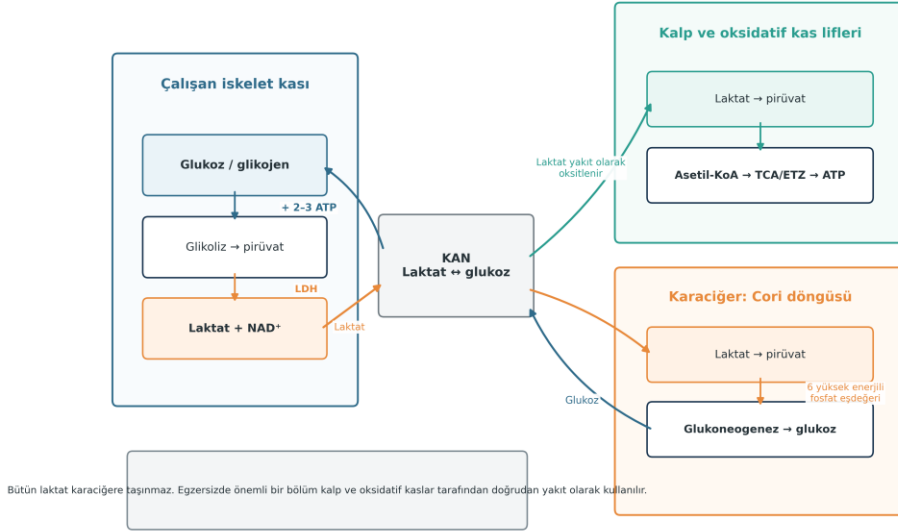
3.2.1.2.6. Proton Tamponlama (Buffering)

Yoğun egzersiz sırasında kas içi pH düşebilir. Geleneksel anlatım bu asitlenmeyi doğrudan "laktik asit üretimine" bağlasa da ATP hidrolizi, protonların üretimi ve tüketimi, membran taşınması ve tampon sistemleri birlikte değerlendirilmelidir. Laktat oluşum tepkimesi bir H⁺ tüketir; bu nedenle laktatın kendisi asidozun doğrudan nedeni değildir (Robergs vd., 2004).

Kas yorgunluğu da tek bir metabolite indirgenemez. Düşük pH belirli koşullarda enzim etkinliği ve kasılma süreçlerini etkileyebilse de inorganik fosfat birikimi, iyon dengesindeki bozulmalar, kalsiyum salınımı, membran uyarılabilirliği, substrat azalması, merkezi sinir sistemi ve algısal faktörler birlikte rol oynar. Bu nedenle "yorgunluğun nedeni laktat değil yalnızca H⁺'dir" ifadesi de aşırı basitleştiricidir (Baker vd., 2010).

3.2.1.2.7. Laktatın Uzaklaştırılması

Laktat, monokarboksilat taşıyıcıları (özellikle MCT1 ve MCT4) aracılığıyla H⁺ ile birlikte hücre zarından taşınır. Yüksek glikolitik akış gösteren liflerde üretilen laktat, oksidatif kapasitesi yüksek kas lifleri, kalp ve diğer dokular tarafından alınarak tekrar pirüvata çevrilebilir ve oksitlenebilir. Egzersiz sırasında laktat uzaklaştırılmasının büyük bölümü oksidasyon yoluyla gerçekleşir; karaciğer ve böbreklerde glukoneogenez de katkı sağlar (Brooks, 2018; Gladden, 2004). Laktatın oksidatif dokulara taşınması ile karaciğer-kas arasındaki Cori döngüsü Şekil 3.3'te birlikte gösterilmiştir.



Şekil 4. Cori döngüsü ve hücreler arası laktat mekiğinin birlikte gösterimi.

Yazar tarafından Brooks (2018) ve Gladden (2004) temel alınarak hazırlanmıştır

Karaciğerde laktatın pirüvat üzerinden glikoza dönüştürülmesi ve oluşan glikozun yeniden dolaşıma verilmesi Cori döngüsü olarak adlandırılır. Bu süreç karaciğer için enerji gerektirir. Bununla birlikte laktatı yalnızca karaciğere giden bir atık olarak değerlendirmek doğru değildir; laktat, kaslar arası ve organlar arası “laktat mekikleri” yoluyla önemli bir yakıt ve karbon taşıyıcısıdır. Karaciğerde iki laktattan bir glikoz sentezi dört ATP ve iki GTP olmak üzere altı yüksek enerjili fosfat eşdeğeri gerektirir; kas glikolizindeki iki ATP kazancı dikkate alındığında Cori döngüsünün tüm vücut açısından net maliyeti dört ATP eşdeğeri.

3.2.1.2.8. Protonların Kanda Tamponlanması

Kas hücresinden kana taşınan H^+ , hemoglobin, plazma proteinleri, fosfatlar ve özellikle bikarbonat sistemi tarafından tamponlanır. Bikarbonat ile H^+ birleştiğinde karbonik asit oluşur; karbonik anhidraz enzimi bu yapının karbondioksit ve suya dönüşümünü hızlandırır. Oluşan CO_2 akciğerlerden uzaklaştırılır ve yüksek şiddetli egzersizde ventilasyonun artmasına katkıda bulunur.



Bu mekanizma, sodyum bikarbonatın belirli yüksek şiddetli egzersizlerde ergogenik yardımcı olarak araştırılmasının temelidir. Ancak etkiler egzersiz protokolüne, doza ve bireysel yanıtı göre değişir; gastrointestinal rahatsızlık görülebilir. Dolayısıyla bu konu, genel bir performans önerisi olarak değil, uygun sağlık ve beslenme değerlendirmesi gerektiren ayrı bir uygulama alanı olarak ele alınmalıdır.

3.2.1.2.9. Laktat Eşiği ve Kan Laktat Birikimi Başlangıcı (OBLA)

Artan şiddetli kademeli egzersiz sırasında kan laktat konsantrasyonu genellikle doğrusal olmayan bir eğri gösterir. Laktat eşiği, üretim ve dolaşıma çıkış hızındaki artışın uzaklaştırma hızına göre belirginleştiği noktayı tanımlamak için kullanılan genel bir kavramdır. Bununla birlikte “eşik” tek bir fizyolojik olay değildir; kullanılan protokole ve matematiksel yöntemle göre ilk laktat eşiği, ikinci laktat eşiği, sabit laktat birikim noktası ve maksimal laktat dengesi gibi farklı göstergeler elde edilebilir (Faude vd., 2009; Jamnick vd., 2020).

Kan laktat birikimi başlangıcı (OBLA), tarihsel olarak çoğu kez 4 mmol/L sabit kan laktat değeriyle tanımlanmıştır. Ancak bireyler arasında dinlenim değeri, üretim/temizleme kinetiği ve performans düzeyi farklı olduğundan 4 mmol/L evrensel bir eşik değildir. OBLA, “yüksek şiddetli egzersizin kesin sürdürülebilirlik sınırı” olarak yorumlanmamalı; kullanılan test protokolüne bağlı operasyonel bir gösterge olarak değerlendirilmelidir (Faude vd., 2009).

Laktat eğrisindeki yükseliş, yakıt kullanımında karbonhidratlara yönelme ve daha yüksek eşikli motor birimlerin katılımıyla ilişkili olabilir; ancak bu değişimler ani bir yağdan karbonhidrata geçiş veya Tip I liflerden Tip II liflere tek basamaklı bir geçiş değildir. Antrenörler için en güvenilir yaklaşım, aynı protokolü tekrarlayarak bireysel değişimi izlemek ve laktat verisini kalp hızı, algılanan zorluk, güç/hız ve ventilatuar göstergelerle birlikte yorumlamaktır (Jamnick vd., 2020).

3.2.2. Aerobik Enerji

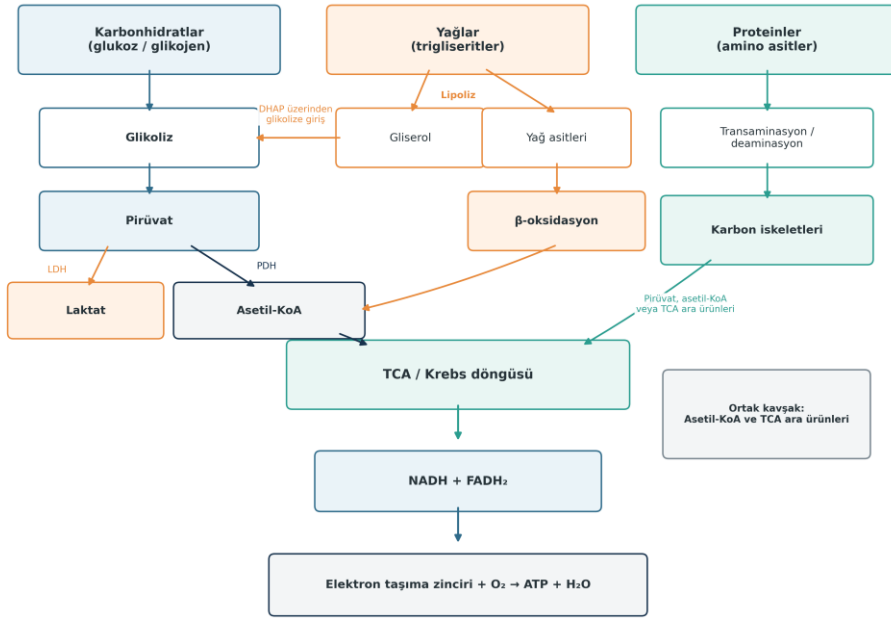
Aerobik ya da oksidatif enerji sistemi, elektron taşıma zincirinde oksijenin son elektron alıcısı olduğu ATP sentezini ifade eder. Bu yolun anlık ATP üretim hızı fosfojen ve hızlı glikolitik yollardan daha düşük, toplam üretim kapasitesi ise çok daha yüksektir. Oksidatif metabolizma yalnızca uzun süreli egzersizde değil, egzersizin başlangıcında ve yüksek şiddetli tekrarlar arasındaki toparlanmada da aktiftir (Hargreaves & Spriet, 2020).

Oksidatif ATP üretimi için karbonhidratlar, yağ asitleri ve daha sınırlı ölçüde amino asitler kullanılabilir. Hücrenin mitokondri sayısı, mitokondriyal enzim

içeriği, kapiller yoğunluk, oksijen taşınması ve substrat kullanılabilirliği oksidatif kapasiteyi etkiler. Dayanıklılık antrenmanı bu özelliklerin çoğunda uyum oluşturarak aynı mutlak iş yükünde daha düşük metabolik bozulma ve daha hızlı toparlanma sağlayabilir (Hargreaves & Spriet, 2018; Kiens, 2006).

3.2.2.1. Makro Besinlerin Girişi

Karbonhidrat, yağ ve proteinler oksidatif metabolizmaya farklı noktalardan katılır: Başlıca giriş noktaları Şekil 3.4'te bütüncül olarak sunulmuştur.



Oklar başlıca karbon akışlarını kavramsal olarak göstermektedir; yollar eş zamanlı çalışabilir.

Şekil 5. Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin oksidatif metabolizmaya başlıca giriş noktaları.

Yazar tarafından Hargreaves ve Spriet (2020) ve Kiens (2006) temel alınarak hazırlanmıştır

- Karbonhidratlar: Kan glukozu ve kas glikojeni glikolizle pirüvata dönüştürülür. Pirüvat, pirüvat dehidrogenaz aracılığıyla asetil-KoA oluşturarak sitrik asit döngüsüne girer.
- Yağlar: Trigliseritler gliserol ve serbest yağ asitlerine ayrılır. Yağ asitleri beta-oksidasyonla asetil-KoA oluşturur; gliserol ise gliserol-3-fosfat ve dihidroksiaseton fosfat üzerinden glikolize katılabilir.
- Proteinler: Amino asitler transaminasyon/deaminasyon sonrası karbon iskeletleri aracılığıyla pirüvat, asetil-KoA veya sitrik asit döngüsü ara ürünlerine katılabilir. Azot, başlıca üre döngüsü üzerinden uzaklaştırılır.

Substrat seçimi; egzersiz şiddeti ve süresinin yanı sıra antrenman durumu, beslenme, glikojen düzeyi, hormonal ortam, cinsiyet, sıcaklık ve önceki egzersizlerden etkilenir. Bu nedenle “aerobik egzersiz yalnızca yağ yakar” veya “yüksek şiddette yağ hiç kullanılmaz” gibi kesin ifadeler bilimsel olarak uygun değildir (Maunder vd., 2018; Romijn vd., 1993).

3.2.2.2. Pirüvatın Mitokondriye Girişi

Glikolizden oluşan pirüvat, mitokondriyal pirüvat taşıyıcısı aracılığıyla matrikse alınır. Pirüvat dehidrogenaz kompleksi her pirüvat molekülünü geri dönüşümsüz olarak bir asetil-KoA, bir CO₂ ve bir NADH oluşturacak biçimde oksidatif dekarboksilasyona uğratar. Bir glikozdan iki pirüvat oluştuğu için bu basamak toplam iki asetil-KoA, iki CO₂ ve iki NADH üretir.



Pirüvat dehidrogenazın etkinliği yalnızca oksijen varlığına bağlı değildir; kas kasılması, kalsiyum, pirüvat, ADP/ATP oranı, asetil-KoA ve NADH düzeyleri gibi çok sayıda etken tarafından düzenlenir. Asetil-KoA'nın pirüvata geri dönüşümü insanlarda gerçekleşmez. Bu nedenle çift karbonlu yağ asitlerinden oluşan asetil-KoA'dan net glikoz sentezi yapılamaz; buna karşılık gliserol, glukojenik amino asitler ve tek sayılı yağ asitlerinden gelen propiyonil-KoA glukoneogeneze katkı verebilir.

3.2.2.3. Krebs Döngüsü

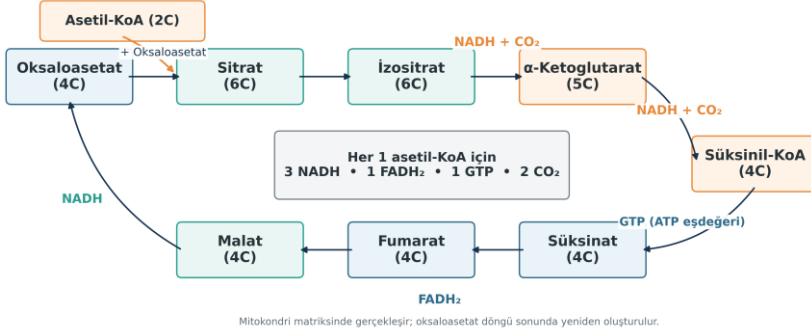
Krebs döngüsü, sitrik asit döngüsü veya trikarboksilik asit (TCA) döngüsü olarak da adlandırılır ve mitokondri matriksinde gerçekleşir. Asetil-KoA'nın iki karbonlu asetil grubu, dört karbonlu oksaloasetatla birleşerek sitratı oluşturur. Döngü sonunda oksaloasetat yeniden üretilir; asetil grubunun karbonları CO₂ olarak açığa çıkar ve yüksek enerjili elektronlar NADH ile FADH₂'ye aktarılır.

Her bir asetil-KoA için TCA döngüsünün temel ürünleri şunlardır:

- 3 NADH
- 1 FADH₂
- 1 GTP (ATP eşdeğeri)
- 2 CO₂

Döngünün hızı tek bir enzim tarafından değil; sitrat sentaz, izositrat dehidrogenaz ve alfa-ketoglutarat dehidrogenaz başta olmak üzere birçok basamakta enerji gereksinimi, redoks durumu, kalsiyum ve substrat mevcudiyetiyle düzenlenir.

ADP ve kalsiyum artışı akışı hızlandırırken, ATP ve NADH birikimi yavaşlatıcı etki gösterebilir. Döngünün ana basamakları, karbon sayıları ve her asetil-KoA başına oluşan ürünler Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 6. Krebs (TCA) döngüsünün temel basamakları ve her asetil-KoA başına indirgenmiş koenzim üretimi.

Yazar tarafından Hargreaves ve Spriet (2020) ve Hall ve Hall (2021) temel alınarak hazırlanmıştır.

3.2.2.4. Bir Glikoz Molekülünden Gelen Ürünler (Tam Döngüyle)

Bir glikoz molekülünün glikoliz, pirüvat dehidrogenaz ve iki TCA döngüsü turu sonunda elektron taşıma zincirine taşıdığı başlıca ürünler aşağıdaki gibidir:

- Glikoliz: net 2 ATP, 2 NADH ve 2 pirüvat
- Pirüvat dehidrogenaz: 2 NADH, 2 CO₂ ve 2 asetil-KoA
- İki TCA döngüsü turu: 6 NADH, 2 FADH₂, 2 GTP/ATP ve 4 CO₂

Bu aşamalarda doğrudan üretilen ATP sınırlıdır. Toplam ATP'nin büyük bölümü NADH ve FADH₂'nin elektronlarını elektron taşıma zincirine aktarmasıyla oluşur.

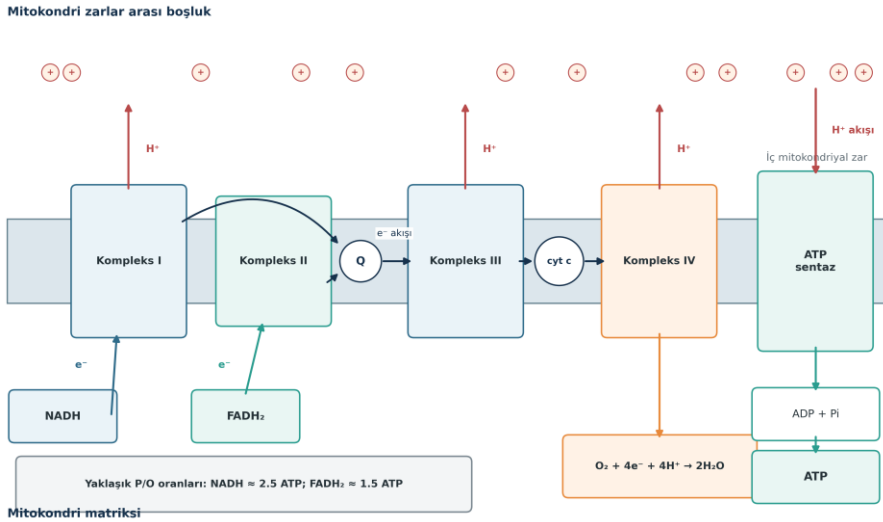
3.2.2.4.1. Elektron Taşıma Zinciri (ETZ)

Elektron taşıma zinciri mitokondrinin iç zarında yer alır. NADH elektronlarını Kompleks I' e, FADH₂ ise başlıca Kompleks II'ye verir. Elektronlar koenzim Q, Kompleks III, sitokrom c ve Kompleks IV üzerinden oksijene aktarılır. Kompleks I, III ve IV bu enerjiyle protonları matriksten zarlar arası boşluğa pompalar. Oluşan elektrokimyasal gradyan, protonların ATP sentaz üzerinden matrikse geri dönmesini ve ADP ile Pi'den ATP sentezlenmesini sağlar. Bu süreç oksidatif fosforilasyon olarak adlandırılır.

Zincirin sonunda oksijen elektronları ve protonları kabul ederek su oluşturur. Oksijen kullanılabilirliği ciddi biçimde azaldığında elektron akışı, NADH'nin yeniden NAD^{+} 'a oksitlenmesi ve oksidatif ATP üretimi yavaşlar. Buna karşılık normal egzersiz koşullarında oksidatif akışı yalnızca oksijen değil, ADP düzeyi, substrat sağlanması, mitokondriyal enzim kapasitesi ve dolaşım birlikte belirler (Hargreaves & Spriet, 2020).

3.2.2.4.2. NADH ve FADH_2 'nin ATP Üretim Katkısı

Eski ders kitaplarında bir NADH'nin 3 ATP, bir FADH_2 'nin 2 ATP ürettiği yazılabilmektedir. Güncel P/O oranları, mitokondriyal proton pompalama stokiyometrisini dikkate alarak yaklaşık 2.5 ATP/NADH ve 1.5 ATP/ FADH_2 kabul eder. Değerler mutlak değildir; membran sızıntısı, taşıma maliyetleri ve hücresel koşullar gerçek verimi etkileyebilir (Hinkle, 2005). Elektron akışı, proton pompalanması ve ATP sentazın işlevi Şekil 3.6'da şematik olarak özetlenmiştir.



Şekil 7. Elektron taşıma zinciri, proton gradyanı ve ATP sentaz aracılı oksidatif fosforilasyon.

Yazar tarafından Hinkle (2005) ve Hargreaves ve Spriet (2020) temel alınarak hazırlanmıştır.

3.2.2.4.3. Karbonhidratlardan Toplam Adenozin Trifosfat (ATP) Üretimi

Güncel hesaplamaya göre bir glikoz molekülünün tam oksidasyonu yaklaşık 30-32 ATP üretir. Aralık, sitozolik NADH elektronlarının mitokondriye hangi mekik sistemiyle aktarıldığına bağlıdır. Kas glikojenindeki bir glikoz birimi glikolize fosforillenmiş olarak girdiği için kan glikozuna göre bir ATP tasarrufu sağlar; bu nedenle toplam verim yaklaşık 31-33 ATP eşdeğerine ulaşabilir. Önceki 36-39 ATP

hesapları, NADH ve FADH₂ için eski 3/2 ATP oranlarına dayanır ve güncel biyokimyasal stokiyometriyle uyumlu değildir (Hinkle, 2005).

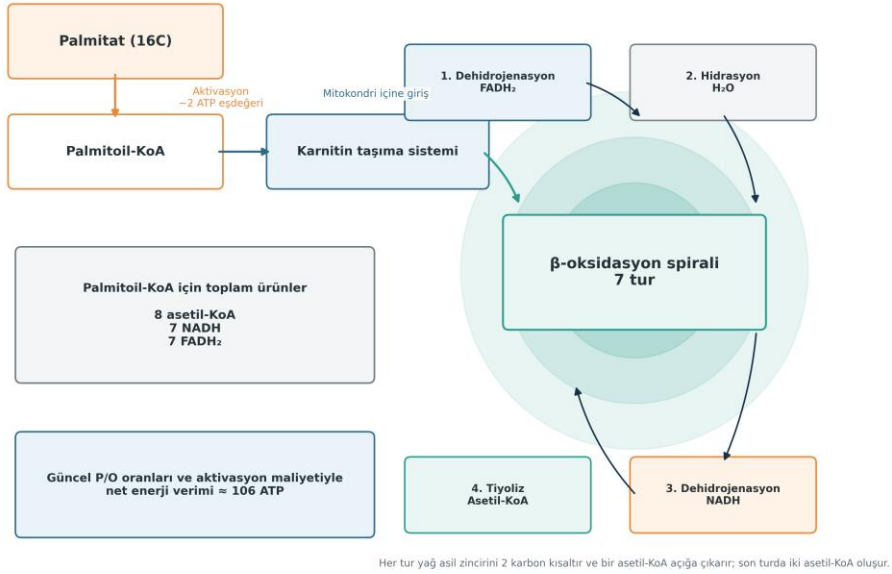
Karbonhidratların önemli avantajı yalnızca toplam ATP verimi değildir. Yağlara göre birim oksijen başına daha fazla ATP üretmeleri ve glikoliz yoluyla oksijenden bağımsız hızlı ATP sağlayabilmeleri, yüksek şiddetli egzersizde karbonhidrat kullanımının artmasını açıklar (Hargreaves & Spriet, 2018).

3.2.2.4.4. Lipit Oksidasyonu (Yağ Oksidasyonu)

Lipit oksidasyonunun temel yakıtları, yağ dokusundan dolaşıma verilen serbest yağ asitleri ile kas içi trigliseritlerden açığa çıkan yağ asitleridir. Lipolizin ilk basamağında adipöz trigliserit lipaz (ATGL), ardından hormon-duyarlı lipaz (HSL) ve monogliserit lipaz rol oynar. Dolaşımdaki uzun zincirli yağ asitleri hidrofobik oldukları için albumine bağlı taşınır; kas hücresine alındıktan sonra yağ asil-KoA'ya aktive edilir ve karnitin taşıma sistemi aracılığıyla mitokondri matriksine geçer (Kiens, 2006).

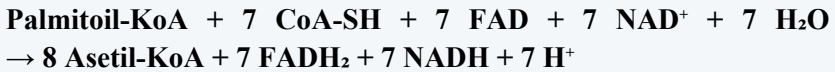
Egzersiz şiddeti düşükten orta düzeye yükselirken mutlak yağ oksidasyon hızı çoğu kişide artar ve bireye özgü bir şiddette en yüksek düzeye ulaşır. Şiddet daha da yükseldiğinde karbonhidrat akışı hızla artar ve yağ oksidasyonunun görece katkısı azalır. Bu “Fatmax” bölgesi bireyler arasında geniş farklılık gösterir; antrenman durumu, beslenme, glikojen düzeyi, test protokolü ve cinsiyet gibi değişkenlerden etkilenir (Maunder vd., 2018; Romijn vd., 1993).

3.2.2.4.5. Beta-Oksidasyon Süreci



Şekil 8. Palmitatın beta-oksidasyon süreci ve güncel ATP veriminin şematik özeti. Yazar tarafından Kiens (2006) ve Hargreaves ve Spriet (2020) temel alınarak hazırlanmıştır.

Beta-oksidasyonda yağ asil-KoA zinciri, mitokondri matriksinde ikişer karbonlu asetil-KoA birimleri hâlinde kısaltılır. Her tur bir NADH ve bir FADH_2 üretir. On altı karbonlu palmitat örneğinde yedi beta-oksidasyon turu sonunda sekiz asetil-KoA, yedi NADH ve yedi FADH_2 oluşur. Asetil-KoA'ların TCA döngüsünde oksidasyonu ve yağ asidinin aktivasyon maliyeti birlikte hesaba katıldığında palmitatın net verimi yaklaşık 106 ATP'dir.



Bu değer, eski 3 ATP/NADH ve 2 ATP/ FADH_2 oranlarıyla yapılan ve bazen trigliserit ile tek bir yağ asidini birbirine karıştıran çok daha yüksek hesaplardan farklıdır. Yağlar yüksek toplam enerji sağlar; ancak beta-oksidasyon ve oksidatif fosforilasyon görece yavaştır ve birim ATP için karbondhidratlara göre daha fazla oksijen gerektirir. Bu nedenle çok yüksek güç çıktılarında yağlar tek başına yeterli ATP üretim hızını sağlayamaz (Hargreaves & Spriet, 2018; Hinkle, 2005). Palmitatın aktivasyonu, mitokondriye taşınması, beta-oksidasyon spirali ve yaklaşık net ATP verimi Şekil 3.7'de özetlenmiştir.

3.2.2.4.6. Protein Oksidasyonu

Proteinler egzersiz sırasında enerjiye katkı verebilse de karbonhidrat ve yağlar temel yakıtlardır. Amino asitlerin amino grupları transaminasyon veya deaminasyon yoluyla ayrılır; karbon iskeletleri pirüvat, asetil-KoA veya TCA döngüsü ara ürünleri üzerinden oksitlenir. Azotun güvenli biçimde uzaklaştırılması için karaciğerde üre sentezi gerekir.

Normal beslenme ve yeterli glikojen koşullarında amino asitlerin ATP üretimine katkısı genellikle düşüktür ve çoğu uzun süreli egzersiz durumunda yaklaşık %5 veya daha azdır. Katkı; egzersiz süresi uzadığında, glikojen azaldığında, enerji alımı yetersiz olduğunda veya açlıkta artabilir. Bu nedenle sabit bir “%5-10” oranı vermek yerine bağlama bağlı ve ikincil bir yakıt katkısından söz etmek daha uygundur (Alghannam vd., 2021; Hargreaves & Spriet, 2018; Rose & Richter, 2009).

3.2.2.4.7. Glikoz-Alanin Döngüsü

Kas hücresinde pirüvat, amino grubu kabul ederek alanine dönüşebilir. Alanin kana verilir ve karaciğere taşınır. Karaciğerde amino grubu üre döngüsüne aktarılır; geriye kalan karbon iskeleti pirüvat üzerinden glukoneogeneze katılarak glikoz oluşturabilir. Glikoz yeniden dolaşıma verilir ve çalışan kas tarafından kullanılabilir. Glikoz-alanin döngüsü böylece hem azotun kasın karaciğere taşınmasına hem de uzun süreli egzersiz veya açlıkta kan glikozunun desteklenmesine katkı sağlar.

3.2.2.5. Ketozis ve Ketojenik Diyetler

Karbonhidrat alımının ve insülin düzeyinin uzun süre düşük olması, karaciğerde yağ asidi oksidasyonunu ve asetil-KoA oluşumunu artırır. Oksaloasetatin glukoneogeneze yönelmesiyle TCA döngüsünün asetil-KoA işleme kapasitesi sınırlanabilir ve asetil-KoA; asetoasetat, beta-hidroksibütirat ve asetona dönüştürülür. Bu moleküller keton cisimcikleri olarak adlandırılır. Karaciğer ketonları üretir fakat kendisi kullanamaz; beyin, kalp ve iskelet kası uygun koşullarda ketonları oksitleyebilir.

Ketojenik veya düşük karbonhidrat-yüksek yağlı diyetler yağ oksidasyon kapasitesini artırabilir. Ancak yüksek şiddetli egzersizde hızlı karbonhidrat metabolizması kritik olduğundan, artmış yağ kullanımının performansa otomatik olarak üstünlük sağlaması beklenmez. Elit dayanıklılık sporcularında kısa süreli ketojenik adaptasyonun egzersiz ekonomisini bozabildiği ve yoğun antrenmanın performans kazanımlarını sınırlayabildiği gösterilmiştir. Bu nedenle diyetin etkisi spor dalı, yarış şiddeti, adaptasyon süresi ve bireysel tolerans bağlamında değerlendirilmelidir (Burke vd., 2017).

3.3. Enerji Sistemlerinin Birlikte Çalışması ve Antrenman Uygulamaları

Bir egzersizin enerji sistemi profili, yalnızca toplam süreye bakılarak belirlenemez. Örneğin bir futbol maçı uzun sürmesine rağmen sprint, sıçrama ve yön değiştirmelerde fosfojen ve glikolitik katkı artar; bu eforlar arasındaki toparlanma ise büyük ölçüde oksidatif sistem tarafından desteklenir. Benzer biçimde 30 saniyelik maksimal bir sprintte fosfojen ve glikolitik yollar yüksek katkı sağlarken oksidatif katkı ilk saniyelerden itibaren yükselir. Dolayısıyla antrenman, “tek sistem çalıştırma” yerine hedeflenen güç çıktısını, tekrar süresini, dinlenmeyi ve toplam hacmi düzenleyerek sistemlerin göreceli yükünü değiştirir (Gastin, 2001; Glaister, 2005).

Tablo 2. Antrenman hedeflerine göre enerji sistemi vurgusunun genel çerçevesi

Antrenman hedefi	Örnek uygulama	Metabolik vurgu	Programlama açısından genel yaklaşım
Maksimal hız ve güç	2-10 saniyelik sprintler, sıçramalar, atmalar, olimpik kaldırışlar	Fosfojen sistem; oksidatif sistem toparlanmayı destekler	Tekrar kalitesini korumak için genellikle uzun ve büyük ölçüde pasif/çok düşük şiddetli dinlenme tercih edilir. Çoğu uygulamada 2-5 dakikalık aralıklar kullanılabilir.
Tekrarlı sprint yeteneği	3-10 saniyelik tekrarlar ve kısa aralar	Fosfojen + glikolitik katkı; tekrarlar arasında oksidatif toparlanma	Dinlenme süresi hedefe göre değiştirilir. Kalite odaklı çalışmalarda daha uzun; metabolik yük odaklı çalışmalarda daha kısa aralar uygulanır.
Yüksek şiddetli interval	30 saniye-4 dakika arası şiddetli tekrarlar	Glikolitik ve oksidatif sistemlerin güçlü etkileşimi	İş-dinlenme oranı, hedeflenen güç çıktısı ve toplam hacme göre bireyselleştirilir; her tekrarın aynı metabolik talebi üretmesi beklenmez.
Eşik/tempo çalışması	Kesintisiz tempo veya uzun interval blokları	Oksidatif sistem; yüksek karbonhidrat oksidasyonu	Şiddet, mümkünse bireysel fizyolojik eşiklere ve spor dalına özgü performans ölçütlerine göre belirlenir.
Uzun süreli dayanıklılık	Uzun koşu, bisiklet, kürek veya yüzme	Oksidatif sistem; karbonhidrat ve yağların değişken katkısı	Tempo, toplam süre, beslenme ve glikojen durumu birlikte planlanır. Yarış içindeki ataklar ve yokuşlar karbonhidrat gereksinimini artırabilir.

Not. Süreler ve dinlenme aralıkları katı reçeteler değildir. Sporunun düzeyi, spor dalı, sezon dönemi, teknik kalite ve antrenmanın amacı dikkate alınmalıdır.

Dinlenme aralığı metabolik vurguyu güçlü biçimde değiştirir. Uzun dinlenme, PCr'nin daha fazla yenilenmesini ve yüksek hız/güç kalitesinin korunmasını sağlar. Kısa dinlenme ise PCr'nin eksik yenilenmesine, glikolitik katkının ve oksidatif toparlanma talebinin artmasına yol açar. Bu nedenle aynı sprint süresi, farklı dinlenme aralıklarında farklı antrenman uyaranları oluşturur.

Antrenman şiddeti belirlenirken yalnızca kan laktatı veya kalp hızı gibi tek bir göstergeye dayanılmamalıdır. Güç/hız çıktısı, teknik kalite, algılanan zorluk, tekrarlar arasındaki performans kaybı ve spora özgü talepler birlikte izlenmelidir. Laktat eşiği gibi fizyolojik sınırlar kullanılacaksa aynı test protokolünün tekrarlanması ve ölçüm hatasının göz önünde bulundurulması gerekir (Jamnick vd., 2020).

Antrenör için kritik mesaj

Enerji sistemleri açılıp kapanan üç ayrı anahtar değildir. Programlamanın amacı, iş süresi, şiddet, tekrar sayısı, dinlenme ve beslenmeyi düzenleyerek sistemlerin görelî katkısını hedeflenen uyuma yönlendirmektir.

Kaynakça

- Alghannam, A. F., Ghaith, M. M., & Alhussain, M. H. (2021). Regulation of energy substrate metabolism in endurance exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4963. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094963>
- Baker, J. S., McCormick, M. C., & Robergs, R. A. (2010). Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2010, Article 905612. <https://doi.org/10.1155/2010/905612>
- Brooks, G. A. (2018). The science and translation of lactate shuttle theory. *Cell Metabolism*, 27(4), 757-785. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.008>
- Burke, L. M., Ross, M. L., Garvican-Lewis, L. A., Welvaert, M., Heikura, I. A., Forbes, S. G., Mirtschin, J. G., Cato, L. E., Strobel, N., Sharma, A. P., & Hawley, J. A. (2017). Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2785-2807. <https://doi.org/10.1113/JP273230>
- Draper, N., Williams, C., & Marshall, H. (2024). *Exercise physiology: For health and sports performance* (2nd ed.). Routledge.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469-490. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00003>
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31(10), 725-741. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131100-00003>
- Glaister, M. (2005). Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 35(9), 757-777. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535090-00003>
- Gladden, L. B. (2004). Lactate metabolism: A new paradigm for the third millennium. *The Journal of Physiology*, 558(1), 5-30. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701>
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.

- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2018). Exercise metabolism: Fuels for the fire. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(8), Article a029744. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029744>
- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, 2(9), 817-828. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0251-4>
- Haseler, L. J., Hogan, M. C., & Richardson, R. S. (1999). Skeletal muscle phosphocreatine recovery in exercise-trained humans is dependent on O₂ availability. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 2013-2018. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.6.2013>
- Hinkle, P. C. (2005). P/O ratios of mitochondrial oxidative phosphorylation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1706(1-2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2004.09.004>
- Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An examination and critique of current methods to determine exercise intensity. *Sports Medicine*, 50(10), 1729-1756. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01322-8>
- Kiens, B. (2006). Skeletal muscle lipid metabolism in exercise and insulin resistance. *Physiological Reviews*, 86(1), 205-243. <https://doi.org/10.1152/physrev.00023.2004>
- Maunder, E., Plews, D. J., & Kilding, A. E. (2018). Contextualising maximal fat oxidation during exercise: Determinants and normative values. *Frontiers in Physiology*, 9, Article 599. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00599>
- McMahon, S., & Jenkins, D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. *Sports Medicine*, 32(12), 761-784. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232120-00002>
- Porcari, J. P., Bryant, C. X., & Comana, F. (2015). *Exercise physiology*. F. A. Davis.
- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502-R516. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American*

Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 265(3), E380-E391. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1993.265.3.E380>

Rose, A. J., & Richter, E. A. (2009). Regulatory mechanisms of skeletal muscle protein turnover during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 106(5), 1702-1711. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.91375.2008>

Sahlin, K., Harris, R. C., & Hultman, E. (1979). Resynthesis of creatine phosphate in human muscle after exercise in relation to intramuscular pH and availability of oxygen. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 39(6), 551-557. <https://doi.org/10.3109/00365517909108833>

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MOTORİK ÖZELLİKLER VE GELİŞİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Onur YILDIRIM

Fiziksel aktivite eksikliği, yalnızca ortaya çıkan kronik ve erken ölüme neden olmamakla birlikte, aynı zamanda günümüz dünyasında büyük bir ekonomik yük olan küresel halk sağlığı sorunu haline gelmiştir. İnsanın fiziksel olarak aktif bir yaşam tarzı benimsemesinin en temel taşlarından biri, motor yeterliliğidir. Motor yeterliliğin çok çeşitli sağlık ve gelişimsel sonuçlarla olan ilişkisinin ortaya çıkması, özellikle çocuklarda ve yetişkin bireylerde birçok spor bilimci tarafından giderek artan araştırma konusu haline gelmiştir.

Motor gelişim araştırmaları, 20. yüzyıl boyunca dinamik ve evrimsel bir gelişim göstermiş ve çok sayıda araştırmacının katkısıyla kapsamlı bir literatür oluşmuştur. Bu çalışmalar, motor gelişimin farklı bakış açılarıyla ele alınmasına katkı sağlamış ve alanın günümüzdeki kuramsal yapısının şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Bu bağlamda, motor gelişim alanındaki teorik ve deneysel yaklaşımlarda meydana gelen değişimler yalnızca bu disiplinle sınırlı kalmamış, aynı zamanda gelişim psikolojisinin daha geniş çerçevesi üzerinde de önemli etkiler oluşturmuştur (Clark vd., 2020). Günümüzde motor yeterlilik kavramına ilişkin evrensel olarak kabul edilmiş tek bir tanım bulunmamaktadır. Motor yeterlilikle ilişkili kavramlar arasında önemli ölçüde örtüşme bulunmasına rağmen, araştırmacılar bu terimleri her zaman aynı yapıyı ifade edecek biçimde kullanmamaktadır (Logan vd., 2018).

Motor yeterlilik; motor performans, temel hareket becerileri, motor yetenek ve motor koordinasyon gibi insan hareketinin farklı boyutlarını kapsayan çok yönlü bir kavram olup, literatürde farklı terimlerle ifade edilmektedir (Lopes vd., 2013; Robinson vd., 2015). Clark'a (2005) göre motor yeterlilik, nöromüsküler sistem ile çevre arasındaki etkileşime dayalı hareket becerilerinin kazanılması ve bu becerilerde yeterliliğin sürdürülmesiyle ilişkilidir. Motor yeterlilik ayrıca, günlük fiziksel aktivitelerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan ince ve kaba motor becerileri de kapsayan, bireyin farklı motor eylemleri etkili bir biçimde gerçekleştirebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Malina, 2014).

Motor davranışın gelişimi ise fetal dönemde ortaya çıkan ilk hareketlerden yaşamın sonuna kadar devam eden geniş bir süreci kapsamaktadır. Hareketlerin gerçekleştirilmesi fiziksel kuvvetlerin üretilmesi, kontrol edilmesi ve kullanılmasına bağlı olmakla birlikte, hareketin kontrolü yalnızca kas-iskelet

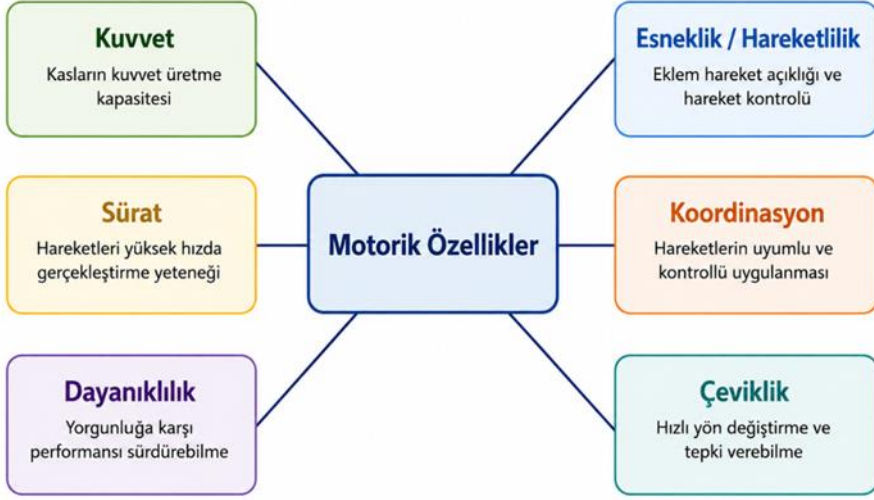
sistemi ve biyomekanik süreçlerle açıklanamayacak kadar karmaşık bir yapıya sahiptir (Adolph ve Franchak, 2017). Bu bağlamda motor gelişime ilişkin bilgiler, bireylerin yaşam boyunca hareket gelişimlerinin anlaşılmasına, bu süreçte ortaya çıkabilecek aksaklıkların belirlenmesine ve söz konusu aksaklıkların azaltılmasına yönelik programların geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Mirzaoglu, 2003).

4.1. Temel Motorik Özellikler ve Sınıflandırılması

Motor özellikler, sporcuların fiziksel ve fizyolojik performanslarını belirleyen en önemli parametreler arasında yer almaktadır. Bu parametrelerin her biri, farklı spor branşlarında yer alan sporcuların performansına belirli oranlarda etki etmektedir. Futbol, basketbol ve atletizm gibi patlayıcı güç gerektiren branşlarda kuvvet ve sürat parametreleri ön plana çıkarken; yüzme, bisiklet ve maraton koşularında dayanıklılık parametresi aerobik kapasitenin belirleyicisi olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca esneklik ve koordinasyon gibi motorik özellikler, raket sporları, yüzme, jimnastik gibi teknik ve beceriye sahip branşlarda performansı etkin bir şekilde etkilemektedir (Bompa ve Buzzichelli, 2019; Günay vd., 2018; Weineck, 2010).

Literatür araştırmaları incelendiğinde her spor branşının kendine özgü, spesifik teknik ve uygulama parametreleri bulunmaktadır. Bu parametreler incelendiğinde, kuvvet, sürat, esneklik, dayanıklılık, koordinasyon ve çevikliğin ön plana çıktığı görülmektedir. Spor branşlarına özgü performans gereksinimleri doğrultusunda, bu temel fiziksel motor özelliklerin geliştirilmesi antrenman programlarının temelini oluşturur. Dolayısıyla, her bir motor becerinin spor dalına uygun şekilde optimize edilmesi, sporcunun performansını artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Temel motorik özelliklerin genel sınıflandırılması Şekilde gösterilmiştir.

Temel Motorik Özelliklerin Sınıflandırılması



Şekil 9. Temel Motorik Özelliklerin Genel Sınıflandırılması

4.1.1. Kuvvet

Kuvvet, temel motorik özelliklerden biri olup atletik performansın geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Literatürde, düzenli ve sistematik olarak gerçekleştirilen kuvvet antrenmanlarının bireylerin fiziksel ve fizyolojik özelliklerine katkı sağlayarak kuvvet gelişimini desteklediği bildirilmektedir (Demir, 2004). Kuramsal açıdan kuvvet, hem mekanik bir kavram hem de insan performansına ilişkin temel bir yetenek olarak ele alınmaktadır. Mekanik açıdan kuvvet, bir cismin hareket durumunu veya şeklini değiştirebilen fiziksel bir etki olarak değerlendirilirken; antrenman bilimi açısından fizyolojik ve yönetsel boyutlarıyla incelenen temel bir performans bileşeni olarak ele alınmaktadır (Bompa, 2011).

Sportif performans açısından kuvvet, kasların bir dış dirence karşı gerilim oluşturarak bu direnci yenebilme, dengeleyebilme veya kontrol edebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Muratlı vd., 2011). Fizyolojik açıdan kuvvet, kasların kasılma yoluyla gerilim oluşturabilme kapasitesini ifade etmektedir. Fizik biliminde kuvvet, cisimlerin hareket durumlarında, konumlarında veya şekillerinde değişikliğe yol açabilen bir etki olarak tanımlanırken; biyomekanik açıdan ise hareketin oluşturulması, kontrol edilmesi ve postüral dengenin sürdürülmesinde rol oynayan temel mekanik etkilerden biri olarak değerlendirilmektedir (Muratlı vd., 2007).

Başka bir tanıma göre, sinir ve kas sistemi bağlamında kuvvet kavramı, içsel ve dışsal dirençleri aşabilme yeteneği olarak tanımlanan bir sinir-kas fonksiyonudur. Kasların üretebildiği maksimal kuvvet, hareketin biyomekanik özelliklerine ve ilgili kas gruplarının kasılma kapasitesine bağlıdır. Kuvvet gerektiren fiziksel aktiviteler sırasında devreye giren ilgili kas grupları arasında koordinasyon sağlanması önemlidir. Genel olarak kaslar, birbirleriyle uyumlu ve ardışık bir düzen içinde çalışmaktadır (Bompa, 2007).

Ayrıca kuvvet, sporda performansı etkileyen kritik bir faktör olup, kuvvet düzeyi yüksek sporcuların daha üstün performans ortaya koyabildikleri görülmektedir (Zhang vd., 2022). Yapılan çalışmalarda, kuvvet antrenmanlarının farklı yaş ve cinsiyet gruplarında kas hipertrofisi ve kas kuvveti üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğu bildirilmektedir (Ivey vd., 2000). Sporcu olsun ya da olmasın bireylerin günlük yaşantılarında kuvvet ihtiyacı önemli bir yer tutmaktadır. Kuvvet yalnızca doğrudan kuvvet gerektiren durumlarda değil, aynı zamanda sürat ve dayanıklılık gibi performansı belirleyen diğer bileşenlerin gelişiminde de önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle kuvvetin uygun bir şekilde geliştirilmesi, performansı önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Cücü vd., 2024).

Kuvvet antrenmanları, kas hacminde, kuvvette ve patlayıcı güçte önemli artışlara neden olabilen etkili bir uyarıcı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, kuvvet antrenmanı uygulamalarının etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için antrenman sıklığı, tekrar ve set sayıları, egzersiz biçimi ve sırası ile setler arasındaki dinlenme süreleri gibi akut antrenman değişkenlerinin dikkatli şekilde planlanması gerekmektedir. Bu değişkenlerin doğru bir şekilde yapılandırılması, sporcunun kuvvet kazanımları ve genel performansının geliştirilmesi açısından kritik rol oynamaktadır. Dolayısıyla kuvvet antrenmanı programlarının bilimsel ilkelere göre tasarlanması, sporcunun performans hedeflerine ulaşmasında belirleyici bir etken olarak öne çıkmaktadır (Sanchez-Medina ve González-Badillo, 2011).

4.1.1.1. Kuvvet Türleri

Kuvvet, sporcunun ihtiyaçları ve performans hedefleri doğrultusunda genel kuvvet, özel kuvvet, maksimal kuvvet, çabuk kuvvet, kuvvette devamlılık, dinamik ve statik kuvvet ile mutlak ve relatif kuvvet olmak üzere farklı türlerde sınıflandırılmaktadır (Yılmaz, 2021). Bu kuvvet türlerinin geliştirilmesine yönelik antrenman uygulamaları, sporcuların performanslarını optimize etmek ve sakatlık riskini azaltmak amacıyla planlı ve sistematik biçimde uygulanmalıdır.



Şekil 10. Kuvvet türlerinin sınıflandırılması

4.1.1.1.1. Genel Kuvvet

Sporcuların performansını doğrudan etkileyen temel unsurlardan biri olan genel kuvvet, tüm vücut kaslarının düzenli bir biçimde çalışması sonucunda ortaya çıkan toplam kuvveti ifade etmektedir. Bu kavram, belirli bir spor branşına özgü olmayan genel kuvvet düzeyini ifade etmekte olup, sporcunun branşa özgü yetilerini yüksek performansla gerçekleştirebilmesi için kritik bir rol oynamaktadır (Moghimiinchehboroun, 2024).

Genel kuvvet, kasların hem güç hem de dayanıklılığını kapsayan bir bileşen olup, sporcunun fiziksel performansını artırarak hareketlerini daha etkili ve verimli gerçekleştirmesine olanak tanır. Ayrıca genel kuvvet düzeyinin artırılması, sporcuların sakatlanma riskini minimize ederek uzun vadeli ve sağlıklı bir spor kariyeri için sağlam bir temel oluşturabilir. Bu sebeple, antrenörler tarafından antrenman programlarında genel kuvvetin geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır (Çalışkan, 2014). Geleneksel kuvvet antrenman programları tasarlanırken, genellikle bir tekrar maksimum (1TM) değerinin belirli yüzdelerine karşılık gelen yükler belirlenmekte ve antrenman programları bu değerlere göre yapılandırılmaktadır (Mann vd., 2015).

Antrenman programlarına yeni başlayan sporcular için uygulanan genel kuvvet, kas kuvveti, vücut kompozisyonu ve denge gibi fiziksel özelliklerin olumlu yönde gelişmesini sağlar. Antrenman bilimciler, sporcuların sistematik ve uzun vadeli performans gelişimini sağlamak için özellikle kariyerlerinin ilk beş yılı boyunca genel kuvvet antrenmanlarına öncelik vermelidir (Bompa, 2007). Çünkü genel kuvvet özelliğinin geliştirilmesi, sporcunun ilerleyen dönemlerde karşılaşacağı yüksek yüklenmelere karşı sakatlık riskini azaltan bir unsurdur

(Karatosun, 2012; Faigenbaum ve Schram, 2004). Ayrıca, özel kuvvet antrenmanlarının altyapısını oluşturan bu antrenman yöntemlerinde dikkat edilmesi gereken hususlardan biri, sporculara uygulanacak yüklenmelerin doğru bir şekilde ayarlanmasıdır. Bu çalışmaların geliştirilmesine yönelik tasarlanan istasyon çalışmaları, sporculara uygulanabilir, ekonomik ve çok yönlü antrenman imkânları sunar (Özer, 2011).

4.1.1.1.2. Özel Kuvvet

Özel kuvvet, sporcunun branşına ve bireysel özelliklerine özgü olarak geliştirilen, sporcunun yüksek düzeyde performans gösterebilmesine katkı sağlayan kuvvet özelliğidir. Bu özelliğin geliştirilmesine yönelik antrenmanlar, diğer motorik özelliklerle bütüncül biçimde planlanmalıdır (Aktaş, 2010). Başka bir ifadeyle, özel kuvvet, belirli bir spor branşına özgü hareketlerde görev alan kas gruplarının kuvvet üretme kapasitesini ifade eder. Spor branşlarının farklı fiziksel gereksinimleri nedeniyle, örneğin 100 metre sürat koşucusunun kuvvet antrenman programı ile bir güreş sporcusunun programı birbirinden önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Kale, 2012).

Bu açıdan ele alındığında, özel kuvvet antrenmanları tasarlanırken antrenman içerikleri, özel kuvvet düzeyini artırmaya yönelik branşa özgü egzersizlerden oluşturulmalıdır. Bu nedenle sporcuların özel kuvvet düzeylerini geliştirmek amacıyla hedefe yönelik, branşa özgü ve sistematik antrenman programlarına odaklanmaları büyük önem taşımaktadır (Tunç, 2018). Uygulanan antrenmanlar, spor dalının teknik gereksinimleriyle uyumlu olmalıdır. Bu kapsamda istasyon, daire ya da dairesel (circuit training) antrenman yöntemleri uygulanabilir. Genel içerikli kuvvet antrenmanlarında genellikle 8–12 istasyon bulunurken, özel içerikli kuvvet antrenmanlarında bu sayı 3–4 istasyonla sınırlı tutulabilmektedir (Özcan, 2011).

4.1.1.1.3. Maksimal Kuvvet

Maksimal kuvvet, bir sporcunun belirli bir aktivite sırasında kasların istemli olarak üretebileceği en yüksek kuvvet düzeyi olarak ifade edilir. Bu kuvvet türü, yüksek düzeyde kuvvet üretiminin gerekli olduğu spor branşlarında performans açısından önemli bir faktördür. Maksimal kuvvet; kas kütlesi, kas liflerinin enine kesit alanı ve sinir-kas (nöromusküler) koordinasyonu gibi fizyolojik faktörlerden etkilenmektedir (Çalışkan, 2014). Nitekim bir kasın maksimal kuvvet üretme kapasitesi, kasın enine kesit alanı ve kasılmaya katılan kas liflerinin özellikleriyle yakından ilişkilidir (Kanat, 2007). Ayrıca maksimal kuvvet, istemli kasılma sırasında geliştirilebilen en yüksek kuvvet düzeyi olarak ifade edilmektedir (Muratlı vd., 2011). Bu kuvvet türü yalnızca izometrik

kasılmalarla sınırlı olmayıp, farklı kasılma koşullarında ortaya konabilmektedir. Aynı zamanda maksimal kuvvet, intramüsküler (kas içi) ve intermüsküler (kaslar arası) koordinasyonla da yakından ilişkilidir.

Maksimal kuvvetin geliştirilmesi, özellikle halter, güreş, judo, çekiç atma ve gülle atma gibi yüksek düzeyde mutlak kuvvet gerektiren spor branşlarında belirleyici bir role sahiptir. Bu tür sporlarda maksimal kuvvet, sportif performansı doğrudan etkileyen önemli faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Bakırcı, 2013). Bununla birlikte maksimal kuvvet yalnızca mutlak kuvvet gerektiren branşlarla sınırlı değildir. Çabuk kuvvet veya kuvvette devamlılık gerektiren spor branşlarında da, özellikle hazırlık dönemlerinde maksimal kuvvet antrenmanlarına yer verilmesi, bu özelliklerin geliştirilmesine yönelik önemli bir altyapı oluşturabilir (Bompa, 1998). Bu uygulamalar, sporcunun kuvvet altyapısını geliştirerek daha ileri düzey performans özelliklerinin geliştirilmesine olanak tanır.

Werschoshanskij'ye göre maksimal kuvvetin gelişimi için dört temel yöntem önerilmektedir:

1. Aşamalı olarak artan direnç yöntemi
2. Tekrarlı kuvvet yüklenme yöntemi
3. Kısa süreli maksimal uyarılma yöntemi
4. İzometrik yüklenmelerle uyum sağlama yöntemi

Bu yöntemler, maksimal kuvvetin planlı bir biçimde artırılmasını sağlayacak temel yüklenme stratejilerini oluşturur. Maksimal kuvvet antrenmanlarında dikkate alınması gereken temel ilke, yük arttıkça oluşan yorgunluğun da artacağı gerçeğidir. Bu nedenle, bu tür antrenmanlarda yüklenme süresi kısa tutulmalı, toparlanma sürelerine önem verilmelidir (Muratlı vd., 2011).

4.1.1.1.4. Çabuk Kuvvet

Çabuk kuvvet, kuvvet ve sürat bileşenlerinin etkileşimi sonucunda, mümkün olan en kısa sürede yüksek düzeyde kuvvet üretebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Bompa, 2011). Literatürde çabuk kuvvet, patlayıcı kuvvet ve güç üretme kapasitesiyle yakından ilişkili bir motorik özellik olarak ele alınmakta; sinir-kas sisteminin kasılabilir ve elastik bileşenlerinin birlikte çalışması sonucunda ani yüklenmelere hızlı biçimde yanıt verebilme kapasitesini içermektedir (Dündar, 2004). Bu motorik özellik, özellikle patlayıcı güç gerektiren spor branşlarında performansı doğrudan etkileyen önemli fiziksel

bileşenlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Çabuk kuvvet düzeyinin gelişiminde üç temel fizyolojik faktör etkili olmaktadır (Çavdar, 2006):

1. İntramüsküler koordinasyon (kas içi koordinasyon düzeyi)
2. Kas liflerinin kasılma hızı (özellikle hızlı kasılan liflerin oranı)
3. Kas liflerinin kasılma kuvveti (devreye giren kas liflerinin toplam kuvvet üretme kapasitesi)

Antrenman perspektifinden bakıldığında, çabuk kuvvet gelişiminde yüklenmenin temel amacı mümkün olan en kısa sürede yüksek düzeyde kuvvet ve hareket hızı üretebilmektir. Çabuk kuvvet, spor branşlarının yapısına göre farklı işlevler üstlenebilir. Örneğin, yüksek atlama ve uzun atlama gibi tek ve patlayıcı hareketlerin baskın olduğu branşlarda çabuk kuvvet performansın temel belirleyicilerinden biridir. Sprint ve kısa mesafe yüzme gibi ardışık ve yüksek hızlı hareketlerin yer aldığı branşlarda ise çabuk kuvvet, tekrarlayan yüksek şiddetli hareketlerin etkili biçimde gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır (Bompa, 2011).

4.1.1.1.5. Kuvvette Devamlılık

Kuvvette devamlılık, tekrarlayan kuvvet gerektiren fiziksel aktivitelerde ilgili kas gruplarının yorgunluğa karşı direnç göstererek kuvvet üretimini sürdürebilme yeteneği olarak tanımlanır (Muratlı vd., 2011). Başka bir ifadeyle, bir kasın ya da kas grubunun uzun süre veya çok sayıda tekrar boyunca kuvvet üretimini sürdürebilme kapasitesi kuvvette devamlılık olarak tanımlanmaktadır (Wells vd., 2014). Bu kavram, kuvvet ve dayanıklılık özelliklerinin birleşimini ifade etmekte ve özellikle uzun süreli veya tekrarlayan kas aktivitelerinin gerekli olduğu spor branşlarında önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda kuvvette devamlılık, yorgunluğa karşı direnç göstererek fiziksel etkinliğin belirli bir süre boyunca sürdürülebilme yeteneği olarak da tanımlanabilir (Keleş, 2007).

Kas sisteminin ardışık ve sürekli kasılmalar sırasında yorgunluğa karşı direnç gösterebilme yeteneği, dayanıklılık gerektiren spor branşlarında büyük önem taşımaktadır. Özellikle tekrarlayan kas aktivitelerinin yoğun olarak gerçekleştirildiği bisiklet, orta mesafe koşuları, kürek, kayak ve yüzme gibi spor dallarında bu fiziksel özellik önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır (Bircan, 2016). Bu tür branşlarda sporcuların kas sistemlerinin uzun süreli yüklenmeler altında performans kaybını sınırlayarak işlevini sürdürebilmesi, kuvvette devamlılığın sportif başarı açısından önemini ortaya koymaktadır (Wells vd., 2014).

Kuvvette devamlılık antrenmanları, kuvvet ve dayanıklılık özelliklerinin birlikte geliştirilmesini amaçlayan antrenman uygulamalarından oluşmaktadır. Bu tür antrenmanların uygulama ilkeleri; yüklenme düzeyi, çalışma süresi, set sayısı, dinlenme süresi ve kullanılan antrenman yöntemleri gibi çeşitli parametrelere dayanmaktadır:

- **Yüklenme Düzeyi:** Genellikle düşük ve orta şiddette yüklenmeler tercih edilmektedir.
- **Çalışma Süresi:** Egzersizin niteliğine ve hedeflenen performans özelliğine bağlı olarak çalışma süreleri değişkenlik gösterebilmektedir.
- **Set Sayısı:** Uygulanan yöntem ve sporcunun antrenman düzeyine bağlı olarak farklılık gösterebilir.
- **Dinlenme Süresi:** Aktif dinlenme yöntemleri tercih edilebilir.
- **Antrenman Yöntemleri:** İstasyon çalışmaları, dairesel (circuit) antrenmanlar ve piramidal yöntemler kuvvette devamlılığın geliştirilmesinde kullanılabilmektedir (Bakırcı, 2013).

Bu tür çalışmaların planlı ve sistematik biçimde gerçekleştirilmesi, yalnızca dayanıklılık gerektiren branşlarda değil, aynı zamanda genel kuvvet altyapısının geliştirilmesi amacıyla farklı spor branşlarında da uygulanabilmektedir (Bircan, 2016).

Spor bilimciler ve antrenörler açısından kuvvetin farklı alt türlere ayrılması, antrenman programlarının sporcunun performans gereksinimlerine göre şekillendirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu nedenle kuvvette devamlılık gereksinimi bulunan sporcuların antrenman programları, spor branşının özelliklerine uygun, bireyselleştirilmiş ve bilimsel temellere dayalı biçimde planlanmalıdır (Wells vd., 2014).

4.1.1.1.6. Statik ve Dinamik Kuvvet

Kasların farklı kasılma biçimleri sonucunda ortaya çıkan kuvvet türleri, sportif performansın önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Statik kuvvet, kasların izometrik kasılmaları sırasında eklem açısında belirgin bir değişiklik olmaksızın kuvvet üretilmesiyle ortaya çıkarken; dinamik kuvvet, hareket sırasında kasların uzunluğunda değişim meydana gelmesiyle oluşan kuvveti ifade etmektedir. Statik ve dinamik kuvvet, farklı kasılma özelliklerine bağlı olarak sportif performansta çeşitli işlevler üstlenmektedir. Örneğin, bir sporcunun belirli bir eklem açısında dış dirence karşı pozisyonunu koruması statik kuvvete; squat gibi bir egzersizde yükü kaldırması ve kontrollü biçimde indirmesi ise dinamik

kuvvete örnek olarak verilebilir. Bu iki kuvvet türü, sporcuların branşa özgü gereksinimlerinin karşılanmasında ve antrenman programlarının planlanmasında önemli rol oynamaktadır (Kalapotharakos, 2007).

Statik kuvvetin geliştirilmesinde izometrik egzersizlerden yararlanılmaktadır; bu tür egzersizlerde kas-tendon ünitesinin uzunluğunda belirgin bir değişiklik olmadan kuvvet üretimi gerçekleşir (Enoka, 1997). Dinamik kuvvetin geliştirilmesinde ise direnç egzersizleri, ağırlık antrenmanları ve pliometrik uygulamalar etkili olabilir. Bu çalışmalar, hareket sırasında kuvvet üretme kapasitesinin geliştirilmesine katkı sağlayarak dinamik kuvvet performansını desteklemektedir (Bompa, 2007).

4.1.1.1.7. Mutlak ve Relatif Kuvvet

Mutlak ve relatif kuvvetin farklı ölçütlere göre değerlendirilmesi, antrenman planlaması ve performans analizi açısından önemli bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, vücut ağırlığına oranla üretilen kuvvet “relatif kuvvet” olarak tanımlanırken; vücut ağırlığından bağımsız olarak ortaya konan toplam kuvvet düzeyi “mutlak kuvvet” olarak adlandırılmaktadır. Relatif kuvvet, sporcunun vücut ağırlığına oranla ne kadar kuvvet üretebildiğini ortaya koyarken; mutlak kuvvet, sporcunun ortaya koyabildiği toplam kuvvet düzeyini ifade eder (Şahin, 2008). Bu tür bir sınıflandırma, sporcuların kuvvet düzeylerini karşılaştırmak ve performanslarını objektif biçimde değerlendirmek açısından önemli bir ölçüt sunmaktadır. Sonuç olarak kuvvetin tanımı ve türleri; spor dalının yapısına, performans hedeflerine ve bireysel gereksinimlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bu nedenle hem antrenman programlarının planlanmasında hem de performansın değerlendirilmesinde bu farklılıkların dikkate alınması büyük önem taşımaktadır (Aydos vd., 2004).

Mutlak kuvvetin geliştirilmesinde özellikle maksimal ve submaksimal yüklerle gerçekleştirilen kuvvet antrenmanları etkili olmaktadır. Relatif kuvvetin geliştirilmesinde ise yalnızca kuvvet üretme kapasitesinin artırılması değil, aynı zamanda vücut kompozisyonunun da dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü relatif kuvvet, sporcunun vücut ağırlığına oranla ürettiği kuvveti ifade ettiğinden, gereksiz yağ kütleindeki artış bu performans ölçütünü olumsuz yönde etkileyebilir (Bompa, 2007). Bu nedenle relatif kuvvetin geliştirilmesine yönelik antrenman planlamasında kuvvet artışı ile vücut kompozisyonunun birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

4.1.2. Sürat

Sürat, bireyin vücudunun tamamını veya belirli bir bölümünü mümkün olan en yüksek hızda hareket ettirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Günay ve Şıktar, 2017). Bir sporcu için önemli motorik özelliklerden biri olan sürat, farklı biçimlerde ortaya çıkabilmektedir (Sevim, 2007). Sürat performansı genetik, nöromüsküler, biyomekanik ve antrenmana bağlı birçok faktörden etkilenmekte olup, uygun ve planlı antrenman programlarıyla geliştirilebilmektedir (Nas, 2010). Başka bir ifadeyle, sürat, hızlı yer değiştirme ve hareketleri mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirebilme yeteneğini ifade etmektedir. Sürat, hareketin yapısına göre devirli ve devirsiz olmak üzere farklı biçimlerde değerlendirilebilmektedir. Devirli hareketlere sprint koşuları, devirsiz hareketlere ise futbol ve güreş gibi branşlarda gerçekleştirilen hızlı ve kısa süreli hareketler örnek verilebilir (Günay ve Şıktar, 2017).

Sürat yeteneği fizyolojik açıdan ele alındığında, sinir ve kas sisteminin yüksek hızda ve koordineli biçimde çalışmasının önemli olduğu görülmektedir (Muratlı vd., 2011). Kas liflerinin kasılma hızı ve nöromüsküler özellikler sürat performansını etkileyen temel faktörler arasında yer almakta; kuvvet antrenmanı uygulamaları da sürat gelişimine katkı sağlayabilmektedir (Acar, 2016; Cabacı, 2019). Ayrıca dış dikkat odaklanmasına dayalı stratejilerin sürat ve motor performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (Bozkurt vd., 2024). Bu açıdan, sürat gelişimine yönelik antrenmanlarda yüksek şiddetli tekrarlar arasında yeterli toparlanma süresinin sağlanması önemlidir (Günay vd., 2018). Bununla birlikte, çocukluk ve adolesan dönemin belirli evrelerinin sürat gelişimi açısından önemli olduğu; bazı araştırmacılar tarafından 11–15 yaş aralığının bu gelişim için elverişli dönemlerden biri olarak değerlendirildiği belirtilmektedir (Bompa ve Haff, 2017).

4.1.2.1. Sürat Türleri

4.1.2.1.1. Genel Sürat

Genel sürat, bir sporcunun yüksek hızda hareketi gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu motorik yeti, birçok spor branşında performansı belirleyen önemli özelliklerden olup, sporcuların oyun içerisindeki performanslarını artırmakta ve rakiplerine karşı avantaj elde etmelerini sağlamaktadır. Bu durum incelendiğinde, özellikle futbol, tenis, basketbol ve atletizm gibi sürate dayalı branşlarda hızlı reaksiyon ve hareket kabiliyeti performans üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Dolayısıyla sürat gelişimini hedefleyen planlı ve programlı antrenman uygulamaları, sporcuların müsabaka içerisinde rakiplerine karşı iyi performans sergilemesini sağlar (Aktürk, 2017).

İnterval sürat koşuları, sprint egzersiz programları, çeşitli dayanıklılık ve kassal kuvvet antrenmanları, sporcuların genel sürat yetilerini artırmak için yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu tür antrenman uygulamaları, özellikle mücadele gerektiren spor branşlarında sporcuların performanslarını maksimum düzeye çıkararak gelişimlerine katkı sağlamaktadır (Yılmaz, 2021).

4.1.2.1.2. Özel Sürat

Sporcunun kendi branşına yönelik bir hareketi istenilen en kısa süre içerisinde gerçekleştirebilme yeteneğidir (Bompa, 2015). Özel sürat, sporculara yapmış oldukları spor dalına yönelik aksiyon almalarını, performanslarını daha hızlı ve etkili bir şekilde sergileyebilme imkanı sağlamaktadır (Aktürk, 2017). Ayrıca bu kavram, genel süratten farklı olarak, sadece hızlı koşmayı değil, aynı zamanda spor dalının gerektirdiği özgün motorik hareketleri de kapsar. Özel sürat, teknik becerilerle birleşerek performansın artırılmasında kritik bir rol oynar ve antrenmanlarda spora özgü hız çalışmalarını içerir (Bompa ve Haff, 2017).

Bu durum sporcuların müsabaka içerisinde performanslarında avantaj elde etmelerine ve performanslarını maksimum düzeye çıkarmalarına yardımcı olacaktır. Özellikle takım sporlarında mücadele eden sporcuların hızlı karar almaları ve süratli bir şekilde hareket etmeleri başarılı bir performans için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, özel sürat performansının geliştirilmesi sporcuların sürat gerektiren branşa özgü yetilerinde daha etkili performans göstermelerini sağlamaktadır (Yılmaz, 2021).

4.1.2.2. Fizyolojik Açıdan Sürat

Vücutta gerçekleşen sinirsel iletim süreçleri, kaslarla ilişkili anatomik yapılar ve enerji metabolizması gibi fizyolojik mekanizmaların bir araya gelmesiyle ortaya çıkan; algılama, reaksiyon verme ve hareket etme hızını ifade eder. Beyin ile kaslar arasındaki sinirsel iletişim hızının yanı sıra, kasların kasılma ve gevşeme kapasitesi ile metabolik sistemlerin verimliliği, bireyin hızlı ve etkili hareket edebilme becerisini doğrudan etkileyen unsurlar arasındadır. Bu bağlamda fizyolojik sürat; sürat, reaksiyon süresi ve koordinasyon gibi motorik özelliklerle yakından ilişkilidir. Dolayısıyla, spor performansının geliştirilmesinde fizyolojik sürat önemli bir bileşen olup, antrenman planlamasında göz önünde bulundurulması gereken temel faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Karakullukçuoğlu, 2024).

4.1.2.3. Antrenman Bilimi Açısından Sürat

Hareketin hızı, devamlılığı ve frekansı gibi faktörlerin birleşimiyle oluşan aksiyon sürati, bir sporcunun belirli bir hareketi mümkün olan en kısa sürede, etkili ve koordineli bir şekilde gerçekleştirme kapasitesiyle ilişkilidir. Aksiyon sürati; hareketin başlangıcından bitişine kadar geçen süreyi ve bu süre içerisindeki hız

değişimlerini kapsar. Örneğin, bir futbolcunun topa temas süresi veya bir kısa mesafe koşucusunun sprint başlangıcı ile bitişi arasındaki zaman dilimi, aksiyon süratini belirleyen temel göstergelerdir. Bu doğrultuda antrenman bilimi, sürat performansını geliştirme sürecinde; sporcuların teknik beceri düzeylerini artırmaya, kas kuvvetini geliştirmeye ve enerji sistemlerinin etkinliğini optimize etmeye yönelik bütüncül bir yaklaşım benimsemektedir. Bu çok boyutlu antrenman planlaması, sporcunun sürat kapasitesinin artırılmasına doğrudan katkı sağlamaktadır (Karakullukçuoğlu, 2024). Sürat çalışmaları pliometrik antrenmanlar, sprint antrenmanlar (10–60 metre), reaksiyon, çeviklik ve nöromüsküler koordinasyon çalışmalarıyla geliştirilebilir.

4.1.3. Esneklik/Hareketlilik

Esneklik/hareketlilik, bir hareketin eklemlerin izin verdiği hareket açıklığı içerisinde kontrollü bir şekilde gerçekleştirilebilme yeteneğini ifade eder. Literatürde sıklıkla birbirine yakın anlamlarda kullanılan “esneklik” ve “hareketlilik” kavramları, biyomekanik ve fizyolojik açıdan bazı farklılıklar göstermektedir. Esneklik, eklem hareket açıklığını etkileyen kas ve bağ dokularının uzayabilme özellikleriyle ilişkiyken; hareketlilik, eklem yapısı, kaslar, bağ dokuları ve nöromüsküler kontrol gibi farklı bileşenlerin etkileşimini içeren daha kapsamlı bir kavram olarak değerlendirilmektedir (Acar, 2016).

Bir diğer ifadeyle hareketlilik, vücudun farklı bölümlerinin eklem hareket açıklığı içerisinde kontrollü ve koordineli biçimde hareket edebilme kapasitesiyle ilişkilidir. Weineck’in tanımına göre esneklik/hareketlilik, bireyin bir veya birden fazla eklemi belirli bir hareket açıklığı içerisinde bilinçli ve kontrollü biçimde kullanabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Gündüz, 2017). Esneklik/hareketlilik düzeyi yaş ve gelişim dönemine bağlı olarak değişiklik gösterebilmekte, çocukluk ve gençlik dönemlerinde daha yüksek düzeylere ulaşabilmektedir. Petrow’a göre esneklik gelişimi açısından 12–14 yaş aralığı önemli dönemlerden biri olarak değerlendirilmektedir (Bağcı, 2016). Esneklik/hareketliliği etkileyen başlıca faktörler arasında eklem ve kemik yapısı, kas ve bağ dokularının özellikleri, ısınma düzeyi, yaş ve gelişim dönemi yer almaktadır. Yetersiz hareketlilik, teknik becerilerin uygulanmasını sınırlandırabilir ve eklem hareket açıklığının azalmasına neden olabilir (Behm vd., 2016).

Esneklik ve hareketlilik düzeyinin geliştirilmesi, spor branşına özgü hareketlerin daha etkin uygulanmasına ve uygun eklem hareket açıklığının korunmasına katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, esneklik çalışmalarının türü, süresi ve antrenman içerisindeki zamanlaması performans hedeflerine göre planlanmalıdır. Özellikle kuvvet, sprint ve patlayıcı performans gerektiren aktiviteler öncesinde uzun süreli statik germe uygulamalarının dikkatli kullanılması gerekir; buna karşılık dinamik

hareketlilik uygulamaları ısınma sürecinde daha uygun bir seçenek olabilir (Behm vd., 2016). Sporcularda esneklik ve hareketlilik düzeyinin geliştirilmesine yönelik tamamlayıcı uygulamalar arasında yoga ve pilates gibi egzersiz yöntemlerinden de yararlanılabilmektedir.

4.1.3.1. Esneklik/Hareketliliğin Sınıflandırılması

Esneklik ve hareketlilik kavramları; pasif ve aktif, özel ve genel ile statik ve dinamik olmak üzere farklı alt kategoriler kapsamında değerlendirilir.

4.1.3.1.1. Pasif ve Aktif Esneklik/Hareketlilik

Pasif esneklik/hareketlilik, eklem hareket açıklığının artırılmasına yönelik olarak dışsal bir kuvvet yardımıyla gerçekleştirilen uygulamaları ifade eder. Bu yöntemlerde, kaslara veya eklemlere uygulanan dışsal kuvvetler aracılığıyla hareket açıklığının artırılması hedeflenmektedir (Yılmaz, 2021).

Pasif hareketlilik egzersizlerinde çeşitli yöntemler uygulanabilir. Bu yöntemler, kas liflerinin uzama kapasitesini ve eklem kapsüllerinin esnekliğini artırarak eklem hareket açıklığını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Pasif hareketlilik çalışmaları, kaslara dışarıdan kuvvet uygulanması ile gerçekleştirildiği için, aktif hareketlilik egzersizlerinden farklılık gösterir (Appleton, 1998). Öte yandan, pasif esneklik çalışmaları çoğunlukla rehabilitasyon süreçlerinde egzersiz programlarının bir parçası olarak yer almakta olup; eklem hareketliliğinin iyileştirilmesi, sakatlanma riskinin azaltılması ve spor performansının geliştirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Aktif hareketlilik uygulamalarında, kasın kendi ürettiği kuvvetle esnetme ve germe teknikleri uygulanarak eklem hareket açıklığının artırılması hedeflenir (Cabacı, 2019).

Aktif hareketlilik, eklem hareket açıklığını artırmak amacıyla dış faktörlerin etkisi olmadan, kas kuvvetinin doğrudan kullanılmasıyla gerçekleştirilen hareketlilik egzersizlerini ifade eder. Bu tür antrenman uygulamalarında, kas liflerinin esneme kapasitesi ve eklem hareketliliği kas kuvveti aracılığıyla geliştirilir. Dinamik germe egzersizleri, aktif esnekliğin artırılmasına yönelik uygulamalardan biridir. Aktif esneklik çalışmaları, hareket açıklığını genişletmek ve sakatlanma olasılığını azaltmak için yaygın şekilde tercih edilmektedir (Keleş, 2016). Ayrıca, aktif hareketlilik çalışmaları egzersiz öncesi ısınma ve egzersiz sonrası soğuma dönemlerinde uygulanabilir. Bu çalışmalar, antrenman ve müsabaka süreçlerinde organizmanın performansını en üst düzeye çıkarmak amacıyla fiziksel hazırlık sürecine katkı sağlar (Appleton, 1998).

4.1.3.1.2. Özel ve Genel Esneklik/Hareketlilik

Özel esneklik ve hareketlilik, spor branşlarının gereksinimlerine uygun olarak eklem hareket açıklığının artırılmasına yönelik çalışmaları ifade eder. Örneğin, bir jimnastikçide omurga esnekliğinin artırılması veya bir futbolcunun topa vuruş mesafesini uzatmak amacıyla kalça esnekliğinin geliştirilmesi, özel hareketlilik uygulamalarına örnek teşkil eder. Bu çalışmalar, sporcuların branşlarına özgü becerileri daha etkin ve verimli biçimde gerçekleştirmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Dolayısıyla özel esneklik antrenmanları, hem sporcunun performansını artırmak hem de sakatlanma riskini minimize etmek açısından kritik bir öneme sahiptir (Cabacı, 2019).

Genel esneklik ve hareketlilik, omurga, omuz ve kalça gibi temel eklemlerin hareket açıklığının artırılmasını sağlayarak vücudun sağlıklı, aynı zamanda fonksiyonel hareket edebilmesi ve geliştirilmesini ifade eder. Bu tür esneklik uygulamaları, organizmanın genel hareket yeteneğini geliştirmeyi amaçlamakta ve sporcuların yanı sıra bireylerin günlük yaşam aktivitelerini daha rahat ve etkin biçimde gerçekleştirmelerine katkı sağlamaktadır. Genel esneklik antrenmanları, genellikle statik ve dinamik germe teknikleriyle birlikte uygulanmakta olup, eklem hareket açıklığını genişletmekte, kasların esnekliğini artırmakta ve böylece vücudun genel esneklik düzeyini yükseltmektedir. Bu gelişmeler, sakatlanma riskinin azalmasına, postürün iyileşmesine ve genel fiziksel performansın artırılmasına olumlu katkı sağlar. Dolayısıyla genel esneklik ve hareketlilik antrenmanları, sporcuların yüksek performans gösterebilmeleri için gerekli olan yeterli kas ve eklem hareketliliğine sahip olmaları açısından büyük önem arz etmektedir (Civelek, 2025).

4.1.3.1.3. Statik ve Dinamik Esneklik/Hareketlilik

Statik esneklik veya hareketlilik, eklem hareket açıklığının belirli bir pozisyonda belirli bir süre boyunca sürdürülmesi esasına dayanan bir esneklik türüdür. Bu yöntemde kas ve bağ dokuları belirli bir pozisyonda gerilerek hareket açıklığının geliştirilmesi amaçlanır (Yılmaz, 2014). Statik esneklik egzersizleri, kas ve bağ dokularının gerilmeye toleransını ve eklem hareket açıklığını geliştirmeye katkı sağlayabilir. Bu egzersizler özellikle antrenman sonrası soğuma süreçlerinde veya ayrı esneklik seanslarında uygulanabilir. Bununla birlikte, yüksek şiddetli kuvvet, sprint ve patlayıcı performans gerektiren aktiviteler öncesinde uzun süreli statik germe uygulamalarının dikkatli planlanması gerekmektedir. Bu nedenle statik hareketlilik çalışmalarının zamanlaması, süresi ve kapsamı antrenmanın amacına göre belirlenmelidir (Yorulmaz, 2005).

Dinamik esneklik, aktif kas kasılmaları eşliğinde, hareket halindeyken eklemlerin izin verdiği maksimum hareket açıklığının kullanılması olarak tanımlanır. Bu esneklik biçimi, kas kasılma gücü ve çevresindeki dokuların direnç seviyesiyle doğrudan ilişkilidir ve hareket kapasitesini belirler (Soykurt, 2017). Dinamik esneklik çalışmaları, yoğunlukla egzersiz öncesinde gerçekleştirilen ısınma sürecinin bir parçası olarak uygulanmaktadır. Bu tür egzersizlerde, kaslar ve bağ dokuları belirli bir hareket açıklığında çalıştırılarak elastikiyetleri artırılır. Dinamik hareketlilik uygulamaları, spor dallarının özel gereksinimlerine bağlı olarak farklı kas gruplarına ve eklemlere odaklanabilir. Böylece, sporcunun hedef branşta ihtiyaç duyduğu hareket açıklığı ve kontrol seviyesi geliştirilmeye çalışılır (Civelek, 2025).

4.1.4. Dayanıklılık

Dayanıklılık, spor performansında belirleyici bir fiziksel uygunluk bileşenidir. Bu açıdan incelendiğinde, farklı fakat benzer tanımlarla karşımıza çıkmaktadır.

Genel anlamda dayanıklılık, bir bireyin belirli bir fiziksel aktiviteyi mümkün olan en uzun süre boyunca devam ettirebilme kapasitesi olarak tanımlanır (Kale, 2017). Sporcularda dayanıklılık; yorgunluğa karşı direnç gösterebilme, yüksek yoğunlukta egzersizleri sürdürebilme ve fiziksel etkinlik sonrasında hızlı toparlanma gösterebilme becerisini ifade eder (Günay ve Şıktar, 2019). Başka bir ifadeyle, dayanıklılık aerobik ve anaerobik metabolizmanın kapasitesiyle ilişkili olup, fiziksel ve psikolojik yüklenmelere dayanabilme yeteneğidir (Akçakaya, 2009).

Dayanıklılık birden fazla faktör içerisinde şekillenir. Cinsiyet, yaş, fiziksel uygunluk düzeyi, çevresel koşullar ve uygulanan antrenman programlarının içeriği, dayanıklılığı doğrudan etkileyen temel faktörler arasında yer almaktadır. Literatürde dayanıklılık, fizyolojik temelleri doğrultusunda aerobik ve anaerobik olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır (Korkmaz, 2021). Dayanıklılık, yalnızca fiziksel kuvveti değil; aynı zamanda kardiyovasküler dayanıklılığı, kas fonksiyonlarının verimliliğini de kapsamaktadır. Bu nedenle, çok yönlü antrenman programları değil, aynı zamanda dengeli ve yeterli beslenme de önemli bir rol oynamaktadır. Etkili bir antrenman planlanması, dayanıklılık ve kuvvet egzersizlerinin bütüncül bir şekilde entegre edilmesiyle, sporcunun tüm dayanıklılık bileşenlerinin gelişimini hedeflemelidir. Bu yaklaşım, atletik performansın artırılmasına katkı sağlarken, sporcuların uzun süre yüksek yoğunluklu efor sürdürebilmelerine olanak tanır (Williams ve Glover, 2021).

Sonuç olarak, dayanıklılık antrenman çalışmalarına kuvvet antrenman seanslarının entegre edilmesi ve bu iki fiziksel uygunluk bileşeni (kuvvet ve

dayanıklılık) arasındaki olası olumsuz etkileşimlerin önlenmesi, atletik performansın iyileştirilmesi açısından kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Flores vd., 2017; Cantrell vd., 2014).

4.1.4.1. Dayanıklılığın Türleri

4.1.4.1.1. Genel Dayanıklılık:

Genel dayanıklılık, sporcunun müsabaka sırasında oluşan yorgunluğu hızla atlatmasını sağlayarak, sonraki müsabakalar ve antrenmanlar için toparlanma süresini kısaltır. Bu özellik, belirli bir spor dalına özgü olmaksızın, genel sportif aktivitelerde gereken dayanıklılık düzeyini ifade etmektedir (Yılmaz, 2021). Genel dayanıklılık, temel kas dayanıklılığının geliştirilmesi, iyi bir duruşun sağlanması, bireylerin genel sağlık durumunun iyileştirilmesi ve yaralanmaların önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (Ratamess, 2012). Genel dayanıklılık, sporcunun toparlanma sürecini hızlandırarak performansın sürdürülebilir şekilde artırılmasına ve sakatlanma riskinin azaltılmasına katkı sağlar. Bu nedenle, genel dayanıklılığın iyileştirilmesi, uzun süreli kardiyovasküler egzersizler, interval antrenmanlar ve farklı dayanıklılık odaklı çalışmalar aracılığıyla geliştirilebilir (Ünver, 2021).

4.1.4.1.2. Özel Dayanıklılık

Özel dayanıklılık, spor branşlarının ihtiyaçlarına göre gerçekleştirilen egzersizleri kapsar. Bu çalışmalar, sporcuların müsabaka esnasında ihtiyaç duydukları teknik, taktik ve fiziksel parametrelerinin geliştirilmesini hedefler (Söyleyici, 2011). Özel dayanıklılık, spor branşının metabolik, teknik ve taktik gereksinimlerine özgü olarak geliştirilen dayanıklılık kapasitesini ifade eder. Genel dayanıklılığın aksine, branşa özgü hareketlerde görev alan kas gruplarının uzun süre performans gösterebilme yeteneğini kapsar. Bu nedenle yerel kas dayanıklılığı, özellikle belirli kas gruplarının yoğun olarak kullanıldığı spor dallarında performansın sürdürülmesi açısından önemli bir bileşendir (Bompa & Buzzichelli, 2019; Haff & Triplett, 2021). Bu motorik yeti, spesifik teknik, taktik ve kas dayanıklılığı antrenman uygulamalarıyla geliştirilebilir.

4.1.4.1.3. Anaerobik (Kısa Süreli) Dayanıklılık

Anaerobik dayanıklılık, vücudun oksijeni yeterince kullanamadığı ya da oksijen alımının yetersiz kaldığı durumlarda, egzersize devam etme kapasitesini ifade eder. Bu dayanıklılık türü, özellikle yüksek şiddette ve kısa süreli fiziksel aktivitelerde performansın sürdürülmesi için gereklidir (Şahin, 2024). Bu nedenle, anaerobik dayanıklılığı artırmak ve maksimal performansı üst seviyelere çıkarmak için sürat antrenmanları sıklıkla tercih edilir (Kırdan, 2018).

45 saniye veya daha kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerde gereksinim duyulan dayanıklılık türü anaerobik dayanıklılıktır. Bu dayanıklılık, kasların oksijen yetersizliği altında, kısa süreli ve şiddetli egzersizlerde (örneğin 100 metre sprint gibi) enerji üretme kapasitesini ifade eder. Bu dayanıklılık türü, sprinterler ve kısa mesafe koşucuları için büyük önem taşımaktadır (Tuncel, 2018).

4.1.4.1.4. Orta Süreli (Laktik Asit) Dayanıklılık

2 ila 8 dakika süren egzersizler için gereken dayanıklılık türü, laktik asit dayanıklılığı bir başka ifadeyle aerobik ve anaerobik dayanıklılık olarak adlandırılır. Bu dayanıklılık, kasların belirli bir süre boyunca yüksek şiddette çalışabilme kapasitesini ifade eder. 1500 metre ve 3000 metre koşuları bu dayanıklılık türüne örnek olarak verilebilir. Bu mesafelerde yarışan sporcular, hem anaerobik hem de aerobik enerji sistemlerini etkin bir şekilde kullanarak yorgunluğu yönetmeli ve performanslarını sürdürülebilmeleri için geliştirmeleri gerekir (Tuncel, 2018).

4.1.4.1.5. Aerobik (Uzun Süreli Kassal) Dayanıklılık

Aerobik dayanıklılık, insan vücudunun oksijen borcuna girmeden enerji üretimini sürdürebilme kapasitesidir. Özellikle uzun süreli fiziksel aktivitelerde performansı belirleyen temel faktörlerden biri olan aerobik dayanıklılık, sporcunun sürdürülebilir güç kapasitesinin önemli bir göstergesidir (Korkmaz, 2021). Başka bir tanımda Kassal dayanıklılık, kasların yorgunluğa karşı direncini koruyarak uzun süreli ve tekrarlayan kas aktivitelerini sürdürebilme yeteneğidir. Bu motorik özellik, kasların egzersiz sırasında sürekli yüklenme altında işlevini kaybetmeden çalışmasını mümkün kılar ve özellikle dayanıklılık sporları ile fiziksel performansın geliştirilmesinde temel bir rol oynar. Böylece, kaslar daha uzun süre aktif kalabilir ve dayanıklılık antrenmanları ile performans sürekliliği desteklenmiş olur (Williams ve Glover, 2021). Bu nedenle, aerobik dayanıklılığı geliştirmek, uzun süreli dayanıklılığı ve yüksek şiddetli aktivite performansını artırmak için önemlidir (Yılmaz, 2021).

Bu dayanıklılık, genellikle 8 dakika veya daha uzun süreli egzersizlerde ihtiyaç duyulan dayanıklılık türüdür (Tuncel, 2018). Uzun süreli dayanıklılık aktiviteleri, 30 dakikalık egzersizlerden maraton gibi saatler süren etkinliklere kadar geniş bir zaman aralığını kapsar. Bu süreçte oksijen kullanım kapasitesi kritik bir rol oynar; yüksek VO₂max (Maksimal oksijen tüketimi) değerine sahip sporcuların uzun süreli dayanıklılık gerektiren branşlarda daha başarılı olduğu yapılan çalışmalarla belirtilmektedir. Bu dayanıklılık, kardiyovasküler ve solunum sistemlerinin

verimliliğini artırarak, sporcunun uzun süreli egzersiz performansını sürdürmesine olanak sağlamaktadır (Bachi vd., 2015; Santisteban vd., 2022).

4.1.4.1.6. Kardiyovasküler Dayanıklılık

Kardiyovasküler dayanıklılığın temel göstergesi VO₂max değeridir. Orta-yüksek ve yüksek VO₂max seviyeleri, dayanıklılık sporcuları için kuvvetli bir aerobik temel oluşturmak açısından kritik öneme sahiptir. Bu değerler, 39 yaş altı erkeklerde >44 mL·kg⁻¹·dk⁻¹, kadınlarda ise >37 mL·kg⁻¹·dk⁻¹ olarak kabul edilmektedir (Ratamess, 2012). Ayrıca kardiyovasküler dayanıklılık, yüksek şiddette gerçekleştirilen anaerobik egzersizlerin ardından toparlanma sürecini hızlandırabilir. Bu dayanıklılık özelliği, yalnızca sağlık ve hastalık risk faktörlerini azaltmakla kalmaz (Faulkner vd., 2005; Pazzianotto-Forti vd., 2020). Aynı zamanda bilişsel fonksiyonların iyileştirilmesi ve stres yönetimi açısından da önemli bir rol oynar (Heckman ve McKelvie, 2008; Sonchan vd., 2017; Voelcker-Rehage vd., 2011; Won vd., 2021).

4.1.4.2. Motorik Özellikler Açısından Dayanıklılık:

4.1.4.2.1. Kuvvette Devamlılık

Kuvvette devamlılık, tüm vücudun uzun süreli direnç gösterme yeteneğini ifade eder. Bu kavram, kasların ve kas gruplarının dayanıklılık ve kuvvet üretme kapasitelerini belirli bir süre boyunca koruyabilme becerisine dayanır (Söyleyici, 2011). Örneğin, bir güreşçinin rakibiyle uzun süre mücadele etmesi veya bir dağcının zorlu koşullar altında tırmanış sırasında vücudunun direncini muhafaza etmesi, kuvvette devamlılığın somut örneklerindendir. Bu yetenek, sporcuların dayanıklılık ve güçlerini sürdürebilmeleri ve uzun süre yüksek performans gösterebilmeleri açısından önem taşır. Kuvvette devamlılığın artırılması ise direnç antrenmanları ile dayanıklılık odaklı uzun süreli egzersizlerin düzenli olarak uygulanmasıyla sağlanabilir (Civelek, 2025).

4.1.4.2.2. Süratte Devamlılık

Süratte devamlılık, yüksek hız gerektiren alıştırılmalarda ve müsabakalarda yorgunluğa karşı direnç göstererek egzersize devam edebilme yeteneği olarak ifade edilir. Bu yetenek, sporcuların sprint, hızlı koşu ve diğer süratli hareketler sırasında performanslarını uzun süre koruyabilmelerini sağlar (Söyleyici, 2011). Örneğin, bir futbolcunun maç boyunca hızlı koşular yaparak rakibine üstünlük sağlaması veya kısa mesafe koşucusunun yarışın son anlarında hızını kaybetmeden bitirmesi süratte devamlılık gerektirir. Süratte devamlılık, yüksek şiddetli egzersizlerde yorgunluğa karşı dayanıklılığı artırarak performansın

sürdürülebilirliğini sağlar. Bu kapasite, interval koşu ve tekrarlı sprint antrenmanlarıyla geliştirilebilir (Civelek, 2025).

4.1.4.2.3. Çabuk Kuvvette Devamlılık

Çabuk kuvvette devamlılık, hızlı ve yüksek şiddette gerçekleşen kas kasılmalarına bağlı olarak sinir-kas sisteminin dirence karşı koyabilme yeteneğini ifade eder. Bu yetenek, sporcuların kısa süreli ve yoğun aktivitelerde yüksek performans gerçekleştirmelerine olanak tanır (Alpşahin, 2018). Örneğin, bir boksörün müsabaka sırasında hızlı ve güçlü darbelerle mücadele etmesi veya sprint koşucusunun yarış boyunca yüksek kuvvetle koşabilmesi, çabuk kuvvette devamlılık yeteneğine dayanır. Bu özellik, sporcuların süratli ve yüksek şiddetli hareketleri etkili bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlar. Çabuk kuvvette devamlılık, kısa süreli ve tekrar eden kuvvet gerektiren antrenmanlarla geliştirilebilir (Civelek, 2025).

4.1.5. Beceri/Koordinasyon

Beceri/Koordinasyon, merkezi sinir sistemi ile iskelet kaslarının uyumlu ve etkili bir şekilde birlikte çalışması sonucu belirli hareketlerin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Ergen vd., 2007). Başka bir tanıma göre koordinasyon, istemli ve istemsiz hareketlerin organize, dengeli ve hedefe yönelik biçimde uygulanmasını sağlayan sinir-kas sisteminin senkronize bir şekilde çalışmasını sağlayarak organizmanın sinirsel kapasitesini ifade eden bir kavramdır (Günay ve Şıktar, 2017). Bu özellik, sinir sistemi ile kasların iş birliği sonucunda, motor sistemin bir parçası olup iç ve dış geribildirim mekanizmaları aracılığıyla becerilerin amaca uygun ve en yüksek performans gerçekleştirmesine olanak sağlamaktadır (Marangoz, 2008; Yılmaz, 2021). Spor branşlarında motor öğrenmenin sağlanması ve branşa özgü becerilerin etkin bir şekilde uygulanabilmesinde koordinatif becerinin kritik bir önemi(rolü) bulunmaktadır.

4.1.5.1. Becerinin (Koordinasyon) Sınıflandırılması

4.1.5.1.1. Genel Beceri (Koordinasyon)

Sporcuların farklı hareketleri bir arada ve etkili şekilde gerçekleştirebilme kapasitesi olarak tanımlanan genel koordinasyon, temel motor beceriler, esneklik, denge ve reaksiyon sürati gibi unsurların bileşimiyle ortaya çıkar (Acar, 2016). Genel koordinasyon, branşa özgü becerilerin etkin ve verimli bir biçimde gerçekleşmesi için gerekli olan temel koordinatif yetenekleri kapsar. Bu doğrultuda, genel koordinasyon çalışmaları sporcuların koordinatif kapasitesini ve performansını geliştirmeyi hedefler (Kızılakşam, 2006).

4.1.5.1.2. Özel Beceri (Koordinasyon)

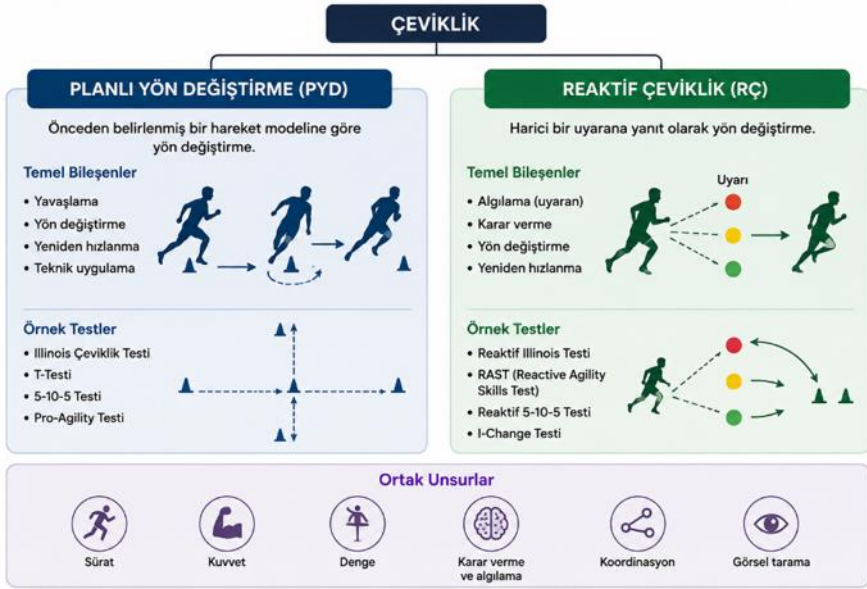
Özel koordinasyon, branşa özgü teknik ve taktik becerilerin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için gerekli olan koordinatif yetenekleri ifade eder. Sporcular, özel koordinasyon becerilerini geliştirmek amacıyla genellikle branşa özgü teknik çalışmalar üzerinde yoğunlaşırlar. Bu nedenle özel koordinasyon, sporcunun kendi branşında etkili ve verimli performans gösterebilmesini destekleyen önemli bir beceri olarak değerlendirilmektedir (Acar, 2016). Özel koordinasyon çalışmaları, sporcuların beceri düzeylerini artırarak müsabaka performanslarının geliştirilmesine katkıda bulunur. Bu beceri türü, belirli bir spor dalında yüksek performansla ulaşmanın temel unsurlarından biridir (Kızıllakşam, 2006).

4.1.6. Çeviklik

Çeviklik, bir uyarana yanıt olarak hızın veya yönün hızlı ve etkili biçimde değiştirilmesini içeren, fiziksel ve algısal-bilişsel bileşenlerin etkileşimine dayalı bir performans özelliğidir. Yavaşlama, yön değiştirme ve yeniden hızlanma becerileri çevikliğin fiziksel bileşenleri arasında yer almaktadır (Günay ve Şıktar, 2017). Çeviklik, atletik performansın temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte ve sportif başarı açısından önemli bir rol oynamaktadır (Greig ve Naylor, 2017).

Çeviklik performansının etkili biçimde ortaya konulabilmesi; sürat, denge, güç ve koordinasyon gibi fiziksel özelliklerin yanı sıra algılama ve karar verme süreçlerinin de uyumlu çalışmasına bağlıdır (Karacabey, 2013). Son dönemde gerçekleştirilen araştırmalar, çevikliğin yalnızca motorik özellikler açısından değil, aynı zamanda görsel tarama, sezgi, algılama ve karar verme gibi bilişsel süreçler açısından da ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Çünkü birçok spor dalında oyuncular, topun, rakiplerin ve takım arkadaşlarının hareketlerine göre hızlı ve doğru reaksiyonlar vermek durumundadır (Armstrong vd., 2018; Zemková, 2016).

Bu nedenle, çeviklik son yıllarda Planlı Yön Değiştirme (PYD) ve Reaktif Çeviklik (RÇ) olmak üzere iki ana başlık altında incelenmeye başlanmıştır (Farrow vd., 2005). Çeviklik performansını artırmak için hem bilişsel hem de fiziksel faktörlerin birlikte ele alınması gerekir. Bu doğrultuda, antrenman programlarına reaksiyon geliştirme egzersizleri, küçük saha oyunları, pliometrik çalışmalar ile kuvvet ve denge antrenmanları dahil edilmelidir. Takım ve bireysel sporların başarısında çevikliğin önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu nedenle, antrenörler ve spor eğitmenleri, çeviklik becerisini geliştirmek amacıyla etkili ve planlı eğitim yöntemleri uygulamalıdır.



Şekil 11. Planlı yön değiştirme ve reaktif çeviklik bileşenleri

Motor yeterlilik, karmaşık bir biyo-kültürel yapıya sahip olup, incelenmesi çok sektörlü, çok disiplinli ve disiplinlerarası bir yaklaşım gerektirmektedir. Motorik özellikler, spor performansının temel unsurları arasında yer almakta; dayanıklılık, kuvvet, sürat, koordinasyon, esneklik/hareketlilik ve çeviklik gibi bileşenlerin geliştirilmesi, hem genel fiziksel kondisyonun hem de branşa özgü performans özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu doğrultuda antrenörlerin sporcuların bireysel ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak dengeli ve planlı antrenman programları oluşturması, motorik özelliklerin sistematik biçimde geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Böylece sportif performansın geliştirilmesine katkı sağlanırken, sakatlanma riskinin yönetilmesi ve sporcuların uzun vadeli fiziksel sağlıklarının desteklenmesi mümkün olabilmektedir.

Kaynakça

- Acar, N. (2016). Basketbolda esnekliğin motorik özelliklere etkisi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- Adolph, K. E., & Franchak, J. M. (2017). The development of motor behavior. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1–2), e1430. <https://doi.org/10.1002/wcs.1430>
- Akçakaya, İ. (2009). Trakya Üniversitesi futbol, atletizm ve basketbol takımlarındaki sporcuların bazı motorik ve antropometrik özelliklerinin karşılaştırılması [Yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi.
- Aktaş, F. (2010). Kuvvet antrenmanının 12–14 yaş grubu erkek tenisçilerin motorik özelliklerine etkisi [Yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Aktürk, S. (2017). 17–25 yaş grubu gençlerde düzenli tenis çalışmalarının bazı fiziksel ve motorik özelliklere etkisinin araştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Alpşahin, İ. (2018). Futbolculara uygulanan sekiz haftalık core antrenmanın denge ve futbol becerilerine etkileri [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gaziantep Üniversitesi.
- Ankara: Nobel Kitabevi, Batman Belediyesi Spor Kulübü Eğitim, Kültür ve Spor Yayınları. ISBN 978-605-320-742-9.
- Appleton, B. (1998). *Stretching and flexibility: Everything you ever wanted to know*.
- Armstrong, R., & Greig, M. (2018). The Functional Movement Screen and modified Star Excursion Balance Test as predictors of T-test agility performance in university rugby union and netball players. *Physical Therapy in Sport*, 31, 15–21.
- Aydos, L., Pepe, H., & Karakuş, H. (2004). Bazı takım ve ferdi sporlarda rölatif kuvvet değerlerinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 305–315.
- Bachi, A. L., Sierra, A. P. R., Rios, F. J., Gonçalves, D. A., Ghorayeb, N., Abud, R. L., & Pithon-Curi, T. C. (2015). Athletes with higher VO₂max present reduced oxLDL after a marathon race. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 1(1), e000XXX.

- Bağcı, O. (2016). 12–14 yaş arası güreşçilerde 8 haftalık kuvvet antrenmanının bazı fiziksel uygunluk parametrelerine etkisi [Yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Bakırcı, A. (2013). Üniversite basketbol takımı hazırlık periyodu performans analizine bağlı uygulanan kombine antrenmanların etkinliği [Yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), 1–11.
- Bircan, A. (2016). Yorgunluğun maksimal kuvvet ve çevikliğe etkisi [Yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2017). Antrenman kuramı ve yöntemi (T. Bağırhan, Çev.). Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Bompa, T. O. (1998). Antrenman kuramı ve yöntemi (İ. Keskin & A. B. Tuner, Çev.). Kültür Ofset.
- Bompa, T. O. (2007). Periodization training for sports. *Human Kinetics*.
- Bompa, T. O. (2011). Periyodizasyon: Antrenman kuramı ve yöntemi (T. Bağırhan, Çev.; 4. bs.). Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Bompa, T. O. (2015). Kuvvet antrenmanı: Teorisi ve uygulaması (T. Bağırhan, Çev.; 4. bs.). Ankara Kitabevi.
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). Periodization: Theory and methodology of training (6th ed.). *Human Kinetics*.
- Bozkurt, O., Eken, Ö., Türkmen, M., Kurtoğlu, A., Kurhan, S., & Eken, İ. (2024). Dış dikkat odağının voleybol performansı üzerine etkisi: Bir derleme çalışması. *Journal of History School*, 17(LXXII), 2502–2516.
- Cabacı, A., & Taşkiran, M. Y. (2021). Bir futbol takımında programlarına yerleştirilen özel egzersizlerin antrenman süreci sonundaki fleksibilite değerlerine etkisinin incelenmesi. *Journal of Health and Sport Sciences*, 4(1), 7–14. <https://izlik.org/JA36CN94KS>
- Cantrell, G. S., Schilling, B. K., Paquette, M. R., & Murlasits, Z. (2014). Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 763–771.

- Civelek, G. (2025). Futbolda yön değiştirme yeteneğinin öngörülebilirlik durumuna ve dikkat düzeyine göre değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Clark, J. E. (2005). Başlangıçtan itibaren: Hareket ve hareketliliğe dair gelişimsel bir bakış ağıısı. *Quest*, 57, 37–45.
- Clark, J. E., Bardid, F., Getchell, N., Robinson, L. E., Schott, N., & Whitall, J. (2020). 20. yüzyıl boyunca motor gelişim araştırmaları üzerine düşünceler: Alanı değiştiren altı ampirik çalışma. *Motor Öğrenme ve Gelişim Dergisi*, 8(2), 410–437.
- Cücü, B., Aydoğmuş, M., Öztürk, M. A., & Kadı, M. N. (2024). 3/7 kuvvet antrenmanı yönteminin çeşitli maksimal kuvvet, yorgunluk ve vücut kompozisyonu parametreleri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Türk Spor ve Egzersiz Dergisi*, 26(3), 537–548. <https://doi.org/10.15314/tsed.1499134>
- Çalışkan, İ. V. (2014). 12–14 yaş tenisçi çocuklarda teknik ve kuvvet antrenmanlarının performansları üzerine etkisinin araştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Çavdar, K. (2006). Pliometik antrenman yapan öğrencilerin sıçrama performanslarının incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Demir, M., & Filiz, K. (2004). Spor egzersizlerinin insan organizması üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5, 109–114.
- Dündar, U. (2004). Antrenman teorisi (6. bs.). Nobel Yayınevi.
- Enoka, R. M. (1997). Neural adaptations with chronic physical activity. *Journal of Biomechanics*, 30(5), 447–455.
- Ergen, E., Ülkar, B., & Eraslan, A. (2007). Derleme: Propriyosepsiyon ve koordinasyon. *Spor Hekimliği Dergisi*, 42(2), 57–83.
- Erpolat, M. (2007). Futbol kalecilerinde esneklik özelliklerinin tespiti ve değerlendirilmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Faigenbaum, A. D., & Schram, J. (2004). Can resistance training reduce injuries in youth sports? *Strength & Conditioning Journal*, 26(3), 16–21.

- Farrow, D., Young, W., & Bruce, L. (2005). The development of a test of reactive agility for netball: A new methodology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(1), 52–60. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(05\)80024-6](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(05)80024-6)
- Faulkner, M. S., Quinn, L., Rimmer, J. H., & Rich, B. H. (2005). Cardiovascular endurance and heart rate variability in adolescents with type 1 or type 2 diabetes. *Biological Research for Nursing*, 7(1), 16–29.
- Flores-Zamora, A. C., Rodríguez, M., & Rodríguez-Blanco, Y. (2017). Physiological adaptations to concurrent strength and endurance training: Review. *Olimpia*, 14, 119–129.
- Greig, M., & Naylor, J. (2017). The efficacy of angle-matched isokinetic knee flexor and extensor strength parameters in predicting agility test performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(5), 728–736.
- Günay, M., Şıktar, E., & Şıktar, E. (2019). *Antrenman bilimi*. Gazi Kitabevi.
- Günay, M., & Şıktar, E. (2017). *Antrenman bilimi*. Gazi Kitabevi.
- Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, H. (2018). *Spor fizyolojisi* (6. bs.). Gazi Kitabevi.
- Gündüz, E. (2017). *Ergenlik döneminde futbol oynayan sporcuların sportif performans düzeylerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2021). *Essentials of strength training and conditioning* (4th ed.). Human Kinetics.
- Heckman, G. A., & McKelvie, R. S. (2008). Cardiovascular aging and exercise in healthy older adults. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(6), 479–485.
- Ivey, F. M., Roth, S. M., Ferrell, R. E., Tracy, B. L., Lemmer, J. T., Hurlbut, D. E., & Hurley, B. F. (2000). Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *The Journals of Gerontology: Series A*, 55(11), M641–M648.
- Kalapotharakos, V., Smilios, I., Parlavatzas, A., & Tokmakidis, S. P. (2007). The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(3), 109–113.

- Kale, M. (2012). Antrenman ve hareket. İçinde M. Argan (Ed.), Spor bilimlerine giriş. Açıköğretim Fakültesi Yayınları.
- Kale, R. (2017). Antrenman bilgisi: Ders kitabı. İstanbul Gelişim Üniversitesi Yayınları.
- Kanat, Y. Ş. (2007). Üst ekstremité kas grubuna uygulanan maksimal kuvvet antrenmanının futbolda ta atışı mesafesine etkisi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Karacabey, K. (2013). Sport performance and agility tests: Sporda performans ve çeviklik testleri. Journal of Human Sciences, 10(1), 1693–1704.
- Karakullukçuoğlu, S. T. (2024). Sürat antrenman sıklığının sürate etkisi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Karatosun, H. (2012). Futbolda fiziksel performans gelişimi. Altıntuğ Ofset.
- Keleş, A. (2007). Bir egzersiz programında aerobik ve kuvvet antrenmanının öncelikli kullanımının yağ yakımı üzerine etkisinin karşılaştırılması [Doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Keleş, Ş. (2016). 10–12 yaş erkek yüzücülerde dinamik germe egzersizlerinin esneklik gelişimi ve yüzme performansına etkisi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Kırdan, B. (2018). Futbolda antrenman başında yapılan sürekli koşular ile 5’e 5 dar alan oyunlarının dayanıklılık gelişimine etkilerinin karşılaştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- Kızılakşam, E. (2006). Edirne il merkezi ilköğretim okullarındaki 12–14 yaş grubu aktif olarak spor yapan ve yapmayan (beden eğitimi dersine giren) öğrencilerin ... [Kaynak bilgisi eksik].
- Korkmaz, M. S. (2021). Üniversitelerarası kadın basketbol 1. liginde oynayan basketbolcuların sezon öncesi sekiz haftalık kombine antrenman uygulaması sonrası bazı biyo-motor özelliklere ve şut isabet oranları üzerine etkisinin incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.
- Logan, S. W., Ross, S. M., Chee, K., Stodden, D. F., & Robinson, L. E. (2018). Temel motor becerileri: Terminolojinin sistematik bir incelemesi. Journal of Sports Sciences, 36, 781–796.

- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human Movement Science*, 32, 9–20.
- Malina, R. M. (2014). Fiziksel aktivite, performans ve zindellikle ilgili büyüme ve olgunlaşmayla ilgili en önemli 10 araştırma sorusu. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85, 157–173.
- Mann, J. B., Ivey, P. A., & Sayers, S. P. (2015). Velocity-based training in football. *Strength and Conditioning Journal*, 37(6), 52–57. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000177>
- Marangoz, İ. (2008). Kahramanmaraşspor ve Siirtspor profesyonel futbol takımlarının müsabaka döneminde seçilmiş bazı fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin karşılaştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sütçü İmam Üniversitesi.
- Mirzaoglu, N. (2003). Spor bilimlerine giriş. Bağırhan Yayinevi.
- Moghimiinchehboroun, A. (2024). Voleybolda geleneksel kuvvet antrenmanı ve kuvvet yeleği antrenmanının kuvvet üzerine etkisinin incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Muratlı, S., Kalyoncu, O., & Şahin, G. (2011). Antrenman ve müsabaka (3. bs.). Kalyoncu Spor Danışmanlık.
- Muratlı, S., Kalyoncu, O., & Şahin, G. (2007). Antrenman ve müsabaka. Ladin Matbaası.
- Nas, K. (2010). Futbolcularda sürat ve çabukluk arasındaki ilişkinin incelenmesi [Yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Özdemir, F. M. (2013). Genç futbolcularda çeviklik, sürat, güç ve kuvvet arasındaki ilişkinin yaşa göre incelenmesi [Yüksek lisans tezi]. Başkent Üniversitesi.
- Özcan, S. (2011). Temel tenis teknik öğretiminde iki farklı antrenman metodunun teknik biyomotorik ve fizyolojik özellikler üzerine etkisinin araştırılması [Yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Özer, Ö. (2011). Elit ferdi ve takım sporcuların bazı temel biyomotorik ve fizyolojik özelliklerinin performans boyutu ile karşılaştırılması [Yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Pazzianotto-Forti, E. M., Moreno, M. A., Plater, E., Baruki, S. B. S., Rasera-Junior, I., & Reid, W. D. (2020). Impact of physical training programs on

physical fitness in people with class II and III obesity: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 100(6), 963–978.

Ratamess, N. A. (2012). *ACSM's foundations of strength training and conditioning*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine*, 45, 1273–1284.

Sanchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1725–1734.

Santisteban, K. J., Lovering, A. T., Halliwill, J. R., & Minson, C. T. (2022). Sex differences in $\dot{V}O_{2\max}$ and the impact on endurance-exercise performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 4946. <https://doi.org/10.3390/ijerph19094946>

Sever, O., & Arslanoğlu, E. (2016). Futbolcularda yaşa bağlı çeviklik, ivmelenme, sürat ve maksimum sürat ilişkisi. *Journal of Human Sciences*, 21(13), 5660–5667.

Sevim, Y. (2007). *Antrenman bilgisi* (7. bs.). Nobel Yayınevi.

Sonchan, W., Moungmee, P., & Sootmongkol, A. (2017). The effects of a circuit training program on muscle strength, agility, anaerobic performance and cardiovascular endurance. *International Journal of Sport and Health Sciences*, 11(4), 176–179.

Soykurt, M. (2017). Boksörlerde esneklik ve dengenin direkt yumruk kinematiği ile ilişkisi [Yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Söyleyici, Z. S. (2011). Tenis teknik öğretiminde 8 haftalık yoğun kuvvet ve teknik antrenman programlarının biyomotorik ve teknik gelişimleri üzerine etkilerinin araştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Şahin, G. (2008). 17–19 yaş grubu elit erkek çim hokeycilere uygulanan iki farklı kuvvet antrenman programının bazı fiziksel, fizyolojik ve teknik özelliklere etkileri [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

- Şahin, İ. H. (2024). Süratin evrelerinin kuvvet, anaerobik dayanıklılık ve denge bakımından incelenmesi [Yayımlanmamış doktora tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Tuncel, O. (2018). Futbolda dayanıklılık performansı. Iğdır Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 1(1), 16–23.
- Tunç, G. (2018). 12–14 yaş elit tenisçilere uygulanan kuvvet koordinasyon ve hız antrenmanlarının performanslarına etkisinin araştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Ünver, D. (2021). Profesyonel futbolcularda aerobik dayanıklılık ve zihinsel dayanıklılık arasındaki ilişkinin incelenmesi [Yayımlanmamış doktora tezi]. Adnan Menderes Üniversitesi.
- Voelcker-Rehage, C., Godde, B., & Staudinger, U. M. (2011). Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 26.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training* (16. Aufl.). Spitta Verlag.
- Wells, C., Kolt, G. S., Marshall, P., Hill, B., & Bialocerkowski, A. (2014). The effectiveness of Pilates exercise in people with chronic low back pain: A systematic review. *PLOS ONE*, 9(7), e100402.
- Williams, M., & Glover, J. (2021). *Conditioning for athletes: Foundations of physical fitness*. Sport Science Publishers.
- Won, J., Alfini, A. J., & Smith, J. C. (2021). Cardiovascular endurance modifies the link between subjective sleep quality and entorhinal cortex thickness in younger adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(10), 2131.
- Yılmaz, B. (2021). Genç futbol oyuncularında tekrarlı sprint yeteneği ve ivmelenme arasındaki ilişki [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ordu Üniversitesi.
- Yılmaz, E. (2014). 8–12 yaş çocuklara uygulanan yüzme antrenmanlarının fiziksel, fizyolojik ve bazı biyomotorik özelliklerine etkisinin incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Yorulmaz, H. (2005). Trakya Üniversitesi Kırkpınar Beden Eğitimi ve Spor Meslek Yüksekokulunda okuyan öğrencilerin bazı fiziksel ve biyomotorik özelliklerinin karşılaştırılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi.

- Zemková, E. (2016). Differential contribution of reaction time and movement velocity to agility performance reflects sport-specific demands. *Human Movement*, 17(2), 94–101. <https://doi.org/10.1515/humo-2016-0013>
- Zhang, X., Feng, S., Peng, R., & Li, H. (2022). The role of velocity-based training (VBT) in enhancing athletic performance in trained individuals: A meta-analysis of controlled trials. *Research and Public Health*, 19(15), 9252.

BEŞİNCİ BÖLÜM

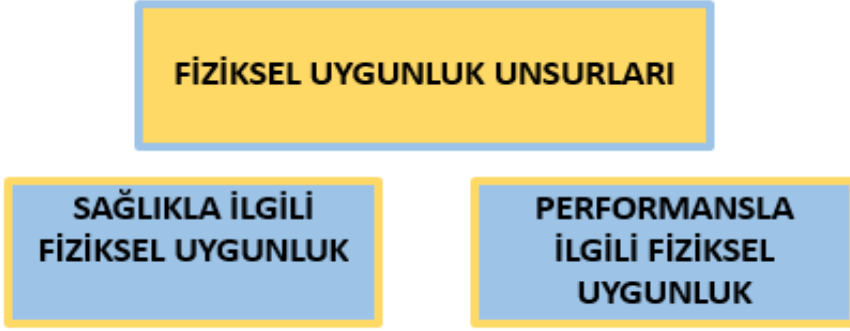
FİZİKSEL UYGUNLUK

Dr. Öğr. Üyesi Meltem ÖZAĞIR

Dünya Sağlık Örgütüne göre fiziksel uygunluk, bireyin fiziksel, fizyolojik, psikolojik ve zihinsel açıdan iyi olma durumunu destekleyen önemli sağlık göstergelerinden biridir. Fiziksel uygunluk; dayanıklılık, güç, hareketlilik, denge, esneklik, sürat ve vücut kompozisyonu gibi bileşenler sayesinde fiziksel aktivitelerin etkili ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesini ifade eder. Aynı zamanda sportif performansın geliştirilmesinde temel belirleyicilerden biri olarak kabul edilmektedir (ACSM, 2014).

Fiziksel uygunluğun geliştirilmesi, insan sağlığına da pozitif yönde etki etmektedir. Kişi düşme ve yaralanma riskini azaltmak için denge yeteneği geliştirmeli, kemik ve kas kütlelerini korumalı, esnekliği iyileştirmeli ki, kaliteli ve sağlıklı bir yaşam biçimi oluşturulabilsin (Swain ve Franklin, 2006). Sportif anlamda da sporcunun başarılı olmasında ve rekabetçi yeteneklerini geliştirmesinde fiziksel uygunluk önemli bir bileşendir (Granacher ve diğ., 2016). Bunun yanında fiziksel uygunluk düzeyinin yüksek olması, egzersize uyumu artırmakta, günlük yaşam aktivitelerinin daha az enerji harcanarak gerçekleştirilmesine katkı sağlamakta ve bireyin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilemektedir (ACSM, 2014).

Fiziksel uygunluğun sağlıkla ilişkili parametrelerini kardiyorespiratuvar uygunluk, vücut kompozisyonu, kassal uygunluk ve esneklik oluştururken; performansla ilişkili parametrelerini koordinasyon, denge, çeviklik, güç, hız ve reaksiyon zamanı oluşturmaktadır (ACSM, 2014). Sağlıkla ilişkili bileşenler bireyin hastalıklardan korunması ve fonksiyonel kapasitesinin sürdürülmesi açısından önem taşırken, performansla ilişkili bileşenler özellikle sportif başarı, hareket kalitesi ve beceri gerektiren aktivitelerde belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle fiziksel uygunluk, yalnızca sporcular için değil, çocuklardan yaşlı bireylere kadar tüm toplum açısından değerlendirilmesi gereken önemli bir sağlık göstergesidir. (ACSM, 2014; Swain ve Franklin, 2006). Bu nedenle fiziksel uygunluk, yalnızca sporcuların performansını değerlendiren bir ölçüt olarak değil; çocuklardan yaşlı bireylere kadar tüm yaş gruplarında sağlığın korunması ve geliştirilmesinde dikkate alınması gereken temel göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir (ACSM, 2014).



Şekil 12. Fiziksel Uygunluk unsurları

5.1. Fiziksel Uygunlukla İlgili Parametreleri



Şekil 13. Fiziksel Uygunlukla ilgili parametreler

5.1.1. Kardiorespiratuar Uygunluk

Fiziksel uygunluğun sağlıkla ilgili parametrelerinden en önemli bileşenlerden biridir. Kardiorespiratuar uygunluk, iskelet kaslarının, akciğerlerin, damarların ve kalbin performans gösterebilme becerisini yansıtır (ACSM, 2010). Bu sebeple kardiorespiratuar uygunluk, orta ve yüksek şiddette büyük kas grupları ile yapılan dinamik egzersizleri yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (ACSM, 2014).

Literatürde aerobik uygunluk, kardiyorespiratuvar dayanıklılık ve aerobik kapasite gibi kavramlarda kardiorespiratuvar uygunluk yerine de kullanılmaktadır (Hoeger, Hoeger ve Fawson, 2019). Her ne kadar bu kavramlar birbirine yakın anlamlar taşısa da kardiorespiratuvar uygunluk, dolaşım ve solunum sistemlerinin birlikte çalışma kapasitesini daha kapsamlı biçimde ifade etmektedir (ACSM, 2014). Düzenli egzersiz yapan kişilerde kalp daha ekonomik çalışmaktadır. Bunun temel nedenlerinden biri, egzersize bağlı olarak dinlenik kalp atım hızının azalması ve kalbin her kasılmada pompaladığı kan miktarının artmasıdır. Böylece kalp aynı işi daha az enerji harcayarak gerçekleştirebilir (Ersoy, 2001). Buna ek olarak düzenli aerobik egzersizler periferik dolaşımı geliştirerek dokulara oksijen taşınmasını kolaylaştırmakta ve egzersiz toleransının artmasına katkı sağlamaktadır (Powers ve Dodd, 2020).

Tüm bu fizyolojik uyumların değerlendirilmesinde egzersiz sırasında kullanılabilen en yüksek oksijen miktarı olan maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) en önemli göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir (ACSM, 2014; Hoeger ve Hoeger, 2019; Powers ve Dodd, 2020). VO_{2max} değerinin yüksek olması, bireyin aerobik enerji üretim kapasitesinin gelişmiş olduğunu ve uzun süreli egzersizleri daha düşük yorgunluk düzeyinde sürdürebileceğini göstermektedir (Powers ve Dodd, 2020).

Aerobik kapasite kadın ve erkeklerde farklılık göstermektedir. Kadınlarda yağ oranının daha yüksek, kas kütlesi ile hemoglobinin düzeyinin ise daha düşük olması nedeniyle aerobik kapasite genellikle erkeklere göre daha düşük düzeydedir. Aerobik kapasite yaşla birlikte azalma eğilimindedir. Bununla birlikte bu azalmanın temel nedeni yalnızca yaşlanma değil, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinin zaman içerisinde düşmesidir (Günay ve diğ., 2017).

Aerobik kapasite ve kardiyorespiratuvar dayanıklılığın değerlendirilmesinde laboratuvar ve saha testlerinden yararlanılmaktadır. Laboratuvar ortamında koşu bandı ve bisiklet ergometresi gibi egzersiz araçları kullanılarak maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) doğrudan ölçülebilmektedir. Saha testlerinde ise 6 dakika yürüme testi, 12 dakika Cooper koşu testi ve 2,4 km yürüyüş/koşu testi gibi uygulamalar kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Saha testleri VO_{2max} 'ı doğrudan ölçmek yerine, test performansından yararlanarak kardiyorespiratuvar uygunluğu tahmin etmeye olanak sağlar. Saha testleri düşük maliyetli, kolay uygulanabilir ve geniş grupların değerlendirilmesine olanak sağlaması nedeniyle özellikle okul, kulüp ve toplum temelli çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir (ACSM, 2025).

5.1.2. Kassal Uygunluk

Fiziksel uygunluğun sağlıkla ilgili bileşenlerinden biride kassal uygunluktur. Kassal uygunluk bireyin kas sisteminin gücünü, dayanıklılığını ve fonksiyonel yeterliliğini ifade eder. Günlük aktivitelerin ve sportif performansın iyileşmesinde önemli bir role sahiptir. Ayrıca yeterli kassal uygunluk, postürün korunmasına, eklem stabilitesinin sağlanmasına ve kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önlenmesine katkıda bulunmaktadır (ACSM, 2014).

Kas kuvveti; bir dirence karşı kas yada kas gruplarının maksimum düzeyde kuvvet uygulayabilme becerisidir. Kas dayanıklılığı ise submaksimal düzeydeki bir kuvveti uzun süre sürdürebilme ya da belirli bir hareketi tekrarlayabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Baltacı, 2016). Kas kuvveti ve kas dayanıklılığı birbirini tamamlayan özellikler olmakla birlikte, farklı fizyolojik mekanizmalara dayanmaları nedeniyle antrenman planlamasında ayrı ayrı değerlendirilmelidir (ACSM, 2014). Kuvvet; kas fibril yapısı, cinsiyet, yaş, antrenman düzeyi ve uygulanan teknik gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Kuvvet gelişimini amaçlayan vücut ağırlığı egzersizleri ile farklı ekipmanlar kullanarak uygulanan direnç egzersizleri kas dokusunda mekanik stres oluşturur. Bu stres, zamanla hipertrofinin gelişmesine ve kas kuvvetinin artmasına katkı sağlar (Zorba ve Saygın, 2017). Direnç antrenmanlarına bağlı olarak sinir-kas koordinasyonunda meydana gelen gelişmeler de kuvvet artışının özellikle antrenmanların ilk dönemlerinde önemli bir bölümünü açıklamaktadır (ACSM, 2014). Egzersize bağlı olarak kaslarda kapiller yoğunluk artmakta, hipertrofi gelişmekte, miyogloblin ve mitokondri sayısında artış meydana gelmektedir. Buna bağlı olarak ATP üretim kapasitesi yükselmekte ve kasların iş yapabilme kapasitesi gelişmektedir (Türkmen ve diğ., 2010). Bu fizyolojik adaptasyonlar, yalnızca sportif performansın geliştirilmesine değil, günlük yaşam aktivitelerinin daha düşük yorgunluk düzeyinde sürdürülebilmesine de katkı sağlamaktadır (Powers ve Dodd, 2020).

Kuvvet; genel kuvvet, özel kuvvet, çabuk kuvvet ve maksimal kuvvet olarak sınıflandırılmaktadır. Genel kuvvet; vücudun genel kas yapısını ifade eden ve herhangi bir spor dalına ait olmayan kuvvettir. Özel kuvvet ise belirli bir spor dalının teknik ve fiziksel gereksinimlerine uygun olarak geliştirilen kuvvettir. Maksimal kuvvet, organizmanın bir dirence karşı ortaya koyabildiği en yüksek kuvvet olarak tanımlanırken, çabuk kuvvet organizmanın mümkün olan en kısa sürede en yüksek kuvveti üretebilme yeteneğidir (Türkmen ve diğ., 2010). Bu kuvvet türlerinin geliştirilmesinde uygulanacak antrenman yöntemleri, spor branşının özelliklerine ve sporcunun performans gereksinimlerine göre planlanmalıdır (Bompa ve Haff, 2009).

Kas kuvveti, izokinetik, izotonik ve izometrik test yöntemleri ile ölçülmektedir. İzokinetik kuvvet, belli hızdaki kasılma sırasında gerçekleşen en yüksek döndürme momenti (tork) olarak tanımlanmaktadır. İzokinetik test yönteminde bilgisayar destekli cihazlar kullanılır ve kas kuvvetini ölçmede en geçerli yöntemdir. İzotonik kuvvetin değerlendirilmesinde alt ve üst ekstremiteler için bir tekrarlı maksimum (1TM) yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. İzometrik kuvvet ölçümünde ise çeşitli dinamometrelerden yararlanılmaktadır (Sevim, 2010). Test yöntemi seçilirken bireyin yaşı, performans düzeyi, sağlık durumu ve değerlendirmenin amacı dikkate alınmalıdır (ACSM, 2014).

5.1.3. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonu belirlenmesinde cinsiyet, yaş, sağlık durumu, fiziksel aktivite gibi farklı birçok parametre vardır. Vücut kompozisyonu, vücudu yağ, kas, kemik, su ve diğer yağsız dokular açısından değerlendirerek temel bileşenlerine ayıran bir kavramdır (Baltacı, 2016). Bu değerlendirme yalnızca bireyin fiziksel görünümünü değil, metabolik sağlık durumunu, fiziksel performansını ve kronik hastalık riskini belirlemede de önemli bilgiler sağlamaktadır (ACSM, 2014).

Vücuttaki yağ oranı; yaşa ve cinsiyete göre farklılık göstermektedir. Genellikle kadınlar erkeklere göre daha fazla yağ oranına sahipken, erkeklerde kas kütlesi genellikle daha fazladır. Yaşlanma süreciyle birlikte yağ kütlesinde artış, kas kütlesinde ise azalma meydana gelmektedir. Düzenli egzersiz; kas glikojen depolarının ve kan hacminin artmasına katkı sağlarken yağ dokusunun azalmasını desteklemektedir (Ersoy, 2016). Özellikle düzenli direnç ve aerobik egzersizlerin birlikte uygulanması, yağsız vücut kütlesinin korunması ve yağ kütlesinin azaltılmasında daha etkili sonuçlar ortaya koymaktadır (ACSM, 2014).

Literatürde vücut kompozisyonu ile ilgili çocuklar üzerinde yapılan çalışmalar vücut yağ oranının artmasının performansı ve sağlığı olumsuz etkilediğini göstermektedir (Güler, 2003). Bunun yanında çocukluk döneminde sağlıklı vücut kompozisyonunun korunması, ileri yaşlarda görülebilecek obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (WHO, 2020).

Vücut kompozisyonu ölçümünde doğrudan, dolaylı ve ikincil dolaylı yöntemler tercih edilmektedir. Kadavra çalışmaları vücut kompozisyonunu doğrudan ölçebilmenin tek yöntemidir (Brozek, Grande, Anderson ve Keys, 1963). "Hidrodensitometri" ve "Hava Yer Değiştirme Pletismografisi (Air Displacement Plethysmography)" yöntemleri vücut yoğunluğunun belirlenmesinde uzun yıllardır referans yöntemler arasında yer almaktadır. İleri teknoloji görüntüleme

yöntemleri sayesinde vücut kompozisyonu daha ayrıntılı olarak değerlendirilebilmektedir. Bu amaçla Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA), izotop dilüsyon yöntemi, Potasyum-40 sayımı, nötron aktivasyon analizi, Yakın Kızılötesi İnteraktans (NIR), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ve Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) kullanılmaktadır (Fields ve Goran, 2000). Bu yöntemler arasında DXA; yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi ve kemik mineral yoğunluğunu aynı anda değerlendirebilmesi nedeniyle araştırmalarda en sık tercih edilen yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Buna karşın BİA; kolay uygulanabilir, ekonomik ve taşınabilir olması nedeniyle saha çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (ACSM, 2014).

5.1.4. Esneklik

Esneklik, bir eklem veya eklem grubunun mevcut anatomik sınırlar içerisinde mümkün olan en geniş hareket açıklığında hareket edebilme yeteneğidir. Bu hareket genişliği kaslar, tendonlar, bağlar, eklem kapsülü ve kemik yapılar tarafından sınırlandırılmaktadır. Esneklik; kas vizkositesi, eklem yapısı, vücut tipi ve cinsiyet gibi faktörlerden etkilenmektedir. Her bireyin kas ve bağ dokusu farklı olması nedeniyle esneklik kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Kadınların bağ dokusunun elastik özelliklerinin erkeklere göre daha fazla olması nedeniyle esneklik düzeyleri genellikle daha yüksektir (Nalçakan, 2001). Bununla birlikte düzenli fiziksel aktivite ve germe egzersizleri, yaşa bağlı olarak meydana gelen esneklik kayıplarının yavaşlatılmasına katkı sağlamaktadır. (ACSM, 2014)

Esneklik, eklem hareket açıklığının korunmasına katkı sağlayarak hareket kalitesini artırmakta ve günlük yaşam aktivitelerinin daha rahat yerine getirilmesine yardımcı olmaktadır. Yeterli düzeyde esneklik, hareket ekonomisinin geliştirilmesi ve bazı kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalar kız çocuklarının erkek çocuklarına göre her yaşta daha esnek olduğunu göstermektedir (Lohman, 1987). Ancak bireyler arasındaki farklılıklar; fiziksel aktivite alışkanlığı, antrenman geçmişi ve genetik özelliklerden de önemli ölçüde etkilenmektedir (ACSM, 2014)

Sportif performans açısından değerlendirildiğinde esneklik önemli bir fiziksel uygunluk bileşenidir. Esnekliği yeterli düzeyde olan sporcular, branşlarına özgü teknik hareketleri daha kontrollü ve verimli şekilde uygulayabilmektedir. Bu durum hareket kalitesinin artmasına katkı sağlarken yaralanma riskinin azaltılmasına da yardımcı olmaktadır (Fox, 1999). Bununla birlikte performans için gerekli olan esneklik düzeyinin spor branşına göre farklılık gösterebileceği

unutulmamalıdır. Bazı branşlarda yüksek hareket açıklığı avantaj sağlarken, bazı branşlarda optimum düzeyde esneklik performans açısından daha uygun olabilir (ACSM, 2014). Esnekliğin değerlendirilmesinde laboratuvar ve saha testlerinden yararlanılmaktadır. Laboratuvar ortamında gonyometre ve fleksometre gibi ölçüm araçları kullanılırken, saha uygulamalarında en yaygın kullanılan yöntemlerden biri otur-uzan testidir. Değerlendirme yöntemi seçilirken ölçülmek istenen eklem bölgesi, bireyin yaşı ve testin amacı dikkate alınmalıdır (ACSM, 2014).

5.1.4.1. *Esnekliğin Türleri*

Genel esneklik: Omurga, omuz ve kalça eklem sisteminde sağa ve sola diagonal salınım uzaklığı şeklindedir.

Özel esneklik: Bir hareketin uygulanışı sırasında kullanılan ve ihtiyaç duyulan belirli eklemlerin uyguladığı esnekliktir

Aktif esneklik: Sporcunun bir hareketi dışarıdan bir yardım almadan kendi kas aktivitesi ile uygulamasıdır.

Pasif esneklik: Sporcunun bir hareketi dışarıdan yardım alarak, geniş bir eklem hareketliliğine ulaştırarak uygulamasıdır (Günay ve Yüce, 2008).

Aktif esneklik ile pasif esneklik arasındaki farkın değerlendirilmesi, kas kuvveti ve eklem hareket açıklığının birlikte yorumlanmasına katkı sağlamaktadır. Sporcularda iki değer arasındaki farkın fazla olması, kas kuvveti ile hareket açıklığı arasındaki dengenin geliştirilmesi gerektiğini gösterebilir (Alter, 2004).

5.1.4.2. *Esnekliği Etkileyen Faktörler*

1. İç faktörler
 - Eklem tipi ve yapısı,
 - Kas, tendon ve ligament yapısı, dokusunun,
 - Eklem ve dokuların ısısı,
 - Derinin elastikiyeti (ACSM, 2014)
2. Dış faktörler
 - Ortam ısısı,
 - Yaş,
 - Cinsiyet farkı,
 - Fiziksel aktivite ve antrenman düzeyi (Bompa, 2000)

Eklemlerin sınırlılığını kaslar %41, eklem kapsülü %47, deri elastikiyeti %2 ve tendon yapısı %10 etkilemektedir (Johns ve Wright 1962).

Bu nedenle esnekliğin geliştirilmesine yönelik egzersiz programları planlanırken yalnızca kas dokusu değil, eklem kapsülü ve diğer bağ dokularının özellikleri de dikkate alınmalıdır (Alter, 2004).

5.1.4.3. Esneklik Gelişiminde İzlenmesi Gereken Basamaklar

Esnekliğin geliştirilmesine yönelik egzersiz programı planlanırken aşağıdaki basamakların izlenmesi önerilmektedir:

- 1) Yapılan egzersize yada spor branşına göre kişinin mevcut esneklik durumunun belirlenmesi,
- 2) Yeterli düzeyde olmayan esnekliğin ve egzersizlerin belirlenmesi,
- 3) Esneklik antrenmanlarının antrenman bilimi prensiplerine uygun olarak tasarlanması,
- 4) Yapılan esneklik çalışmalarının sonuçlarının değerlendirilmesi (Corbin,1982).

5.2. Fiziksel Uygunluğun Performansla İlgili Parametreleri



Şekil 14. Fiziksel uygunluğun performansla ilgili parametreleri

5.2.1. Reaksiyon

Reaksiyon, kasta meydana gelen bir uyarının duysal sinirler yardımı ile merkezi sinir sistemine buradan da tekrar motor sinirler aracılığıyla kasa iletilmesine ve kasların gelen uyarı doğrultusunda aktif hale gelmesi olarak tanımlanır (Silva ve diğ., 1995). Bu süreç; duyu organlarının uyarıyı algılaması, bilginin merkezi sinir

sisteminde işlenmesi ve uygun motor yanıtın oluşturulması basamaklarından meydana gelmektedir (Schmidt ve Lee, 2011).

Bir uyarının başladığı zaman ile uyarıcıya yönelik istemli cevabın verildiği zamanda geçen süreye Reaksiyon zamanı denir (Özer, 2013). Reaksiyon ile reaksiyon zamanı kavramları birbirinden farklıdır. Reaksiyon, uyarıya verilen davranışsal cevabı ifade ederken; reaksiyon zamanı bu cevabın oluşmasına kadar geçen süreyi ifade etmektedir (Schmidt ve Lee, 2011). Bazı spor dallarında süratli hareketler birden fazladır ve sporcuların başarı düzeyi karşılaştıkları harekete karşı uyguladıkları sürat ile ilişkilidir. Kısacası sporcunun antrenman yada müsabaka da çok kısa bir zaman diliminde ne yapması gerektiğine karar vererek hareketi uygulamasına bağlıdır. Özellikle güreş, boks, futbol, boks gibi spor branşlarında tepki süreleri oldukça önemlidir. Çocuklarda reaksiyon zamanı gelişimi sinir sisteminin olgunlaşmasına paralel olarak ilerlemektedir. Sporcularda reaksiyon zamanındaki en belirgin gelişimin 9-12 yaşları arasında gerçekleştiği bildirilmektedir (Ziyagil ve diğ., 1993). Reaksiyon zamanının kısa olması, sporcunun oyun içerisindeki karar verme hızını ve hareket etkinliğini artırarak performansa olumlu katkı sağlayabilmektedir (Bompa ve Haff, 2009).

Reaksiyon zamanının fizyolojik süreci;

- Uyarılarının reseptör düzeyinde olması,
- Gelen uyarının merkezi sinir sistemi boyunca yayılması,
- Uyarının efektör sinyal üretimini gerçekleştirmesi,
- Merkezi sinir sistemine gelen sinyalin kaslara ulaşması,
- Kasın kasılarak iş meydana getirmesidir (Holmann ve Hettinger, 1980).

Bu süreçte özellikle merkezi sinir sistemindeki bilgi işleme hızı ve motor ünite aktivasyonu, reaksiyon zamanını etkileyen temel fizyolojik mekanizmalar arasında yer almaktadır (Schmidt ve Lee, 2011).

Reaksiyon zamanının ölçülmesi, kullanılan alet ve materyallerin ışık ve uyarı gibi bir takım özellikleri olması nedeniyle maliyetlidir. Nelson ayak ve el reaksiyon testi, dikey sıçrama reaksiyon testi reaksiyon zamanını ölçmek için tercih edilmektedir (Günay, Şıktar ve Şıktar, 2017). Günümüzde bilgisayar tabanlı reaksiyon testleri ve fotoselli sistemler sayesinde milisaniye düzeyinde ölçüm yapılabilmekte, bu durum sporcuların performans gelişiminin daha objektif değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Schmidt ve Lee, 2011).

5.2.2. Hız

Hız, bireyin vücudunu veya vücudunun belirli bir bölümünü mümkün olan en kısa sürede bir noktadan diğerine hareket ettirebilme yeteneğidir. Bu özellik, sinir sistemi

ile kas-iskelet sisteminin uyumlu ve hızlı çalışmasına bağlıdır. Kas fibril tipi ile kasılma hızı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Genetik özelliklerin etkisiyle hızlı kasılan (Tip II) kas fibrillerinin oranı yüksek olan bireyler, hız gerektiren hareketlerde daha başarılı olabilmektedir (Gambetta, 1996). Ancak hız performansı yalnızca genetik özelliklerle sınırlı olmayıp uygun antrenman programlarıyla önemli ölçüde geliştirilebilen bir motor özelliktir (Bompa & Haff, 2009).

Hız, birçok spor branşında performansı belirleyen temel fiziksel uygunluk bileşenlerinden biridir. Fizikte hız, alınan yolun zamana oranı ($\text{hız} = \text{yol}/\text{zaman}$) olarak ifade edilmesine rağmen, sportif performans açısından hız yalnızca doğrusal hareketten ibaret değildir. Spor bilimlerinde hız; reaksiyon hızı, hareket hızı ve yer değiştirme (lokomotor) hızı gibi farklı bileşenler kapsamında değerlendirilmektedir (Young, James ve Montgomery, 2002).

Literatürde yer alan çalışmalarda kız ve erkek çocuklarda yaşla beraber hız performansı benzer şekilde artmaktadır fakat puberde dönemi sonrasında özellikle erkeklerde belirgin şekilde artar. 15-16 yaş arası hız en yüksek değerlere ulaştığı belirtilmiştir (Papaiaikovou ve diğ., 2009). Hızın ölçülmesinde yürüme hızı, koşu hızı, basamak testi ve shuttle run testlerinden yararlanılmaktadır (Hoeger ve Hoeger, 2015). Son yıllarda fotoselli elektronik zamanlama sistemleri sayesinde sprint performansı milisaniye düzeyinde değerlendirilebilmekte ve ölçümlerin güvenilirliği artırılmaktadır (Haugen ve Buchheit, 2016).

Hızı etkileyen faktörler;

- Fibril tipi (Fast twitch miktarı),
- Vücut kompozisyonu uygunluğu,
- Merkezi sinir sisteminin (MSS) etkinliği,
- İntermüsküler ve intramüsküler koordinasyon becerisi,
- ATP VE CP depoları,
- Esneklik düzeyi hızı etkileyen faktörlerdendir (Gamble, 2011).

Bunlara ek olarak kas kuvveti, teknik beceri, hareket ekonomisi ve antrenman düzeyi de hız performansını etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır. Özellikle sprint performansında kuvvet üretme kapasitesi ile hız arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır (Young, James ve Montgomery, 2002).

5.2.3. Güç

Güç, kasın mümkün olan en yüksek kuvveti en kısa sürede üretebilme yeteneğidir ve fiziksel uygunluğun performansla ilişkili temel bileşenlerinden biridir. Güç; kuvvet ve hız bileşenlerinin birlikte etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yalnızca yüksek kuvvet üretmek değil, bu kuvveti kısa sürede ortaya koyabilmek de güç

performansını belirlemektedir (Hoeger ve Hoeger, 2015). Bu yönüyle güç, özellikle patlayıcı hareketlerin yoğun olarak kullanıldığı spor branşlarında performansın belirleyici unsurlarından biridir (Bompa ve Haff, 2009).

Birçok spor branşında bulunan vurma, atlama, sıçrama, sürat ve patlayıcı kuvvetin öne çıktığı hareketlerin uygulanabilmesi güce bağlıdır (Hoeger ve Hoeger, 2015). Güç çıktılarının yön değiştirme (Nimphius ve diğ. 2010), sprint (Weyand ve diğ. 2010), ağırlık kaldırma (Beckham ve diğ. 2013), sıçrama (McLellan ve diğ. 2011), fırlatma (Marques ve diğ. 2011) gibi sportif hareketlerle yüksek bir ilişkisi bulunmaktadır. Kas gücünün geliştirilmesinde maksimal kuvvet, kuvvet gelişim hızı (Rate of Force Development-RFD) ve nöromüsküler koordinasyon önemli belirleyiciler arasında yer almaktadır. Bu nedenle güç antrenmanları planlanırken yalnızca kas kuvvetinin artırılması değil, kuvvetin uygulanma süresinin de geliştirilmesi hedeflenmelidir. (Haff ve Nimphius, 2012).

Çocuklarda güç gelişimi değerlendirildiğinde, 7-10 yaş arasında kas, bağ ve tendon yapılarının yüksek dış yüklere tam olarak uyum sağlayamadığı bilinmektedir. En yüksek kas gücü düzeylerine genellikle 14-15 yaşlarından itibaren ulaşılmakta; kız ve erkek çocukları arasındaki güç farkı ise puberte sonrasında belirginleşmektedir (Mengütaş, 2005). Bu nedenle çocuk ve ergenlerde güç antrenmanları yaşa, biyolojik olgunlaşma düzeyine ve teknik yeterliliğe uygun şekilde planlanmalıdır. Erken yaşlarda doğru teknik öğretimi ve vücut ağırlığıyla yapılan egzersizler ön planda tutulmalıdır (Faigenbaum ve diğ., 2009).

5.2.4. Çeviklik

Çeviklik, bireyin hareket sırasında vücudunun yönünü mümkün olan en kısa sürede, kontrollü ve doğru bir şekilde değiştirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç; hızlanma, yavaşlama ve yeniden hızlanma hareketlerinin uygun motor kontrol ile gerçekleştirilmesini kapsamaktadır (Sheppard ve Young, 2006). Güncel yaklaşımlara göre çeviklik yalnızca fiziksel bir özellik olmayıp, aynı zamanda çevresel uyarıların algılanması, karar verme ve uygun motor cevabın oluşturulmasını da içeren çok yönlü bir performans bileşenidir (Sheppard ve Young, 2006). Çeviklik; hız, denge ve koordinasyonun bir araya gelmesiyle oluşan performansla ilişkili fiziksel uygunluk bileşenlerinden biridir (Özer, 2013). Çevikliği gelişmiş bireylerde uzaysal farkındalık, dinamik denge ve görsel ile işitsel uyaranlara hızlı yanıt verebilme becerisi daha üst düzeydedir (Ellis ve diğ., 2000). Bunun yanında alt ekstremité kas kuvveti, nöromüsküler koordinasyon ve reaksiyon zamanı da çeviklik performansını doğrudan etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Young ve diğ., 2002).

5.2.4.1. Çevikliği Etkileyen Faktörler

- Yaş
- Vücut ağırlığı
- Boy
- Denge
- Reaksiyon zamanı
- Hareket yönü ve sürati
- Kas tonusu
- Duyu organlarının algılama düzeyi
- Kondisyon seviyesi
- Antrenman geçmişi
- Bedensel ve kinestetik zeka (Sevim, 2010; Brown ve Ferrigno, 2000).

Bunlara ek olarak alt ekstremita kas kuvveti, eksantrik kuvvet, frenleme kapasitesi, bilişsel karar verme hızı ve spor branşına özgü teknik beceri de çeviklik performansını etkileyen önemli değişkenlerdir (Young ve diğ., 2002; Sheppard ve Young, 2006).

Çeviklik, gelişim süreci çocuklarda puberte döneminde hızlanır ve erişkinlik sürecine kadar artarak devam eder. Çocukluk dönemi boyunca kız ve erkeklerin çeviklik düzeyleri aynı seviyede gelişim gösterirken puberte sonrası erkeklerin çevikliği çok daha iyi düzeylere gelir (Brown, Ferrigno ve Santana, 2000). Çeviklik sporunun sportif performansını önemli düzeyde etkilemektedir. Bunun başlıca sebebi müsabaka içerisinde anlık olarak sporcunun çabuk hızlanıp, çabuk yavaşlaması gibi hareketlerin varolmasıdır. Rakibin hamlesine yada karşılaşılan duruma anlık cevap verebilmek için progresif egzersizlerden faydalanılmalı ve geliştirilmelidir. Çevikliği ölçmek için Right- Boomerang testi, pro-agility, Squat - thrust testi, ilinois çeviklik testi, Side step testi ve 505 testi yaygın olarak kullanılmaktadır (Karacabey, 2013). Test seçimi yapılırken spor branşı, yaş grubu ve değerlendirmenin amacı dikkate alınmalıdır. Önceden planlanmış yön değiştirme testleri ile karar verme gerektiren çeviklik testleri farklı performans özelliklerini değerlendirdiğinden birlikte kullanılması daha kapsamlı sonuçlar sağlayabilmektedir (Sheppard ve Young, 2006).

5.2.5. Denge

Bireyin hareket sırasındaki vücut bütünlüğünü ve pozisyonunu zemin üzerinde ve gravite hattını en iyi şekilde koruma yeteneğidir. Vücudun dengede olabilmesi eklem

kapsülü, ligamentler, deri ve kas içiğinin birbiri ile uyumuna bağıdır. Bu nedenle denge, yalnızca kas-iskelet sisteminin değıl; duyu organları ve merkezi sinir sisteminin koordineli çalışmasını gerektiren karmaşık bir motor beceri olarak değıerlendirilmektedir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2017). Yapılan bir hareket sırasında yön değııştirme, sıçrama sonrası düşme, karşılıklı mücadele gibi durumlarda denge oldukça önemlidir ve denge tabanı vücudun pozisyonuna karşı değıışir. Vücudun pozisyon ve hareket değıişim sürecinde reseptörlerden ulaşan anlık bilgi ile kas-iskelet sistemi denge performansını devam ettirmek için çalışır (Şimşek ve Ertan, 2011).

Denge, yerçekimi merkezine uyumu açısından statik denge ve dinamik denge olarak ikiye ayrılır. Statik denge; sabit bir yüzey üzerinde, kaslarda izometrik kontraksiyon da ortaya çıkan dengedir. Dinamik denge ise; sabit olmayan bir yüzeyde, dengenin bozulduğu anlarda tekrar düzeltilmesi ve aktivite sırasında bozulan dengenin tekrar oluşturulmasıdır. Dinamik denge işleyiş açısından daha kompleks bir yapıya sahiptir. Bu durumun sebebi dinamik denge için kasların eksenterik, izometrik ve izotonik kontraksiyonu olmalıdır (Travis, 1945).

Özellikle performans sporcularında statik ve dinamik dengenin gelişmesi oldukça önemlidir. Bir voleybolcunun sıçrayıp havadaki topa smaç vurması, rakibin hücumuna karşı blok yapması, futbolcunun pas vermesi, yüzücünün depar yapması ve basketbolcunun top sürmesi gibi müsabaka sırasında karşılaşılan durumlarda denge oldukça önemlidir ve geliştirilmesi gereken bir komponenttir. Statik ve dinamik dengenin değıerlendirilmesinde Romberg Testi, Flamingo Testi ve Kalk-Yürü (Timed Up and Go) Testi gibi saha testlerinden yararlanılmaktadır (Balaban ve diğ. 2009). Bunun yanında kuvvet platformları ve bilgisayar destekli denge sistemleri kullanılarak postüral salınım ve ağırlık merkezi hareketleri objektif olarak değıerlendirilebilmektedir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2017).

5.2.6. Koordinasyon

Koordinasyon, alt ve üst ekstremitenin, motor sistem ve parçalarının amaca yönelik olarak, birçok kas grubu ile uyum içerisinde çalışmasıdır (Hoeger ve Hoeger, 2015). Kısaca, kasların ve sinir sisteminin hareket üretmek için uyumlu işbirliği olarak tanımlanmaktadır. Koordinasyon, motor öğrenmenin temel bileşenlerinden biri olup yeni hareketlerin öğrenilmesi ve mevcut hareket becerilerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Schmidt ve Lee, 2011).

Koordinasyon sportif bir performans sırasında yaralanma riskini en aza düşürmesi açısından da önemlidir. Bu sebeple koordinasyon propriyoseptif yetenekleride kapsamaktadır. Kişinin motorik becerisi, uyumu, hareket akıcılığı, hareket hissi, esnekliği ve ritim gibi birçok faktör koordinasyonu etkilemektedir (Günay ve diğ.,

2018). Bunun yanında reaksiyon zamanı, denge, çeviklik ve bilişsel süreçler de koordinasyon performansını etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (Schmidt ve Lee, 2011).

Koordinasyonu Oluşturan Faktörler:

- Kombinasyon,
- Motorik uyum,
- Saha ve alan kavrama becerisi,
- Ritim,
- Denge,
- Hareket akıcılığı,
- Esneklik yeteneği (Sevim, 2002).

Sporda bir hareketin yapılması sırasında, hareketi yapan agonist kas ve tersi yönde çalışan antagonist kaslar ve sinerjist yardımcı kaslar uyum içerisinde hareket etmektedir. Kişinin koordinasyon seviyesi, tüm bu kasların uyumu, eklemlerin hareket sırasındaki katkısı ve denge organlarının etkin çalışmasına bağlıdır. Koordinasyon genellikle manuel beceri testleri veya el-göz koordinasyonu testleri ile ölçülmektedir (Sayın, 2011). Değerlendirme yöntemi seçilirken bireyin yaşı, spor branşı ve ölçülmek istenen koordinasyon özelliği dikkate alınmalıdır (Schmidt ve Lee, 2011).

5.3. Çocuklarda ve Gençlerde Fiziksel Uygunluk

Çocukluk ve gençlik dönemi, bireylerin sağlık ve fiziksel aktivite düzeylerinin oluşmasında en önemli dönemlerdir. Bireylerin bu dönemlerde kazandıkları fiziksel uygunluk düzeyi kişinin zihinsel, sosyal ve fiziksel gelişiminde de önemli role sahiptir (Malina, Bouchard ve Bar-Or, 2004). Bu dönemde kazanılan olumlu hareket alışkanlıkları, erişkinlik dönemindeki yaşam biçimini ve kronik hastalık riskini de önemli ölçüde etkilemektedir (WHO, 2020).

5.3.1. Kardiyorespiratuvar Dayanıklılık

Çocuk ve gençlerde kalp ve solunum sisteminin verimliliğinin artmasında dayanıklılık performansına katkı sağlayacak aerobik aktivitelerin (yüzme, yürüme, koşma vb.) düzenli yapılması oldukça önemlidir. Çünkü çocukluk ve gençlik döneminde aerobik aktivitelerin düzenli yapılması ile ortaya çıkan gelişim sadece sportif performans ile ilgili değil, aynı zamanda metabolik ve kalp-damar sağlığı olarak ta önemli bir sağlık göstergesidir (Strong ve diğ. 2005).

5.3.2. Kas Kuvveti ve Dayanıklılığı

Çocukluk ve gençlik çağında kuvvet gelişimi nöromüsküler adaptasyona büyük katkı sağlamaktadır. Çocukluk döneminde oyun temelli aktiviteler ile desteklenen çalışmalar tercih edilirken, gençlik döneminde vücut ağırlığı ve ek egzersiz materyalleri tercih edilerek kişinin kemik ve mineral yoğunluğunun gelişimine katkı sağlanır (Faigenbaum ve diğ., 2009). Uygun planlanan direnç egzersizleri çocuklarda büyüme plaklarına zarar vermemekte; aksine doğru teknikle uygulandığında kas kuvveti, kemik sağlığı ve motor becerilerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Faigenbaum ve diğ., 2009).

5.3.3. Esneklik

Esneklik, eklem hareket açıklığını belirleyen önemli bir bileşendir. Çocukluk döneminde eklemlerin doğal esnekliği yüksektir; düzenli germe egzersizleri postürün korunmasına, yaralanma riskinin azalmasına ve hareket ekonomisinin artmasına katkı sağlar. Gençlerde ise kas tendon yapısı ve hormonal değişiklikler esnekliği etkileyen önemli parametrelerdir. Ergenlik ile hızlı bir sürece girilirken boy uzamasına bağlı olarak kas ve tendon yapısında değişimler yaşanır durum genç bireylerde esneklik kaybına neden olur. Gençlerde esneklik, sportif yaralanma riskini en aza indirmede, performansı arttırmada ve antrenman sürekliliğinin sağlanmasında önemlidir (Alter, 2004).

5.3.4. Motorik Özellikler (Hız, Çeviklik, Denge, Koordinasyon)

Çocuk ve ergenlerde erken dönemde fiziksel uygunluk düzeyinin değerlendirilmesi motorik özelliklerin gelişiminin yanı sıra yaşam boyu aktif ve sağlıklı kalmada önemlidir (Bilim, Çetinkaya ve Dayı, 2016). Çocuk ve gençlerde motorik becerilerin gelişimi, sinir-kas etkileşiminin en yoğun olduğu kritik dönemlerde özellikle çocuklar için oyun ve spor aktiviteleriyle desteklenmelidir. Sporla birlikte hız, esneklik, koordinasyon, denge, sürat ve çeviklik gibi motorik özellikler gelişmektedir. Motorik özelliklerin gelişimi bireylerin sadece sportif becerileri için değil günlük yaşam içerisindeki hareketleri, etkinlikleri, öz güveni ve sosyal iletişimi açısından da oldukça önemlidir (Haywood ve Getchell, 2014).

5.3.5. Fiziksel Uygunluğun Çocuk ve Genç Sağlığına Katkıları

Fiziksel Gelişime Katkıları: Düzenli fiziksel aktivite, insülin direnci, obezite ve kardiyometabolik rahatsızlıkların önlenmesinde etkilidir (Hazar, 2025).

Kemik ve Kas Gelişime Katkıları: Direnç egzersizleri içeren aktiviteler kas ve kemik gelişimine katkı sağlar. Mineral yoğunluğunu destekleyerek ilerleyen yaşlarda oluşabilen osteoporoz riskini azaltır. Düzenli yapılan aktiviteler, kemik gelişimini destekleyerek boy uzamasına katkı sağlar (Atalay, 2015).

Psikososyal Gelişime Katkıları: Çocuk ve gençlerde spor ve oyun etkinlikleri çocuklarda özgüven, öz yeterlilik, sosyal beceri ve beraber çalışması becerisini geliştirir (Stodden ve diğ., 2008).

5.4. Yaşlanma Ve Fiziksel Uygunluk

Yaşlanma, fiziksel aktivite düzeyinde yaşla ilişkili azalma, bireyin biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyal yönlerden zamanla değişim göstermesi süreci olarak tanımlanır. Fiziksel hareketsizlik yaşla beraber ortaya çıkan birçok kronik hastalıkların başlıca nedenidir (Soyuer ve Soyuer, 2008).

Dünyada doğum oranlarının azalmasına bağlı olarak ortalama yaşam süresi 20 yıl uzamıştır (United Nations, 2002). Bu durum, yaşlı nüfusun önümüzdeki yıllarda giderek artacağını göstermektedir. Buna bağlı olarak “başarılı yaşlanma” kavramı son yıllarda önem kazanmıştır. Başarılı yaşlanma; bireyin yaşlanma sürecinde fiziksel ve bilişsel işlevlerini mümkün olduğunca koruması, hastalık ve işlev kaybı riskini azaltması ve toplumla aktif sosyal ilişkilerini sürdürmesi olarak tanımlanmaktadır (Rowe ve Kahn, 1997). Düzenli fiziksel aktivite ve egzersizler ile yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkabilecek fiziksel ve zihinsel yavaşlamaların önene geçmek hedeflenir. Bireylerin ileri yaşlarda yaptıkları egzersizler ve aktiviteler fiziksel uygunluk düzeylerinin iyi bir seviyede olmasına ve yaşam kalitelerinin artmasına neden olur (Özmen ve Contarlı, 2023). Aerobik egzersizler (yürüyüş, yüzme vb.) hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklardan, diyabet, obezite, osteoporoz, kanser ve ansiyete gibi rahatsızlıkların tedavisinde etki sağlarken, kardiyovasküler sistemin gelişmesine katkı sağlar (Taylor, 2014).

Yaşlı bireylerde yaşanan en önemli sağlık sorunlarından biride düşmeye bağlı yaralanmalardır. Özellikle ileri yaş gruplarında denge egzersizlerine ve Propriyoseptif egzersizlere önem verilmeli ve egzersiz programlarına eklenmelidir. Yaşlanmaya bağlı olarak bireylerin kas gücünde azalma görülmektedir. Direnç egzersizleri kas gücünü ve kütlesini arttırmada kanıtlanmış bir yöntemdir (Taylor, 2014).

5.4.1. Yaşlanma ve Fiziksel Uygunluğun Önemi

- **Aerobik egzersizler** (yürüyüş, yüzme, bisiklet) kardiyovasküler kapasiteyi korur.
- **Direnç antrenmanları** kas kuvvetini artırır ve sarkopeniyi geciktirir.
- **Esneklik egzersizleri** eklem hareketliliğini destekler.
- **Denge egzersizleri** düşme riskini azaltır (Özmen ve Contarlı, 2023).

Kaynakça

- American College of Sports Medicine. (2010). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2014). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore: Williams&Wilkins
- American College of Sports Medicine. (2025). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (12th ed.). Wolters Kluwer.
- Alter, M. J. (2004). Science of Flexibility (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Atalay, E. (2015). Osteoporoz ve egzersiz. Türk Spor Hekimliği Dergisi, 50(4), 139–149.
- Balaban, Ö., Nacır, B., Erdem, H.R., Karagöz, A. (2009). Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. Journal of Physical Medicine and Rehabilitation Sciences,. 12(3), 133-13
- Baltacı, G. (2016). Fiziksel Uygunluk. Karaduman, A.A., Yılmaz, Ö.T. (Ed.), Fizyoterapi Rehabilitasyon. Ankara: Pelikan Yayıncılık.
- Bilim, A. S., Çetinkaya, C., & Dayı, A. (2016). 12-17 Yaş Arası Spor Yapan Ve Spor Yapmayan Öğrencilerin Fiziksel Uygunluklarının İncelenmesi. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi, 7(2), 53-60. <https://doi.org/10.17155/spd.74209>
- Bompa, T. O. (2000). Total training for young champions. Human Kinetics.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). Periodization: Theory and methodology of training (5th ed.). Human Kinetics.
- Brožek, J., Grande, F., Anderson, J. T., ve Keys, A. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Annals of the New York Academy of Sciences, 110 (1), 113-140.
- Beckham, G., Mizuguchi, S., Carter, C. R., Sato, K., Ramsey, M. W., Lamont, H. S., Hornsby, W. G., Haff, G. G., & Stone, M. H. (2013). Relationships of isometric mid-thigh pull variables to weightlifting performance. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 53(5), 573–581.
- Brown, L.E., Ferrigno, V.A., Santana, J.C. (2000). Training for Speed. Agility and Quickness, Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Corbin, C. B. (1982). Stretching. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Ellis, L., Gastin, P., Lawrence, S., Savage, B., Buckridge, A., Stapff, A. vd. (2000). Protocols for the physiological assessment of team sports players. *Physiological Tests for Elite Athletes*. CJ. Gore, der. Champaign: Human Kinetics. pp. 128–144.
- Ersoy, G. (2001). Şişmanlığın önlenme ve tedavisinde fiziksel aktivitenin önemi. I. Ulusal Obezite Kongresi Diyetisyenler Sempozyumu Sunuları, İstanbul.
- Ersoy, G. (2016). Fiziksel Uygunluk (Fitnes) Spor ve Beslenme ile İlgili Temel Öğretiler. Ankara: NobelKitabevi.
- Fields, D.A. ve Goran, M.I. (2000). Body composition techniques and the four-compartment model in children. *Journal of Applied Physiology*, 89 (2), 613-20.
- Fox, B. (1999). *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. (Çev. Mesut Cerit), Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., et al. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, S60-S79.
- Gambetta, V. (1996). In a blur: How to develop sport-specific speed. *Sports Coach*, 19, 22-24.
- Granacher U., Lesinski M., Büsch D., Muehlbauer T., Prieske O., Puta C., et al. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: A conceptual model for long-term athlete development. *Front. Physiol.* 7 (164). 10.3389/fphys.2016.00164 - DOI - PMC - PubMed
- Günay, M., Şıktar, E., Şıktar, E. (2017). *Antrenman Bilimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Günay M, Yüce Aİ. (2008). *Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri*. Genişletilmiş 3. Baskı. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu Hİ, Şıktar E. (2018). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçüm Testleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Güler, D. (2003). 8-10 Yaş grubu erkek çocuklarda AAHPERD fiziksel uygunluk test bataryasının sosyo-ekonomik düzey ile ilişkilendirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara

- Gamble, P. (2011). *Training for Sports Speed and Agility, An Evidence-based Approach*. Abingdon, UK: Routledge.
- Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 2–12.
- Holmann, W., Hettinger, T. (1980). *Arbeit und Training. Sportmedizin, Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart : Schattauer
- Hoeger, W.W., Hoeger, S.A.(2015). *Principles and labs for fitness and wellness*. Boston: Cengage Learning.
- Hoeger, W. W., Hoeger, S. A., Hoeger, C. I, Fawson, A.L. (2019) *Lifetime Physical Fitness and Wellness: A Personalized Program* (15. Baskı). CENGAGE.
- Haywood, K. M., & Getchell, N. (2014). *Life Span Motor Development*. Human Kinetics.
- Hazar, F. (Ed.). (2025). *Fiziksel Aktivite Ve Sağlık-V*. Efe Akademi Yayınları.
- Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations. *Sports Medicine*, 46(5), 641–656.
- Johns RJ, Wright V. Relative importance of various tissues in joint stiffness. *J Appl Physiol*. 1962;17(5):824-828.
- Karacabey, K. (2013). Sport performance and agility tests Sporda performans ve çeviklik testleri. *Journal of Human Sciences*, 10(1),1693-1704
- Lohman, T. (1987). The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 58(9), 98-103.
- Malina, R. M., Bouchard, C., ve Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Human Kinetics.
- Mengütay S. *Çocuklarda Hareket Gelişimi ve Spor*, Morpa Kültür Yayıncılık, İstanbul. (2005)
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 379–385.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181be305c>
- Marques, M. C., Saavedra, F. J., Abrantes, C., & Aidar, F. J. (2011). Associations between rate of force development metrics and throwing velocity in elite

team handball players: A short research report. *Journal of Human Kinetics*, 29A, 53–57. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0059-0>

Nalçakan GR. Voleybolcuların İzokinetik Kas Kuvvetleri İle Dikey Sıçrama Yükseklikleri Arasındaki İlişki Düzeyi. *Spor Fizyolojisi Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2001.

Nimphius, S., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Relationship between strength, power, speed, and change of direction performance of female softball players. *The Journal of*

Özmen T, Contarlı N. (2023). “Yaşlılarda Fiziksel Aktivite ve Egzersiz.” *Unika Sağlık Bilimleri Dergisi*. 3(1):452-459.

Özer, K. (2013). *Fiziksel uygunluk*, 4. Baskı, Ankara: Nobel Yayıncılık.

Papaiakovou, G., Giannakos, A., Michailidis, C., Patikas, D., Bassa, E., Kalopisis, V. (2009). The effect of chronological age and gender on the development of sprint performance during childhood and puberty. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2568-2573

Powers, S.K ve Dodd, S.L. (2020). *Total Fitness and Wellness*, 7. Baskı. Pearson

Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1997). Successful aging. *The Gerontologist*, 37(4), 433–440.

Sayın, M. (2011). *Hareket ve Beceri Öğrenimi* Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (5th ed.). *Human Kinetics*.

Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.

Sevim, Y. (2010). *Antrenman Bilgisi* (3. Baskı). Ankara: Pelin Ofset Tipo Matbaacılık.

Sevim, Y. (2002). *Antrenman bilgisi*. Nobel Yayın Dağıtım.

Silva H, Morral-Yepes M, Abade E. Reaction Time and Movement Time in Agility Performance: Tools to Identify Specific Goals. *J Strength Cond Res*. 2026 Jun 1;40(6):709-722. doi: 10.1519/JSC.0000000000005448.

- Swain, D.P., Franklin, B.A. (2006). Comparison of cardioprotective benefits of vigorous versus moderate intensity aerobic exercise. *The American journal of cardiology*, 97, 141-147. doi: 10.1016/j.amjcard.2005.07.130
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., et al. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity. *Quest*, 60(2), 290–306.
- Soyuer, F., & Soyuer, A. (2008). Yaşlılık ve Fiziksel Aktivite. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 15(3), 219-224. <https://izlik.org/JA57HW53GX>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Wolters Kluwer.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S, Trudeau F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*. Taylor 146(6):732-7. doi: 10.1016/j.jpeds.2005.01.055. PMID: 15973308.
- Şimşek, D. & Ertan, H. (2011). Postural Kontrol ve Spor: Kassal Yorgunluk ve Postural Kontrol İlişkisi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, IX (4) 119-124.
- Taylor D. (2014). Physical activity is medicine for older adults. *Postgrad Med J*;90:26–32. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2012-131366>
- Türkmen, S., Çelik, A., Tunar, M., Tok, İ., Tatlıbal, P., Daştan, Ada E.N. (2010). Paramedik Program Öğrencilerinde Beden Eğitimi Ve Güç Geliştirme Dersinin Vücut Kompozisyonu Ve Fiziksel Performans Üzerine Etkileri, *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 125–130.
- Travis, R. C. (1945). An experimental analysis of dynamic and static equilibrium. *J. Exp. Psychol.* 35, 216–234. doi: 10.1037/h0059788
- United Nations. (2002). *Madrid International Plan of Action on Ageing 2002*. United Nations.
- Young, W. B., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282–288.
- Ziyagil, MA., Tamer , K., Zorba , E. (1993). *Beden Eğitimi ve Sporda Temel Motorik Özelliklerin ve Esnekliğin Geliştirilmesi*. Ankara: 35 -36, Emel Matbaacılık.

- Zorba, E., Saygın, Ö. (2017). Fiziksel Aktivite ve Fiziksel Uygunluk. Ankara: Perspektif Matbaacılık Tasarım Tic. Ltd. Şti.
- Weyand, P. G., Sandell, R. F., Prime, D. N., & Bundle, M. W. (2010). The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *Journal of applied physiology*, 108(4), 950-961.
- World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization.

ALTINCI BÖLÜM

KUVVET ANTRENMANLARI

Dr. Öğr. Üyesi Burak TAŞ

Kuvvet, insan hareketinin temel bileşenlerinden biri olup kas-sinir sisteminin dış bir dirence karşı kuvvet üretme kapasitesini ifade eder. Sportif performans açısından kuvvet yalnızca yüksek bir direnci kaldırabilme yeteneği olarak değerlendirilmemelidir. Sprint, sıçrama, yön değiştirme, hızlanma, yavaşlama, temas ve fırlatma gibi birçok sportif eylem, sporcunun farklı zaman aralıklarında ve farklı hareket hızlarında kuvvet üretebilmesine bağlıdır. Bu nedenle yüksek kuvvet düzeyi, çok sayıda spor branşında hız, güç ve diğer nöromusküler performans özelliklerinin geliştirilmesi için önemli bir temel oluşturmaktadır (Suchomel vd., 2016).

Kuvvet veya direnç antrenmanı, kasların dış bir dirence karşı sistematik biçimde çalıştırılması yoluyla kuvvet, güç, kassal dayanıklılık ve kas kütlesi gibi özelliklerin geliştirilmesini amaçlayan egzersiz uygulamalarını kapsamaktadır. Serbest ağırlıklar, makineler, elastik dirençler, vücut ağırlığı ve farklı direnç araçları bu amaçla kullanılabilir. Antrenman sonucunda ortaya çıkan adaptasyon yalnızca kullanılan ağırlığın büyüklüğüne değil; egzersiz seçimi, set ve tekrar sayısı, hareket genişliği, hareket hızı, dinlenme süresi, antrenman sıklığı ve setlerin hangi efor düzeyinde sonlandırıldığı gibi çok sayıda değişkenin etkileşimine bağlıdır (Bernárdez-Vázquez vd., 2022; Currier vd., 2023).

Düzenli ve uygun biçimde programlanan kuvvet antrenmanı, sportif performansın geliştirilmesinin yanı sıra sporcunun yüksek antrenman ve müsabaka yüklerini tolere edebilmesine katkıda bulunur. Bununla birlikte kuvvet antrenmanının etkileri bireyler arasında farklılaşabilmektedir. Sporcunun yaşı, antrenman geçmişi, teknik yeterliliği, mevcut kuvvet düzeyi, spor branşı, sezon dönemi, antrenman sıklığı ve toparlanma kapasitesi programın oluşturulmasında dikkate alınmalıdır. Dolayısıyla kuvvet antrenmanı programlaması, tüm sporculara aynı yük ve tekrar aralıklarının uygulanması yerine bireyselleştirilmiş bir süreç olarak ele alınmalıdır (Currier vd., 2023; Zatsiorsky vd., 2020).

6.1. Kuvvet Türleri

Kuvvet; kullanım amacı, vücut büyüklüğüyle ilişkisi, kuvvet üretme süresi ve sportif görevin özellikleri dikkate alınarak farklı biçimlerde sınıflandırılabilir. Genel kuvvet, özel kuvvet, mutlak kuvvet, bağıl kuvvet, maksimal kuvvet, patlayıcı kuvvet ve kuvvette devamlılık bu sınıflandırmalardan bazılarıdır.

Bununla birlikte bu kavramların aynı fizyolojik özelliği ifade etmediği unutulmamalıdır.

6.1.1. Genel Kuvvet

Genel kuvvet, belirli bir spor branşındaki tek bir hareketin doğrudan taklit edilmesinden ziyade temel hareket örüntülerinde genel kuvvet kapasitesinin geliştirilmesini ifade eder. Squat, deadlift, yatay ve dikey itme-çekme hareketleri ile farklı gövde stabilizasyon egzersizleri genel kuvvet programlarında sıklıkla kullanılabilir. Özellikle genel hazırlık döneminde uygulanan bu çalışmalar, ilerleyen dönemlerde gerçekleştirilecek daha yüksek şiddetli veya branşa özgü antrenmanlar için fiziksel bir temel oluşturabilir (Bompa & Buzzichelli, 2019; Zatsiorsky vd., 2020).

Genel kuvvet gelişiminin amacı mümkün olduğunca fazla egzersiz yapmak değil, sporcunun temel hareketlerde güvenli ve etkili biçimde kuvvet üretebilmesini sağlamaktır. Egzersizlerin karmaşıklığı, yükü ve hacmi sporcunun teknik yeterliliği ve antrenman düzeyine göre aşamalı olarak artırılmalıdır.

6.1.2. Özel Kuvvet

Özel kuvvet, sporcunun kuvvet özelliklerinin branşın performans gereksinimleri doğrultusunda geliştirilmesini ifade eder. Ancak branşa özgüllük, müsabaka hareketinin üzerine ağırlık eklenerek birebir taklit edilmesi anlamına gelmemektedir. Antrenmandan sportif performansa transfer; kullanılan kas grupları, hareket yönü, eklem açıları, kasılma biçimi, hareket hızı ve kuvvet üretmek için mevcut süre gibi faktörlerle ilişkilidir (Suchomel vd., 2016; Zatsiorsky vd., 2020).

Örneğin bir sprinter için kısa süre içerisinde yüksek yatay kuvvet üretimi, bir güreşçi için rakibe karşı yüksek kuvvet oluşturabilme ve bunu tekrarlayabilme, bir voleybolcu için ise kısa sürede yüksek dikey itki oluşturma kapasitesi önem taşıyabilir. Bu nedenle özel kuvvet çalışmalarında spor branşının hareket ve kuvvet gereksinimleri analiz edilmeli, antrenman buna göre yapılandırılmalıdır.

6.1.3. Mutlak Kuvvet

Mutlak kuvvet, sporcunun vücut kütlelerinden bağımsız olarak üretebildiği toplam kuvvet veya kaldırabildiği toplam dış yükü ifade eder. Örneğin squat egzersizinde 180 kg kaldırabilen bir sporcunun mutlak kuvveti, 150 kg kaldırabilen bir sporcudan daha yüksektir. Powerlifting, halter ve strongman gibi kaldırılan mutlak yükün doğrudan performansı belirlediği branşlarda bu özellik özel önem taşımaktadır.

Dinamik maksimal kuvvetin pratik değerlendirmesinde en yaygın yöntemlerden biri bir tekrar maksimum (1TM) testidir. Bununla birlikte farklı egzersizlerde elde edilen 1TM değerleri doğrudan karşılaştırılmamalıdır; çünkü harekete katılan kas kütlesi, hareket genişliği ve egzersizin teknik özellikleri kaldırılabilen toplam yükü önemli ölçüde etkiler.

6.1.4. Bağlı Kuvvet

Bağlı kuvvet, kuvvet kapasitesinin sporcunun vücut büyüklüğü dikkate alınarak değerlendirilmesini amaçlar. Uygulamada en yaygın yöntem, kaldırılan yükün vücut kütlesine bölünmesidir. Örneğin 80 kg vücut kütlesine sahip bir sporcunun 160 kg squat yapabilmesi $2,0 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ şeklinde ifade edilebilir.

Bağlı kuvvet özellikle sporcunun kendi vücut kütlesini hızlandırmak veya kontrol etmek zorunda olduğu sprint, sıçrama ve cimmastik gibi performanslarda önem taşıyabilir. Bununla birlikte kuvvet değerinin doğrudan vücut kütlesine bölünmesi, farklı vücut büyüklüklerine sahip bireylerde vücut büyüklüğünün etkisini her zaman tamamen ortadan kaldırmaz. Bu nedenle özellikle bilimsel karşılaştırmalarda geniş vücut kütlesi dağılımı söz konusu olduğunda allometrik ölçekleme gibi yöntemler basit oran yöntemine göre daha uygun olabilir (Nevill vd., 1992).

6.1.5. Maksimal Kuvvet

Maksimal kuvvet, kas-sinir sisteminin belirli bir görev sırasında istemli olarak oluşturabildiği en yüksek kuvvet düzeyidir. Dinamik hareketlerde sıklıkla 1TM testiyle, izometrik değerlendirmelerde ise maksimal istemli kuvvet veya tepe kuvvet değerleriyle belirlenebilir.

Maksimal kuvvet gelişiminde yüksek yüklerle çalışmanın önemli bir yeri vardır. Farklı yük bölgelerinde yapılan direnç antrenmanları kuvvet gelişimi sağlayabilse de yüksek yüklerin düzenli olarak kullanılması 1TM performansını geliştirme açısından daha avantajlıdır. Bu durum yalnızca kas kütlesindeki değişimlere değil, yüksek kuvvet üretimine özgü nöromüsküler ve teknik adaptasyonlara da bağlıdır (Aagaard, 2003; Lopez vd., 2021; Suchomel vd., 2016).

Bununla birlikte maksimal kuvvet hedefleyen bir programın tamamının sürekli %90–100 1TM yüklerle gerçekleştirilmesi gerekli değildir. Orta ve yüksek yüklerin birlikte kullanılması, yeterli antrenman hacminin korunması ve yüksek şiddetli çalışmaların oluşturduğu yorgunluğun yönetilmesi daha sürdürülebilir bir yaklaşım olabilir.

6.1.6. Çabuk Kuvvet, Patlayıcı Kuvvet ve Güç

Türkçe antrenman literatüründe “çabuk kuvvet” kavramı sıklıkla kullanılmakla birlikte güncel nöromüsküler performans literatüründe patlayıcı kuvvet, kuvvet gelişim hızı ve güç kavramlarının birbirinden ayrılması daha açıklayıcıdır.

Patlayıcı kuvvet, sporcunun kısa bir süre içerisinde yüksek kuvvet düzeyine ulaşabilme kapasitesini ifade eder ve kuvvet gelişim hızıyla yakından ilişkilidir. Birçok sportif hareket, maksimal kuvvete ulaşılması için gerekli süreden daha kısa zaman aralıklarında gerçekleştiğinden, sporcunun yalnızca ne kadar yüksek kuvvet üretebildiği değil, bu kuvveti ne kadar hızlı geliştirebildiği de önemlidir (Aagaard, 2003; Suchomel vd., 2016).

Mekanik güç ise kuvvet ve hareket hızının birleşiminden oluşur. Dolayısıyla maksimal kuvvet, patlayıcı kuvvet ve güç birbiriyle yakından ilişkili olmakla birlikte aynı kavramlar değildir. Maksimal güç üretimi kasın kuvvet üretme kapasitesi, kasılma hızı, kas mimarisi ve sinir-kas sisteminin aktivasyonu gibi birçok etkene bağlıdır (Cormie vd., 2011).

Güç antrenmanlarında kullanılacak yük egzersize ve hedeflenen kuvvet-hız bölgesine göre değişir. Bu nedenle tüm güç egzersizleri için tek bir 1TM yüzdesi önermek doğru değildir. Ballistik sıçramalar düşük dış yüklerle gerçekleştirilebilirken, olimpiik kaldırış türevleri ve yüklü sıçramalarda farklı yük bölgeleri kullanılabilir. Temel amaç, hareket tekniğini koruyarak konsantrik fazı mümkün olan en yüksek hareket niyetiyle gerçekleştirmektir.

Pliometrik antrenmanlar da patlayıcı performansın geliştirilmesinde önemli bir yöntemdir. Pliometrik hareketlerde kas-tendon ünitesinin gerilme-kısalma döngüsünden yararlanılarak kısa süre içerisinde yüksek kuvvet ve güç üretimi hedeflenir. Pliometrik çalışmaların nöromüsküler özellikleri, sıçrama ve diğer patlayıcı performans göstergelerini geliştirebildiği gösterilmiştir (Markovic & Mikulic, 2010).

6.1.7. Kuvvette Devamlılık

Kuvvette devamlılık veya lokal kassal dayanıklılık, belirli bir kuvvet düzeyinin zaman içerisinde sürdürülebilmesi veya belirli bir dirence karşı kasılmaların tekrarlanabilmesi kapasitesidir. Kürek, güreş, tırmanış ve birçok takım sporunda tekrarlanan kuvvet üretimlerinin sürdürülebilmesi bakımından önemlidir.

Kuvvette devamlılık çalışmaları genellikle maksimal kuvvet çalışmalarına kıyasla daha düşük yük ve daha yüksek tekrar sayıları içerir. Bununla birlikte %40–70 1TM veya 12–20 tekrar gibi tek bir aralık tüm sporcular ve spor branşları için standart olarak kabul edilmemelidir. Antrenman programı sporda gerekli

olan kuvvet düzeyi, kasılma süresi, tekrar sıklığı ve toparlanma özelliklerine göre düzenlenmelidir (Zatsiorsky vd., 2020).

6.2. Kuvvet Antrenmanının Programlanmasında Temel Değişkenler

Kuvvet antrenmanının programlanması, yük, hacim, sıklık, dinlenme, hareket hızı, hareket genişliği ve efor düzeyi gibi değişkenlerin hedeflenen adaptasyon doğrultusunda birlikte düzenlenmesini gerektirir. Bu değişkenlerden herhangi birinin değiştirilmesi diğer değişkenleri ve ortaya çıkan toplam antrenman stresini etkileyebilir (Bernárdez-Vázquez vd., 2022; Currier vd., 2023).

6.2.1. Özgüllük

Antrenman adaptasyonları uygulanan uyarının özelliklerinden etkilenmektedir. Kuvvet gelişiminin belirli ölçüde harekete, hareket hızına, eklem açısına ve kasılma biçimine özgü olması nedeniyle programda sporcunun geliştirmek istediği performans özellikleriyle ilişkili egzersizlere yer verilmelidir. Bununla birlikte özgüllük yalnızca müsabaka hareketini taklit etmek olarak değerlendirilmemelidir. Benzer kas gruplarını ve kuvvet özelliklerini geliştiren yardımcı egzersizler de performansa katkı sağlayabilir (Suchomel vd., 2016; Zatsiorsky vd., 2020).

6.2.2. Aşamalı Yüklenme

Sporcunun belirli bir antrenman uyarısına adapte olmasıyla birlikte aynı uyarının oluşturduğu gelişim zaman içerisinde azalabilir. Bu nedenle yük, tekrar, set, toplam hacim veya egzersiz zorluğu sporcunun gelişimine göre aşamalı biçimde değiştirilmelidir.

Aşamalı yüklenme yalnızca bara sürekli daha fazla ağırlık eklemek değildir. Aynı yükla daha fazla tekrar gerçekleştirmek, aynı çalışmayı daha yüksek hareket hızıyla tamamlamak, teknik kalitenin geliştirilmesi veya aynı işi daha düşük algılanan eforla gerçekleştirmek de performanstaki ilerlemeyi gösterebilir.

6.2.3. Antrenman Yüğü

Antrenmanda kullanılan dış yük genellikle kilogram, 1TM yüzdesi veya tekrar maksimum değeriyle ifade edilir. Yüğün maksimal kuvvet ve hipertrofi üzerindeki etkileri aynı değildir. Yüksek yükler özellikle 1TM kuvvetinin geliştirilmesinde avantaj sağlarken kas hipertrofisi oldukça geniş bir yük aralığında ortaya çıkabilir (Lopez vd., 2021; Schoenfeld, Grgic, Ogborn, & Krieger, 2017).

Bu durum hipertrofi açısından dış yüğü önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Çok düşük yükler kullanıldığında yeterli yüksek eşikli motor

birim katılımı oluşturabilmek için setlerin daha yüksek efor düzeyine ulaşması gerekebilir. Buna karşılık çok ağır yükler belirli bir toplam tekrar ve hacme ulaşmayı zorlaştırabilir. Bu nedenle orta yük bölgeleri hipertrofi programlarında pratik açıdan sıklıkla kullanılmaktadır.

6.2.4. Antrenman Hacmi

Antrenman hacmi, gerçekleştirilen toplam çalışmanın miktarını ifade eder. Toplam tekrar sayısı, toplam set sayısı veya set $\times$ tekrar $\times$ yük gibi farklı yöntemlerle hesaplanabilir. Hipertrofi çalışmalarında kas grubu başına haftalık set sayısı pratik bir ölçüm yöntemi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Mevcut kanıtlar, çok düşük antrenman hacmine kıyasla daha yüksek haftalık hacimlerin kuvvet ve hipertrofi gelişimine ek katkı sağlayabildiğini göstermektedir. Ancak hacim-adaptasyon ilişkisi sınırsız ve doğrusal değildir. Belirli bir noktadan sonra ek hacmin sağladığı kazanımlar azalırken yorgunluk ve toparlanma maliyeti artabilir (Pelland vd., 2026; Ralston vd., 2017; Schoenfeld, Ogborn, & Krieger, 2017).

Bu nedenle tüm bireyler için “kas başına kesin olarak 10, 15 veya 20 set” şeklinde evrensel bir sayı belirlemek yerine, sporcunun mevcut antrenman hacmi, gelişim düzeyi ve toparlanma kapasitesi izlenmelidir.

6.2.5. Antrenman Sıklığı

Antrenman sıklığı bir kas grubunun veya hareketin belirli bir zaman diliminde kaç kez çalıştırıldığını ifade eder. Sıklığın etkisi haftalık toplam antrenman hacmiyle yakından ilişkilidir. Haftalık hacim eşit olduğunda yalnızca antrenman günü sayısının artırılması her durumda daha fazla hipertrofi sağlamayabilir. Buna karşılık yüksek haftalık hacmin birden fazla güne dağıtılması, seans başına düşen yorgunluğu azaltarak antrenman kalitesinin korunmasına yardımcı olabilir (Currier vd., 2023; Pelland vd., 2026).

6.2.6. Setler Arası Dinlenme

Setler arası dinlenme süresi, sonraki sette sürdürülebilen kuvvet, tekrar sayısı ve hareket hızı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Yüksek kuvvet veya güç çıktısının korunması gereken çalışmalarda çok kısa dinlenmeler sonraki set performansını sınırlayabilir. Bu nedenle ağır çok eklemli egzersizlerde daha uzun dinlenme süreleri kullanılabilir (Grgic vd., 2018).

Geçmişte hipertrofi antrenmanları için oldukça kısa dinlenme süreleri sıklıkla önerilmiş olmakla birlikte güncel kanıtlar kısa dinlenmenin hipertrofi için zorunlu olmadığını göstermektedir. Çok kısa toparlanma süreleri, sonraki

setlerde yapılabilen tekrar sayısını ve kullanılan yükü azaltabilir. Daha uzun dinlenmelerin bazı koşullarda hipertrofi açısından küçük avantajlar sağlayabileceği bildirilmiştir (Singer vd., 2024).

Bu nedenle dinlenme süresi yalnızca metabolik stres yaratmak amacıyla kısaltılmamalıdır. Dinlenme, sporcunun bir sonraki seti hedeflenen teknik ve performans kalitesiyle gerçekleştirebilmesine olanak sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.

6.2.7. Tükenişe Yakınlık ve Tekrar Rezervi

Kas tükenişi, sporcunun doğru teknikle bir tekrar daha tamamlayamadığı noktayı ifade eder. Özellikle hipertrofi antrenmanlarında bütün setlerin tükenişe kadar gerçekleştirilmesinin gerekli olduğu uzun yıllar boyunca yaygın bir varsayım olmuştur. Ancak sistematik derleme ve meta-analizler, tüm setlerin tükenişe kadar yapılmasının maksimal kuvvet veya kas hipertrofisi için zorunlu olmadığını göstermektedir (Grgic vd., 2022).

Tükenişe çok yakın setler yüksek düzeyde kas aktivasyonu sağlayabilir ancak akut nöromüsküler ve algısal yorgunluğu da artırabilir. Özellikle yüksek yükla gerçekleştirilen çok eklemli egzersizlerde sürekli tükeniş kullanılması sonraki setlerin ve egzersizlerin performansını düşürebilir.

Tekrar rezervi yaklaşımı bu nedenle antrenmanın oto-regülasyonunda kullanılabilecek pratik araçlardan biridir. Örneğin 2 tekrar rezerv, sporcunun set sonunda doğru teknikle yaklaşık iki tekrar daha gerçekleştirebileceğini düşündüğü noktada seti sonlandırmasını ifade eder.

6.2.8. Hareket Genişliği

Egzersiz gerçekleştirildiği hareket genişliği hem antrenmanda kullanılan yükü hem de ortaya çıkan adaptasyonları etkileyebilir. Uygun teknikle gerçekleştirilebildiği durumlarda tam hareket genişliği kuvvet ve hipertrofi gelişimi açısından etkili bir yaklaşımdır. Sistematik derleme ve meta-analiz bulguları özellikle alt ekstremitede tam hareket genişliğinin bazı kuvvet ve hipertrofi sonuçlarında kısmi hareketlerden daha avantajlı olabildiğini göstermektedir (Pallarés vd., 2021).

Bununla birlikte kısmi hareketler tamamen etkisiz değildir. Belirli spor hareketlerine özgü eklem açıları, aşırı yükleme veya rehabilitasyon amaçları doğrultusunda programın belirli dönemlerinde kullanılabilir.

6.2.9. Hareket Hızı ve Oto-Regülasyon

Kaldırış hızı kuvvet antrenmanının oluşturduğu nöromüsküler uyararı etkileyen önemli bir değişkendir. Maksimal kuvvet ve güç çalışmalarında konsantrik fazın mümkün olan en yüksek hareket niyetiyle gerçekleştirilmesi önemlidir. Ağır bir yük nedeniyle gerçek hareket hızı düşük olsa bile sporcunun yükü mümkün olduğunca hızlı hareket ettirme niyeti korunabilir.

Geleneksel yüzde temelli programlarda yük yoğunlukla önceden ölçülen 1TM'nin belirli bir yüzdesiyle reçete edilir. Ancak günlük kuvvet kapasitesi uyku, toparlanma, önceki antrenmanlar ve diğer faktörlerden etkilenebilir. Hız temelli antrenman yaklaşımında kaldırış hızı izlenerek yük ve antrenman hacmi sporcunun günlük durumuna göre düzenlenebilir (Włodarczyk vd., 2021).

Set içerisindeki hız kaybı da yorgunluğun izlenmesinde kullanılabilir. Düşük hız kaybı eşikleri tekrar kalitesinin korunmasına ve gereksiz yorgunluğun sınırlandırılmasına yardımcı olurken daha yüksek hız kayıpları genellikle daha fazla tekrar ve metabolik stres oluşturur. Meta-analitik bulgular hız kaybı eşiklerinin hedeflenen kuvvet ve hipertrofi adaptasyonlarına göre farklılaştırılabileceğini göstermektedir (Hickmott vd., 2022).

6.3. Egzersiz Seçim Kriterleri

Egzersiz seçimi, kuvvet antrenmanının hedeflenen adaptasyona ulaşmasında temel programlama unsurlarından biridir. Egzersizlerin seçiminde sporcunun amacı, spor branşı, teknik yeterliliği, antropometrik özellikleri, hareket genişliği, yaralanma geçmişi, mevcut ekipman ve egzersize verdiği bireysel yanıt dikkate alınmalıdır.

Bir egzersizin yüksek yük kullanılmasına olanak vermesi veya popüler olması, o egzersizi bütün sporcular için zorunlu hale getirmez. Belirli bir hareket sporcunun anatomik özelliklerine uygun değilse veya sürekli ağrı oluşturuyorsa aynı hareket örüntüsü farklı bir egzersizle yüklenebilir.

6.3.1. Çok Eklemliler ve Tek Eklemliler

Squat, deadlift, bench press, overhead press ve row gibi birden fazla eklemin anlamlı şekilde harekete katıldığı hareketler çok eklemlilerdir. Aynı anda büyük miktarda kas kütlelerini çalıştırabilmeleri ve yüksek dış yüklerin kullanılmasına olanak sağlamaları nedeniyle genel kuvvet programlarında önemli bir yere sahiptir.

Biceps curl, leg extension ve leg curl gibi hareketler ise daha sınırlı eklem hareketi içerir ve belirli kas gruplarının hedeflenmesini kolaylaştırır. Tek eklemliler

egzersizler, çok eklemlili hareketlerde yeterince uyarılmayan kaslara ek antrenman hacmi sağlamak için kullanılabilir.

Çok eklemlili egzersizlerin bütün amaçlar için tek eklemlili egzersizlerden üstün olduğunu kabul etmek doğru değildir. Kuvvet gelişimi önemli ölçüde göreve özgüdür. Buna karşılık zamanı kısıtlı antrenmanlarda çok eklemlili egzersizler aynı anda daha fazla kas grubunun çalıştırılmasına olanak sağlamaları nedeniyle verimli bir seçim olabilir (Iversen vd., 2021).

6.3.2. Egzersiz Sıralaması

Egzersiz sıralaması antrenmandaki öncelikler doğrultusunda belirlenmelidir. Teknik olarak daha karmaşık, yüksek güç veya yüksek kuvvet gerektiren hareketlerin yorgunluk oluşmadan önce yapılması genellikle daha uygundur.

Uzun dönem araştırmalarını inceleyen meta-analiz, kuvvet kazanımının seansın başında yapılan egzersizlerde daha fazla olma eğiliminde olduğunu, hipertrofi açısından ise çok eklemlili veya tek eklemlili egzersizin önce yapılmasının belirgin bir üstünlüğü bulunmadığını göstermektedir (Nunes vd., 2021).

Dolayısıyla “çok eklemlili egzersiz her koşulda önce yapılmalıdır” şeklinde kesin bir kuraldan ziyade, sporcunun en fazla geliştirmesi gereken hareketin veya kas grubunun seansın erken bölümüne yerleştirilmesi daha uygun olabilir.

6.3.3. Unilateral ve Bilateral Egzersizler

Split squat, lunge, tek bacak squat ve tek kol press gibi unilateral egzersizler tek taraflı kuvvet üretimini hedeflerken squat, deadlift ve bench press gibi bilateral egzersizlerde iki ekstremiteli birlikte çalışır.

Bu iki egzersiz grubunu birbirinin alternatifi olarak görmek yerine amaç doğrultusunda birlikte kullanmak daha uygundur. Güncel meta-analiz bulguları hipertrofi açısından unilateral ve bilateral antrenman arasında belirgin fark olmadığını, buna karşılık kuvvet kazanımlarının test edilen hareket biçimine özgü olduğunu göstermektedir; bilateral antrenman bilateral kuvveti, unilateral antrenman ise unilateral kuvveti daha fazla geliştirme eğilimindedir (Kassiano vd., 2025).

Bu nedenle sprint, yön değiştirme ve tek bacak sıçrama gibi unilateral kuvvet üretiminin önemli olduğu branşlarda unilateral egzersizler programa dahil edilebilirken, yüksek toplam kuvvet üretiminin amaçlandığı çalışmalarda bilateral hareketler önemli olmaya devam etmektedir.

6.4. Kuvvet Antrenman Yöntemleri

Set, tekrar, yük ve dinlenme aralıklarının farklı biçimlerde düzenlenmesi çok sayıda kuvvet antrenmanı yönteminin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yöntemlerin hiçbiri bütün hedefler için mutlak olarak üstün değildir. Uygun yöntem, sporcunun hedeflenen adaptasyonuna ve mevcut antrenman koşullarına göre seçilmelidir.

6.4.1. Geleneksel Set Yöntemi

Geleneksel set yönteminde belirlenen tekrar sayısı kesintisiz olarak tamamlanır, ardından setler arası dinlenme uygulanır ve sonraki sete geçilir. Örneğin squat egzersizinde 4×5 tekrar uygulanması ve setler arasında üç dakika dinlenilmesi geleneksel set yapısına örnek oluşturur.

Bu yöntem maksimal kuvvetten hipertrofiye kadar farklı hedeflere göre kolaylıkla düzenlenebilir ve hem başlangıç düzeyi hem de ileri düzey sporcularda kullanılabilir.

6.4.2. Piramit Yöntemi

Piramit yönteminde setler ilerledikçe yük ve tekrar sayısı sistematik biçimde değiştirilir. Artan piramitte dış yük artarken tekrar sayısı azalır. Örneğin %65 1TM ile 10 tekrar, %75 1TM ile 8 tekrar ve %85 1TM ile 5 tekrar şeklinde bir yapı oluşturulabilir.

Piramit yöntemi farklı yük bölgelerinin aynı antrenmanda kullanılmasını sağlar. Ancak piramit sisteminin, eşitlenmiş toplam çalışma koşullarında geleneksel setlerden bağımsız olarak özel bir fizyolojik üstünlük oluşturduğu kabul edilmemelidir. Temel olarak yük ve tekrarların organize edilme biçimidir.

6.4.3. Ters Piramit

Ters piramitte yeterli ısınmanın ardından en yüksek çalışma yükü ilk sette kullanılır; sonraki setlerde yük azaltılırken tekrar sayısı artırılır. Örneğin %85 1TM $\times$ 5 tekrar, %77 1TM $\times$ 7 tekrar ve %70 1TM $\times$ 10 tekrar şeklinde uygulanabilir.

En ağır çalışma setinin antrenmanın erken bölümünde gerçekleştirilmesi yüksek yük performansının korunmasını sağlayabilir. Bununla birlikte ağır ilk set öncesinde yeterli egzersize özgü ısınma gerçekleştirilmelidir.

6.4.4. Çift Taraflı Piramit

Çift taraflı piramitte yük önce kademeli biçimde artırılır ve tekrar sayısı azaltılır; en yüksek çalışma yüküne ulaşıldıktan sonra yük yeniden azaltılır ve tekrar sayısı artırılır. Böylece artan ve azalan piramit aynı antrenman içerisinde birleştirilir.

Bu yöntemde toplam antrenman hacmi kolaylıkla yüksek değerlere ulaşabileceğinden, set ve tekrar sayılarının sporcunun toparlanma kapasitesine göre düzenlenmesi gerekir.

6.4.5. Süper Set

Süper set, iki egzersizin aralarında çok kısa dinlenme verilerek veya dinlenme verilmeden arka arkaya uygulanmasıdır. Agonist-antagonist süper setlerde bench press ile row gibi karşıt kas grupları; benzer biyomekanik süper setlerde ise aynı veya benzer kas gruplarını hedefleyen egzersizler ardışık olarak uygulanabilir.

Güncel sistematik derleme ve meta-analizler süper setlerin antrenman süresini önemli ölçüde azaltarak zaman verimliliği sağlayabildiğini göstermektedir. Uzun dönem maksimal kuvvet, kuvvette devamlılık ve hipertrofi adaptasyonları geleneksel setlere genel olarak benzer bulunurken süper setler akut metabolik yükü ve algılanan eforu artırabilmektedir (Zhang vd., 2025).

Dolayısıyla süper set özellikle antrenman süresinin kısıtlı olduğu durumlarda yararlı bir seçenek olabilir. Ancak yüksek mekanik performansın korunmasının temel amaç olduğu ağır kuvvet veya güç çalışmalarında yetersiz toparlanmaya neden olacak şekilde uygulanmamalıdır.

6.4.6. Üçlü Set

Üçlü set, genellikle aynı kas grubuna yönelik üç egzersizin aralarında dinlenme olmadan veya çok kısa dinlenmeyle gerçekleştirilmesidir. Üç egzersiz tamamlandığında bir set veya seri tamamlanmış kabul edilir.

Bu yöntem kısa sürede yüksek lokal çalışma miktarı oluşturabilir ve özellikle hipertrofi odaklı programlarda kullanılabilir. Bununla birlikte oluşan yorgunluk nedeniyle sonraki egzersizlerde kullanılabilen yük ve hareket kalitesi azalabilir. Bu nedenle maksimal kuvvet veya güç gelişiminin temel yöntemi olarak değerlendirilmemelidir.

6.4.7. Dairesel Antrenman Yöntemi

Dairesel antrenmanda birden fazla egzersiz istasyonlar halinde uygulanır. Sporcu egzersizleri belirlenen sırayla tamamladıktan sonra bir tur bitirmiş olur.

İstasyonlar arasındaki dinlenme kısa tutulabilir ve turun sonunda daha uzun toparlanma uygulanabilir.

Dairesel antrenmanın fizyolojik etkileri kullanılan egzersizler, yük, tekrar sayısı, istasyon sayısı ve dinlenme sürelerine bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla bu yöntem yalnızca “başlangıç düzeyi” veya yalnızca “kuvvette devamlılık” yöntemi olarak değerlendirilmemelidir. Programın yapısına göre genel kondisyon, kassal dayanıklılık veya zaman verimli kuvvet antrenmanı amacıyla kullanılabilir.

6.4.8. Cluster Set

Cluster setlerde geleneksel bir sette kesintisiz olarak yapılacak tekrarlar, set içerisinde verilen kısa dinlenme aralıklarıyla bölünür. Örneğin altı tekrarın kesintisiz yapılması yerine 2 + 2 + 2 tekrar uygulanabilir ve her iki tekrar arasında 15–30 saniye dinlenme verilebilir.

Set içi kısa toparlanma aralıkları tekrarlar boyunca hareket hızının ve mekanik performansın daha iyi korunmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle cluster yapısı özellikle hız ve güç kalitesinin korunmasının önemli olduğu çalışmalarda kullanılabilir.

Ancak cluster setlerin her koşulda geleneksel setlerden daha yüksek maksimal kuvvet veya hipertrofi oluşturduğu söylenemez. Güncel sistematik derleme ve meta-analiz sonuçları iki yaklaşımın kuvvet gelişimindeki etkisinin antrenman süresi ve kullanılan protokole göre değişebildiğini göstermektedir. Cluster yapıların temel avantajlarından biri daha düşük yorgunlukla tekrar kalitesini koruyabilmeleridir (Cui vd., 2025).

6.4.9. Drop Set

Drop set yönteminde belirli bir yükla set yüksek efor düzeyine veya tükenişe kadar sürdürüldükten sonra dış yük hızlı biçimde azaltılır ve uzun dinlenme verilmeden egzersize devam edilir. Yük azaltma işlemi bir veya daha fazla kez tekrarlanabilir.

Sistematik derleme ve meta-analiz bulguları drop setlerin geleneksel setlere göre daha fazla hipertrofi oluşturduğunu göstermemektedir. Buna karşılık benzer kas gelişiminin daha kısa antrenman süresiyle elde edilebilmesi, bu yöntemin önemli bir avantajıdır (Södal vd., 2023).

Bu nedenle drop set “geleneksel setlerden daha fazla kas geliştirir” şeklinde değil, belirli koşullarda benzer hipertrofik uyarıyı daha kısa sürede sağlayabilen yüksek eforlu bir yöntem olarak değerlendirilmelidir.

6.4.10. Rest-Pause Yöntemi

Rest-pause yönteminde bir set yüksek efor düzeyine ulaştıktan sonra kısa bir dinlenme uygulanır ve aynı dış yükla ek tekrarlar gerçekleştirilir. Örneğin sekiz tekrarın ardından 15–30 saniye dinlenip aynı ağırlıkla birkaç tekrar daha yapılabilir.

Rest-pause yöntemini drop setten ayıran temel özellik yükün belirgin biçimde azaltılmamasıdır. Akut araştırmalar bu yöntemin belirli koşullarda geleneksel setlere göre daha fazla tekrar veya çalışma hacmi gerçekleştirilmesine izin verebildiğini göstermektedir (Korak vd., 2018).

Bununla birlikte rest-pause yöntemine ilişkin uzun dönem kanıt miktarı geleneksel setler kadar geniş değildir. Bu nedenle özellikle deneyimli bireylerde ve seçilmiş egzersizlerde tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılması daha uygundur.

6.4.11. Hız Temelli Kuvvet Antrenmanı

Hız temelli antrenmanda kaldırış sırasında ölçülen hareket hızı, antrenman yükünün ve hacminin düzenlenmesinde kullanılır. Doğrusal pozisyon dönüştürücüler veya geçerliği gösterilmiş diğer hız ölçüm sistemleri yardımıyla tekrarların ortalama veya tepe hızları takip edilebilir.

Bu yöntem sporcunun günlük performans durumundaki değişikliklerin antrenmana yansıtılmasına olanak sağlar. Sistematik derlemeler hız temelli antrenmanın kuvvet ve güç gelişiminin yönetilmesi ve antrenman yükünün bireyselleştirilmesi açısından uygulanabilir olduğunu göstermektedir (Włodarczyk vd., 2021).

Set içerisinde belirlenen hız kaybı eşiğine ulaşıldığında setin sonlandırılması, toplam yorgunluğun kontrol edilmesi amacıyla kullanılabilir. Daha düşük hız kayıpları daha yüksek tekrar kalitesi ve daha düşük yorgunluk sağlarken, daha yüksek hız kayıpları daha fazla tekrar yapılmasına ancak daha yüksek akut yorgunluğa yol açabilir (Hickmott vd., 2022).

6.4.12. Periyodizasyon

Periyodizasyon, antrenman yükü, hacmi ve diğer programlama değişkenlerinin haftalar ve aylar içerisinde planlı biçimde değiştirilmesini ifade eder. Bu nedenle periyodizasyon tek başına bir set yöntemi değil, antrenmanın zaman içerisindeki organizasyonudur (Bompa & Buzzichelli, 2019).

Hacim eşitlendiğinde periodize direnç antrenmanlarının maksimal kuvvet gelişiminde periodize olmayan programlardan küçük bir avantaj sağlayabildiği,

buna karşılık hipertrofi açısından belirgin fark olmadığı gösterilmiştir. Ayrıca antrenmanlı bireylerde dalgalı periyodizasyonun bazı koşullarda lineer periyodizasyondan daha yüksek 1TM gelişimi sağlayabileceği bildirilmiştir (Moesgaard vd., 2022).

Bu nedenle periyodizasyonun temel amacı sürekli yeni egzersizler kullanmak değil, antrenman uyarısını sporcunun gelişimi, performans hedefleri ve yorgunluk düzeyi doğrultusunda zaman içerisinde yönetmektir.

6.5. Bir Tekrar Maksimum (1TM)

Bir tekrar maksimum, sporcunun belirli bir egzersizi tanımlanmış teknik ve hareket genişliği içerisinde bir kez tamamlayabildiği en yüksek dış yükü ifade eder. 1TM hem maksimal dinamik kuvvetin değerlendirilmesinde hem de yüzde temelli antrenman yüklerinin belirlenmesinde yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Sistematik derleme bulguları, uygun standardizasyon sağlandığında 1TM testlerinin farklı egzersizler ve popülasyonlarda genel olarak yüksek test-tekrar test güvenilirliğine sahip olduğunu göstermektedir (Grgic vd., 2020).

Bununla birlikte güvenilir bir 1TM değerlendirmesi için hareket genişliği, teknik kriterler, ekipman, tempo ve geçerli tekrar koşulları testler arasında aynı tutulmalıdır. Sporcunun ilgili egzersizde yeterli deneyiminin bulunmaması durumunda öğrenme etkisi gerçek kuvvet değişiminden bağımsız olarak test sonucunu etkileyebilir.

6.5.1. Doğrudan 1TM Testi

1TM testi öncesinde genel ve egzersize özgü ısınma gerçekleştirilmelidir. Ardından düşük ve orta yüklerle hazırlık setleri uygulanarak maksimal denemelere kademeli biçimde yaklaşılabılır. Örneğin hafif yükla 5–10 tekrar, orta yükla 3–5 tekrar ve daha yüksek yükla 1–3 tekrar kullanılabilir.

Maksimal denemeler arasında yeterli toparlanma sağlanmalıdır. Çoğu durumda yaklaşık 3–5 dakikalık dinlenme yüksek kuvvet üretiminin korunmasına yardımcı olur. Başarılı bir denemenin ardından yük küçük basamaklarla artırılır. Amaç gereksiz sayıda maksimal deneme yapmadan gerçek veya gerçeğe çok yakın 1TM değerine ulaşmaktır.

Tek bir evrensel 1TM test protokolü bulunmadığından, kullanılan prosedürün aynı sporcu için sonraki ölçümlerde standartlaştırılması önem taşımaktadır (Grgic vd., 2020).

6.5.2. Tekrar Yöntemiyle Tahmini 1TM

Doğrudan 1TM testinin uygun olmadığı durumlarda daha düşük bir yükla gerçekleştirilen çok tekrarlı testlerden 1TM tahmin edilebilir. Bireyin belirli bir yükla yapabildiği tekrar sayısı belirlenir ve matematiksel bir tahmin formülü kullanılır.

Yaygın formüllerden biri Brzycki denklemidir:

$$1TM = \text{Yük} / [1,0278 - (0,0278 \times \text{tekrar sayısı})]$$

Örneğin 50 kg ile sekiz tekrar gerçekleştiren bir birey için:

$$1TM = 50 / [1,0278 - (0,0278 \times 8)]$$

$$1TM \approx 62,1 \text{ kg}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Tahmini 1TM yöntemleri saha uygulamalarında kullanışlı olmakla birlikte tahmin hatasının egzersize, tekrar sayısına ve bireyin antrenman geçmişine göre değişebileceği unutulmamalıdır. Tekrar sayısı yükseldikçe kassal dayanıklılık özellikleri test sonucunu daha fazla etkileyebilir. Bu nedenle mümkün olduğunda daha düşük tekrar sayılarının kullanıldığı submaksimal testler daha isabetli olabilir (Reynolds vd., 2006).

6.6. Kassal Hipertrofi

Kassal hipertrofi, iskelet kasının kesitsel alanında ve/veya kas hacminde meydana gelen kronik artışı ifade eder. Direnç antrenmanı kas hipertrofisi oluşturmak amacıyla kullanılan temel egzersiz yöntemidir.

Hipertrofinin yalnızca yoğun kas hasarı veya antrenman sonrası kas ağrısı oluşturmakla ilişkili olduğu düşüncesi aşırı basitleştiricidir. Programlamanın temel amacı, kas dokusunun yeterli mekanik yüklenmeye düzenli biçimde maruz bırakılması ve bu uyarının sporcunun adaptasyonuna göre zaman içerisinde geliştirilmesidir. Antrenman hacmi, kullanılan yük, efor düzeyi, hareket genişliği, egzersiz seçimi, dinlenme ve sıklık hipertrofik yanıtı etkileyebilir (Bernárdez-Vázquez vd., 2022).

6.6.1. Hipertrofi ve Antrenman Yüğü

Hipertrofi antrenmanları geleneksel olarak 6–12 tekrar gibi orta tekrar aralıklarıyla ilişkilendirilmiştir. Ancak güncel kanıtlar kas gelişiminin bundan daha geniş yük ve tekrar aralıklarında gerçekleşebildiğini göstermektedir.

Düşük ve yüksek yüklerle gerçekleştirilen çalışmalar yeterli efor düzeyine ulaştığında benzer hipertrofi sağlayabilirken, yüksek yüklerin 1TM kuvvetini geliştirmede daha avantajlı olduğu görülmektedir (Lopez vd., 2021; Schoenfeld, Grgic, Ogborn, & Krieger, 2017).

Bu nedenle hipertrofi için yalnızca 8–12 tekrar yapılması zorunlu değildir. Farklı tekrar bölgeleri program içinde kullanılabilir. Bununla birlikte orta tekrar aralıkları belirli bir antrenman hacmine ulaşılması, çok ağır yüklerin eklem ve teknik taleplerinin azaltılması ve çok yüksek tekrarların oluşturduğu kardiyorespiratuvar rahatsızlığın sınırlandırılması bakımından pratik avantaj sağlayabilir.

6.6.2. Hipertrofi ve Antrenman Hacmi

Antrenman hacmi hipertrofinin önemli programlama değişkenlerinden biridir. Sistematik derleme ve meta-analizler, çok düşük hacimlerle karşılaştırıldığında daha yüksek haftalık set sayılarının genel olarak daha fazla kas gelişimi sağlayabildiğini göstermektedir (Schoenfeld, Ogborn, & Krieger, 2017).

Ancak daha fazla hacim her zaman daha fazla hipertrofi anlamına gelmemektedir. Güncel doz-yanıt analizleri hacim arttıkça kazanımların devam edebildiğini, ancak ek setlerin sağladığı marjinal faydanın giderek azalabileceğini göstermektedir (Pelland vd., 2026).

Bu nedenle haftalık set sayısı bireyin antrenman deneyimi, daha önce uyguladığı hacim ve toparlanma kapasitesine göre kademeli biçimde artırılmalıdır.

6.6.3. Hipertrofi ve Tükeniş

Hipertrofi oluşturabilmek için her setin mutlak tükenişe kadar gerçekleştirilmesi zorunlu değildir. Tükeniş ve tükeniş öncesinde sonlandırılan antrenmanları karşılaştıran meta-analizler, genel olarak kas hipertrofisi açısından tükenişe kadar antrenmanın belirgin bir üstünlüğünü göstermemektedir (Grgic vd., 2022).

Bununla birlikte özellikle düşük yüklerle çalışıldığında setin çok erken sonlandırılması yeterli motor birim katılımının oluşmasını sınırlandırabilir. Bu nedenle düşük yük setlerinin tükenişe daha yakın gerçekleştirilmesi gerekebilir.

Pratik uygulamalarda hipertrofi amaçlı setlerin önemli bir bölümü yaklaşık 1–3 tekrar rezervle tamamlanabilir. Bazı izolasyon hareketleri veya programın belirli setleri tükenişe kadar uygulanabilir; ancak bütün egzersizleri sürekli tükenişe götürmek gerekli değildir.

6.6.4. Hipertrofi ve Dinlenme Süresi

Hipertrofi çalışmaları için setler arasında kesin olarak 30–60 saniye veya 1–2 dakika dinlenilmesi gerektiği görüşü güncel kanıtlar açısından fazla sınırlayıcıdır.

Dinlenme süresinin temel işlevlerinden biri, sonraki sette yeterli tekrar ve yük performansının korunmasını sağlamaktır. Güncel sistematik derleme ve Bayesian meta-analiz, çok kısa dinlenmelerin hipertrofi açısından özel bir üstünlüğünün bulunmadığını ve daha uzun dinlenmelerin bazı koşullarda küçük bir avantaj sağlayabileceğini göstermektedir (Singer vd., 2024).

Bu nedenle ağır çok eklemli egzersizlerde yaklaşık 2–3 dakika veya gerektiğinde daha uzun, izolasyon hareketlerinde ise daha kısa dinlenmeler kullanılabilir. Bir sonraki sette tekrar sayısının veya hareket kalitesinin aşırı düşmesi dinlenme süresinin yetersiz olabileceğini düşündürür.

6.6.5. Hipertrofi ve Antrenman Sıklığı

Bir kas grubunun haftada kaç kez çalıştırıldığı tek başına hipertrofinin temel belirleyicisi değildir. Antrenman sıklığının önemli işlevlerinden biri gerekli haftalık hacmi farklı seanslara dağıtmaktır.

Yüksek miktarda haftalık hacmin tek seansta uygulanması yerine iki veya daha fazla güne dağıtılması set kalitesinin ve performansın korunmasına yardımcı olabilir. Buna karşılık toplam haftalık hacim düşük olduğunda daha yüksek sıklığın sağlayacağı ek yarar sınırlı kalabilir (Currier vd., 2023; Pelland vd., 2026).

6.6.6. Hipertrofi İçin Egzersiz Seçimi

Hipertrofi programlarında çok eklemli ve tek eklemli hareketlerin birlikte kullanılması mümkündür. Çok eklemli egzersizler aynı anda birden fazla kas grubunu çalıştırarak zaman verimliliği sağlarken, tek eklemli hareketler belirli kaslara daha doğrudan antrenman hacmi uygulanmasına olanak sağlayabilir (Iversen vd., 2021).

Egzersiz çeşitliliğinin bulunması yararlı olmakla birlikte programın sürekli değiştirilmesi gerekli değildir. Temel egzersizlerin yeterli süre boyunca uygulanması performanstaki ilerlemenin izlenmesini kolaylaştırırken, yardımcı hareketler farklı kas bölgelerine veya hareket açılara ek uyaran sağlamak amacıyla kullanılabilir.

Süper set, drop set, rest-pause veya cluster gibi ileri yöntemlerin hipertrofi açısından geleneksel setlere mutlak üstünlüğü bulunmamaktadır. Bu yöntemlerin temel kullanım alanları zaman verimliliğini artırmak, farklı bir yorgunluk profili

oluşturmak veya belirli egzersizlerde tekrar kalitesini yönetmektir (Cui vd., 2025; Södal vd., 2023; Zhang vd., 2025).

Kuvvet antrenmanı yalnızca belirli yük ve tekrar aralıklarının uygulanmasından oluşan sabit bir sistem değildir. Maksimal kuvvet, güç, kassal dayanıklılık ve hipertrofi gibi adaptasyonlar; yük, hacim, sıklık, dinlenme, hareket hızı, hareket genişliği, egzersiz seçimi ve efor düzeyinin birbiriyle etkileşimi sonucunda gelişmektedir.

Maksimal kuvvet gelişiminde yüksek yüklerin kullanılması önem taşıırken bütün antrenmanların sürekli maksimale yakın yüklerle gerçekleştirilmesi gerekli değildir. Hipertrofi ise geniş bir yük ve tekrar aralığında geliştirilebilir. Burada yeterli antrenman hacmi, uygun efor düzeyi ve uzun vadeli aşamalı yüklenme önem kazanmaktadır. Her setin tükenişi kadar yapılması veya çok kısa dinlenme sürelerinin kullanılması hipertrofi için zorunlu değildir.

Egzersiz seçimi hedeflenen adaptasyona göre yapılmalıdır. Çok eklemlili ve tek eklemlili hareketler, unilaterall ve bilaterall egzersizler birbirlerinin mutlak alternatifleri değildir. Benzer biçimde geleneksel setler, piramit, süper set, cluster set, drop set ve rest-pause gibi yöntemler de farklı programlama amaçlarına hizmet eden araçlardır. Hız temelli antrenman ve oto-regülasyon yaklaşımları ise günlük performans değişimlerinin antrenman yüküne daha dinamik biçimde yansıtılmasına yardımcı olabilir.

Sonuç olarak kuvvet antrenmanı programlamasında temel soru “en iyi yöntem hangisidir?” değil, “hangi yöntem, hangi sporcu için, hangi dönemde ve hangi adaptasyonu geliştirmek amacıyla kullanılmalıdır?” olmalıdır. Bilimsel olarak etkili ve sürdürülebilir bir kuvvet antrenmanı programı; sporcunun özellikleri, sporun gereksinimleri, antrenman geçmişi, mevcut performansı ve toparlanma kapasitesinin birlikte değerlendirilmesiyle oluşturulmalıdır.

Kaynakça

- Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(2), 61–67.
- Bernárdez-Vázquez, R., Raya-González, J., Castillo, D., & Beato, M. (2022). Resistance training variables for optimization of muscle hypertrophy: An umbrella review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 949021. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.949021>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). Periodization-: theory and methodology of training. *Human kinetics*.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1–Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38.
- Cui, J., Yu, Y., Xu, Y., & Wu, H. (2025). Effectiveness of long-term cluster training and traditional resistance training in enhancing maximum strength in young adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 16, 1568247. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1568247>
- Currier, B. S., Mcleod, J. C., Banfield, L., Beyene, J., Welton, N. J., D'Souza, A. C., Keogh, J. A. J., Lin, L., Coletta, G., Yang, A., Colenso-Semple, L., Lau, K. J., Verboom, A., & Phillips, S. M. (2023). Resistance training prescription for muscle strength and hypertrophy in healthy adults: A systematic review and Bayesian network meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 57(18), 1211–1220. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106807>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Skrepnik, M., Davies, T. B., & Mikulic, P. (2018). Effects of rest interval duration in resistance training on measures of muscular strength: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 137–151. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0788-x>
- Grgic, J., Lazinica, B., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2020). Test–retest reliability of the one-repetition maximum (1RM) strength assessment: A systematic review. *Sports Medicine - Open*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00260-z>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport*

and Health Science, 11(2), 202–211.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>

Hickmott, L. M., Chilibeck, P. D., Shaw, K. A., & Butcher, S. J. (2022). The effect of load and volume autoregulation on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00404-9>

Iversen, V. M., Norum, M., Schoenfeld, B. J., & Fimland, M. S. (2021). No time to lift? Designing time-efficient training programs for strength and hypertrophy: a narrative review. *Sports Medicine*, 51(10), 2079-2095. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01490-1>

Kassiano, W., Nunes, J. P., Costa, B., Ribeiro, A. S., Loenneke, J. P., & Cyrino, E. S. (2025). Comparison of Muscle Growth and Dynamic Strength Adaptations Induced by Unilateral and Bilateral Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis: W. Kassiano et al. *Sports Medicine*, 55(4), 923-936. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02169-z>

Korak, J. A., Paquette, M. R., Fuller, D. K., Caputo, J. L., & Coons, J. M. (2018). Effect of a rest-pause vs. traditional squat on electromyography and lifting volume in trained women. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1309–1314. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3863-6>

Lopez, P., Radaelli, R., Taaffe, D. R., Newton, R. U., Galvão, D. A., Trajano, G. S., Teodoro, J. L., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., & Pinto, R. S. (2021). Resistance training load effects on muscle hypertrophy and strength gain: Systematic review and network meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(6), 1206–1216. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002585>

Markovic, G., & Mikelic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895.

Moesgaard, L., Beck, M. M., Christiansen, L., Aagaard, P., & Lundbye-Jensen, J. (2022). Effects of periodization on strength and muscle hypertrophy in volume-equated resistance training programs: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(7), 1647-1666. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01636-1>

Nevill, A. M., Ramsbottom, R., & Williams, C. (1992). Scaling physiological measurements for individuals of different body size. *European journal of*

applied physiology and occupational physiology, 65(2), 110-117.
<https://doi.org/10.1007/BF00705066>

- Nunes, J. P., Grgic, J., Cunha, P. M., Ribeiro, A. S., Schoenfeld, B. J., de Salles, B. F., & Cyrino, E. S. (2021). What influence does resistance exercise order have on muscular strength gains and muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis. *European journal of sport science*, 21(2), 149-157. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1733672>
- Pallarés, J. G., Hernández-Belmonte, A., Martínez-Cava, A., Vetrovsky, T., Steffl, M., & Courel-Ibáñez, J. (2021). Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(10), 1866–1881. <https://doi.org/10.1111/sms.14006>
- Pelland, J. C., Remmert, J. F., Robinson, Z. P., Hinson, S. R., & Zourdos, M. C. (2026). The resistance training dose response: Meta-regressions exploring the effects of weekly volume and frequency on muscle hypertrophy and strength gains. *Sports Medicine*, 56(2), 481–505. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02344-w>
- Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., & Baker, J. S. (2017). The effect of weekly set volume on strength gain: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(12), 2585–2601. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0762-7>
- Reynolds, J. M., Gordon, T. J., & Robergs, R. A. (2006). Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 584–592. <https://doi.org/10.1519/R-15304.1>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1073–1082. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>
- Singer, A., Wolf, M., Generoso, L., Arias, E., Delcastillo, K., Echevarria, E., Martinez, A., Androulakis Korakakis, P., Refalo, M. C., Swinton, P. A., &

- Schoenfeld, B. J. (2024). Give it a rest: A systematic review with Bayesian meta-analysis on the effect of inter-set rest interval duration on muscle hypertrophy. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1429789. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1429789>
- Sødal, L. K., Kristiansen, E., Larsen, S., & van den Tillaar, R. (2023). Effects of drop sets on skeletal muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 9(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00620-5>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Włodarczyk, M., Adamus, P., Zieliński, J., & Kantanista, A. (2021). Effects of velocity-based training on strength and power in elite athletes—A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5257. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105257>
- Zhang, X., Weakley, J., Li, H., Li, Z., & García-Ramos, A. (2025). Superset versus traditional resistance training prescriptions: A systematic review and meta-analysis exploring acute and chronic effects on mechanical, metabolic, and perceptual variables. *Sports Medicine*, 55(4), 953–975. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02176-8>
- Zatsiorsky, V. M., Kraemer, W. J., & Fry, A. C. (2020). Science and practice of strength training. *Human kinetics*.

YEDİNCİ BÖLÜM

SÜRAT VE ÇEVİKLİK ANTRENMANLARI

Dr. Öğr. Üyesi Ömer AKSOY

7.1. Süratin Tanımı

Domenico ve D’Isanto (2019), yüksek performanslı motor hareketlerin etkinliğini incelerken sürati şöyle tanımlar:

Sürat, kondisyonel, koordinatif yeteneklere atfedilebilen temel motor becerilerin yüklenme biçimlerinden biridir. Yüksek düzeyde bir hıza ulaşmak için yalnızca süratli olmak yeterli değildir; bunun yanında **kuvvet, koordinasyon, zihinsel hazırlık, teknik beceriler** gibi unsurlar da gereklidir. Bu ifadeden yola çıkarak sürat, sadece hızlı hareket etmek değil aynı zamanda da kas gücü, koordinasyon ve teknik becerilerin birleşimiyle maksimum sürat yeteneği olarak tanımlanabilir.

7.2. Çevikliğin Tanımı

Sheppard ve Young (2006) çevikliği şu şekilde açıklamaktadır:

Sporcunun bir uyarana yanıt olarak **hızda veya yön değişikliklerini içeren hızlı ve tüm vücutla gerçekleştirilen bir harekettir.**

7.3. Spor Performansında Sürat’ın Önemi

7.3.1. Rekabet Avantajı Sağlaması

Rakiplerinden daha hızlı hareket etme yeteneğine sahip bir sporcu topa daha çabuk ulaşabilir ya da rakibinden kaçabilir. Bu nedenle çoğu spor branşında sürate büyük önem verilir (Dawes ve Roozen, 2011).

7.3.2. Sürat-Çeviklik-Çabukluk Antrenmanlarının Etkisi

Bu antrenman yöntemleri, 5-20-30 m sprint sürelerini, yön değiştirme, reaksiyon süresi, alt ekstremitte kuvveti ve esnekliği olumlu yönde geliştirdiği ifade edilmektedir (Sun ve ark., 2025).

7.3.3. Hedefe Uygun Teknik ve Biyomekanik Gelişim

Hız geliştirme tekniklerine (örneğin duruş, adım sıklığı, biyomekanik pozisyonlama) odaklanmak, özellikle takım spor branşlarında sporcunun sahadaki performansını artırırken, bu teknik beceriler sayesinde sporcunun hızını sadece düz koşuda değil, oyun içi çeviklik gerektiren pozisyonlarda da kullanabilmesi sağlanmaktadır (Ambler, 2025).

7.3.4. Test ve Değerlendirme

Amaca uygun sürat ve çeviklik testleri, antrenmanın geçerliliğini ve performans gelişimini ölçmek için vazgeçilmezdir. Özellikle toprak zeminde gerçekleştirilen spor branşlarında, hem doğrusal hem yön değişimleri içeren testlerle gerçek müsabaka koşulları simüle edilmesi gerekmektedir (NSCA). Saha içinde uygulanan performans testlerinin laboratuvar testlerine olan yüksek korelasyonu, pratikte kullanım avantajı sağlamaktadır (Reilly ve ark., 2009).

7.3.5. Sürat ve Çevikliğin Fizyolojik Temelleri

7.3.5.1. Kas Tipi (Tip I – Tip II Lifler)

- **Tip I (yavaş oksidatif):** Yüksek mitokondri sayısı, bol kılcıl damar yapısı ve aerobik enerji sistemine dayalı, uzun süreli düşük güç üretimi için özeldir (Zierath ve Hawley, 2004).
- **Tip IIa (hızlı oksidatif-glikolitik):** Aerobik ve anaerobik enerji sağlamaktadır; orta-yüksek güç üretimi ve orta düzeyde yorgunluk toleransı sunar (Zierath ve Hawley, 2004).
- **Tip IIx (hızlı glikolitik):** En yüksek hız ve güç üretimini sağlarken çabuk yorulur, kısa süreli patlayıcı hareketler (sürat, çeviklik) için kritik öneme sahiptir (Wilson ve ark., 2012).

Bu nedenle, sprint sırasında kas liflerinin aktivasyon seviyeleri ve kasılma hızı arasındaki ilişki, literatürde açıkça ortaya konmuştur (Ross et al., 2001).

7.3.5.2. Sinir-Kas Etkileşimi

Motor Birimlerin Sıralı Kullanımı: Henneman'ın “size principle”ine göre, düşük kuvvet gerektiren hareketlerde yavaş kasılan motor üniteler, yüksek kuvvet sırasında hızlı motor ünite birimleri devreye girer; bu sayede çabukluk ve sürat gerektiren hareketlerde hızlı kasılan birimler aktive olmaktadır (Henneman ve ark., 1965).

Proprioseptif geri besleme: Golgi tendon organları ve kas içcikleri tarafından sağlanan duyuşal girdiler refleks loop'larıyla hızlı motor kontrolü sağlar; ani ivmelenme ve yön değişimlerinde sinir-kas koordinasyonu kritik rol oynar (Windhorst, 2007).

Reaksiyon Süresi ve Refleks Mekanizmaları: Sporcularda hızlı refleks yanıtları, özellikle quickness tanımında yer alan dıştan gelen uyarılara karşı etkili ve gecikmesiz hareket başlatma yetisini önemli ölçüde güçlendirir. Kas içciklerinde ortaya çıkan ani gerilim değişimleri, spinal düzeyde refleks yolları

aracılığıyla doğrudan motor nöronlara iletilir. Bu mekanizma sayesinde, uyarın ile tepki arasındaki süre minimuma indirilirken reaksiyon süresi ise saniyenin altına düşebilir (Sun ve ark., 2025).

Koordinasyon, Denge ve Proprioepsiyon: Proprioepsiyon, vücudun uzaydaki pozisyonunu ve hareketini, özellikle kas, tendon ve eklemlerden gelen mekanoreseptör sinyalleri aracılığıyla algılamayı sağlayan duyuşal bir sistemdir. Bu duyular, merkezi sinir sistemine sürekli geri bildirim göndererek postüröl dengeyi korumaya ve koordineli motor yanıtlar oluşturmaya yardımcı olur. Proprioseptif sistemin işlevşel aktivasyonu, özellikle çeviklik ve çabukluk gibi kompleks motor görevlerde hareket kalitesini artırır. Yapılan bir çalışmada, proprioseptif antrenmanlar uygulanan deney grubunda denge, kuvvet, çeviklik ve pas yeteneklerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler gözlemlenmiştir (Gidu ve ark., 2022).

7.3.6. Sürat ve Çeviklik Bileşenleri

7.3.6.1. Lineer sürat (doğrusal hız)

Lineer sürat, bir bireyin A noktasından B noktasına en kısa sürede, doğrusal bir hatta hareket edebilme yeteneğidir. Bu yetenek, hem bireysel sporcularda hem de takım sporcularında savunma veya hücum sırasında rakibe karşı pozisyon kazanmak ya da mesafe kapatmak için kritik bir fark yarattığı belirtilmektedir (Haugen ve ark., 2019).

7.3.6.2. Değişen yön hızı (COD – Change of Direction)

Değişen yön hızı (COD), sporcunun belirlenmiş bir doğrultudan farklı bir yöne hızla yön değiştirme yeteneğini tanımlar. Bu hareket, sprint sırasında hızlanma, ani yavaşlama (deceleration) ve tekrar hızlanma (re-acceleration) süreçlerini kapsar ve özellikle saha sporlarında performans açısından kritik bir bileşendir. Hızlı COD, hem kuvvet hem de teknik beceri gerektirirken aynı zamanda da sporcunun hem yavaşlama hem de ivmelenme sırasında yüksek yere dikey ve yatay kuvvet üretmesi beklenir (Spiteri ve ark., 2013; Dos' Santos ve ark., 2021). Bu yetenek, özellikle futbol, basketbol, hentbol gibi çok yönlü hareket gerektiren spor branşlarında performansı belirgin şekilde etkilediği söylenmektedir (Anderson ve ark., 2020).

7.3.6.3. Reaktif çeviklik (reaksiyon zamanı + karar verme)

Reaktif çeviklik, sporcunun sadece yön değiştirme hızı değil; aynı zamanda **uyarana hızlı tepki verme ve doğru karar alma süreçlerini** de içerir. Bu beceri; görsel tarama, kalıpları tanıma, karar verme ve uygun motor çıktıyı üretme unsurlarını kapsayan kompleks bir yetenek olarak bilinmektedir (Spiteri

ve ark., 2013; Dos'Santos ve arak., 2021). Bu nedenle, sadece planlı yön değiştirme (COD) hızını ölçen testler, reaktif çevikliği tam anlamıyla değerlendiremez; çünkü reaksiyon hızını ve bilişsel karar verme parametrelerini içermez (Horníková ve ark., 2021). Literatürde reaktif çeviklikle ilgili yapılan çalışmaları, özellikle müsabaka içindeki dinamikleri simüle eden testlerin, planlı COD testlerine kıyasla sporcunun çeviklik performansını daha iyi yansıttığını ortaya koymuştur (Horníková ve ark., 2021).

7.3.6.4. Hız Dayanıklılığı (Speed Endurance)

Hız dayanıklılığı, sporcuların **yaklaşık maksimum hızlarda gerçekleştirilen sprinti**, yorgunluğın etkisiyle hız kaybı yaşanmadan, mümkün olduğu kadar uzun süre sürdürme yeteneğidir. Bu yetenek, özellikle takım spor branşlarında ve kısa mesafe yarışlarında örneğin futbol, basketbol, 200–400 m koşuları kritik bir performans parametresi olarak kabul edilmektedir (Helms ve Delaney, 2025; Haugen ve ark., 2019). Ayrıca, hücum savunma geçişlerinde hız kaybını azaltırken, altındaki anaerobik glikolitik sistemin performansını optimize eder ve bu sayede tekrar eden ivmelenme yeteneğini de korumaktadır (Thompson ve ark., 2019).

7.3.7. Sürat ve Çeviklik Antrenman İlkeleri ve Planlama

Sürat ve çeviklik antrenmanlarında temel ilkeler arasında **spesifiklik, progresif aşırı yükleme, düzenli ve nöromüsküler yenilikler** yer almaktadır. Sporcunun performans hedeflerine uygun tasarlanmış egzersizler, hem sürat hem de çeviklik yön değiştirme hareketlerinde etkili uyum sağlar (Trainer Academy, 2023). **Yavaş ve yeniden hızlanma** (deceleration + re-acceleration) döngüsü üzerinde çalışmak, özellikle çeviklikte kritik bir öneme sahip olup, antrenmanlarda eksantrik–konsantrik geçiş zamanını minimize etmek hedeflenmelidir (BenFoodman, 2025). Ayrıca sürat, çeviklik ve çabukluk drill'leri antrenman programının başlangıcında, henüz organizmada yorgunluk oluşmadığında uygulanmalı; tekrarlar ve teknik verim ön planda tutulmalıdır (BenFoodman, 2025). Kas dengesizlikleri ve mobilite yetersizlikleri, çeviklik performans yeteneğini sınırlayabilir; bu nedenle güç, denge, propriosepsiyon ve esneklik parametreleri birlikte ele alınarak sistematik şekilde planlanmalıdır (BenFoodman, 2025).

7.3.7.1. Özgüllük İlkesi ve Bireysel Farklılıklar

Bu ilke, bir sporcunun antrenmanının hem test edilen hem de istenen performansla özgün olarak birebir örtüşmesini savunur; yani antrenman, hedeflenen performans görevine ne kadar benzerse onun transfer etkisi de o kadar

yüksek olur. Örneğin düz sprint çalışmaları, sadece düz sürat performansını geliştirirken yön değiştirme yeteneğinde sınırlı geçiş sağlarken benzer şekilde COD (Change of Direction) antrenmanları düz koşu hızına fazla katkı sunmaz (Young, 2001; Spiteri ve ark., 2013). Buna ek olarak bireysel farklılıklar sporcunun kuvvet profili, yaş, cinsiyet, motor öğrenme hızı gibi antrenman yanıtını etkileyerek benzer antrenman stratejilerine farklı tepkiler verilmesine neden olur (Forster ve ark., 2022). Bu nedenle, antrenman programları hazırlanırken hem **spesifikliği** hem de **sporcuya özgü bireysel farklılıkları** dikkate alan bir yaklaşım olarak hazırlanması gerektiği söylenebilir.

7.3.7.2. Yoğunluk, Hacim ve Dinlenme

Antrenmanda **yoğunluk** (yüklenen kuvvet/temponun şiddeti), **hacim** (set $\times$ tekrar $\times$ yük toplamı) ve **dinlenme** (setler arası ve antrenmanlar arası iyileşme süresi) üç temel değişkendir ve bu değişkenlerin uygun yönetimi **antrenmanın kaliteli olmasını ve performans gelişimini** belirler. Overload (aşırı yüklenme) sayesinde antrenmanlara uyum sağlanırken, gereğinden fazla yüklenme veya yetersiz dinlenme sürelerinin verilmesi performansta düşüşe sebep olurken ve aşırı yüklenmeye de yol açabilir (Jones ve Smith, 2019). Artan performansla birlikte antrenman yoğunluğu ile hacim artırıldıkça devam etse de, ilerleme hızı artışı abartıldığında sakatlanma risklerini ortaya çıkarabilir (Current Sports Medicine Reports, 2019). Ayrıca, direnç antrenmanları sırasında setler arası dinlenme süresi kapsamında, uzun dinlenmeler (3–5 dakika), daha fazla tekrar korunmasına imkan vererek yüksek toplam hacim sağlar; ancak az sayıda kas kasılması gerektiren durumlarda 60–160 s'lik dinlenme aralıkları, yeterli adaptasyonu destekler (Hernandez ve Kwon, 2022).

7.3.7.3. Yaş ve Seviye Gruplarına Göre Planlama

Sürat ve çeviklik antrenmanlarının etkinliği, sporcunun **biyolojik yaşı, menstrual döngü süreci ve teknik/koordinatif gelişim düzeyi** hesaba katılarak planlandığında en üst düzeyde verim elde edilmesini sağlar. Özellikle ergenlik döneminde ortaya çıkan motorik odağa eğilimin etkisi (Peak Height Velocity) nedeniyle, antrenman yükü ve içerikleri sürekli olarak yeniden tasarlanmalıdır (NSCA, 2023). Örneğin; kızlarda 6–8, erkeklerde 7–9 yaş arası dönem, uygun koşu formu ve motor kontrol üzerine odaklanmak için ideal bir dönem olarak ifade edilmektedir. Peak Height Velocity (boy uzamasındaki zirve hızı) sonrasında ise kas gücü, patlayıcı kuvvet ve COD becerilerini geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen plyometrik ve direnç odaklı antrenman programları yoğunlaştırılabilir (NSCA, 2023). Ayrıca, **menstrual döngü** dönemindeki yaş gruplarında ani büyümeler ortaya çıktığında, hareket kalitesi öne alınmalı; yani

teknik tekrarlar hacminin artırılması ve yükleme yoğunluklarının geçici olarak düşürülmesi gerekmektedir (NSCA, 2023).

Tablo 3. Yaş ve Seviye Gruplarına Göre Sürat ve Çeviklik Antrenman Planlaması

Yaş Aralığı	Gelişimsel Dönem / Özellik	Antrenman İçeriği	Planlama Notları
6–8 yaş (kız) 7–9 yaş (erkek)	Prepubertal dönem (maturasyon öncesi)	- Temel koşu formu - Basit çeviklik drill'leri - Reaktif oyunlar	Teknik öğrenme ön planda. Düşük yüklenme, kontrollü tekrar sayısı.
9–12 yaş	Erken pubertal dönem (Boy Uzamasındaki Zirve Öncesi)	- Motor koordinasyon - Çok yönlü hareket eğitimi - Sprint ve yön değiştirme	Eğitsel ve eğlenceli içerik. Kalite öncelikli.
12–14 yaş	Boy Uzamasındaki Zirve Dönemi (Büyüme sıçraması)	- Teknik sprint + COD çalışmaları - Hafif dirençli egzersizler - Proprioepsiyon	Hareket kalitesi vurgulanmalı. Ani büyüme etkilerine dikkat edilmeli.
15–18 yaş	Boy Uzamasındaki Zirve sonrası ergenlik sonu	- Orta/ileri düzey plyometrik - Maksimum sürat & çeviklik - Sürat, Çeviklik ve Çabukluk antrenmanları	Kuvvet, sürat, çeviklik entegre şekilde uygulanabilir.
18+ yaş	Genç yetişkin ve elit dönem	- Branşa özgü yüksek yoğunluklu antrenmanlar - Sprint mekaniği - Hız dayanıklılığı	Dönemlendirilmiş yapı içinde hacim-yoğunluk dengesi kurulmalı.

Bu tablo, NSCA (2023) tarafından sunulan yaş ve cinsiyet temelli antrenman ilkeleri doğrultusunda hazırlanmıştır. Erken yaşta gerçekleştirilen çeviklik ve sürat antrenmanlarının nöromotor gelişim üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmaktadır (Lloyd ve Oliver, 2012).

7.3.8. Sürat Antrenmanları

7.3.8.1. Sprint Çalışmaları (Maksimum Hız)

Maksimum hız çalışmaları, sporcunun hızlanma ve koordinasyon yeteneğini geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar uygulanırken genellikle 30–60 metre mesafelerde yapılırken performansın devam ettirilebilmesini sağlamak için her tekrar tam dinlenme verilerek tamamlanmalıdır (Morin ve ark., 2011; Weyand ve ark., 2000). Sprint sırasında ivmelenme sırasında yere

uygulanan kuvvetin yönü ve şiddeti, performans farkını belirleyen önemli faktörlerdir (Hunter ve ark., 2005).

Program Örneği – Maksimum Hız Sprintleri

4 × 40 m flying sprint (20 m hızlanma + 40 m maksimum hız):

Genç/orta seviye: 4 dk dinlenme

Elit: 8–10 dk dinlenme (Haugen ve ark., 2019).

7.3.8.2. Negatif İvmelenme Çalışmaları

Negatif ivmelenme çalışmaları, sporcunun hızını kontrollü şekilde durdurma yeteneğini geliştirerek yön değişimine hazırlık yapmasını sağlar. Bu çalışmalar, yüksek eksantrik kuvvet üretimini destekleyerek COD (Change of Direction) öncesi kas tendon yapısının güvenli bir şekilde stabil kalmasına yardımcı olur. Yapılan meta-analizler, yüksek hız sırasında gerçekleştirilen hızlı duruş (horizontal deceleration) çalışmalarının, hem performans hem de yaralanma riskinin azaltılması bakımından kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir; bu tarz çalışmalar sporcunun momentumunu etkili bir şekilde azaltmayı sağlar ve sinir kas sisteminin bu tarz yüklenmelere karşı adaptasyonunu desteklediği söylenmektedir (Singh ve ark. (2018).

Program Örneği – Deceleration Drill

Protokol: 3 × 20 m sprint → güçlü frenleme ve ardından 2 adım geri yürüyüş, her tekrar arasında 60 saniye dinlenme

Set sayısı: 2–3 set; toplam 4–6 tekrar

Bu protokol, horizontal deceleration yeteneğini geliştirmek ve sporcunun COD sırasında güvenli olarak duruş sağlama mekanizmalarını güçlendirmek için önerilir (Bourne ve ark., 2022).

7.3.8.3. Tekrarlı Sprint Çalışmaları (Repeated Sprint Training)

Tekrarlı sprint çalışmaları, sporcuların yüksek yoğunlukta kısa süreli sprintleri **kısa dinlenme aralıklarıyla arka arkaya gerçekleştirmelerini** içermektedir. Bu antrenman yöntemi hem **anaerobik dayanıklılığı** hem de **sprint tekniğinin korunması** gibi fiziksel kapasitelere aynı anda katkı sağlamaktadır (Thurlow, ve ark., 2025). Spor dalına yönelik gerçekleştirilen uygun antrenman protokolleri, tekrarlı sprint yeteneğini geliştirmekte etkilidir. Örneğin genç rugby oyuncularında dört haftalık program, **haftada 3 gün** yapılan 6 × 30 m tam hız sprint içermiş; her sprint arası sadece 20 saniye dinlenme uygulanmış ve sprint

sonrası hafif direnç (dayanıklılık) antrenmanı da eklenmiştir. Bu yapı, hem hız hem de güç gelişimine eşzamanlı katkı sağlar (Thurlow, ve ark., 2025).

7.3.8.4. Reaksiyon Sürati Çalışmaları

Antrenmanlar sırasında reaktif olarak gerçekleştirilen sprintler, sporcunun gerçek zamanlı dış uyaranlara (görsel, işitsel veya dokunsal) hızlı tepki vermesini ve arkasından ani sprintle bu tepkiyi gerçekleştirmesini amaçlayan çalışmalardır. Bu tarz antrenman drill'leri “quickness” kavramının merkezinde yer alır ve çeviklik antrenman programlarının temel bileşenlerinden biridir (NSCA, 2017). Reaksiyon sürati çalışmaları, sadece fiziksel hıza değil aynı zamanda bilişsel süreçlerin hızına uyaran algılama, analiz etme, karar verme ve tepki üretmeye odaklanır (Hassan ve ark., 2022).

Örnek: Reactive Gear Drill (NSCA'den)

Uygulama:

Sporcu, iki koni arasında yaklaşık 15–20 metre mesafede hazır olarak bekler. Antrenör, farklı şekillerde **düşük, orta veya yüksek hız düzeylerini** temsil eden sözel komutlar verir:

- “Hazırlık” komutu: Jog (hafif tempo koşu)
- “Hızlan” komutu: %70–80 eforla koşu
- “Sprint” komutu: %100 maksimum hızda tam sprint

Sporcu, her komuta uygun hız düzeyine **anında adapte olarak** koniler arasında hareket eder. Egzersiz süresi 25–30 saniyedir, 4–6 tekrar uygulanır. Antrenör, komutları rastgele zamanlarda vererek **uyaran-algılama-tepki üretme süreçlerinin** geliştirilmesi amaçlanmaktadır (NSCA, 2017; Hassan et al., 2022). Bu egzersiz, hem ilk adım süratini, hem de hızlanma-decelerasyon kontrolünü geliştirir (NSCA, 2017).

Bilimsel Destek

- Basketbolcularda FITLIGHT sistemi kullanılarak yapılan çalışmada, reaktif çeviklik egzersizleri görsel reaksiyon süresini %23–31, çeviklik performansını %11, dribbling becerisini ise %19 oranında iyileştirmiştir (Hassan ve ark., 2022).
- Sistematik derlemede yer alan sürat, çeviklik ve çabukluk programlarında reaktif ve planlı çeviklik performanslarında anlamlı gelişme olduğu, reaktif çevikliğin planlı çeviklikten daha fazla bilişsel bağlam içerdiği görülmüştür (Sun ve ark., 2025).

7.3.8.5. Teknik Koşu Formu (Biyomekanik Temelli)

Antrenmanlarda sprint verimliliği yalnızca hızdan değil; aynı zamanda adım frekansı, yere temas süresi, vücut pozisyonu ve yere uygulanan kuvvet bileşenlerinden etkilenmektedir. Yapılan biyomekanik analizler, bu parametrelerin maksimum hız ve performans devamlılığına olan katkılarını net şekilde göstermiştir (Morin ve ark., 2011; Weyand ve ark., 2000). Morin ve arkadaşları (2011), sprintin ivmelenme sırasında kasların yatay olarak yere uyguladığı kuvvetin performansla birlikte yüksek korelasyon gösterdiğini öne sürmüştür. Ayrıca, adım frekansındaki artış ve yere temas süresinin kısalması, hem ivmelenme hem de maksimum hız sırasında kritik rol oynamaktadır (Weyand ve ark., 2000). Bununla birlikte teknik hataların video analizi yoluyla tespit edilmesi ve giderilmesi, sprint performansında olumlu yönde gelişmelere yol açabilir (Mann ve Murphy, 2018).

Program Örneği – Teknik Drill’leri

A- Yüksek Diz Çekmeli Sekme:

Amaç: Üst adım frekansı, diz kalkış yüksekliği ve motor koordinasyonu geliştirme.

Uygulama: 3×20 m, video analiziyle vücut pozisyonu gözlemlenir (Samozino ve ark., 2013).

B- Topuk Kalçaya Koşusu:

Amaç: Hamstring-fleksiyonun hızla gerçekleşmesi ve topuk ile kalça arasındaki mesafenin minimize edilmesi.

Uygulama: 3×20 m, video kaydıyla ayak yer yükseliği değerlendirilmeli (SimpliFaster, 2018).

C- Kontrolsüz Sprintler:

Amaç: Adım frekansı ve yerde kalma süresinin optimize edilmesi.

Uygulama: 4×50 m, her set sonrası 3 dk aktif dinlenme.

D- Video Analiz ve Kondisyon Değerlendirmesi:

Araçlar: Yüksek hız kameraları + radar sistemi

Ölçülenler: Adım frekansı, yere temas süresi, yatay, dikey yer tepki kuvveti oranları bu teknik program, hem biomekanik verimlilik hem de güç kullanımını en uygun seviyeye getirerek sporcunun sprint performansını kalıcı şekilde yükseltmeyi hedeflemektedir (Morin ve ark., 2011; Weyand ve ark., 2000).

7.3.9. Plyometrik Çalışmalar

Plyometrik antrenmanlar, **gerilme kasılma döngüsü** mekanizmasını kullanarak kasların eksantrik fazda depoladığı enerjiyi, hızla gerçekleştirilen konsantrik kasılma sırasında patlayıcı kuvvete dönüştürmesi prensibine dayanmaktadır. Bu mekanizma sayesinde, sporcuların sprint, sıçrama ve çeviklik performanslarında önemli derecede gelişmeler olduğu belirtilmiştir (Markovic ve Mikulic, 2010). Yapılan bazı Meta-analizlerde, pozitif etki büyüklüklerinin 10–30 m sprint performansında küçük ama müsabaka içindeki çeviklik performanslarında orta veya büyük düzeyde olduğunu göstermiştir (Compos ve ark., 2022). Plyometrik egzersizler sporcuların antrenmanlar sırasında yere temas süresini azaltarak sprint verimliliğini artırdığı da bazı araştırmalarda belirtilmiştir (Ramirez-Campillo ve ark., 2015).

Program Örneği – Sprint/Odaklı Plyometrik Antrenman

Yapı: 3 gün/hafta, 8 hafta boyunca uygulanır; toplam haftalık hacim en az 80 sıçrama hedeflenir:

Tablo 4. Sprint/Odaklı Plyometrik Antrenman

Gün	Egzersiz	Set × Tekrar
1	Yatay Bounding (Horizontal Bounding)	3 × 5
2	Drop Jump (30 cm)	3 × 5
3	Hız Merdiveni + Engel Atlayışı (Speed Ladder + Hurdle Hop)	4 × 6

7.3.10. Çeviklik Antrenmanları

7.3.10.1. Konili, Merdivenli, Reaksiyonlu Çeviklik Drill'leri

Bu drill'ler teknik koordinasyon, hız ve dengeyi bir arada geliştirmeyi hedefler.

- **Konili drill'ler** (örn. L-Drill, Pro-Agility Shuttle) önceden belirlenmiş desenlerle yön değiştirme becerisini artırır (King Sports Training, 2025).
- **Merdiven drill'leri** ayak hızlılığı, koordinasyon ve alt ekstremita aktivasyonunu güçlendirir (Wikipedia, 2025).
- **Reaksiyonlu drill'ler**, örneğin koç veya ışık sinyallerine tepkiyle sprint tutarlı ve çabuk pozisyon değiştirmeye destek olur (TrainHeroic, 2019).

Program Örneği:

6 set L-Drill (3 koni → 5–10–5 düzeni), her set öncesi mental hazırlıkla başla;

- Fiziksel + bilişsel yorgunluk artmadan %90 eforla uygulanır (SIRC, 2025).

7.3.10.2. Kodlanmış ve Karar Temelli Çeviklik Uygulamaları

- **Kodlanmış (pre-planned) drill’ler**, COP; yalnızca fiziksel yön değiştirmeyi (COD) geliştirir (TrainHeroic, 2019).
- **Karar temelli (decision-based) çeviklik**, aktif algılama, karar verme ve hareket üretimini örer; “algoritmalarla beslendiği için” çeviklik performansını oyunla bütünleştirir (SIRC, 2025; Young, ve ark., 2015).

Karar temelli çeviklik antrenmanlarının, özellikle futbolda bilişsel yükü kombine edildiğinde müsabaka içerisindeki adaptasyon yeteneğini artırdığı ifade edilmektedir (Serpiello ve ark., 2017).

Araştırma:

Ergen elit futbolcular, 6 hafta boyunca COD ile çeviklik programları uyguladığında, COD testi (5-0-5 vb.) COD grubunda daha iyi çıkarken, reaktif çeviklik (RAT) çeviklik grubunda üstün sonuç verdi (Chaalali ve ark., 2016; Young ve ark., 2015).

Program Örneği:

- *Hazırlık*: 10m düz sprint + 30 s dinlenme
- *Egzersiz*: Koç sinyallerine göre 3 koni arasında rastgele yönlerde sprint + topun pozisyonuna göre dribbling
- 5 tekrar, 60–90 s dinlenme

7.3.10.3. Sportif Branşlara Özgü Çeviklik Antrenmanları

- Futbol/hentbolda kullanılan **küçük alan oyunları** tipinde uygulama, sporcunun oyun benzeri durumlarda hem çeviklik hem takım içi karar verme becerisini geliştirir (SIRC, 2025).
- Basketbolda reaktif çeviklikle birlikte *fitlight* kullanan çalışmalar, bilişsel tepki süresini %23–31, çeviklik performansını ~%11, dribblingi ~%19 oranında artırmıştır (Hassan ve ark., 2022).
- Motor-bilişsel çeviklik antrenmanı (multiple object tracking) uygulayan 6 haftalık program, pas testi ve rastgele yön koşusunda anlamlı iyileşme sağlamıştır (Friebe ve ark., 2024).

7.3.10.3.1. Sürat Testleri (30 m Sprint, 10 m)

- **30 m sprint;** hem istikrarlı bir şekilde hızlanma hem de maksimum hız performansını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Nigro, Bartolomei ve Merni'nin (2017) çalışmasına göre, yüksek hızlı video kamera (250 Hz) ve foto kelepçeler (1000 Hz) ile ölçülen sistemler arasında süre sonuçlarında **güçlü korelasyon ($r = 0.92$)** gözlemlenmiştir (Nigro ve ark., 2017).
- **10 m testleri,** sporcu belirli bir mesafede hızlandıktan sonra sabit olarak maksimum hızın ölçülmesini sağlar. Bu test yöntemi sporcunun en yüksek hız performansını daha objektif olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Altmann, 2018).

7.3.10.3.2. Çeviklik Testleri (Illinois, T-Test, 5-0-5)

- **Illinois Agility Testi,** koni düzenine göre standart şekilde sprint ve yön değiştirmeyi ölçer.
- **T-Test,** yanlara ve ileri geri kısa yönlenmelerle çevikliğe odaklanır, yüksek test-tekrar tekrarıyla güvenilir ölçümler sağlar (Altmann, 2018).
- **5-0-5 testi,** 5 m sprint sonrası tam duruş ve repozisyon dönmesini ölçer ve özellikle reaktivite parametreleri bakımından sensörlü sistemlerle birlikte kullanıldığında güvenilirliği artar.

Altmann'ın (2018) sistematik derlemesine göre, bu testlerin geçerliliği yüksektir (korelasyon katsayısı > 0.75) ve çeviklik testleri, parametrik olmayan değişkenler için bile %3 altındaki varyasyonla tekrarlanabilir sonuç verir.

7.3.10.3.3. GPS, Lazer ve Zaman Ölçüm Sistemleri

- **Lazer zamanlama sistemleri,** sprint ve ivmelenme sırasında gerçekleşen ölçümlerde altın standart olarak kabul edilir; kesinlikleri yüksek, hata oranı < 0.05 s olarak belirtilmektedir (Buchheit ve Haugen, 2015).
- **GPS ve LPM sistemleri,** saha spor branşlarında uzun mesafe ve karmaşık hareket analizlerinde avantaj sağlamaktadır. Örneğin Sašek et al. (2024), 15 Hz GPS sistemlerinin maksimum hız ve split zamanlarında korelasyon katsayısı ≥ 0.95 ile yüksek güvenilirlik gösterdiğini ortaya koymuştur.
- Fischer-Sonderegger ve ark. (2021) ise hem GPS hem LPM sistemlerinin **ivmelenme ölçümlerinde hata payı** bulduğunu belirtmiştir; ancak bu sistemlerin genel kullanımda yeterli doğrulukta olduğunu vurgulamıştır (korelasyon katsayısı = 0.98).

7.4. Antrenman Örnekleri ve Uygulama Protokolleri

7.4.1. Haftalık Antrenman Örneği (Genç Sporcular – Elit Düzey)

Sporcuların sürat ve çeviklik gelişimi için haftalık programlar, yaşa ve antrenman geçmişine göre düzenlenmelidir. Zirve boy uzaması öncesi sporcularda teknik odaklı ve düşük hacimli çalışmalar önerilirken, elit düzey sporculara ise daha yüksek yoğunluk ve karar temelli çeviklik çalışmalarının uygulanması gerektiği belirtilmektedir (Meylan ve ark., 2014).

Tablo 5. U16 Haftalık Antrenman Programı Örneği

Gün	İçerik	Süre / Tekrar
Pazartesi	Sprint teknik zinciri + 10m	4 × 20 m, 3 × 10 m
Çarşamba	COD + 5-0-5 + L-drill	3 set × 3 tekrar
Cuma	Reaktif çeviklik + top kontrollü sprint	6 tekrar / sinyal tepkili

Dinlenme aralıkları: Sprintler arası 45–60 s, setler arası 2–3 dk.

Uygulama notu: U16 sporcular için yüklenme süresi < 20 dakika önerilir (Faigenbaum ve ark., 2009).

7.4.2. Branşa Özgü Antrenman Şablonları

Sürat ve çeviklik antrenmanları, branşın enerji sistemine, motor beceri profiline ve oyun yapısına göre şekillenmelidir.

Futbol (U19):

- COD + karar verme entegre: Antrenör uyarısıyla yön değiştir + pas / şut
- Plyometrik sıçrama + sprint zinciri: 4 × 3 düşme sıçrama + 10 m sprint

Voleybol (Elit Kadınlar):

- Hız merdiveni + lateral shuffle + blok sıçraması
- Fitlight ile reaktif yan adım (4 × 20 s)

Not: Fitlight: Renkli ışık sinyalleri veren ve sporcunun bu ışıklara tepki vererek hareket ettiği bir sistemdir.

Basketbol:

- “Z sprint” drill (koni dizilimiyle yön değişimi)
- Ball drop reaction sprint – koçun düşürdüğü topa başlama

Not: Branşlara özel çeviklik çalışmaları, bilişsel yük ile birlikte uygulanırsa oyun performansına daha doğrudan yansır (Hülsdünker ve ark., 2022).

7.4.3. Isınma ve Soğuma Önerileri

Uygun bir şekilde gerçekleştirilen ısınma ve soğuma, hem performansı geliştirmede hem de yaralanmaları önleme açısından kritik bir öneme sahip olduğu ifade edilmektedir (Fradkin ve ark., 2010). Antrenmanlara başlamadan önce gerçekleştirilen uygun ısınma protokolleri kas içerisinde sıcaklık artışı sağlarken, viskozitenin azalması sayesinde hareket verimliliğini artırmaktadır (Shellock ve Prentice, 1985).

Isınma (10–15 dk):

1. **Dinamik mobilizasyon:** skipping, arm swing, leg cradle
2. **Aktivasyon:** mini-band lateral walks, plank-to-sprint pozisyon
3. **Sinirsel hazırlık:** 2 × 10 m sprint + 1 reactive cone drill

Soğuma (5–10 dk):

1. Hafif jogging (3–5 dk)
2. Statik esneme (quadriceps, hamstring, calf 20–30 sn)
3. Derin nefes kontrolü ve yavaşlama

Not: Plyometrik ve yüksek yoğunluklu çeviklik sonrası kas-iskelet sisteminde yumuşak doku baskısı artar. Soğuma, toparlanmayı hızlandırır (Herda ve ark., 2013).

7.5. Yaralanmalar ve Önleme Stratejileri

7.5.1. Aşırı Yüklenme ve Hamstring Yaralanmaları

Antrenmanlar ya da müsabakalar sırasında ortaya çıkan hamstring yaralanmaları, özellikle yüksek hız koşuları ve ani yön değişimleri sırasında görülür. Aşırı yüklenmeye bağlı olarak, eksantrik kuvvet eksikliği veya yetersiz ısınma, yeniden yaralanma riskini %22–34 artırabilir (McHugh ve Schmitt, 2012; Van Beijsterveldt ve ark., 2013). Yapılan sistematik incelemeler, eksantrik kuvvet odaklı gerçekleştirilen NHE (Nordik Hamstring Exercise) gibi programların hamstring yaralanma oranını %57–70 azalttığını ortaya koymaktadır (Monajati ve ark., 2016). Uygun olmayan yüklenme yönetimi ve uygun olmayan ısınma programı, kas yaralanmalarının önemli nedenleri arasında gösterilmektedir (Ekstrand ve ark., 2011).

7.5.2. Mobilite ve Esneklik Çalışmaları

Sporculardaki yetersiz esneklik, özellikle de hamstring, tendon bölgelerinde gerilmeye sebep olurken, kaslardaki yırtık riskini yükselttiği belirtilmektedir (van Beijsterveldt ve ark., 2013). Dinamik esneme ve aktif mobilite egzersizleri, kasın

boy uzunluğunu ve hareket açıklığını artırarak yaralanma riskini azalmaktadır (Chu, 1998).

7.5.3. Doğru Teknik ve Progresyon

Antrenman programları tasarlanırken kademeli olarak ilerleme; başlangıçta düşük şiddet, yüklenme ve arkasından eksantrik-kuvvet çalışmaları içermeli hem rehabilitasyon hem de performans gelişimini desteklemelidir (Comfort ve ark., 2007). Bu kademeli ilerleme sürecine plyometrik programların da dahil edilmelidir. Çünkü eksantrik olarak gerçekleştirilen güç antrenmanları, kas tendon stabilitesini artırarak yaralanmaları azaltır (PMC plyometrik rehber, 2015).

Kaynakça

- Ambler, W. (2025, March 17). Speed development: Why correct technique is vital for athletes. *Science for Sport*.
- Anderson, J., Jones, P. A., Burnett, A., & Dos'Santos, T. (2020). It's time to change direction on agility research: a call to action. *Sports Medicine – Open*, 6, 33. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00304-y>
- BenFoodman. (2025). *Exercise science periodization strategies Part II: Agility & quickness*. BenFoodman Blog. <https://www.benfoodman.com/blog/strength-amp-conditioning-exercise-science-periodization-strategies-part-i-explosive-athletes/>
- Bourne, M. N., Timmins, R. G., Opar, D. A., Williams, M. D., & Duhig, S. J. (2022). Deceleration training in team sports: Another potential 'vaccine' for injury mitigation. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(7), 602–610. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.11.007>
- Campos, F. A. R., Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M. P., Véronique, L., & Loturco, I. (2022). Effects of plyometric training on jump, sprint, and change of direction: An umbrella review of meta-analyses. *Sports Medicine – Open*, 8, 40. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00431-0>
- Chaalali, A., Rouissi, M., Chtara, M., Owen, A. L., Bragazzi, N. L., Moalla, W., Chaouachi, A., Amri, M., & Chamari, K. (2016). Agility training in young elite soccer players: Promising results compared to change of direction drills. *Biology of Sport*, 33(4), 345–351. <https://doi.org/10.5604/20831862.1217924>
- Chu, S. K. Y. (1998). *Jumping into plyometrics*. Human Kinetics.
- Comfort, P., Green, C. M., & Matthews, M. (2007). *Training considerations after hamstring injury in athletes*. ResearchGate.
- Current Sports Medicine Reports. (2019). *Sports training principles*. *Current Sports Medicine Reports*, 18(4), 232–240. journals.lww.com
- Dawes, J., & Roozen, M. (Eds.). (2011). *Developing agility and quickness*. Human Kinetics.
- Domenico, F. D., & D'Isanto, T. (2019). Role of speed and agility in the effectiveness of motor performance. *Journal of Physical Education and Sport*, 19(5S), 1836–1842. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s5271>

- Dos'Santos, T., Thomas, C., McBurnie, A., Comfort, P., & Jones, P. A. (2021). Change of direction speed and technique modification training improves 180° turning performance, kinetics, and kinematics. *Sports*, 9(6), 73. <https://doi.org/10.3390/sports9060073>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553–558. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582>
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., et al. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), S60–S79.
- Forster, J. W., Visentini, M., Young, W. B., Spiteri, T., Nimphius, S., Tan, F. I., & Dos'Santos, T. (2022). *Training to improve pro-agility performance: A systematic review. Journal of Human Kinetics*, 85, 35–51. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0080>
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140–148. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0>
- Friebe, D., Banzer, W., Giesche, F., Haser, C., Hülsdünker, T., Pfab, F., Sieland, J. (2024). Effects of 6-Week motor-cognitive agility training on football test performance in adult amateur players: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23, 276–288. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.276>
- Gidu, D. V., Badau, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., Stoica, A. M., & Calota, N. D. (2022). The effects of proprioceptive training on balance, strength, agility and dribbling in adolescent male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2028. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042028>
- Hassan, A. K., Alhumaid, M. M., & Hamad, B. E. (2022). The effect of using reactive agility exercises with the fitlight training system on the speed of visual reaction time and dribbling skill of basketball players. *Sports*, 10(11), 176. <https://doi.org/10.3390/sports10110176>
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø., & Tønnessen, E. (2019). *The training and development of elite sprint performance: An integration of scientific and*

best practice literature. Sports Medicine - Open, 5, 44.
<https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>

- Henneman, E., Somjen, G., & Carpenter, D. O. (1965). Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of Neurophysiology*, 28(3), 560–580.
- Herda, T. J., Cramer, J. T., Ryan, E. D., McHugh, M. P., & Stout, J. R. (2013). Acute effects of static versus dynamic stretching on muscle strength and power in the lower extremities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 347–354.
- Hernandez, D. J., & Kwon, Y. S. (2022). Effect of rest interval duration on the volume completed during a high-intensity bench press exercise. *Journal of Health, Sports, & Kinesiology*, 2(4), 36–45.
<https://doi.org/10.47544/johsk.2021.2.4.36>
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2005). Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(1), 31–43.
<https://doi.org/10.1123/jab.21.1.31>
- Hülsdünker, T., et al. (2022). Reactive agility training with Fitlight improves visual processing and decision-making in basketball players. *Sports*, 10(3), 41. <https://doi.org/10.3390/sports10030041>
- King Sports Training. (2025). *10 Best speed and agility cone drills*. King Sports Training.
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61–72.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31825760ea>
- Mann, R. V., & Murphy, A. J. (2018). *The mechanics of sprinting and hurdling* (2nd ed.). CreateSpace Independent Publishing.
- Marković, G., & Mikulić, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- McHugh, M. P., & Schmitt, B. (2012). *Hamstring injury rehabilitation and prevention of recurrence*. *Sports Physical Therapy*, 2(3), 4–12.

- Meylan, C. M. P., Nosaka, K., Green, J. P., Cronin, J. B., & McMaster, D. T. (2014). The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11–15-year-old boys. *European Journal of Applied Physiology*, 114 (4), 659–670. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2804-7>
- Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J., & Hughes, M. (2014). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical performance. *Journal of Sports Sciences*, 32(2), 190–202.
- Monajati, A., Larumbe-Zabala, E., Goss-Sampson, M., & Naclerio, F. (2016). The effectiveness of injury prevention programs to modify risk factors for non-contact anterior cruciate ligament and hamstring injuries in uninjured team sports athletes: A systematic review. *PLoS ONE*, 11(5), e0155272. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155272>
- Morin, J.-B., Edouard, P., & Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1680–1688. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318216ea37>
- National Strength and Conditioning Association. (2017, May). *5 reaction drills to build quickness*. Kinetic Select. Retrieved from <https://www.nsc.com/education/articles/kinetic-select/5-reaction-drills-to-build-quickness/>
- National Strength and Conditioning Association. (2023, December). *Age and sex considerations: Practical application*. Kinetic Select. <https://www.nsc.com/education/articles/kinetic-select/age-and-sex-considerations-practical-application/>
- National Strength and Conditioning Association. (n.d.). *Assessing speed and agility related to sport performance*. NSCA. <https://www.nsc.com/education/articles/kinetic-select/assessing-speed-and-agility-related-to-sport-performance/>
- PMC (2015). *Current concepts of plyometric exercise*. National Center for Biotechnology Information. Retrieved from PMC database.
- Ramirez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., Andrade, D. C., & Izquierdo, M. (2015). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 411–418. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000705>

- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2009). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18 (9), 669–683. <https://doi.org/10.1080/02640410050120050>
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running: Training adaptations and acute responses. *Sports Medicine*, 31 (6), 409–425. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131060-00002>
- Samozino, P., Morin, J.-B., Dorel, S., Slawinski, J., & others (2013). A simple method for measuring power, force and velocity properties of sprint running. *Proceedings of the International Society of Biomechanics*, Natal, Brazil.
- Serpiello, F. R., Hopkins, W. G., Barnes, S., Tavrou, J., Duthie, G. M., Aughey, R. J., & Ball, K. (2017). Validity of an agility test for Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 342–347. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0752>
- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Medicine*, 2(4), 267–278. <https://doi.org/10.2165/00007256-198502040-00004>
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932. <https://doi.org/10.1080/02640410500457109>
- SIRC Sport Information Resource Centre. (2025). *Agility training: Insights from the research*. Sport Information Resource Centre. <https://sirc.ca/articles/agility-training-insights-from-the-research/>
- SimpliFaster. (2018). *Sprinting in team sport: The butt-kicking epidemic*. Retrieved from Simplifaster website (turn0search0).
- Singh, J., Appleby, B. B., & Lavender, A. P. (2018). Effect of plyometric training on speed and change of direction ability in elite field hockey players. *Sports*, 6(4), 144.
- Spiteri, T., Cochrane, J., Hart, N., Haff, G., & Nimphius, S. (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science*, 13(6), 646–652. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.722731>
- Sun, M., Soh, K. G., Cao, S., Yaacob, A. B., Ma, S., & Ding, C. (2025). *Effects of speed, agility, and quickness training on athletic performance: A*

systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, 66. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01101-w>

Thesportsedu.com. (n.d.). *Speed endurance describes the ability to maintain sprinting at near maximal velocity for an extended amount of time*. The Sports Edu. Retrieved [04.07.2025], from Thesportsedu.com

Thompson, K., et al. (2019). *Most coaches tend to link speed endurance training to the deceleration phase of the sprint...* In *The Training and Development of Elite Sprint Performance*, Sports Medicine-Open

Thurlow, F., McLaren, S. J., Townshend, A., & Weakley, J. (2025). *The application of repeated-sprint training*. In *Sports Performance, Recovery, Injury and New Technologies (SPRINT) Research Centre*. Australian Catholic University.

Trainer Academy. (2023). *Chapter 20: Principles of Speed, Agility, and Quickness Training*. Trainer Academy. Retrieved from <https://traineracademy.org/cpt-textbook/principles-of-speed-agility-and-quickness/>

TrainHeroic Content Team. (2019). Improve athleticism with these 4 reactive agility drills. TrainHeroic.

Van Beijsterveldt, A. M., van de Port, I. G., Vereijken, A. J., & Backx, F. J. G. (2013). Risk factors for hamstring injuries in male soccer players: A systematic review of prospective studies. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(3), 253–262. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01464.x>

Weyand, P. G., Sternlight, D. B., Bellizzi, M. J., & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology*, 89(5), 1991–1999.

Wilson, J. M., Loenneke, J. P., Jo, E., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., & Kim, J. S. (2012). The effects of endurance, strength, and power training on muscle fiber type shifting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1724–1729. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234eb6f>

Windhorst, U. (2007). Muscle proprioceptive feedback and spinal networks. *Brain Research Bulletin*, 73(4–6), 155–202. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2007.03.010>

Young, W. B., et al. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 315–319.

- Zierath, J. R., & Hawley, J. A. (2004). Skeletal muscle fiber type: Influence on contractile and metabolic properties. *PLOS Biology*, 2(10), e348. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020348>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2020). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Human Kinetics.
- Laursen, P. B., & Buchheit, M. (2019). *Science and application of high-intensity interval training: Solutions to the programming puzzle*. Human Kinetics.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73.
- Lazarus, N. R., & Harridge, S. D. (2018). The inherent human aging process and the facilitating role of exercise. *Frontiers in Physiology*, 9, 1135.
- Los Arcos, A., Vázquez, J. S., Martín, J., Lerga, J., Sánchez, F., Villagra, F., & Zulueta, J. J. (2015). Effects of small-sided games vs. interval training in aerobic fitness and physical enjoyment in young elite soccer players. *PLOS ONE*, 10(9), e0137224.
- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2915–2930.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics.
- Mangine, G. T., Stratton, M. T., Almeda, C. G., Roberts, M. D., Esmat, T. A., VanDusseldorp, T. A., & Feito, Y. (2020). Physiological differences between advanced CrossFit athletes, recreational CrossFit participants, and physically active adults. *PLOS ONE*, 15(4), e0223548.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387–397.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J. S., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 186–205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528.
- Ozaki, H., Abe, T., Loenneke, J. P., & Katamoto, S. (2020). Stepwise load reduction training: A new training concept for skeletal muscle and energy systems. *Sports Medicine*, 50(12), 2075–2081. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01341-5>
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2007). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Reilly, T. (2006). *The science of training—Soccer: A scientific approach to developing strength, speed and endurance*. Routledge.
- Riboli, A., Coratella, G., Rampichini, S., Limonta, E., & Esposito, F. (2022). Testing protocol affects the velocity at VO₂max in semi-professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 30(2), 182–192. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1878460>
- Rowland, T. W. (2005). *Children's exercise physiology* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Schmitz, B., Pfeifer, C., Kreitz, K., Borowski, M., Faldum, A., & Brand, S.-M. (2018). The Yo-Yo intermittent tests: A systematic review and structured compendium of test results. *Frontiers in Physiology*, 9, 870. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00870>
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276–291.

- Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: The role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*, 13, 32–53. <https://sportsci.org/2009/ss.htm>
- Singh, M. A. F. (2002). Exercise comes of age: Rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology: Series A*, 57(5), M262–M282.
- Smith, H. K. (1998). Applied physiology of water polo. *Sports Medicine*, 26(5), 317–334.
- Stadheim, H. K., Stensrud, T., Brage, S., & Jensen, J. (2021). Caffeine increases exercise performance, maximal oxygen uptake, and oxygen deficit in elite male endurance athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(11), 2264–2273. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002704>
- Stanzione, J. R., Brooks, G. A., Bruneau, M. L., Jr., French, D. N., Nasser, J. A., Smith, S. A., & Volpe, S. L. (2022). Sport-specific crossover point differences during a maximal oxygen consumption test. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 7(3), 1–6. <https://doi.org/10.1249/TJX.0000000000000206>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536.
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\text{VO}_{2\text{max}}$. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(10), 1327–1330. <https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00018>
- Thron, M., Düking, P., Ruf, L., Härtel, S., Woll, A., & Altmann, S. (2024). Assessing anaerobic speed reserve: A systematic review on the validity and reliability of methods to determine maximal aerobic speed and maximal sprinting speed in running-based sports. *PLOS ONE*, 19(1), e0296866. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296866>
- Wasserman, K. (1986). The anaerobic threshold: Definition, physiological significance and identification. *Advances in Cardiology*, 35, 1–23.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (1999). *Principles of exercise testing and interpretation* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4th ed.). Human Kinetics.
- Zouhal, H., Jabbour, G., Jacob, C., Duvigneau, D., Botcazou, M., Ben Abderrahaman, A., Prioux, J., & Moussa, E. (2010). Anaerobic and aerobic energy system contribution to 400-m flat and 400-m hurdles track running. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2309–2315. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e31287>

SEKİZİNCİ BÖLÜM

HAREKETLİLİK VE ESNEKLİK ANTRENMANLARI

Öğr. Gör. Muhammed Mücahit ÖZGÜÇ

8.1. Hareketlilik (Mobilité)

Hareketlilik; kişinin hareketlerini bir veya birden fazla eklem kas, bağ, tendon vb. yapıların desteği ile müsaade ettiği oranda, farklı açılarda ve değişik yönlerde doğru uygulayabilme yeteneğidir. Mobilité, genel olarak hareketlilik olarak tanımlanmaktadır (Muratlı, 2005).

Yürüme ve denge, mobilitenin temelde iki unsur olarak ele alınır. Temel ve seçici mobilité olarak ise iki kategoriye ayrılmaktadır. Temel mobilité günlük yaşamı ifade ederken, seçici mobilité ise günlük yaşamın dışında yapılan eylemleri ifade etmektedir (Hong ve Tobis, 1990; Veerbeek, Lamberts, Fiegeen, Verkoeijen ve Langerak, 2019). Mobilizasyonda eklem hareket prensibi, temelde iki faktörün birbirini tamamlaması ile gerçekleşir. Bunlar eklem hareket açıklığı ve esnekliktir. Tendon, eklem, bağlar ve kasların işlevsellikleri hareketin kalitesinin temel faktörleridir. (Marek vd., 2005). Farklı bir tanımlamaya göre ise aslında hareketlilik direkt olarak eklem hareket açıklığı ve kasın esnekliği ile ilgilidir (Muratlı, 2005).

8.2. Aşırı Hareketlilik (Hipermobilité)

Herhangi bir romatizmal hastalıktan bağımsız olarak eklemlerin normalin üstünde hareket genişliğine sahip olmasıdır. Yani eklemde meydana gelen aşırı hareket etme durumudur. Birçok spor branşında hipermobil olmak rekabetçi bir avantajdır. Kas ve eklem ağrısı, eklemlerde şişlik, bel ağrısı, yumuşak doku romatizmaları vb. gibi olumsuz yönleri de olabilmektedir (Scheper vd., 2016).

8.3. Eklem Hareket Açıklığı (Range of Motion)

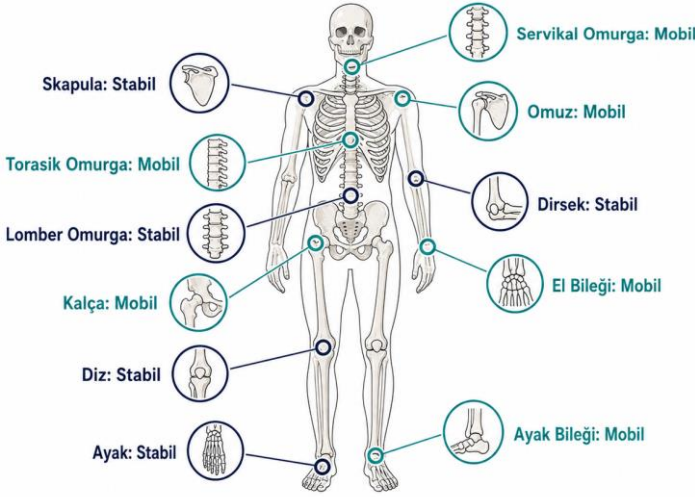
Eklemlerin farklı düzlemlerde ve farklı açılarda, belirlenmiş bir hareketi en geniş açıda ağrı ve rahatsızlık duymadan yapabilmesi, eklem hareketinin açısı (ROM) anlamına gelmektedir. Bu eklem hareket açıklığını ölçmeye yönelik bazı yöntemler vardır. Gonyometre, vücut eklemlerinin hareket aralığını ölçmek için kullanılan en yaygın araçtır (Viraj ve Gandbhir, 2020).

8.4. Eklem Ekleme Yaklaşımı

Fonksiyonel antrenman konusunun uzmanlarından Michael Boyle ve FMS sisteminin kurucusu Gray Cook'un beraber ortaya çıkardığı bir kavram olan

kinetik hareket zinciri ve eklem ekleme yaklaşımı (Şekil 9.1), her eklem noktasının kendine has bir mobil ya da stabil olma özelliğinin olduğunu ve bu özelliklerin istenen düzeyde olmaması durumunda bir sonraki eklem noktasında bozulmalara yol açacağını ifade etmektedir. Bu durumda bir hareket sırasında herhangi bir eklem mobilite konusunda bir problemi varsa bu durum bir sonraki eklem bölgesinin stabilitesine zarar vermektedir (Cook vd., 2010; Boyle, 2016).

Eklem Ekleme Yaklaşımı



Boyle ve Cook yaklaşımına dayalı kavramsal gösterim

Şekil 15. Eklem Ekleme Yaklaşım Görseli

Kaynak/Not: Bu şekil, bölüm içeriğiyle uyumlu olacak biçimde yazar tarafından özgün olarak yeniden oluşturulmuştur.

8.5. Hareketliliği Etkileyen Faktörler

Eklemler, optimal açıda performans sergileyebilmek için birçok iç ve dış faktörden etkilenmektedir (Akınoğlu, Kocahan, Ünüvar, Eroğlu ve Hasanoğlu, 2020; Çon, Akyol, Tural ve Taşmektepligil, 2012).

8.5.1. İç Etkenler

- ✓ Eklem ve kemik yapısı
- ✓ Kas dokusunun elastikiyeti,
- ✓ Azda olsa derinin elastikiyeti,
- ✓ Tendon ve ligamentlerin elastikiyeti,

- ✓ Eklemlerde ve ilgili dokulardaki ısı,
- ✓ Yorgunluk,
- ✓ Yetersiz kuvvet oluşumu.

8.5.2. Dış Etkenler

- ✓ Antrenman yapılan yerin ısısı,
- ✓ Günün saati,
- ✓ Sakatlık oluşumu,

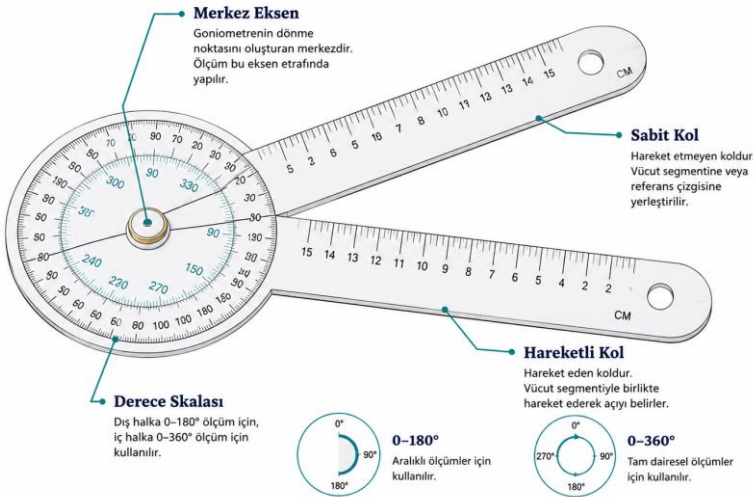
- ✓ Yaş,
- ✓ Cinsiyet,
- ✓ Düzenli esneklik çalışmaları,
- ✓ Kıyafet ya da malzeme.

8.5.3. Hareketliliği Değerlendirme Yöntemleri

8.5.3.1. Goniometre

Goniometrelerin farklı şekillerde boyutları ve kollarının uzunluğu bulunmaktadır. 0-180 derece veya 0-360 derece olup, genelde metal veya plastik malzemelerden yapılmaktadırlar. Goniometrenin tasarımı (Şekil 9.2), şekilde görüldüğü gibi bir dayanak veya merkez noktası, bir stabilizasyon kolu ve bir hareket kolundan oluşur (American College of Sports Medicine [ACSM], 2010).

Goniometre



Şekil 16. Goniometre Cihazı

Bir gonyometrenin gövdesi bir iletke ile ayındır ve bir dairenin yayından oluşur. Çemberin etrafındaki derece ölçümleri, 0-180 derece veya 0-360 derece arasında değişir.

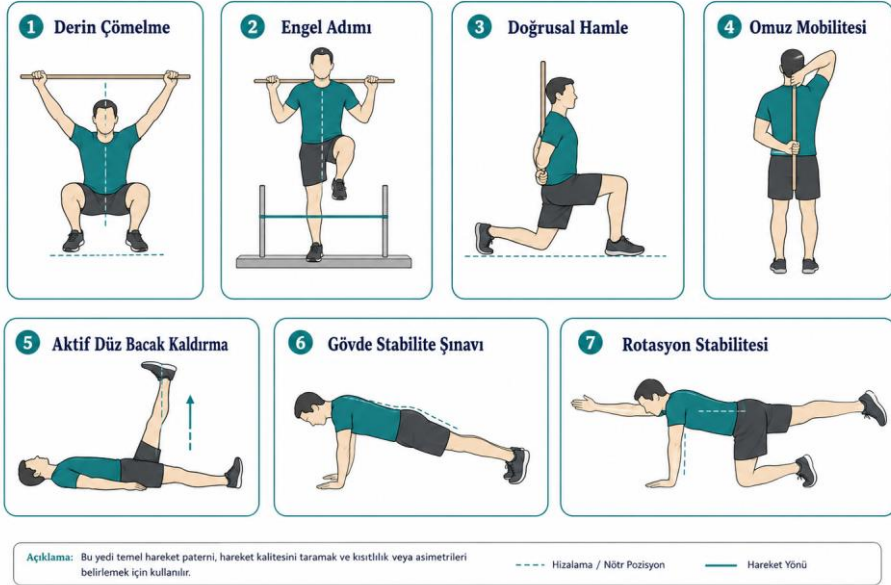
- ✓ Dayanak/merkez noktası: goniometrenin konulacağı bölgenin anatomik tanımının yapılması gerekmektedir.

- ✓ Stabilizasyon kolu: goniometrenin gövde kısmıdır ve test boyunca sabit kalmalıdır. Bu kol aynı zamanda ölçümün başlangıç noktasını belirler.
- ✓ Hareket kolu: ilişkili vücut bölümü ile ortak hareket edecek olan goniometrenin gövde bölümüdür ve test sırasında deneğin hareketi ile birlikte bu kolda bitişe kadar hareket eder (ACSM, 2010).

8.5.3.2. Fonksiyonel Hareket Taraması (FMS)

FMS fonksiyonel hareket kalitesini ele almak adına yedi temel hareket paterni üzerindeki kısıtlılık veya asimetrik durumları belirlemek üzere kurulmuş bilimsel temelli biyomekanik tarama ve değerlendirme sistemidir. Bu paternleri değerlendirilerek fonksiyonel kısıtlılıklar ve asimetri belirlenebilir. Hareketlerin gerçekleştirilmesi sırasında hedeflenen aksiyonların düzgün yapılabilmesi adına nöromüsküler kontrol çok önemlidir. Zayıf nöromüsküler kontrolün akut yaralanma riskini artırdığı düşünüldüğü için sedanter bireylerde ve sporcularda hareket paterni kalitesini değerlendirmek için kullanılan bir sistemdir (Cook vd., 2010).

FMS Hareket Test Paternleri



Şekil 17. FMS Hareket Test Paternleri

Hareketlilik antrenmanlarını planlarken eklem hareket açıklığı, esneklik ve nöromüsküler koordinasyon faktörleri ele alınarak programlama yapılmalıdır.

Gerekli testler yapıldıktan sonra (FMS) ilk yapılması gereken eklem hareket kısıtlılıkları olan bölgelerdeki kısıtlılıkları gidermek için gerekli mobilite egzersiz stratejisi planlamaktır. Bir eklemdaki hareket kısıtlılıklarını gidermek için yapılabilecekler üç aşamalı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Yumuşak doku terapisi, tam eklem hareket açıklığının geri kazanımı ve hareketin nörolojik paterninin yeniden eğitilmesi (Cook vd., 2010).

8.6. Esneklik (Fleksibilite)

Esneklik genel olarak kasın uzayabilme kabiliyeti veya yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Daha başka ve doğru bir ifadeyle esneklik, ilgili eklemin hareket aralığı boyunca biyomekaniksel sınırlar içerisinde kasın gerilme seviyesidir (Hopper, 2005). Esneklik ve mobilite birbiriyle iç içe geçmiş kavramlar olsalar da aynı şeyler değildir. Esneklikle orantılı olarak mobilite de etkilenir. Esneklik ve mobilite sportif performansın önemli belirleyici unsurlarındandır. Esneklikte mobilite gibi kas viskozitesi, kas koordinasyonu, doku elastikiyeti, eklem yapısı, biyomekaniksel dizilim, doku sıcaklığı, cinsiyet, yaş, ekipman kullanımı, hava koşulları vb. gibi içsel ve dışsal faktörlerden etkilenmektedir (Akınoğlu vd., 2020; Çon vd., 2012).

8.6.1. Esnekliğin Sınıflandırılması

8.6.1.1. Statik Esneklik

Eklemin en son hareket açıklığına ulaşp, o pozisyonda sabit bir şekilde belli bir süre kalınmasıyla oluşur (Muratlı, 2005).

8.6.1.2. Dinamik Esneklik

Eklemin en son hareket açıklığına ulaşp, belirli bir ritimde ve açılarda kas kullanımı yapılarak oluşan esneme türüdür (Clark, Lucett, McGill, Montel ve Sutton, 2018).

8.6.1.3. Esneklik Egzersizleri Tercih Nedenleri

- ✓ Kas dengesizliklerinin düzeltilmesi
- ✓ Artan eklem hareket açıklığı
- ✓ Kasların aşırı gerginliğini azaltmak
- ✓ Eklem stresinin giderilmesi
- ✓ Kas-tendinöz bileşkenin uzayabilirliğinin iyileştirilmesi
- ✓ Tüm kasların normal fonksiyonel uzunluğunu korumak
- ✓ Nöromüsküler etkinliği artırma
- ✓ İyileştirme işlevi (Bushman, 2014)

8.7. Hareketlilik ve Esneklik Antrenmanlarının Faydaları

Kaslarda oluşabilecek gerginliklerin önüne geçer ve postürün iyi duruşuna katkıda bulunur. Günlük hayatta hareketsizliğin getireceği olumsuz etkilerin önüne geçmekte fayda sağlar. Sedarer veya sporcularda yaralanmaları minimize eder ve kas ağrılarını azaltır. Bunlarla birlikte eklem hareket aralığını artırır ve kas-eklem uyumu sağlayarak daha sağlıklı eylemlere olanak sağlar. Sadece fiziksel değil zihinsel olarak da kişiyi olumlu yönde etkiler ve vücudun genel performansına bunu yansıtır (Scheper vd., 2016). Özetle daha hızlı koşmak, daha rahat oturup kalkmak, günlük rutin eylemleri daha rahat gerçekleştirmek, psikolojik zindelik ve sporcularda genel performans için hareketlilik ve esneklik egzersizleri önemli bir rol oynamaktadır (Tillin ve Bishop, 2009)

8.8. Esnekliği Geliştirme Yöntemleri

8.8.1. Statik Esnetme

Bir kası pasif olarak maksimum gerilim noktasına kadar alıp, belli bir süre boyunca kası gergin tutma işlemidir. Kas uzun süre gergin bir pozisyonda tutularak golgi tendon organı uyarılır ve kas içiği üzerinde inhibitör (engelleyici) bir etki oluşturur. Bu kasın gevşemesini ve kasın daha iyi uzamasını sağlar. Her hareket için (Şekil 9.4) 10-30 sn, 2-4 tekrar üzerinden, haftada 2-3 gün uygulama yapılması önerilmektedir (Clark vd., 2018).

Statik Esnetme

Kas uzunluğunu artırır, esnekliği geliştirir ve egzersiz sonrası kasların rahatlamasına yardımcı olur.

1 Oturur Hamstring Esnetme Bir bacağınızı düz uzatın, diğer bacağınızı dizinizi bükerek içe alın. Düz bacağınızın parmak ucuna doğru uzanın ve sırtınızı düz tutun.  🕒 10-30 sn 🔄 2-4 tekrar	2 Ayakta Quadriceps Esnetme Dengede durun. Bir ayağınızı geriye doğru bükerek topuğunuzu kalçanıza yaklaştırın. Dizler yan yana olsun ve karnı kaslarınızı sıkı tutun.  🕒 10-30 sn 🔄 2-4 tekrar
3 Baldır Esnetme (Duvar) Ellerinizi duvara koyun. Bir bacağınızı geriye alın, topuğunuz yerde kalsın ve diziniz düz olsun. Öne doğru hafifçe eğilerek baldırınızı esnetin.  🕒 10-30 sn 🔄 2-4 tekrar	4 Göğüs Esnetme (Kapı) Kapı aralığında durun. Kollarınızı kapı çerçevesine yerleştirip dirseklerinizi 90° bükün. Bir adım öne doğru çıkarak göğsünüzde hafif bir gerilme hissedin.  🕒 10-30 sn 🔄 2-4 tekrar

i Nefesinizi normal tutun, esneme sırasında ağrı hissetmeyin. Kontrollü ve yavaş hareket edin. | Egzersiz öncesi ısınma, esneme etkisini artırır.

Şekil 18. Statik Esnetme

8.8.2. Dinamik Esnetme

Mevcut tüm hareket açıklığı boyunca bir eklem için bir kasın kuvvet üretimini ve vücudun momentumunu kullanır. Yumuşak doku uzayabilirliğini iyileştirmek için karşılıklı inhibisyon kavramını kullanır. Her aktivite için 3-10 hareketi kullanılarak 5-12 yeniden oluşan bir set gerçekleştirilebilir. Dinamik esnetme (Şekil 9.5), postürel bozulma olmadığı sürece atletik aktiviteden önce ısınma olarak önerilir (Clark vd., 2018).

Dinamik Esnetme

1 Yürüyen Hamle ve Uzantı

Büyük bir adım atarak hamle yapın, öne uzanırken kollarınızı yukarı kaldırın. Kalkıp diğer adımla devam edin.



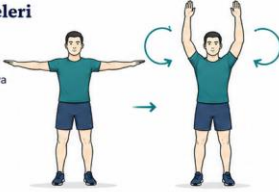
2 Bacak Sallama

Dik durun. Bir bacağınızı öne ve arkaya doğru kontrollü şekilde sallayın. Diğer bacakla tekrarlayın.



3 Kol Daireleri

Kollarınızı yana açın. Küçük dairelerle öne doğru, ardından arkaya doğru çevirin. Kontrollü ve akıcı hareket edin.



4 İnchworm Yürüyüşü

Ayakta durun. Ellerini yere koyarak öne doğru yürüyün, plank pozisyonuna gelin. Ardından ellerinizle geri yürüyerek ayağa kalkın.



5-12 tekrar
Her hareketi 5-12 tekrar uygulayın.



Isınma öncesi
Antrenmana başlamadan önce kullanılır.

Şekil 19. Dinamik Esnetme

8.8.3. Balistik Esnetme

Hızlı, sarsıntılı ve kontrolsüz bir şekilde uygulanan, eklemin ROM açısından son evresine kadar zorlanarak ve momentum kullanılarak yapılan esnetme türüdür. Sıçrama benzeri bu hareketler sonucunda (Şekil 9.6), kasın uzamasına karşı koyan ve muhtemelen doku yaralanmasına yol açabilecek güçlü bir esneme refleksi üretilir (Clark vd., 2018).

Balistik Esnetme

Eklem hareket açıklığının son noktasında hızlı ve kontrollü salınımlarla esneklik geliştirme yöntemidir.



Amaç

Hareket açıklığını artırmak ve kas-tendon dokularının esnekliğini geliştirmek.



Hedef Kaslar

Hamstringler
(arka uyluk kasları)



Uygulama İpuçları

- Hareketleri kontrollü ve ritmik gerçekleştirin.
- Ağrı hissederseniz durun.
- Isınma sonrası uygulayın.
- Nefesinizi düzenli tutun.

1

Başlangıç Pozisyonu

Bir bacağınızı öne uzatın ve topuk yere, ayak parmakları size doğru bakacak şekilde yerleştirin. Diğer dizinizi hafifçe kırın.



2

Salınımlı Hareket

Uzlanmış bacağınızı son noktadaki gerilim sınırında küçük ve hızlı yukarı-aşağı salınımlarla hareket ettirin.



3

Bitiriş

Hareketi yavaşça sonlandırın ve bacağınızı gevşetin. Diğer bacakla tekrarlayın.



Süre

10-30 saniye
(her bacak için)



DİKKAT

- Hızlı ve salınımlı germe yöntemidir.
- Her sporcu için uygun olmayabilir.

Şekil 20. Balistik Esnetme

8.8.4. Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) Tekniği

Muskulotendinöz yapının uzunluğunu regüle etmek için birçok teknik bulunmaktadır. Bu teknikler arasında germeler (statik,dinamik,balistik), proprioseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) ve miyofasyal gevşetme gibi (Şekil 9.7) teknikler bulunmaktadır. Bu teknik genellikle bir partnerle gerçekleştirilir ve hem pasif hareket hem de aktif (konsantrik ve izometrik) kas hareketlerini içerir (Noreen vd., 2021). Tut gevşe, kas gevşe ve agonist kasılma ile tut gevşe tekniği olmak üzere üçe ayrılır.

PNF Tekniği

Tut-gevşe yaklaşımı

1 Pasif Germe
Partner, bacağı nazikçe yukarı kaldırarak germe uygular.



Hedef kası nazikçe son noktasına kadar gerin ve 15–30 saniye boyunca pozisyonu koruyun.

2 İzometrik Kasılma (6–10 sn)
Kaldırılan bacağı aşağıya doğru bastırmaya çalışın. Partner direnç uygular.



Orta düzeyde bir güçle 6–10 saniye boyunca kasılın. Nefesinizi tutmayın.

3 Gevşe ve Daha Fazla Germe
Kasılmanın ardından gevşeyin. Partner, bacağı daha fazla yukarı kaldırır ve yeni bir germe uygular.



Gevşedikten sonra yeni hareket açıklığı dahilinde 15–30 saniye boyunca germe pozisyonunu koruyun.

İpucu: Her iki bacak için 2–3 tekrar uygulayın. Yavaş, kontrollü ve ağrısız bir şekilde çalışın.

Şekil 21. PNF Tekniği

8.8.5. Miyofasyal Gevşetme (SMR) Tekniği

Vücuttaki sinir sistemi ve fasiyal sisteme odaklanan bir germe tekniğidir. Bir adezyona veya "düğüm" hafif kuvvet uygulamak, kas içindeki düğümleri kırar ve istenmeyen kas gerginliğinin serbest kalmasını sağlar. Kendi kendine miyofasyal gevşetme esnasında hassas bir noktanın bulunması (Şekil 9.8) ve bu nokta üzerinde en az 30 saniye boyunca baskının sürdürülmesi gerekmektedir. Bu durum golgi tendon organı aktivitesini artıracak ve kas içiği aktivitesini azaltacak, böylece otojenik inhibisyon tepkisini tetikleyecektir (Clark vd., 2018).

SMR Tekniği

Self-Myofasiyal Gevşetme (Foam Roller)



Şekil 22. SMR Tekniği

8.9. Hareketlilik ve Esneklik Antrenmanları

Günümüz toplumunda çoğu insan hareketsiz yaşamdan dolayı muzdariptir. Özellikle ofis işlerinde meydana gelen bel ve boyun ağrıları, karpal tünel sendromu, obezite vb. gibi sağlık sorunları ve yaralanmalarda artış vardır. Yeterli esneklik ve eklem hareket kabiliyetine sahip olmayan bireyler ve sporcular yüksek yaralanma riskine sahiptir. Optimal nöromüsküler verimliliğe olanak sağlamak için, bireylerin her üç hareket düzleminde de uygun esnekliğe sahip olması gerekir. Bu, ayakkabı bağlamak için eğilmek veya üst dolaptan bulaşıkları almak gibi günlük aktiviteleri etkili bir şekilde gerçekleştirmek için gereken hareket özgürlüğünü sağlar. Özetle esneklik, dinamik hareket aralığı ve nöromüsküler verimlilik gerektiren uzama kabiliyetini gerektirir. Bu zincirin tamamı, esneklik eğitimine yönelik entegre bir yaklaşım benimsenerek elde edilir. Esnekliği daha iyi anlamak için, öncelikle insan hareket sistemi, kas dengesizlikleri ve nöromüsküler verimlilik gibi birkaç önemli kavramın gözden geçirilmesi gerekir.

Esneklik antrenmanları üç aşama şeklinde uygulanmaktadır. Bunlar düzeltici, aktif ve fonksiyonel esnekliktir. Özellikle sıkı ve sert dokular için esneklik egzersizlerinde ilgili bu bölgelere öncelik verilmektedir (Clark vd., 2018).

8.9.1. Düzeltici Esneklik

Düzeltici esneklik, eklem hareket açıklığını (ROM) artırmak, kas dengesizliklerini iyileştirmek ve değişmiş eklem hareketini düzeltmek için tasarlanmıştır. Düzeltici esneklik, kendi kendine miyofasyal gevşeme (SMR) tekniklerini ve statik germeyi içerir. Kendi kendine miyofasyal gevşeme, kas gevşemesine neden olmak için otojenik inhibisyon prensibini kullanırken, statik germe, germenin nasıl yapıldığına bağlı olarak kas uzunluğunu artırmak için otojenik inhibisyon veya karşılıklı inhibisyon kullanabilir. Düzeltici esneklik stabilizasyon seviyesinde (1. aşama) uygundur (Behm, Blazevich, Kay ve McHugh, 2016; Clark vd, 2018).

8.9.2. Aktif Esneklik

Aktif esneklik, miyofasyal gevşeme ve aktif izoleli germe tekniklerini kullanır. Aktif izoleli germe, yumuşak dokunun esnekliğini iyileştirmek ve karşılıklı inhibisyon kullanarak nöromüsküler verimliliği artırmak için tasarlanmıştır. Aktif izoleli germe, fonksiyonel antagonistler gerilirken agonist ve sinerjist kasların bir uzvu tam hareket aralığında hareket ettirmesine olanak tanır. Örneğin, sırtüstü düz bacak kaldırma, bacağı kaldırmak ve desteksiz tutmak için kalça fleksörlerini ve kuadrisepsleri kullanırken, antagonist hamstring kompleksi gerilir. Aktif esneklik güç seviyesinde (2., 3. ve 4. aşamalar) uygun olacaktır (Clark vd., 2018).

8.9.3. Fonksiyonel Esneklik

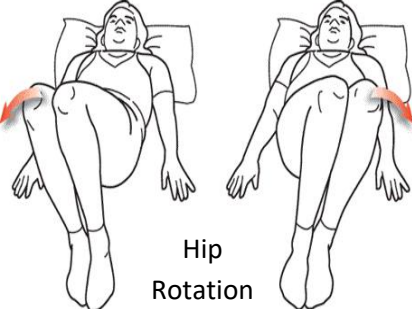
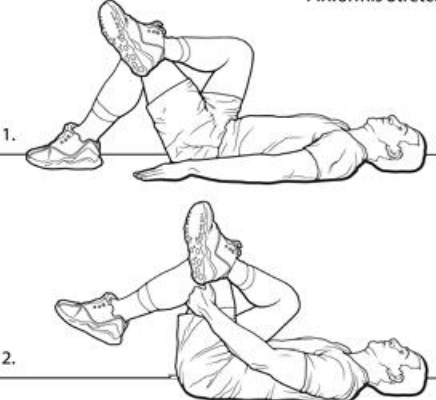
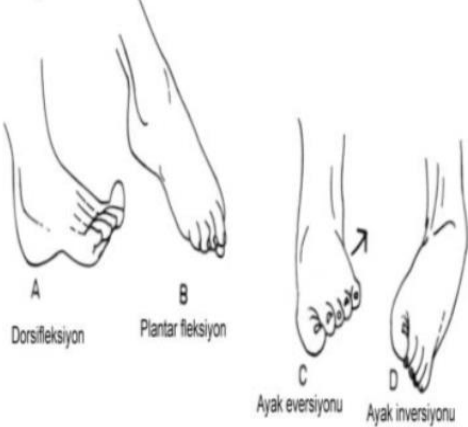
Fonksiyonel esneklik, miyofasyal gevşeme tekniklerini ve dinamik esneme kullanır. Dinamik esneme, optimum nöromüsküler kontrolle, tüm hareket aralığı boyunca entegre, çok düzlemli yumuşak doku esneyebilirliği gerektirir. Bu nedenle, katılımcılar antrenman sırasında dinamik esneme yaparken, aktif veya düzeltici esnekliğe geri döndürülmeleri gerekir. Bu esneklik biçimi de güç seviyesinde (5. aşama) veya atletik yarışmalardan önce uygun olacaktır. Tüm fonksiyonel hareketlerin her üç hareket düzleminde de meydana geldiğini ve yaralanmaların çoğunlukla enine düzlemde meydana geldiğini unutmamak önemlidir. Uygun yumuşak doku, tüm hareket aralığı boyunca esneyemezse, yaralanma riski önemli ölçüde artar. Çok düzlemli yumuşak doku esnekliğini artıran ve yüksek düzeyde nöromüsküler talep içeren egzersizler tercih edilir (Behm vd, 2016; Clark vd, 2018).

8.9.4. Örnek Hareketlilik ve Esneklik Egzersizleri

Tablo 6. Örnek Egzersizler

Hareket	Açıklama
 Overhead Raises	Baş üstü kaldırma, göğüs hareketliliği ve omuz ekstansiyonu üzerinde etkilidir. Gergin latissimus dorsi ve posterior deltoid kaslarını gevşetmenin yanı sıra, omurgadaki küçük dokuları çalıştırarak baş üstü tam dikey ekstansiyon sağlar. Bu, omuz eklemi ve omurga üzerindeki baskıyı azaltırken gücü de artırarak daha iyi bir baş üstü itiş duruşuna destekler.
 Wall Angels	Omuz ve omurgayı harekete geçirmek için iyi bir egzersizdir. Omuz ve torasik bölgedeki çok sayıda gergin kas ve tendonda mobilizasyon kolaylığı meydana gelir. Bunu yaparak, sadece torasik omurgayı açmakla kalmayıp, aynı zamanda duruşumuzu destekleyen omuz kaslarını da güçlendiririz.
 Doorway Stretch	Buradaki amaç, dinamik hareketlilik sırasında omuz eklemi harekete geçirirken göğüs ve ön omuzları esnetmektir. Bu, göğüs bölgesini esnetirken omuzları da fazlasıyla germekte ve mobil etmektedir.

Hareket	Açıklama
 Side Bend	Zayıf sırt kasları nedeniyle, insanlar genellikle kifoz, lordoz ve skolyoz gibi duruş bozukluklarına sahip olma eğilimindedir. Bu hareket, sırtın arkasındaki kasları güçlendirerek ve mobil eder. Bunlar arka deltalar, orta trapezius, rhomboidler, latissimus dorsi gibi kaslardır. Bunların hepsi, sırt anatomisinin stabil kalması için son derece önemlidir.
 Over-and-Backs	Bant çekme hareketi, infraspinatus, supraspinatus ve teres minor kasları gibi rotatörleri çalıştırır. Bu, birçok ön rehabilitasyon ve rehabilitasyon kliniğine eklenen en etkili omuz önleme egzersizidir. Bunun nedeni, omuz stabilizasyonumuzu önemli ölçüde etkilemesi, olası yaralanmaları önlemesi ve iyileşmeye yardımcı olmasıdır.
 Thoracic Extension	Torasik omurgayı gevşetmek, omuz fleksiyonuna yardımcı olur. Ellerinizi başınızın üzerine rahat kaldırırsınız çünkü bu eksikliklerin çoğu torasik bölgede gizlidir ve belin mobilizasyonunu artırır. Torasik ekstansiyonlar, semispinalis ve multifidus kaslarının gevşemesine de yardımcı olur.

Hareket	Açıklama
 Hip Rotation	Kalça eklem hareketlerinde kısıtlama olması genel yaşam aktivitelerini ciddi anlamda olumsuz etkilemektedir. Kalça fleksiyonu ve içe-dışa rotasyon eylemleri için bu mobilite egzersizleri hayati önem taşır.
Piriformis Stretch  1. 2.	Germe pozisyonunda kalça ve diz fleksiyonda, kalça addüksiyonda ve iç rotasyondadır. Daha sonra lumbosakral stabilizasyon, kalça güçlendirme egzersizleri önerilmektedir.
 A Dorsifleksiyon B Plantar fleksiyon C Ayak eversiyonu D Ayak inversiyonu	Ayak bileği sakatlıklarının önüne geçmek ve gündelik yaşam aktivitelerinin daha kolay bir halde uygulanabilmesi adına ayak bileğinin mobil olması önemlidir. Dorsifleksiyon, plantar fleksiyon, inversiyon ve eversiyon gibi eylemleri için ayak bileği mobilizasyon egzersizleri uygulanmalıdır.

8.9.5. Esneklik Antrenmanları Program Tasarım Tabloları

Tablo 7. Stabilizasyon Antrenmanı Akut Değişkenleri

Stabilizasyon Antrenmanı Akut Değişkenleri								
	Tekrar	Set	Tempo	Yoğunluk	Dinlenme	Sıklık	Süre	Egzersiz
Esneklik	1	1-3	30 sn tut	-	-	3-7 gün/hafta	4-6 hafta	SMR ve Statik

(Clark vd., 2018)

Tablo 8. Kuvvette Devamlılık Akut Değişkenleri

Kuvvette Devamlılık Akut Değişkenleri								
	Tekrar	Set	Tempo	Yoğunluk	Dinlenme	Sıklık	Süre	Egzersiz
Esneklik	5-10	1-2	1-2 sn tut	-	-	3-7 gün/hafta	4 hafta	SMR ve Aktif

(Clark vd., 2018)

Tablo 9. Hipertrofi Akut Değişkenleri

Hipertrofi Akut Değişkenleri								
	Tekrar	Set	Tempo	Yoğunluk	Dinlenme	Sıklık	Süre	Egzersiz
Esneklik	5-10	1-2	1-2 sn tut	-	-	3-7 gün/hafta	4 hafta	SMR ve Aktif

(Clark vd., 2018)

Tablo 10. Maksimal Kuvvet Akut Değişkenleri

Maksimal Kuvvet Akut Değişkenleri								
	Tekrar	Set	Tempo	Yoğunluk	Dinlenme	Sıklık	Süre	Egzersiz
Esneklik	5-10	1-2	1-2 sn tut	-	-	3-7 gün/hafta	4 hafta	SMR ve Aktif

(Clark vd., 2018)

Tablo 11. Güç Akut Değişkenleri

Güç Akut Değişkenleri								
	Tekrar	Set	Tempo	Yoğunluk	Dinlenme	Sıklık	Süre	Egzersiz
Esneklik	5-10	1-2	Kontrollü	-	-	3-7 gün/hafta	4 hafta	SMR ve dinamik 3-10 egzersiz

(Clark vd., 2018)

Tablo 12. Maksimal Güç Akut Değişkenleri

Maksimal Güç Akut Değişkenleri								
	Tekrar	Set	Tempo	Yoğunluk	Dinlenme	Sıklık	Süre	Egzersiz
Esneklik	10-15	1-2	Kontrollü	-	-	3-7 gün/hafta	2 hafta	SMR ve dinamik 3-10 egzersiz

(Clark vd., 2018)

Kaynakça

- Akınoğlu, B., Kocahan, T., Ünüvar, E., Eroğlu, İ. ve Hasanoğlu, A. (2020). Sporcularda gövde kas kuvveti ile otur-uzan esnekliği arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 12(1), 9-15.
- American College of Sports Medicine [ACSM] (2010). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual* (Kaminsky L., Ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Behm, D.G., Blazevich, A.J., Kay, A.D. and McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), 1-11.
- Boyle, M. (2016). *Functional training for sports* (2nd ed.). USA: Human Kinetics.
- Bushman, B.A. (2014). *ACSM's resources for the personel trainer* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins
- Clark, M.A., Lucett, S.C., McGill, E., Montel, I. and Sutton, B. (2018). *NASM Essentials of personal fitness training* (6th ed.). Burlington: Jones & Bartlett Learning.
- Çon, M., Akyol, P., Tural, E. and Taşmektepligil, M.Y. (2012). The effect of flexibility and body fat percentage on vertical jump performance with volleyball players. *Selçuk University Journal of Physical Education and Sport Science*, 14(2), 202-207
- Cook, G., Burton, L., Kiesel, K., Rose, G., Bryant, M.F. and Torine, J. (ty). Movement functional systems screening, corrective strategies.
- Hong, C.Z. and Tobis, J.S. (1990). Physiatrik rehabilitation and maintenance of geriatric patients. (Kottke F.J., Lehmann J.F. Eds.) *Krusen's Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation*, (4th ed.), WB Saunders, Philadelphia.
- Hopper, D., Deacon, S., Das, S., Jain, A., Riddell, D., Hall, T. and Briffa, K. (2005). Dynamic soft tissue mobilisation increases hamstring flexibility in healthy male subjects. *British Journal of Sports Medicine*, 39(9), 594-598.
- Marek, S.M., Cramer, J.T., Fincher, A.L., Massey, L.L., Dangelmaier, S.M., Purkayastha, S., Fitz, K.A. and Culbertson, J. Y. (2005). Acute effects of

static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*, 40(2), 94.

Muratlı, S., Şahin, G. ve Kalyoncu, O. (2005). *Antrenman ve müsabaka*. İstanbul: Yaylın Yayıncılık.

Noreen, A., Rashad, A., Iqbal, K., Younas, A., Faizan Hassan, M., Iqbal, U. and Baby, W. (2021). Comparative effects of graston technique and foam roller on the flexibility of hamstring muscle. *The Journal of Orthopaedics Trauma Surgery and Related Research*, 16(8), 1-4.

Örnek Hareketlilik ve Esneklik Egzersizleri (2025, 15 Ağustos). Erişim Adresi: <https://www.vitalscend.com/shoulder-mobility-exercises/>

Scheper, M.C., Juul-Kristensen, B., Rombaut, L., Rameckers, E.A., Verbunt, J. and Engelbert, R.H. (2016). Disability in adolescents and adults diagnosed with hypermobility-related disorders: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabilitation*, 97(12), 2174–87.

Tillin, N.A. and Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.

Veerbeek, B.E., Lamberts, R.P., Fieggen, A.G., Verkoeijen, P.P. and Langerak, N.G. (2021). Daily activities, participation, satisfaction, and functional mobility of adults with cerebral palsy more than 25 years after selective dorsal rhizotomy: a long-term follow-up during adulthood. *Disability and Rehabilitation*, 43(15), 2191-2199.

Viraj, N. and Gandbhir, B.C. (2020).,In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing: 2020 Jun 12. National Library of Medicine.National Centre for Biotechnology Information.

DOKUZUNCU BÖLÜM

SPOR BRANŞLARINA ÖZGÜ ANTRENMAN PLANLAMASI

Arş. Gör. Ayşe Demet KARADAĞ

Spor branşlarına özgü antrenman planlaması, genel antrenman ilkelerinin farklı yarışma ortamlarına mekanik biçimde aktarılması değildir. Planlama; branşın performans belirleyicilerini, müsabaka takvimini, sporcunun gelişim düzeyini, sakatlık ve sağlık geçmişini, teknik-taktik gereksinimleri, psikososyal yükleri ve kurumsal olanakları aynı karar sistemi içinde birleştirmeyi gerektirir. Bu bölümde planlama, önceden yazılmış değişmez bir takvimden çok, amaçlar ile gerçekleşen yanıtlar arasında sürekli geri bildirim kuran dinamik bir süreç olarak ele alınmıştır. Geleneksel, blok, dalgalı, yarışma merkezli ve esnek Periyodizasyon yaklaşımları; takım ve bireysel sporların farklılıkları bağlamında karşılaştırılmıştır. Sezon öncesi, sezon içi, geçiş ve sezon dışı dönemlerin amaçları; tek ve çok müsabakalı haftaların mikro döngüleri; dayanıklılık, kuvvet-güç, raket, mücadele, teknik-estetik ve hassasiyet sporlarına özgü öncelikler açıklanmıştır. Çocuk ve genç sporcular, kadın sporcular, para sporcular ve usta sporcular için planlamayı değiştiren noktalar ayrıca tartışılmıştır. İç ve dış yükün izlenmesi, toparlanma, performans analizi, giyilebilir teknolojiler, veri etiği, beslenme, çevresel koşullar, seyahat ve spora dönüş kararları güncel kanıtlar ışığında bütünleştirilmiştir. Bölümün sonunda futbol, dayanıklılık ve kuvvet-güç sporları için uygulama şablonları ile antrenörün haftalık kararlarını destekleyen kontrol tabloları sunulmuştur. Temel sav, başarılı branşa özgü planlamanın “mükemmel takvim” üretmekten çok, doğru öncelikleri doğru zamanda ve doğru sporcuya uygulanabilir biçimde düzenlemek olduğudur.

9.1. Branşa Özgü Planlama Gerekliliği

Antrenman planlamasının temel sorusu “bu hafta ne yaptırılacak?” değildir. Asıl soru, belirli bir sporcunun ya da takımın, belirli bir tarihte ve belirli bir yarışma bağlamında sergilemesi gereken performans için hangi uyaranlara, hangi sırayla, hangi dozda ve ne kadar toparlanmayla maruz bırakılması gerektiğidir. Bu nedenle planlama, egzersiz seçiminin ötesinde bir karar verme problemidir. Aynı fiziksel özellik—örneğin alt ekstremité gücü—voleybolda tekrarlı sıçrama kalitesi, futbolda ivmelenme ve ikili mücadele, kürekte tekne hızına kuvvet aktarımı, halterde ise doğrudan yarışma performansı için farklı anlamlar taşır.

Branşa özgülük, egzersizin yalnızca görünüş olarak müsabakaya benzemesi değil, geliştirilmek istenen uyumun performansa aktarılma olasılığıdır.

Planlama literatüründe Periyodizasyon, uzun vadeli amaçları yönetilebilir zaman birimlerine ayıran yararlı bir çerçeve sunar. Bununla birlikte klasik modellerin, performans gelişimini her sporcuda aynı sırayla ilerleyen doğrusal bir süreç gibi varsayması eleştirilmiştir. Biyolojik uyumlar, sakatlıklar, akademik ve mesleki stres, seyahat, uyku, seçme baskısı ve müsabaka sonuçları planı sürekli değiştirir. Bu nedenle çağdaş yaklaşım, planı reddetmek değil; planı hipotez, izlemeyi ise bu hipotezin sürekli sınanması olarak görmektedir (Kiely, 2012, 2018; Mujika vd., 2018). Planın kalitesi, başlangıçtaki ayrıntı düzeyi kadar yeni bilgi geldiğinde ne kadar tutarlı değiştirilebildiğiyle ölçülür.

Takım sporlarında uzun ve yoğun sezon, birden çok performans bileşeninin eş zamanlı korunmasını; bireysel sporlarda ise çoğu zaman az sayıdaki hedef yarışmada zirve performansın oluşturulmasını gerektirir. Ancak bu ayrım mutlak değildir. Tenis, badminton ve mücadele sporları yıl boyunca çok sayıda turnuva içerirken; bazı takım sporlarında kısa turnuva formatları belirgin bir zirveleme gerektirebilir. Dolayısıyla “takım sporu modeli” ve “bireysel spor modeli” hazır reçeteler değil, yarışma yapısını anlamaya yardım eden başlangıç kategorileridir.

9.2. Planlamanın Kavramsal Temelleri

9.2.1. Planlama, programlama ve Periyodizasyon

Planlama, hedeflerin, kaynakların, zamanın ve değerlendirme ölçütlerinin bütüncül biçimde düzenlenmesidir. Programlama; egzersiz, şiddet, hacim, sıklık, dinlenme, sıra ve ilerleme gibi değişkenlerin somutlaştırılmasıdır. Periyodizasyon ise bu değişkenlerin zaman içinde belirli amaçlara göre sıralanmasını ve çeşitlendirilmesini ifade eder. Üç kavram birbiriyle ilişkili olsa da aynı değildir. Klasik antrenman kuramı, yıllık plan ile antrenman birimi arasındaki yapısal bağı ayrıntılı biçimde açıklamıştır (Bompa & Buzzichelli, 2019). Bununla birlikte Periyodizasyon şeması güçlü görünse bile günlük programlama sporcunun düzeyine uymuyorsa sonuç alınamaz; iyi bir egzersiz programı da yarışma takvimine bağlanmadığında yanlış zamanda yorgunluk üretebilir.

Plan, beklenen uyumu tanımlar; uygulama gerçek antrenman dozunu üretir; izleme ise sporcunun bu doza verdiği yanıtı gösterir. Bu üçlü ilişki kapalı döngü hâline getirilmelidir. Aksi durumda antrenör yalnızca yapılan işi kaydeder, fakat yapılan işin doğru işe dönüşüp dönüşmediğini değerlendiremez. Planlamanın

bilimsel niteliği, çok veri toplamakta değil; amaçla ilişkili veriyi, önceden belirlenmiş karar kurallarıyla kullanmaktadır.

9.2.2. Temel antrenman ilkeleri

Özgüllük, uyumun kullanılan kas grupları, hareket hızı, kuvvet yönü, enerji sistemi, algısal ipuçları ve karar gereksinimleriyle ilişkili olduğunu belirtir. Bununla birlikte her antrenmanı müsabakanın kopyası hâline getirmek doğru değildir. Genel kuvvet, temel aerobik dayanıklılık veya hareket yeterliği, yarışma davranışına dolaylı fakat önemli katkılar sağlayabilir. Özgüllük, genel hazırlığın değersizliği değil, her içeriğin hedef performansla ilişkisinin açıklanabilmesidir.

Aşırı yükleme ve ilerleme, mevcut kapasitenin üzerinde fakat tolere edilebilir bir uyaran gerektirir. İlerleme yalnızca daha fazla hacim demek değildir; daha yüksek şiddet, daha karmaşık karar görevi, daha kısa dinlenme, daha yüksek hareket kalitesi, daha hızlı kuvvet üretimi veya yarışmaya daha yakın bağlam da ilerleme oluşturabilir. **Bireyselleştirme**, aynı dış yükün farklı sporcularda farklı iç yanıtlar doğurduğunu kabul eder. **Çeşitlilik**, tekdüzeliği azaltırken uyaranın yönünü korumalıdır; rastgele değişiklik ilerleme değildir. **Toparlanma**, uyumun pasif aralığı değil, planın aktif bileşenidir. **Tersinirlik**, kullanılmayan özelliklerin zamanla azalabileceğini; **transfer** ise antrenmanda gelişen özelliğin yarışma performansına aynı ölçüde yansımayaabileceğini hatırlatır.

9.2.3. Uyumun çok bileşenli doğası

Performans, tek bir fizyolojik değişkenin çıktısı değildir. Bir futbolcunun yüksek hızlı koşu kapasitesi, sprint tekniği, hamstring dokusunun yük toleransı, taktik rol, oyuncu değişikliği olasılığı ve maçın skor durumuyla birlikte anlam kazanır. Bir maraton koşucusunda aerobik kapasite; koşu ekonomisi, dayanıklılık, yakıt stratejisi, sıcaklık ve tempo kararıyla etkileşir. Bir haltercide maksimal kuvvet, teknik kararlılık, bar hızını koruma, vücut ağırlığı yönetimi ve psikolojik hazır oluşla birleşir. Bu nedenle branşa özgü planlama, performans bileşenlerini listelemekle kalmamalı; aralarındaki olumlu transferleri ve olası çatışmaları da öngörmelidir.

Eş zamanlı geliştirilen özellikler bazen birbirini destekler, bazen de toplam yorgunluğu artırarak kaliteyi düşürür. Örneğin dayanıklılık sporcusunda uygun dozda kuvvet antrenmanı ekonomi ve performansı geliştirebilir (Beattie vd., 2014); ancak ağır dayanıklılık ve kuvvet oturumlarının zamanlaması kötü düzenlenirse her iki oturumun kalitesi azalabilir. Takım sporunda teknik-taktik oyunlar fiziksel yük de oluşturur; bu yük kondisyon çalışmasından ayrıymış gibi

hesaplanamaz. Planlama, disiplinlerin yan yana dizilmesi değil, uyarıların toplam etkisinin yönetilmesidir.

9.2.4. Branş Gereksinim Analizi

Branşa özgü planlamanın başlangıç noktası gereksinim analizidir. Analiz üç düzeyde yürütülmelidir: müsabakanın talepleri, sporcunun mevcut profili ve uygulama bağlamı. Yalnızca elit düzey ortalamalarını kullanmak yetersizdir; sporcu cinsiyeti, yaş düzeyi, klasifikasyonu, pozisyonu, oyun modeli ve yarışma seviyesi talebi değiştirebilir. Ayrıca literatürdeki örneklemin antrenman düzeyi açıkça tanımlanmalıdır. Katılımcı düzeyini sınıflandıran çerçeveler, “antrenmanlı” veya “elit” gibi belirsiz etiketlerin yanlış genellenmesini azaltır (McKay vd., 2022).

Tablo 13. Branş gereksinim analizinin temel boyutları

Boyut	Sorulacak temel sorular	Olası veri kaynakları	Planlama çıktısı
Yarışma yapısı	Süre, mola, tur, set, devre ve tekrar yapısı nedir?	Kural kitabı, maç ve yarış kayıtları	Enerji sistemi ve tempo öncelikleri
Hareket talebi	Koşu, sıçrama, yön değiştirme, temas, atış veya dönüş sıklığı nedir?	GPS/LPS, video, zaman-hareket analizi	Hacim, şiddet ve mekanik yük hedefleri
Teknik-taktik talep	Hangi beceriler baskı altında belirleyicidir?	Notasyon analizi, antrenör gözlemi	Beceri ve karar verme içeriği
Pozisyon/rol	Mevki veya yarış görevi talebi nasıl değiştirir?	Pozisyona özgü performans verisi	Alt grup ve bireysel ek çalışmalar
Sporcu profili	Güçlü yön, sınırlılık, sağlık ve antrenman geçmişi nedir?	Testler, sağlık taraması, görüşme	Bireysel öncelik ve başlangıç dozu
Takvim	Ana hedefler, sıkışık dönemler ve seyahatler ne zamandır?	Federasyon ve kulüp takvimi	Yükleme, koruma ve azaltma dönemleri
Bağlam	Tesis, personel, ekipman ve zaman kısıtları nelerdir?	Kurumsal analiz	Uygulanabilir egzersiz ve izleme sistemi

9.2.5. Enerji sistemi ve süreklilik profili

Branşlar aerobik veya anaerobik şeklinde ikili sınıflandırılmaz. Enerji sistemleri eş zamanlı çalışır; katkı oranları işin şiddeti, süresi, dinlenme aralığı ve sporcunun kapasitesiyle değişir. Uzun mesafe sporlarında düşük ve orta şiddetli hacim baskın olabilirken yarışma hızı, eşik çevresi ve yüksek şiddetli aralıklı çalışmalar farklı uyumlar sağlar. Takım sporlarında kısa yüksek şiddetli eylemler aerobik toparlanma zemini üzerinde tekrar edilir. Yüksek şiddetli aralıklı antrenman; iş süresi, dinlenme biçimi, tekrar sayısı, modalite ve hedeflenen fizyolojik/neuromüsküler yanıt üzerinden programlanmalıdır (Buchheit & Laursen, 2013a, 2013b).

9.2.6. Biyomekanik ve mekanik yük profili

Toplam mesafe tek başına mekanik talebi açıklamaz. İvmelenme ve yavaşlama, yön değiştirme, sıçrama-iniş, temas, atış, eksantrik frenleme ve zemin özellikleri doku yükünü belirler. Çok yönlü takım sporlarında aktivite değişimlerinin sık oluşu ve sporlar arasında koşu, kesme, yan hareket ve sıçrama dağılımının farklılaşması, kondisyonun spor ve pozisyon düzeyinde tasarlanmasını gerektirir (Taylor vd., 2017). Benzer biçimde yüzme ile koşunun kardiyovasküler yükü karşılaştırılabilir olsa da kas-iskelet yükü ve teknik kısıtları farklıdır. Bu nedenle fizyolojik yük ile biyomekanik yük ayrı ama ilişkili yollar olarak izlenmelidir (Vanrenterghem vd., 2017).

9.2.7. Teknik, taktik ve bilişsel profil

Açık beceri sporlarında sporcu, değişken çevresel ipuçlarına göre karar verir; kapalı beceri sporlarında ise önceden belirlenmiş hareketin kararlılığı ve ince ayarı daha baskındır. Yorgunluk altında karar kalitesi, görsel tarama, rakip davranışını öngörme ve dikkat geçişi takım, raket ve mücadele sporlarında planın parçasıdır. Bununla birlikte bilişsel zorluk, teknik öğrenmenin her aşamasında artırılmamalıdır. Yeni beceri düşük karmaşıklıkta yerleştirilip ardından zaman, alan, rakip ve skor baskısıyla çeşitlendirilebilir. Performans analizi, yalnızca sonuç istatistiklerini değil, sonuca yol açan süreç göstergelerini incelemelidir (Sarmiento vd., 2018).

9.2.8. Planlama Hiyerarşisi ve Hedeflerin Kurulması

Planlama, uzun vadeli yön ile günlük karar arasında izlenebilir bir bağ kurmalıdır. Çok yıllık gelişim planı sporcunun gelişim evrelerini; yıllık veya sezonluk plan ana yarışmaları; makro ve mezo döngüler öncelikli uyumları; mikro döngü haftalık yük dağılımını; antrenman birimi ise somut uygulamayı gösterir. Bu katmanlar yalnızca süreye göre değil, karar işlevine göre tanımlanmalıdır.

Tablo 14. Planlama düzeyleri ve temel kararlar

Düzy	Tipik zaman ufku	Temel karar	İzleme sorusu
Çok yıllı gelişim	2–8 yıl ve üzeri	Sağlıklı gelişim, beceri repertuvarı, uzmanlaşma yolu	Sporcu sürdürülebilir ilerliyor mu?
Yıllık/sezonluk plan	6–12 ay	Ana yarışmalar, dönemler, kamp ve seyahatler	Zirve ve koruma dönemleri gerçekçi mi?
Makro döngü	Birkaç ay	Geniş hazırlık veya yarışma amacı	Ana performans göstergeleri ilerliyor mu?
Mezo döngü	Yaklaşık 2–6 hafta	Baskın uyum ve yükleme-toparlanma örüntüsü	Hedeflenen uyum oluşuyor mu?
Mikro döngü	Çoğunlukla 3–10 gün	Oturum sırası, yoğun günler ve toparlanma	Haftalık yük dağılımı tolere ediliyor mu?
Antrenman birimi	Dakika-saat	Egzersiz, doz, sıra, geri bildirim	Amaçlanan uyaran gerçekten oluştu mu?

Hedefler sonuç, performans ve süreç düzeyinde kurulmalıdır. Sonuç hedefi sıralama veya galibiyet gibi rakip ve çevreye bağlıdır. Performans hedefi süre, güç, atış doğruluğu veya oyun davranışı gibi daha kontrol edilebilir bir çıktıdır. Süreç hedefi ise antrenman devamlılığı, teknik ipucu, uyku rutini veya yük yönetimi davranışını tanımlar. Yalnızca sonuç hedefiyle plan yapmak belirsizliği artırır; yalnızca süreç hedefiyle çalışmak da yarışma bağını zayıflatır. İyi plan üç düzeyi birbirine bağlar.

Her hedef için başlangıç değeri, beklenen değişim, değerlendirme zamanı ve karar eşiği tanımlanmalıdır. Örneğin “sürati geliştirmek” yerine, 10 m ivmelenme performansını ve pozisyona özgü yüksek hızlı koşu maruziyetini belirli bir zaman aralığında, teknik kalite ve sağlık durumu bozulmadan geliştirmek daha işlevsel bir hedeftir. Testin ölçüm hatası bilinmiyorsa küçük değişimler gerçek ilerleme gibi yorumlanmamalıdır.

9.3. Periyodizasyon Yaklaşımları: Model Seçmekten Model Uyarlamaya

9.3.1. Geleneksel Periyodizasyon

Geleneksel yaklaşımda genel olarak hazırlık döneminde hacim yüksek, şiddet görece düşük; yarışmaya yaklaşıldıkça hacim azalır, özgüllük ve şiddet artar. Uzun hazırlık süresi ve sınırlı sayıda ana yarışması olan branşlarda anlaşılır bir

çerçeve sunar. Ancak yıl boyunca haftalık müsabaka oynayan takım sporlarında veya çok sık turnuvaya katılan raket sporlarında uzun, tek yönlü evreler uygulanabilir değildir. Ayrıca farklı özelliklerin art arda geliştirilmesi, önceki uyumların korunması için ek doz gerektirir.

9.3.2. Blok Periyodizasyon ve yoğunlaştırılmış yükleme

Blok Periyodizasyonda belirli uyumlar kısa ve yoğun mezo döngülerde önceliklendirilir; birikim, dönüşüm ve gerçekleştirme gibi evreler üzerinden yarışma performansına aktarılır. Çok sayıda performans bileşenini aynı anda yüksek hacimde çalışmanın mümkün olmadığı ileri düzey sporcularda odak sağlayabilir (Issurin, 2010). Buna karşın yoğun bloklar, sporcunun antrenman geçmişi ve toparlanma kapasitesi yetersizse aşırı yorgunluk doğurabilir. Takım sporlarında teknik-taktik zorunluluklar nedeniyle “tek kapasiteye saf odak” çoğu zaman mümkün değildir.

9.3.3. Dalgalı ve eş zamanlı yaklaşımlar

Dalgalı planlama, hacim ve şiddetin günlük veya haftalık ölçekte daha sık değiştirilmesini içerir. Uzun sezonlarda kuvvet, güç, hız ve dayanıklılığın korunmasına esneklik sağlar. Eş zamanlı yaklaşım birden fazla özelliği aynı dönemde geliştirir; ancak oturma sırası, toplam yük ve toparlanma dikkatle düzenlenmelidir. Bir kapasiteyi korumak için gereken doz çoğu zaman geliştirme dozundan düşüktür. Bu nedenle sezon içinde her özelliği geliştirmeye çalışmak yerine, bir veya iki önceliği geliştirmek ve diğerlerini asgari etkili dozla korumak daha gerçekçidir.

9.3.4. Yarışma ve oyun modeli merkezli planlama

Takım sporlarında mikro döngü yoğunlukla maç gününe göre kurulur. Teknik, taktik, fiziksel ve psikolojik amaçlar ayrı bölümler olarak değil, takımın oyun modeli içinde bütünleştirilebilir. Ancak topla yapılan her çalışma otomatik olarak yeterli fiziksel uyaran sağlamaz. Dar alan oyunları belirli kalp atımı ve ivmelenme yükleri üretirken maksimal hıza erişimi sınırlayabilir; geniş alan çalışmaları ise farklı mekanik talepler yaratır. Bu nedenle oyun temelli planlama, eksik kalan yüksek hız, kuvvet veya rehabilitasyon dozlarını tamamlayan bireysel çalışmalarla desteklenmelidir.

9.3.5. Esnek ve yanıt odaklı planlama

Esnek planlamada önceden belirlenen amaç ve sınırlar korunur, fakat günlük içerik hazır oluş, takvim değişikliği ve uygulama kalitesine göre ayarlanır. Esneklik, amaçsız doğaçlama değildir. A planı kadar B ve C seçenekleri; hangi veri veya olayın değişiklik yaratacağı; azaltılan yükün ne zaman telafi edileceği

önceden düşünülür. Periyodizasyon kuramına yönelik eleştiriler, biyolojik uyumun kesin tarihlere bağlanamayacağını vurgular; yine de yarışma tarihleri, tesis kullanımı ve disiplinler arası koordinasyon plan gerektirir (Kiely, 2012, 2018). En savunulabilir yaklaşım, yapısal bir çerçeve ile düzenli geri bildirimi birleştirmektir.

Tablo 15. Periyodizasyon yaklaşımlarının bağlamsal karşılaştırması

Yaklaşım	Güçlü yön	Sınırlılık	Daha uygun bağlam
Geleneksel	Anlaşılır, geniş hazırlıktan özgüle geçişi düzenler	Sık yarışmada katı ve yavaş kalabilir	Uzun hazırlık, az sayıda ana yarışma
Blok	İleri düzey sporcuda belirgin odak yaratır	Yoğun yorgunluk ve koruma sorunu	Kısa yoğunlaşma pencereleri, deneyimli sporcu
Dalgalı	Çoklu kapasiteyi uzun sezonda yönetir	Karmaşık olabilir, amaç bulanıklaşabilir	Takım sporları, sık turnuvalı branşlar
Yarışma/oyun merkezli	Teknik-taktik-fiziksel bütünlük sağlar	Bazı fiziksel uyaranlar eksik kalabilir	Takım ve raket sporları
Esnek/yanıt odaklı	Bireysel yanıt ve belirsizliğe uyum sağlar	Güvenilir izleme ve yetkin karar gerekir	Değişken takvim, elit ve heterojen gruplar

Model seçimi bir kimlik tercihi değildir. Aynı sezon içinde genel yapı geleneksel, belirli bir mezo döngü blok, haftalık dağılım dalgalı, günlük uygulama ise hazır oluğa göre esnek olabilir. Önemli olan model adlarının karışması değil, her kararın hedeflenen uyum ve yarışma gereksinimiyle açıklanabilmesidir (Mujika vd., 2018).

9.3.6. Sezonun Evreleri

9.3.6.1. Sezon öncesi planlama

Sezon öncesi dönem, kısa sürede “en çok yükleme” yapılacak bir kamp değildir. Amaç; sporcuyu müsabakanın fizyolojik, mekanik, teknik ve taktik taleplerine aşamalı biçimde hazırlamak, antrenman toleransını yeniden kurmak ve ilk müsabakaya aşırı yorgunluk taşımamaktır. Başlangıç değerlendirmesinde sağlık durumu, önceki sezon yükleri, geçiş dönemi etkinliği, sakatlık öyküsü, bireysel kapasite ve pozisyona özgü gereksinimler incelenir. Testler yalnızca sıralama yapmak için değil, program dozunu belirlemek ve daha sonra değişimi yorumlamak için seçilir.

İlk haftalarda yeni veya yüksek eksantrik yük, sprint, sıçrama ve temas maruziyeti kademeli artırılmalıdır. Kardiyovasküler kapasite ile kas-iskelet toleransı aynı hızda gelişmeyebilir; sporcu nefes açısından hazır görünürken dokular yüksek hızlı ve yön değiştirmeli yük için hazır olmayabilir. Genel hazırlık tamamen izole kondisyon anlamına gelmez. Teknik kaliteyi koruyan düşük karmaşıklıkla branş uygulamaları, temel kuvvet, hareket yeterliği ve aerobik gelişim birlikte ilerleyebilir. Daha sonra yoğunluk, karar baskısı, temas ve hazırlık maçları artırılır.

Hazırlık maçları ölçme aracı olarak kullanılmalı; dakikalar, pozisyon, oyun hedefi ve ertesi gün yükü önceden planlanmalıdır. Bütün oyuncuların aynı süre oynaması, özellikle sezon dışı geçmişleri farklıysa eşit yük değil, eşitsiz yanıt üretir. Son 7–14 günde birikmiş yorgunluğu azaltırken şiddeti ve teknik keskinliği koruyan bir azaltma yapılabilir. Taper araştırmaları çoğunlukla bireysel dayanıklılık sporlarından gelse de temel ilke genellenebilir: hacim azaltılırken yarışma özgü şiddetin bütünüyle kaybedilmemesi amaçlanır (Bosquet vd., 2007; Mujika & Padilla, 2003).

Tablo 16. Altı haftalık örnek sezon öncesi ilerleme mantığı

Hafta	Ana amaç	Fiziksel vurgu	Teknik-taktik vurgu	Kontrol noktası
1	Yeniden giriş ve değerlendirme	Orta hacim, düşük-orta şiddet, temel kuvvet	Temel prensipler, düşük baskı	Ağrı, wellness, başlangıç testleri
2	Tolerans oluşturma	Hacim artışı, kontrollü ivmelenme/sıçrama	Birim ve hat organizasyonu	Oturum-RPE, hareket kalitesi
3	Yükleme	Yüksek hacim, ilk yüksek hız maruziyetleri	Alan ve zaman baskısı	Bireysel yüksek hız ve mekanik yük
4	Özgüllüğü artırma	Yüksek şiddet, tekrarlı eylem, kuvvet-güç	Hazırlık maçı, geçişler	Pozisyona özgü eksikler
5	Müsabaka provası	Hacim sabit/azalan, şiddet yüksek	Maç planı, özel durumlar	Maç sonrası toparlanma süresi
6	Tazelenme ve ilk maça geçiş	Hacim azaltma, hız ve güç koruma	İlk rakibe özgü hazırlık	Hazır oluş, ağrı, teknik keskinlik

9.3.6.2. Sezon içi planlama

Sezon içinde amaç, performansı haftadan haftaya yeniden üretebilmek; temel kapasiteleri korumak; seçilmiş dönemlerde gelişim fırsatı yaratmak ve sağlık

risklerini yönetmektir. Maçın kendisi önemli bir antrenman uyarandır fakat oyuncular bu uyarıyı eşit almaz. İlk 11/başlangıç oyuncuları, yedekler, süre almayanlar ve spora dönüş sürecindekiler için farklı tamamlayıcı yük gerekir. “Takım programı” ortak taktik içeriği; “oyuncu programı” ise bireysel fiziksel ve sağlık gereksinimini ifade etmelidir.

Tek maçlı haftada maç sonrası toparlanma, orta haftada ana gelişim uyarı, maç yaklaştıkça hacim azaltma ve özgül hazırlık yapılabilir. İki veya daha fazla maçlı haftada gelişim alanı daralır; kazanım hedefinden koruma ve tazeliğe geçilir. Kuvvet ve güç, düşük hacimli fakat yeterli şiddette kısa oturumlarla korunabilir. Yoğun maç haftasında eksik fiziksel uyarılar hemen telafi edilmeyebilir; daha uygun sonraki pencereye taşınır. Antrenman kalitesinin korunması, “takvimde yazdığı için” ek yük yapmaktan daha değerlidir.

Tablo 17. Tek ve çift maçlı haftalarda örnek mikro döngü mantığı

Gün	Tek maçlı hafta (Cumartesi maç)	Çift maçlı hafta (Çarşamba-Cumartesi)
Pazar	Bireyselleştirilmiş toparlanma / tamamlayıcı yük	Toparlanma ve sağlık kontrolü
Pazartesi	İzin veya aktif toparlanma	Kısa teknik-taktik, düşük hacim
Salı	Ana yük: kuvvet, yüksek şiddet, geniş alan	Maç önu aktivasyon ve taktik
Çarşamba	Taktik yoğunluk, pozisyona özgü ekler	Müsabaka
Perşembe	Hız maruziyeti, teknik kalite, orta hacim	Oynayanlara toparlanma; diğerlerine tamamlayıcı yük
Cuma	Kısa maç önu, duran top, aktivasyon	Kısa maç önu ve taktik netlik
Cumartesi	Müsabaka	Müsabaka

Bu tablo bir reçete değildir. Maç günü, seyahat, zemin, oyuncu yaşı ve önceki maç süresi değiştiğinde oturumların yeri ve dozu değiştirilmelidir. Özellikle yüksek hızlı koşu veya ağır kuvvetin maçıdan kaç gün önce yapılacağı; takımın deneyimi, egzersizin alışılmışlığı ve bireysel toparlanma süresine göre belirlenir.

9.3.6.3. Geçiş ve sezon dışı dönem

Geçiş dönemi “hiçbir şey yapmama” ile yüksek yoğunluklu bireysel kamp arasında dengelenmelidir. Fiziksel ve psikolojik yenilenme, sakatlıkların değerlendirilmesi, sezon analizi ve gelecek hedeflerin belirlenmesi önceliklidir. İlk bölümde yapılandırılmış dinlenme ve eğlenceli alternatif etkinlikler; sonraki bölümde temel kuvvet, aerobik kapasite, hareket becerisi ve bireysel eksiklere

dönüş planlanabilir. Sezon dışı dönem branştan kopuk hipertrofi programına indirgenmemelidir. Kazanılan vücut kütlesi, hareket ekonomisi, ağırlık kategorisi, ısı toleransı veya teknik hız açısından maliyet yaratabilir.

9.4. Takım Sporlarına Özgü Planlama

Takım sporlarının ayırt edici özelliği, fiziksel performansın açık ve etkileşimli bir oyun içinde ortaya çıkmasıdır. Oyuncu ne kadar koşacağını yalnızca kendi kapasitesine göre belirlemez; topun konumu, rakip, takım stratejisi, skor, rol ve oyun kesintileri yükü değiştirir. Bu nedenle toplam mesafe veya kalp atım hızı, performansı tek başına açıklamaz. Koşu hızı, ivmelenme, sıçrama, temas ve teknik eylem aynı zaman çizgisinde incelenmelidir.

9.4.1. Futbol

Futbolda plan, oyun modelinden, pozisyon gereksiniminden ve maç takviminden türetilmelidir. Geniş alan oyunları yüksek hızlı koşu ve taktik mesafe; dar alan oyunları sık ivmelenme, yön değiştirme ve teknik baskı; pozisyon oyunları ise belirli ilişkiler için kullanılabilir. Ancak hiçbir oyun biçimi tüm gereksinimleri eşit karşılamaz. Maksimal hıza kontrollü maruziyet, kuvvet-güç, bireysel koşu tekniği ve sakatlık sonrası yükleme gerekirse ayrı tamamlanır. Maç analizi, yalnızca “ne kadar koşulduğunu” değil, yüksek etkili eylemlerin hangi oyun bağlamında oluştuğunu değerlendirmelidir (Sarmiento vd., 2018).

Sezon öncesinde dakikalar ve yüksek hızlı koşu kademeli artar. Sezon içinde düzenli oynayan futbolcunun ana yüksek yükü maç olabilir; süre almayan oyuncunun ise maç sonrası gün veya uygun haftada müsabaka benzeri tamamlayıcı uyaran alması gerekir. Kaleci programı takım koşu hacmine göre değil, kısa yer değiştirme, reaksiyon, düşüş-kalkış, sıçrama, topa uzanma, pas ve omuz/kalça yüklerine göre yapılandırılmalıdır.

9.4.2. Basketbol ve hentbol

Basketbol ve hentbolda kısa saha, sık yön değiştirme, hızlanma-yavaşlama, temas, sıçrama ve teknik eylem yoğunluğu belirgindir. Takvim çoğu zaman sıkışıktır; haftalık maç sayısı yüksek olabilir. Toplam koşu mesafesi düşük görüne bile mekanik ve neuromusküler yük yüksek olabilir. Taylor vd.,. (2017), çok yönlü takım sporlarında hareket taleplerinin sporlar arasında belirgin biçimde farklılaştığını göstermektedir. Bu nedenle dış yük izleme, sporun hareket profiline uygun metrikler içermelidir.

Sezon içinde kuvvet-güç oturumları kısa tutulabilir; alt ekstremité hacmi maç ve antrenmandaki sıçrama/frenleme yüküyle birlikte değerlendirilir. Taktik antrenmanın süresi kadar canlı oyun bölümlerinin yoğunluğu önemlidir.

Antrenör, “60 dakika antrenman” ifadesinin oyuncular için aynı yükü göstermediğini kabul etmeli; antrenman içindeki etkin çalışma, mola, tekrar ve rol farklılıklarını kaydetmelidir.

9.4.3. Voleybol

Voleybolda koşu mesafesi sınırlı, sıçrama, hızlı kuvvet üretimi, iniş ve omuz üstü vuruş yükü yüksektir. Planlamada sıçrama sayısı kadar sıçrama türü, yaklaşma hızı, maksimal veya submaksimal oluşu ve iniş bağlamı dikkate alınır. Orta oyuncu, smaçör ve pasörün yük profilleri farklıdır. Kuvvet-güç çalışması, saha sıçrama hacmiyle çakışmayacak biçimde düzenlenir; omuz kuvveti ve hareket kapasitesi, servis/smaç hacmiyle birlikte yönetilir. Sezon öncesi sıçrama ve vuruş yükünün ani artışı önlenmeli, sezon içinde teknik kaliteyi bozmadan asgari etkili fiziksel doz korunmalıdır.

9.4.4. Takım sporlarında ortak planlama ilkeleri

- ☐ Oyun modeli, fiziksel programın bağlamını oluşturur; fiziksel yeterlik de oyun modelinin uygulanabilir sınırını belirler.
- ☐ Pozisyon ortalamaları başlangıç bilgisidir; bireysel geçmiş ve maç rolü programı belirgin biçimde değiştirebilir.
- ☐ Başlangıç oyuncusu, yedek, süre almayan ve spora dönen sporcu için tamamlayıcı yük yolları önceden tanımlanmalıdır.
- ☐ Maç sıklığında gelişim hedefleri azaltılıp performansın korunması ve toparlanma önceliklendirilmelidir.
- ☐ Taktik antrenmanın dış ve iç yükü toplam haftalık plana dâhil edilmelidir.

9.4.5. Bireysel Sporlara Özgü Planlama

Bireysel sporlarda performans sorumluluğu tek sporcuda görünse de planlama çok disiplinlidir. Yarışma sıklığı, eleme sistemi, ağırlık kategorisi, ekipman, teknik hakem değerlendirmesi ve çevre koşulları branşa göre farklılaşır. Bireysel sporların önemli avantajı, antrenman dozunun sporcunun yanıtına göre daha doğrudan ayarlanabilmesidir; önemli riski ise antrenörün yarışma sonucunu tek değişkene bağlayarak aşırı uzmanlaşmış ve kırılgan plan oluşturmasıdır.

9.4.6. Dayanıklılık sporları

Koşu, bisiklet, yüzme, kürek, kano ve triatlonda planlama; hacim, şiddet dağılımı, teknik ekonomi, kuvvet, yakıt stratejisi ve çevresel hazırlığı birleştirir. Elit dayanıklılık uygulamalarında yüksek miktarda düşük şiddetli çalışma ile daha sınırlı orta-yüksek şiddetli çalışmanın çeşitli piramidal veya polarize dağılımları

görülmektedir; ancak tek bir dağılımın tüm sporcular ve tüm dönemler için üstün olduğu söylenemez (Rosenblat vd., 2019; Sandbakk vd., 2023). Yarışma mesafesi, antrenman yaşı ve toparlanma kapasitesi dağılımı değiştirir.

Sezon öncesinde temel dayanıklılık ve teknik verimlilik geliştirilirken, yarışmaya yaklaştıkça yarışma hızı, tempo kararlılığı ve beslenme provası artar. Uzun oturumlar yalnızca fizyolojik değil, ekipman, sindirim, zihinsel odak ve yarış stratejisi provasıdır. Kuvvet antrenmanı; özellikle koşu ekonomisi ve güç üretimi açısından yararlı olabilir, ancak toplam yorgunluk ve branşa özgü hacimle dengelenmelidir (Beattie vd., 2014). Taper döneminde hacim azaltılır, yarışma ritmi ve hareket hissi korunur; azaltmanın büyüklüğü önceki yük ve bireysel yanıtı göre ayarlanır.

9.4.7. Kuvvet, güç ve sürat sporları

Halter, güç kaldırma, atmalar, atlamalar ve sprintlerde yüksek kuvvet, hızlı kuvvet üretimi, teknik ve neuromüsküler tazelik öne çıkar. Planlamada egzersiz benzerliği kadar yük-hız ilişkisi, toplam tekrar, set içi yorgunluk ve teknik bozulma izlenir. Hacim tabanı oluşturma, maksimal kuvvet, güç ve yarışma gerçekleştirme evreleri kullanılabilir; fakat deneyimli sporcularda bireysel yanıt ve teknik gereksinim bu sıralamayı değiştirir.

Hız temelli kuvvet antrenmanı, günlük performans değişimine göre yükü ayarlamak ve set içi hız kaybını izlemek için yararlı olabilir; ancak geleneksel yöntemle karşı otomatik üstünlüğü gösterilmemiştir. Kullanılan cihazın geçerli ve güvenilir olması, egzersize özgü hız profili ve karar kurallarının önceden belirlenmesi gerekir (Orange vd., 2022). Yarışma öncesinde toplam hacim azaltılırken ağır yüke veya yüksek hıza kontrollü temas korunabilir. Son ağır oturumun zamanı, sporcunun yorgunluk çözülme süresine göre bireyselleştirilir.

9.4.8. Raket sporları

Tenis, badminton, masa tenisi ve squash; açık beceri, rakip etkileşimi, tekrarlı hızlanma, vuruş yükü ve değişken maç süresi içerir. Takvim yıl içine yayıldığından klasik tek zirveli Periyodizasyon çoğu zaman uygun değildir. Turnuvalar A, B ve C öncelik düzeylerine ayrılabilir; hazırlık blokları turnuva kümeleri arasına yerleştirilir. Sezon içinde teknik-taktik kalite ve maç tazeliği korunurken kuvvet, hız ve aerobik/anaerobik kapasite kısa bloklarla geliştirilir. Yüzey değişimi hareket paternini, ayakkabı ve kas-iskelet yükünü değiştirir; seyahat ve saat dilimi planın parçasıdır.

9.4.9. Mücadele ve ağırlık kategorili sporlar

Güreş, judo, tekvando, boks ve benzeri sporlarda teknik-taktik performans; tekrarlı yüksek şiddet, izometrik/dinamik kuvvet, temas toleransı ve karar vermeyle birleşir. Rakip stili ve turnuva formatı oturum içeriğini değiştirir. Ağırlık kategorisi, planlamaya enerji kullanılabilirliği, hidrasyon, toparlanma ve sağlık boyutu ekler. Kısa sürede agresif ağırlık kaybını normalleştiren planlar performans ve sağlık açısından sakıncalıdır. Vücut kompozisyonu bir performans hedefi olarak aşırı vurgulanmamalı; spor hekimi ve spor diyetisyeniyle uzun vadeli, mahremiyeti koruyan bir süreç yürütülmelidir (Mountjoy vd., 2023).

9.4.10. Teknik-estetik ve hassasiyet sporları

Jimnastik, artistik buz pateni, atlama ve benzeri teknik-estetik sporlarda beceri karmaşıklığı, tekrar yükü, iniş mekaniği, esneklik ve değerlendirme ölçütleri birlikte planlanır. Teknik tekrar sayısı artırılırken doku yükü ve zihinsel yorgunluk izlenir. Yeni beceriler taze durumda öğrenilir; yarışma serileri giderek daha bütün ve baskılı koşullarda uygulanır. Okçuluk, atıcılık ve golf gibi hassasiyet sporlarında toplam enerji harcaması daha düşük görünse de postüral dayanıklılık, ince motor kontrol, dikkat, rutin, çevre ve psikolojik baskı belirleyicidir. Bu branşlarda planlama, çok tekrar yaptırmaktan çok kaliteli tekrar, değişken çevre provası ve yarışma rutininin güvenilirliğine odaklanır.

Tablo 18. Branş kümelerine göre planlama öncelikleri

Branş kümesi	Baskın talepler	Sezon öncesi vurgu	Sezon içi vurgu	Kritik izleme
Takım sporları	Aralıklı yüksek şiddet, karar, teknik-taktik, temas	Tolerans, oyun modeli, yüksek hız/sıçrama ilerlemesi	Maç hazır oluşu, koruma, oyuncu rolü	Maç dakikası, yüksek hız, sıçrama, RPE
Dayanıklılık	Aerobik güç/kapasite, ekonomi, tempo	Hacim tabanı, teknik, kuvvet	Yarışma hızı, toparlanma, taper	Süre/mesafe/güç, nabız, RPE, sağlık
Kuvvet-güç-sürat	Maksimal ve hızlı kuvvet, teknik	Hacim ve kuvvet temeli	Güç, tazelik, yarışma provası	Yük, hız, sıçrama/sprint, teknik kalite
Raket	Açık beceri, tekrarlı hızlanma, vuruş	Fiziksel taban, yüzey uyumu	Turnuva kümeleri, tazelik	Maç süresi, yön değiştirme, vuruş yükü

Branş kümesi	Baskın talepler	Sezon öncesi vurgu	Sezon içi vurgu	Kritik izleme
Mücadele	Temas, tekrarlı yüksek şiddet, teknik, kilo	Kuvvet ve kondisyon tabanı	Rakip/tur hazırlığı, ağırlık yönetimi	RPE, temas yükü, enerji kullanılabilirliği
Teknik-estetik/hassasiyet	Beceri kararlılığı, ince kontrol, tekrar yükü	Beceri edinimi, temel kuvvet	Seri bütünlüğü, baskı ve tazelik	Kaliteli tekrar, hata türü, ağrı, odak

9.5. Yaş, Gelişim ve Biyolojik Olgunlaşma

Çocuk ve genç sporcular küçük yetişkinler değildir. Kronolojik yaş, biyolojik olgunlaşmayı ve antrenman deneyimini tam olarak göstermez. Aynı yaş grubundaki sporcular büyüme atağı, koordinasyon, kuvvet, psikolojik gelişim ve sosyal sorumluluk bakımından farklılaşabilir (Malina vd., 2015). Planlama yaş grubuna göre “daha az yetişkin programı” vermek değil; gelişim amacını değiştirmektir.

Çocukluk ve erken ergenlikte çok yönlü hareket yeterliği, farklı spor deneyimleri, temel kuvvet, oyun, koordinasyon ve teknik repertuar önceliklidir. İlerleme yalnızca yük artışıyla değil, hareket kalitesi ve karar çeşitliliğiyle sağlanır. Büyüme hızındaki belirgin artış dönemlerinde hareket kontrolü geçici olarak değişebilir; ağrı, yük toleransı ve uyku yakından izlenir. Elit genç sporcularda uluslararası yarışma fırsatı gelişim sağlayabilir, fakat sağlık, eğitim, psikolojik güvenlik ve uzun vadeli katılım madalya hedefinin önüne konmalıdır (Bergeron vd., 2024).

Erken özelleşme bazı teknik-estetik branşların yarışma yapısıyla ilişkili olsa da yıl boyu tek branş, yüksek tekrar ve sonuç baskısı tükenme ve aşırı kullanım riskini artırabilir. Genç sporcunun sezon planında okul sınavları, aile yaşamı, büyüme ve sosyal gelişim gerçek yüklerdir. Antrenör, antrenman dışı stresin “bahane” değil toplam toparlanma kapasitesinin parçası olduğunu kabul etmelidir.

Tablo 19. Gelişim düzeyine göre planlama odağı

Düzyey	Ana amaç	Uygun vurgu	Kaçınılması gereken yaklaşım
Çocukluk	Hareket sevgisi ve geniş beceri tabanı	Oyun, koordinasyon, temel kuvvet, çoklu beceri	Erken sonuç baskısı ve tekdüze tekrar
Erken ergenlik	Teknik temeli ve yük toleransını geliştirme	Büyümeyi izleme, kademeli kuvvet, çeşitli spor uyararı	Kronolojik yaşa göre tek tip doz
Geç ergenlik	Branşa özgü kapasiteyi derinleştirme	Bireysel profil, kontrollü uzmanlaşma, toparlanma eğitimi	Yetişkin elit hacmini erken kopyalama
Yetişkin/elit	Performansı optimize etme	Yüksek özgüllük, ayrıntılı izleme, küçük kazanımlar	Geçmiş başarı planını değişmez kabul etme
Usta sporcu	Performans ve sağlığı birlikte sürdürme	Daha uzun toparlanma, kuvvet ve hareket kapasitesi	Yaş grubu farklılıklarını yok sayma

9.6. Kadın Sporcular İçin Planlama İlkeleri

Kadın sporcuların planı, erkek örneklemelerinden üretilen normların otomatik aktarımına dayanmamalıdır. Bununla birlikte kadın sporcuları yalnızca menstrual döngü üzerinden tanımlamak da indirgemecidir. Branşın kadın yarışma yapısı, maç talepleri, sakatlık örüntüsü, yaşam evresi, hormonal kontraseptif kullanımı, semptomlar, enerji kullanılabilirliği ve bireysel tercih birlikte değerlendirilmelidir.

Menstrual döngü evrelerinin grup ortalaması düzeyinde egzersiz performansına etkisi çoğu durumda küçük veya önemsiz, bireyler arası değişkenlik ise yüksektir. Bu nedenle takvim tabanlı katı “döngüye göre antrenman” reçeteleri güncel kanıtlarla desteklenmemektedir (McNulty vd., 2020). Daha savunulabilir uygulama; isteğe bağlı semptom ve döngü izlemi, mahremiyet, sporcunun söz hakkı ve kişiye özgü tekrar eden örüntü varsa uygun ayarlamadır. Veriler tanı koymak veya sporcuyu seçme dışında bırakmak için kullanılmamalıdır.

Düşük enerji kullanılabilirliği kadın ve erkek sporcularda sağlık ve performans sonuçları doğurabilir. Özellikle dayanıklılık, ağırlık kategorisi ve estetik branşlarda yük artışı ile yakıt gereksiniminin eş zamanlı planlanması gerekir. Menstrual işlev bozukluğu, tekrarlayan kemik stres sorunları, belirgin performans düşüşü veya yeme davranışı kaygıları multidisipliner değerlendirme

gerektirir (Mountjoy vd., 2023). Antrenör tanı ve tedavi rolünü üstlenmez; erken işareti fark eder ve uygun uzmana yönlendirir.

9.7. Para Sporlarında ve Usta Sporcularda Planlama

Para sporlarında aynı branş adı altında farklı engel türleri, klasifikasyonlar, yardımcı cihazlar ve termoregülasyon özellikleri bulunabilir. Bu nedenle sağlam sporcu normlarının doğrudan kullanılması hatalıdır. Tekerlekli sandalye sporlarında omuz ve üst ekstremitelere biriken yük; protez kullanan sporcuda soket uyumu ve cilt; omurilik yaralanmasında otonom ve ısı düzenleme özellikleri planı değiştirebilir. Sağlık ekibi, teknik ekip ve ekipman uzmanı birlikte çalışmalıdır (Webborn & Van de Vliet, 2012). Para sporda dış yük teknolojileri gelişmekle birlikte yöntemlerin branş ve engel durumuna göre geçerliği ayrıca sınanmalıdır (Stieler vd., 2023).

Usta sporcularda kronolojik yaş tek belirleyici değildir; antrenman geçmişi, yaşam stresi, sağlık durumu ve toparlanma hızı önemlidir. Kuvvet ve güç antrenmanı korunmalı, ancak yüksek şiddetli oturumlar arasında daha uzun toparlanma gerekebilir. Isınma, hareket kapasitesi, tendon yüklenmesi ve uyku planı daha görünür hâle gelir. Amaç yalnızca performans değil, uzun süreli katılım ve işlevselliğin korunmasıdır.

9.8. Antrenman Yüğü, Hazır Oluş ve Toparlanma

9.8.1. İç ve dış yük

Dış yük sporcunun yaptığı işi; iç yük organizmanın bu işe verdiği fizyolojik ve algısal yanıtı ifade eder. Mesafe, hız, güç, kilogram, tekrar ve sıçrama dış yüke; kalp atım hızı, kan laktatı ve algılanan zorluk iç yüke örnektir (Impellizzeri vd., 2019). Aynı dış yükte iç yanıtın yükselmesi; sıcaklık, hastalık, uyku eksikliği, dehidrasyon veya birikmiş yorgunlukla ilişkili olabilir. Aynı iç yükte daha yüksek dış iş ise zaman içinde uyum göstergesi olabilir. Ancak ölçüm, bağlamı açıklamaz; antrenör veriyi sporcu görüşmesi ve performans bağlamıyla birleştirir.

Oturum-RPE yöntemi, oturum süresi ile genel algılanan zorluğu birleştiren düşük maliyetli bir araçtır (Foster vd., 2001). Kalp atım hızı dayanıklılık yükünde yararlı iken kısa maksimal sprint, kuvvet veya teknik yükte tek başına uygun değildir. GPS/LPS takım sporunda konumsal yükü, güç ölçer bisiklette mekanik işi, bar hızı kuvvet antrenmanında tekrar kalitesini gösterebilir. Ölçüt, teknolojinin varlığına göre değil karar sorusuna göre seçilmelidir. Yük izlemenin amacı sporcuyu sayılarla yönetmek değil, antrenman dozunu ve bireysel yanıtı görünür kılmaktır (Bourdon vd., 2017; Halson, 2014).

9.8.2. Hazır oluşun değerlendirilmesi

Hazır oluş; performans testleri, öz bildirim, sağlık durumu ve antrenör gözlemiyle değerlendirilebilir. Uyku kalitesi, yorgunluk, kas ağrısı, stres ve ruh hâli kısa anketlerle izlenebilir. Sıçrama, submaksimal kalp atım yanıtı, kavrama kuvveti veya bar hızı gibi testler branşa göre seçilebilir. Tek bir kırmızı değer otomatik olarak antrenmanı iptal ettirmemelidir. Ölçüm hatası, bireysel normal aralık, birden fazla göstergenin aynı yönde değişmesi ve sporcunun açıklaması birlikte değerlendirilir.

9.8.3. Toparlanmanın planlanması

Toparlanma fizyolojik, psikolojik ve sosyal boyutları olan bir süreçtir (Kellmann vd., 2018). Uyku, enerji ve sıvı alımı, düşük yük günleri, psikolojik gevşeme ve yük çeşitlendirmesi temel araçlardır. Soğuk uygulama, masaj veya kompresyon gibi yöntemler özel durumlarda kullanılabilir; fakat yetersiz uyku ve yakıtın yerini tutmaz. Toparlanma yöntemi sporcunun tercihi, maliyet, kanıt, yarışma zamanlaması ve hedeflenen uyumla değerlendirilmelidir.

Tablo 20. İzleme göstergeleri ve örnek karar kullanımı

Gösterge	Tür	Güçlü yön	Sınırlılık	Olası karar
Oturum-RPE × süre	İç yük	Ucuz, tüm branşlarda uygulanabilir	Hatırlama ve sosyal yanlılık	Haftalık yük dağılımını gözden geçir
Mesafe/hız/ivmelenme	Dış yük	Takım koşu yükünü ayırtılandırır	Cihaz ve eşik bağımlı	Pozisyona özgü maruziyeti tamamla
Güç/hız çıktısı	Dış yük/performans	Bisiklet ve kuvvette doğrudan çıktı	Teknik ve cihaz geçerliği gerekir	Yükü günlük kapasiteye göre ayarla
Kalp atım hızı	İç yük	Aerobik çalışmada kullanışlı	Kuvvet ve kısa sprintte sınırlı	Aerobik doz/ısı yanıtını değerlendir
Wellness/uyku	Hazır oluş	Sporcunun deneyimini görünür kılar	Tek başına tanısal değildir	Görüşme yap, toplam stresi düzenle
Ağrı/sağlık kaydı	Sağlık	Erken iletişim sağlar	Eksik bildirim olabilir	Sağlık ekibine yönlendir, yükü değiştir

Gösterge	Tür	Güçlü yön	Sınırlılık	Olası karar
Kısa performans testi	Hazır oluş	Neuromüsküler değişimi gösterebilir	Öğrenme ve ölçüm hatası	Yoğun oturumun hacmini/şiddetini ayarla

İzleme sistemi mümkün olan en küçük ama karar üreten gösterge setiyle başlamalıdır. Veri toplama sürdürülemiyor veya karar değiştirmiyorsa sistem sadeleştirilmelidir. Her gösterge için kim toplar, ne zaman toplar, kim görür, hangi eşikte görüşme veya değişiklik yapılır soruları yazılı olmalıdır.

9.9. Performans Analizi, Teknoloji ve Veri Etiği

Performans analizi tanımlama, açıklama ve karar verme düzeylerinde ilerler. Tanımlama “ne oldu?”, açıklama “hangi koşullarda ve neden olmuş olabilir?”, karar ise “bir sonraki antrenmanda ne değişmeli?” sorusunu yanıtlar. Maç veya yarış verisi antrenman içeriğine dönüştürülmediğinde analiz rapor olarak kalır. Örneğin takımın son 15 dakikada yüksek şiddetli eylemleri azalıyor görünüyorsa neden kondisyon eksikliği, skor stratejisi, oyuncu değişimi, rakip baskısı veya veri hatası olabilir. Antrenman kararı verilmeden önce olası açıklamalar ayrıştırılır.

Giyilebilir teknolojinin güvenilirlik, duyarlılık ve geçerliği cihaz ve kullanım koşulu düzeyinde değerlendirilmelidir. Tüketici cihazından elde edilen bir uyku skoru klinik ölçüm değildir; farklı marka veya yazılım güncellemeleri eğilimi değiştirebilir. Ham veriye erişim, örnekleme sıklığı ve algoritmanın şeffaflığı önemlidir (Düking vd., 2018). Yapay zekâ ve otomatik uyarılar büyük veri setlerini özetleyebilir; ancak nedensellik kurmaz ve antrenörün bağlamsal sorumluluğunu devralmaz.

Sporcu verisi performans kaynağı olduğu kadar kişisel ve kimi zaman sağlıkla ilişkili hassas veridir. Bilgilendirilmiş onam, veri minimizasyonu, erişim yetkisi, saklama süresi, silme hakkı ve seçim kararlarında kullanım sınırları açık olmalıdır. Biyometrik izlemenin güç ilişkileri ve mahremiyet riskleri bulunmaktadır (Karkazis & Fishman, 2017). “Takım için yararlı” olması sınırsız veri toplamayı haklı kılmaz. Özellikle menstrual döngü, ruh sağlığı, uyku ve tıbbi veriler yalnızca yetkili kişilerce, amaçla sınırlı biçimde kullanılmalıdır.

9.10. Sakatlık Riskinin Yönetimi ve Spora Dönüş

Sakatlık bütünüyle öngörülemez ve tek bir yük oranına indirgenemez. Risk; önceki sakatlık, doku kapasitesi, yükün büyüklüğü ve yeniliği, teknik, temas, zemin, ekipman, uyku ve psikososyal etmenlerin etkileşimiyle oluşur. Planlamanın amacı “sıfır risk” değil, gerekli performans uyarısını kabul

edilebilir risk ve yeterli hazırlıkla sunmaktır. Sakatlık ve hastalık kayıtlarının standart tanım ve maruziyet verileriyle tutulması, program değerlendirmesini güçlendirir (Bahr vd., 2020).

Spora dönüş tek bir test günü değil; katılıma dönüş, spora dönüş ve performansa dönüş aşamalarını içeren bir süreçtir (Ardernd vd., 2016). Rehabilitasyon yükü takım planından ayrı tutulmamalıdır. Sporcu önce hareket ve doku yükünü, sonra branşa özgü eylemleri, ardından antrenman ve müsabaka karmaşıklığını kademeli kazanır. Takım sporunda yüksek hız, yön değiştirme, temas ve karar; dayanıklılık sporunda yarışma hacmi ve tempo; atış sporlarında tekrar ve yüksek hız; kuvvet sporlarında ağır yük ve teknik istikrar ölçülür. Sağlık ekibi sporcunun tıbbi uygunluğunu, performans ekibi hazırlık düzeyini, sporcu ise güven ve semptomlarını karara taşır.

9.11.Beslenme, Uyku, Seyahat ve Çevresel Koşulların Planla Bütünleştirilmesi

9.11.1. Beslenme ve sıvı planı

Antrenman uyararı, yeterli enerji ve besin öğeleri olmadan hedeflenen uyuma dönüşmeyebilir. Karbonhidrat erişimi, protein dağılımı, hidrasyon ve yarışma beslenmesi branş, oturum ve dönem hedefiyle eşleştirilir. Antrenör beslenme tedavisi yazmaz; spor diyetisyeniyle birlikte oturumun amacı ve yükünü paylaşır. Yüksek hacimli günlerde yakıt desteği, yarışma beslenmesinin antrenmanda denenmesi ve toparlanma penceresi planın parçasıdır (Thomas vd., 2016). Vücut ağırlığı veya kompozisyon hedefi, performans ve sağlık göstergeleriyle birlikte ele alınmalı; kısa vadeli sonuç için düşük enerji kullanılabilirliği teşvik edilmemelidir.

9.11.2. Uyku

Uyku gereksinimi bireyseldir ve “herkese tek saat hedefi” yeterli değildir. Geç maç, erken antrenman, seyahat, kafein ve ekran kullanımı uyku fırsatını azaltabilir. Uyku eğitimi yalnızca sporcuya sorumluluk yüklememeli; antrenman saati ve seyahat programı da düzenlenmelidir. Uzman uzlaşısı, uyku sorunu ve gereksinimin bireysel değerlendirilmesini vurgular (Walsh vd., 2021). Erken sabah oturumu küçük bir performans kazancı sağlarken kronik uyku kaybı oluşturuyorsa planın toplam maliyeti sorgulanmalıdır.

9.11.3. Sıcak, soğuk ve yükselti

Sıcak ortamda aynı dış yük daha yüksek iç yük doğurabilir. Isıya uyum için yarışmadan önce yeterli süre, kademeli maruziyet, sıvı-elektrolit planı, gölgeleme/soğutma ve sağlık gözetimi gerekir (Racinais vd., 2015). Sıcaklık yalnızca yarış gününde değil, antrenman şiddeti ve toparlanma süresinde dikkate

alınır. Soğukta ısınma, giyim, zemin ve solunum hassasiyeti; yükseltide ise oksijen erişimi, uyku, demir durumu ve yük ayarı önemlidir. Çevresel kamp, moda olduğu için değil, açık bir hedef, uygun süre ve tıbbi denetim varsa kullanılmalıdır.

9.11.4. Seyahat ve saat dilimi

Seyahat yorgunluğu uzun oturma, uyku bozulması, beslenme düzensizliği ve lojistik stres yaratır; jet lag ise saat dilimi geçişine bağlı sirkadiyen uyumsuzluktur. Uçuş yönü, geçilen dilim sayısı, varış zamanı ve müsabaka saati planlanmalıdır. Işık, uyku-uyanıklık zamanı, yemek, egzersiz ve gerekirse sağlık profesyoneli denetimindeki stratejiler varış programına bağlanır (Janse van Rensburg vd., 2021). Seyahat günü “dinlenme günü” kabul edilmemeli; toplam stresin bir parçası sayılmalıdır.

9.12.Uygulamalı Planlama Şablonları

9.12.1. Takım sporu için haftalık karar sırası

1. Müsabaka ve seyahat takvimini, oyuncu dakikalarını ve sağlık durumunu güncelle.
2. Haftanın birincil takım hedefini ve her oyuncunun bireysel hedefini tanımla.
3. En yüksek kaliteli fiziksel ve taktik oturumları uygun toparlanma aralıklarıyla yerleştir.
4. Maçtan eksik kalan uyarılar için yedek ve süre almayan oyuncu planını oluştur.
5. Kuvvet, hız, kondisyon ve teknik yükün birbirine eklenen toplam etkisini kontrol et.
6. İzleme göstergeleri ve değişiklik eşiklerini oturumdan önce belirle.
7. Gerçekleşen yük ve yanıtı kaydet; sonraki haftanın varsayımlarını güncelle.

9.12.2. Dayanıklılık sporu için örnek dört haftalık mezo döngü

Tablo 21. Dayanıklılık sporu için örnek mezo döngü mantığı

Hafta	Hacim	Yüksek kalite oturumu	Uzun oturum	Kuvvet	Ana amaç
1	Orta	Eşik altı/tempo	Orta-uzun, rahat	2 oturum	Ritme giriş ve teknik
2	Orta-yüksek	Eşik + kısa yüksek şiddet	Uzun, yakıt provası	2 oturum	Yükleme ve ekonomi
3	Yüksek	Yarışmaya özgü uzun aralık	En uzun özgül oturum	1-2 oturum	En yüksek özgül yük
4	Düşük-orta	Kısa, kaliteli uyarım	Kısaltılmış	1 düşük hacim	Toparlanma ve değerlendirme

Bu örnekte hacim ve şiddet, sporcunun branşı ve düzeyi olmadan sayısallaştırılmamıştır. Koşucu için kilometre, bisikletçi için süre/güç, yüzücü için mesafe ve teknik kalite farklı anlam taşır. Haftalık yüzdeler yerine önce bireysel normal yük, son üç-altı haftalık yanıt ve yarışma gereksinimi değerlendirilmelidir.

9.12.3. Kuvvet-güç sporu için yarışmaya geçiş şablonu

Tablo 22. Dört haftalık yarışmaya geçiş örneği

Hafta	Ana yük özelliği	Yarışma hareketi	Yardımcı çalışma	Yorgunluk yönetimi
-4	Orta-yüksek hacim, yüksek şiddet	Tam teknik, orta-yüksek tekrar	Kuvvet açığına yönelik	Son belirgin yüklem
-3	Hacim azalır, şiddet korunur	Yarışma kombinasyonları	Yardımcı hacim azaltılır	Teknik bozulma izlenir
-2	Düşük-orta hacim, yüksek kalite	Yarışma provası	Az ve özgül	Set içi hız kaybı sınırlandırılır
-1	Belirgin hacim azaltma	Kısa, keskin uyarım	En az düzey	Uyku, seyahat ve kilo yönetimi

9.12.4. Plan sapması için karar matrisi

Tablo 23. Günlük planı değiştirmeye yönelik örnek karar matrisi

Durum	Kanıt örüntüsü	İlk karar	İzleyen karar
Normal değişkenlik	Tek göstergede küçük sapma, sporcu iyi	Planı uygula, gözlemle	Oturum sonrası yanıt kaydet
Olası yetersiz toparlanma	Wellness kötü + performans testi düşmüş	Hacmi azalt veya içeriği değiştir	24-48 saat içinde yeniden değerlendir
Sağlık riski	Yeni ağrı, hastalık belirtisi veya işlev kaybı	Yoğun yükü durdur, sağlık ekibine yönlendir	Uzman kararına göre kademeli dönüş
Eksik maç yükü	Az süre/oyynamama, sağlık sorunu yok	Pozisyona özgü tamamlayıcı yük	Haftalık toplamı ve ertesi gün etkisini izle
Beklenenden düşük iç yük	Dış iş hedefte, RPE/nabız olağandan düşük, kalite iyi	Küçük ilerleme düşünülebilir	Tek veriye değil eğilime göre artır
Takvim değişikliği	Maç öne alındı veya seyahat uzadı	Ana yük gününü taşı, gereksiz hacmi çıkar	Koruma ve tazelik hedefini yeniden yaz

9.12.5. Planın Değerlendirilmesi ve Kalite Güvencesi

Bir planın başarısı yalnızca kazanma-kaybetme ile değerlendirilemez. Sonuç, performans ve süreç göstergeleri birlikte incelenmelidir. Takımın puanı artmasa bile oyun modeline uygun yüksek değerli fırsatlar, fiziksel kullanılabilirlik ve oyuncu gelişimi ilerleyebilir; tersine kısa süreli galibiyetler sürdürülemez yük ve sağlık maliyetini gizleyebilir. Bireysel sporda kişisel rekor, yarışma koşulu ve rakip düzeyiyle bağlamlandırılır.

Sezon sonunda şu sorular yanıtlanmalıdır: Hangi hedefler gerçekleşti? Hangi uyarılar beklenen yanıtı üretmedi? Plan sapmaları neden oldu? Sakatlık ve hastalık örüntüleri hangi dönemlerde yoğunlaştı? Hangi testler karar değiştirdi, hangileri yalnızca veri yükü oluşturdu? Sporcu planı ne kadar anladı ve uyguladı? Disiplinler arası iletişim nerede aksadı? Bu değerlendirme, gelecek planın başlangıç verisidir.

Kalite güvencesi için planın her sürümünde tarih, varsayım ve değişiklik gerekçesi kaydedilmelidir. Böylece sonuç sonradan açıklanırken seçici hatırlama azalır. Başarılı sonuçta her karar doğru, başarısız sonuçta her karar yanlış kabul edilmemelidir. Belirsizlik altında iyi karar ile iyi sonuç aynı şey değildir. Bilimsel antrenörlük, sonuçtan önce kullanılan bilginin kalitesini ve karar sürecinin tutarlılığını da değerlendirir.

9.12.6. Yaygın Planlama Hataları ve Eleştirel Kontrol

Branşa özgü planlamada ilk yaygın hata, elit bir kulübün veya şampiyon sporcunun programını bağlamdan kopararak kopyalamaktır. Görülen program yalnızca egzersiz listesini gösterir; sporcunun yıllara yayılan yük toleransını, sağlık geçmişini, tesislerini, destek ekibini ve yapılan günlük ayarlamaları göstermez. Aynı program daha az deneyimli sporcuda düşük kalite, aşırı ağrı veya sakatlık üretebilir. Örnek planlar ilham ve karşılaştırma için kullanılmalı; başlangıç dozu sporcu profilinden türetilmelidir.

İkinci hata, branşa özgüllüğü yalnızca hareket benzerliği olarak yorumlamaktır. Kabloyla raket sallamak veya dengesiz yüzeyde top oynamak görünüşte özgül olabilir, fakat hedef kuvveti yeterli dozda geliştirmeyebilir. Egzersizin aktarımı; hareket yönü, kuvvet büyüklüğü, hız, kasılma biçimi, karar gereksinimi ve ilerletilebilirlik üzerinden değerlendirilmelidir. Bazen ağır temel kuvvet egzersizi, yarışma hareketini taklit eden düşük yüklü bir egzersizden daha işlevseldir; bazen de teknik koordinasyonu bozan genel egzersizin maliyeti yararını aşar.

Üçüncü hata, hacim artışını tek ilerleme ölçütü kabul etmektir. Daha fazla tekrar, kilometre veya dakika, özellikle sık yarışma döneminde daha iyi program anlamına gelmez. Kaliteli hız maruziyeti, yarışma temposunda daha kararlı teknik, aynı iç yükte daha yüksek dış iş, daha az hata veya daha iyi karar performansı da ilerlemedir. Hacim, hedeflenen uyum için araçtır; başlı başına başarı ölçütü değildir.

Dördüncü hata, bütün sporculara eşit program vererek adalet sağlandığını düşünmektir. Eşit içerik, antrenman geçmişi, pozisyon, maç süresi ve biyolojik yanıt farklı olduğunda eşit gelişim fırsatı yaratmaz. Ortak takım hedefleri korunurken başlangıç dozu, ek çalışma, toparlanma ve geri dönüş yolu bireyselleştirilmelidir. Bireyselleştirme her sporcuya tamamen ayrı antrenman yazmak değil; aynı amaç için farklı yol ve doz seçenekleri tanımlamaktır.

Beşinci hata, izleme verisini otomatik karar sistemine dönüştürmektir. Hazır oluş skorunun düşük olması bazen gerçek yorgunluğu, bazen kötü bir geceyi, ölçüm hatasını veya sporcunun anketi farklı yorumlamasını gösterebilir. Tek değer yerine eğilim, çoklu gösterge ve görüşme kullanılmalıdır. Benzer biçimde takım ortalamasının normal olması, uç değer gösteren tek sporcunun riskini gizleyebilir. Veri, antrenör-sporcu iletişiminin yerine değil, konuşmayı daha iyi başlatmak için kullanılmalıdır.

Altıncı hata, planın uygulanabilirliğini göz ardı etmektir. Bilimsel açıdan kusursuz görünen ama tesis, ders programı, antrenör sayısı veya seyahat koşulları nedeniyle uygulanamayan plan iyi plan değildir. Her ana oturum için asgari hedef, ideal seçenek ve kısıtlı koşul alternatifini oluşturulabilir. Böylece program değiştiğinde amaç korunur. Planın başarısı yalnızca teorik doğruluğuyla değil, sporcu ve ekip tarafından ne ölçüde anlaşılabilirdiği ve sürdürülebildiğiyle değerlendirilmelidir.

Tablo 24. Planlama kalite kontrol listesi

Kontrol alanı	Kritik soru	Yetersizlik işareti	Düzeltilme
Gereksinim analizi	İçerik gerçek yarışma talebine dayanıyor mu?	Egzersizler gelenek nedeniyle seçilmiş	Talep-veri-egzersiz bağına yazılı kur
Bireyselleştirme	Sporcu profili dozu değiştiriyor mu?	Herkese aynı ek çalışma	Rol, geçmiş ve yanıtla göre alt gruplar oluştur
Zamanlama	En önemli uyaran taze durumda mı?	Kalite oturumu ağır yorgunluk sonrası	Oturum sırasını ve toparlanmayı değiştir
Uygulanabilirlik	Plan mevcut kaynaklarla sürdürülebilir mi?	Sürekli iptal ve eksik kayıt	Asgari/ideal/alternatif plan tanımla
İzleme	Toplanan veri karar değiştiriyor mu?	Çok veri, belirsiz eşikler	Gösterge sayısını azalt, karar kuralı yaz
Sağlık ve etik	Sağlık, onam ve mahremiyet korunuyor mu?	Veri seçim baskısı veya cezaya dönüşüyor	Yetki, amaç ve yönlendirme yolunu netleştir
Değerlendirme	Plan-sonuç ilişkisi kaydediliyor mu?	Sezon sonu yalnızca sonuç yorumu	Süreç ve performans göstergelerini birlikte incele

Kaynakça

- Ardern, C. L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., Gojanovic, B., Griffin, S., Khan, K. M., Moksnes, H., Mutch, S. A., Phillips, N., Reurink, G., Sadler, R., Silbernagel, K. G., Thorborg, K., Wangensteen, A., Wilk, K. E., & Bizzini, M. (2016). 2016 consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853–864. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096278>
- Bahr, R., Clarsen, B., Derman, W., Dvorak, J., Emery, C. A., Finch, C. F., Häggglund, M., Junge, A., Kemp, S., Khan, K. M., Marshall, S. W., Meeuwisse, W., Mountjoy, M., Orchard, J. W., Pluim, B., Quarrie, K. L., Reider, B., Schweltnus, M., Soligard, T.,... Chamari, K. (2020). International Olympic Committee consensus statement: Methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including the STROBE extension for sport injury and illness surveillance [STROBE-SIIS]). *British Journal of Sports Medicine*, 54(7), 372–389. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101969>
- Beattie, K., Kenny, I. C., Lyons, M., & Carson, B. P. (2014). The effect of strength training on performance in endurance athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 845–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0157-y>
- Bergeron, M. F., Côté, J., Cumming, S. P., Purcell, R., Armstrong, N., Basilico, L., Burrows, K., Charrin, J.-B., Felix, A., Groesswang, H., Iwasaki, Y., Kocher, M. S., Martowicz, M., McConnell, K., Moran, J., Holm Moseid, C., Mountjoy, M., Soligard, T., Tetelbaum, E.,... Erdener, U. (2024). IOC consensus statement on elite youth athletes competing at the Olympic Games: Essentials to a healthy, safe and sustainable paradigm. *British Journal of Sports Medicine*, 58(17), 946–965. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108186>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. A. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Bosquet, L., Montpetit, J., Arvisais, D., & Mujika, I. (2007). Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1358–1365. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806010e0>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N.

- T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-161–S2-170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927–954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
- Düking, P., Fuss, F. K., Holmberg, H.-C., & Sperlich, B. (2018). Recommendations for assessment of the reliability, sensitivity, and validity of data provided by wearable sensors designed for monitoring physical activity. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(4), e102. <https://doi.org/10.2196/mhealth.9341>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshall, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl. 2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189–206. <https://doi.org/10.2165/11319770-000000000-00000>
- Janse van Rensburg, D. C., Jansen van Rensburg, A., Fowler, P. M., Bender, A. M., Stevens, D., Sullivan, K. O., Fullagar, H. H. K., Alonso, J. M., Biggins, M., Claassen-Smithers, A., Collins, R., Dohi, M., Driller, M. W., Dunican, I. C., Gupta, L., Halsen, S. L., Lastella, M., Miles, K. H., Nédélec, M.,... Botha, T. (2021). Managing travel fatigue and jet lag in athletes: A review and consensus statement. *Sports Medicine*, 51(10), 2029–2050. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01502-0>

- Karkazis, K., & Fishman, J. R. (2017). Tracking U.S. professional athletes: The ethics of biometric technologies. *The American Journal of Bioethics*, 17(1), 45–60. <https://doi.org/10.1080/15265161.2016.1251633>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kiely, J. (2012). Periodization paradigms in the 21st century: Evidence-led or tradition-driven? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 242–250. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.3.242>
- Kiely, J. (2018). Periodization theory: Confronting an inconvenient truth. *Sports Medicine*, 48(4), 753–764. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0823-y>
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho e Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852–859. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
- McKay, A. K. A., Stellingwerff, T., Smith, E. S., Martin, D. T., Mujika, I., Goosey-Tolfrey, V. L., Sheppard, J., & Burke, L. M. (2022). Defining training and performance caliber: A participant classification framework. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(2), 317–331. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0451>
- McNulty, K. L., Elliott-Sale, K. J., Dolan, E., Swinton, P. A., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K., & Hicks, K. M. (2020). The effects of menstrual cycle phase on exercise performance in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(10), 1813–1827. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3>
- Mountjoy, M., Ackerman, K. E., Bailey, D. M., Burke, L. M., Constantini, N., Hackney, A. C., Heikura, I. A., Melin, A., Pensgaard, A. M., Stellingwerff, T., Sundgot-Borgen, J. K., Torstveit, M. K., Jacobsen, A. U., Verhagen, E., Budgett, R., Engebretsen, L., & Erdener, U. (2023). 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *British Journal of Sports Medicine*, 57(17), 1073–1097. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106994>

- Mujika, I., Halson, S., Burke, L. M., Balagué, G., & Farrow, D. (2018). An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 538–561. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0093>
- Mujika, I., & Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(7), 1182–1187. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074448.73931.11>
- Orange, S. T., Hritz, A., Pearson, L., Jeffries, O., Jones, T. W., & Steele, J. (2022). Comparison of the effects of velocity-based vs. traditional resistance training methods on adaptations in strength, power, and sprint speed: A systematic review, meta-analysis, and quality of evidence appraisal. *Journal of Sports Sciences*, 40(11), 1220–1234. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2059320>
- Racinais, S., Alonso, J. M., Coutts, A. J., Flouris, A. D., Girard, O., González-Alonso, J., Hausswirth, C., Jay, O., Lee, J. K., Mitchell, N., Nassis, G. P., Nybo, L., Pluim, B. M., Roelands, B., Sawka, M. N., Wingo, J. E., & Périard, J. D. (2015). Consensus recommendations on training and competing in the heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(Suppl. 1), 6–19. <https://doi.org/10.1111/sms.12467>
- Rosenblat, M. A., Perrotta, A. S., & Vicenzino, B. (2019). Polarized vs. threshold training intensity distribution on endurance sport performance: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(12), 3491–3500. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002618>
- Sandbakk, Ø., Pyne, D. B., McGawley, K., Foster, C., Talsnes, R. K., Solli, G. S., Millet, G. P., Seiler, S., Laursen, P. B., Haugen, T., Tønnessen, E., Wilber, R., van Erp, T., Stellingwerff, T., Holmberg, H.-C., & Bucher Sandbakk, S. (2023). The evolution of world-class endurance training: The scientist's view on current and future trends. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(8), 885–889. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2023-0131>
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Araújo, D., Davids, K., McRobert, A., & Figueiredo, A. (2018). What performance analysts need to know about research trends in association football (2012–2016): A systematic review.

Sports Medicine, 48(4), 799–836. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0836-6>

- Stieler, E., de Mello, M. T., Lôbo, I. L. B., Gonçalves, D. A., Resende, R., Andrade, A. G., Lourenço, T. F., Silva, A. A. C., Andrade, H. A., Guerreiro, R., & Silva, A. (2023). Current technologies and practices to assess external training load in Paralympic sport: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 32(6), 635–644. <https://doi.org/10.1123/jsr.2022-0110>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533–2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., Leeder, J., Fullagar, H. H., Coutts, A. J., Edwards, B. J., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., Lastella, M., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Bender, A. M., Grandner, M. A., & Samuels, C. H. (2021). Sleep and the athlete: Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 356–368. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102025>
- Webborn, N., & Van de Vliet, P. (2012). Paralympic medicine. *The Lancet*, 380(9836), 65–71. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60831-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60831-9)

ONUNCU BÖLÜM

ANTRENMAN TAKİBİ VE YÜK YÖNETİMİ

Dr. Öğr. Üyesi Özgür DOĞAN

Sportif performansın geliştirilmesi, antrenman uyararı ile bu uyarana verilen fizyolojik ve psikolojik yanıtlar arasındaki ilişkinin doğru yönetilmesine bağlıdır. Antrenman; organizmanın mevcut dengesini geçici olarak değiştiren, uygun toparlanma koşulları sağlandığında ise performans kapasitesinin gelişmesine katkıda bulunan planlı bir stres etkenidir. Bu nedenle antrenman programlarının başarısı yalnızca uygulanan yükün büyüklüğüyle değil, sporcunun bu yükü nasıl tolere ettiği ve yüklenme sonrasında ne ölçüde toparlanabildiğiyle değerlendirilmelidir. Antrenman sıklığı, süresi ve şiddetinde yapılan değişiklikler performans gelişimi için gerekli olmakla birlikte, oluşan yorgunluğun uygun düzeyde yönetilmesi hem hedeflenen adaptasyonların ortaya çıkması hem de sporcunun müsabaka performansını sürdürebilmesi açısından önem taşımaktadır (Halsen, 2014; Impellizzeri vd., 2019).

Antrenman yükü genel olarak dış ve iç yük olmak üzere birbiriyle ilişkili iki boyutta ele alınmaktadır. Dış yük, sporcunun antrenman veya müsabaka sırasında gerçekleştirdiği fiziksel çalışmayı ifade ederken; iç yük, uygulanan bu çalışmanın sporcu üzerinde oluşturduğu fizyolojik ve psikolojik yanıtları kapsamaktadır. Koşu mesafesi, hareket hızı, hızlanma sayısı, kaldırılan ağırlık, tekrar sayısı ve mekanik iş gibi değişkenler dış yük göstergelerine; kalp atım hızı, kan laktatı, algılanan zorluk derecesi ve psikolojik stres yanıtları ise iç yük göstergelerine örnek verilebilir (Bourdon vd., 2017; Impellizzeri vd., 2019). Bununla birlikte fizyolojik ve biyomekanik yüklenme yollarının birbirinden ayrılması önemlidir. Bir antrenman uygulaması yüksek bir fizyolojik yük oluştururken görece düşük bir mekanik yük meydana getirebilir veya bunun tersi gerçekleşebilir. Bu nedenle antrenman yükünün yalnızca toplam süre, mesafe ya da tek bir cihazdan elde edilen değer üzerinden değerlendirilmesi, sporcunun maruz kaldığı yüklenmenin bütününe açıklamakta yetersiz kalabilir (Vanrenterghem vd., 2017).

Aynı dış yükün farklı sporcularda benzer iç yük yanıtları oluşturacağı varsayılmaz. Antrenman geçmişi, kondisyon düzeyi, önceki günlerden taşınan yorgunluk, uyku, beslenme, psikososyal stres, sağlık durumu ve çevresel koşullar, sporcunun belirli bir antrenman uyarısına verdiği yanıtı değiştirebilir. Dolayısıyla antrenörün planladığı yük ile sporcu tarafından deneyimlenen yük her zaman aynı anlamı taşımamaktadır. Bu durum, antrenman programlarının yalnızca önceden belirlenen hacim ve şiddet değerlerine göre değil, sporcunun

güncel yanıtları dikkate alınarak düzenlenmesini gerekli kılmaktadır. Yük takibi bu noktada uygulanan antrenman dozunun, oluşan bireysel yanıtın ve zaman içerisindeki değişimin sistematik biçimde takip edilmesine olanak sağlamaktadır (Bourdon vd., 2017).

Yorgunluk, her durumda kaçınılması gereken olumsuz bir durum değildir. Belirli düzeyde yorgunluk, etkili bir antrenman uyarınının beklenen sonucu olarak ortaya çıkabilir. Yükleme sonrasında yeterli toparlanma sağlandığında organizma bozulan fizyolojik dengeyi yeniden kurar ve sonraki benzer uyarılara daha etkili yanıt verebilecek adaptasyonlar geliştirebilir. Bununla birlikte toparlanma gereksinimi yalnızca antrenmanın şiddetine bağlı değildir; müsabaka yükü, seyahat, akademik veya mesleki sorumluluklar, uyku yetersizliği ve diğer yaşam stresleri de toplam stres-toparlanma dengesini etkileyebilir. Bu nedenle toparlanma, antrenmandan bağımsız bir süreç olarak değil, yükleme ve performans arasındaki ilişkinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir (Kellmann vd., 2018).

Yoğunlaştırılmış antrenman dönemlerinde görülen kısa süreli performans azalması, yeterli toparlanmanın ardından performans artışıyla sonuçlanıyorsa işlevsel aşırı yükleme olarak değerlendirilebilir. Ancak yüksek antrenman yükünün yetersiz toparlanmayla uzun süre birleşmesi; yorgunluğun kalıcı hâle gelmesine, performans düşüşüne ve uyumsuz antrenman yanıtlarına neden olabilir. Bu süreç işlevsel olmayan aşırı yüklenmeye, daha ileri durumlarda ise aşırı antrenman sendromuna ilerleyebilir. Aşırı antrenman sendromu tek bir belirti veya biyobelirteçle tanımlanabilen basit bir durum değildir; uzun süreli performans azalması, psikolojik değişiklikler ve diğer klinik nedenlerin dışlanması gerektiren karmaşık bir tablodur (Meeusen vd., 2013).

Yetersiz antrenman yükü de performans gelişimi açısından sorun oluşturabilir. Sporunun uyum düzeyini zorlamayan bir yükleme, hedeflenen fizyolojik ve nöromüsküler adaptasyonların oluşması için yeterli uyarı sağlamayabilir. Böyle bir durumda sporcu, müsabakanın gerektirdiği fiziksel ve psikolojik taleplere yeterince hazırlanamayabilir. Buna karşılık sporcunun mevcut kapasitesi ve toparlanma olanakları dikkate alınmadan uygulanan aşırı veya hızlı yük artışları; kalıcı yorgunluk, performans azalması, hastalık ve yaralanma olasılığının artmasıyla ilişkili olabilir. Bununla birlikte spor yaralanmaları çok faktörlü olduğundan, yük ile yaralanma arasındaki ilişki tek bir metrik veya evrensel bir eşik değer üzerinden açıklanamamalıdır. Antrenman geçmişi, doku kapasitesi, önceki yaralanmalar, biyomekanik özellikler ve psikososyal etkenler de bu ilişkinin yorumlanmasında dikkate alınmalıdır (Meeusen vd., 2013; Soligard vd., 2016).

Yük takibinin temel amacı, yalnızca mümkün olduğunca fazla veri toplamak değildir. Etkili bir takip sistemi; planlanan ve gerçekleştirilen antrenman yükünün karşılaştırılmasını, sporcunun yüklenmeye verdiği bireysel yanıtın takibini, yorgunluk ve toparlanma eğilimlerinin belirlenmesini ve elde edilen bilgilerin antrenman kararlarına aktarılmasını hedeflemelidir. Bu kapsamda takip; antrenman programındaki değişikliklerin performans üzerindeki etkisini açıklamaya, olağan bireysel değişkenlikten sapmaları belirlemeye ve antrenman yükünün zamanında düzenlenmesine yardımcı olabilir. Ancak takip verileri tek başına karar vermemeli; antrenör gözlemleri, sağlık ekibinin değerlendirmeleri, performans testleri ve sporcunun geri bildirimleriyle birlikte yorumlanmalıdır (Bourdon vd., 2017; Thornton vd., 2019; West vd., 2021).

Öznel sporcu bildirimleri bu sürecin önemli bir parçasıdır. Algılanan yorgunluk, uyku kalitesi, kas ağrısı, stres, ruh hâli ve antrenmana hazır oluş gibi değişkenler düşük maliyetli ve uygulanabilir yöntemlerle düzenli olarak takip edilebilir. Sistematik derleme bulguları, öznel iyilik hâli ölçümlerinin akut ve kronik antrenman yükündeki değişimlere yaygın olarak kullanılan bazı nesnel göstergelerden daha duyarlı olabileceğini göstermektedir (Saw vd., 2016). Bununla birlikte öznel ve nesnel yöntemler birbirlerinin alternatifi olarak değerlendirilmemelidir. En anlamlı yaklaşım, spor dalının gereksinimlerine uygun sınırlı sayıdaki geçerli ve güvenilir göstergenin birlikte kullanılması ve sonuçların sporcunun kendi referans değerleri üzerinden değerlendirilmesidir (Bourdon vd., 2017; Thornton vd., 2019).

Bu bölümde antrenman yükünün kavramsal temelleri açıklanarak iç ve dış yükün ölçülmesinde kullanılan yöntemler ele alınacaktır. Ardından yorgunluk, toparlanma ve antrenmana hazır oluş göstergeleri incelenecek; elde edilen verilerin analiz edilmesi, bireysel olarak yorumlanması ve antrenman sürecine aktarılmasına yönelik uygulama yaklaşımları tartışılacaktır. Bölümde takip, yaralanmayı kesin olarak tahmin eden veya antrenör kararının yerini alan bir sistem olarak değil; antrenman planlamasını daha sistematik, açıklanabilir ve sporcuya özgü hâle getiren bir karar destek süreci olarak değerlendirilecektir (Thornton vd., 2019; West vd., 2021).

10.1. Antrenman Yükünün Kavramsal Temelleri

10.1.1. Antrenman Yükünün Tanımı

Antrenman yükü, belirli bir seans veya zaman aralığında sporcuya uygulanan antrenman uyarısını nicel olarak ifade etmek amacıyla kullanılan temel bir kavramdır. Ancak antrenman yükü doğrudan ölçülen tekil bir fizyolojik özellik değildir. Süre, şiddet, gerçekleştirilen mekanik iş ve algılanan zorlanma gibi

değişkenler aracılığıyla temsil edilen kuramsal bir yapıdır. Bu nedenle farklı yöntemlerle elde edilen yük değerleri antrenmanın farklı yönlerini yansıtabilir ve birbirlerinin yerine doğrudan kullanılamaz. Antrenman süresi ile şiddetinin birleştirilmesi genel bir antrenman dozu sağlayabilse de kullanılan göstergenin amaçlanan fizyolojik veya performansla dayalı yapıyı gerçekten temsil edip etmediği ayrıca değerlendirilmelidir (Passfield vd., 2022).

Antrenman süreci, uygulanan uyaran ile organizmanın bu uyarana verdiği yanıt arasındaki dinamik etkileşime dayanır. Antrenman uyararı kas-iskelet, kardiyovasküler, metabolik ve sinir sistemlerinde geçici değişiklikler meydana getirir. Yeterli toparlanma sağlandığında bu değişiklikler, organizmanın benzer uyarılara daha etkili yanıt verebilmesini sağlayan adaptasyon süreçlerini başlatabilir. Dolayısıyla performans gelişimi yalnızca antrenmanın yapılmasına değil, uyarının sporcu için yeterli fakat tolere edilebilir bir stres oluşturmaya bağlıdır (Halsen, 2014; Impellizzeri vd., 2019).

Bu bağlamda yük, stres, yorgunluk, toparlanma ve adaptasyon kavramları birbirinden ayrılmalıdır. Yük, antrenmanda gerçekleştirilen çalışma ve bu çalışmayla ilişkili yanıtların nicel olarak ifade edilmesini sağlar. Stres ise antrenman yükünün yanı sıra müsabaka baskısı, uyku yetersizliği, seyahat, beslenme ve psikososyal etkenlerin organizmada oluşturduğu toplam zorlanmayı kapsar. Dolayısıyla sporcunun maruz kaldığı toplam stres, kayıt altına alınan antrenman yükünden daha geniştir.

Yorgunluk, yüklenmenin ardından fiziksel veya bilişsel performans kapasitesinde görülen geçici azalmadır. Uygun düzeyde akut yorgunluk, etkili bir antrenman uyarısının beklenen sonucu olabilir. Toparlanma ise antrenmanla bozulan fizyolojik ve psikolojik işlevlerin yeniden düzenlenmesini ve sporcunun sonraki yüklenmeye hazırlanmasını sağlayan çok boyutlu bir süreçtir (Kellmann vd., 2018). Adaptasyon, tekrarlanan antrenman uyarıları sonucunda ortaya çıkan görece kalıcı fizyolojik, nöromusküler veya psikolojik değişiklikleri ifade eder. Bir seans sonrasında kalp atım hızının yükselmesi ya da kuvvetin geçici olarak azalması akut yanıt iken zaman içerisinde kuvvet, dayanıklılık veya hareket ekonomisinin gelişmesi adaptasyondur. Bu nedenle akut yanıtlar uzun dönemli adaptasyonla doğrudan eş tutulmamalıdır.

10.1.2. İç ve Dış Antrenman Yüğü

Antrenman yükünün değerlendirilmesindeki temel ayrım, iç ve dış antrenman yükü sınıflamasıdır. Dış antrenman yükü, sporcunun antrenman veya müsabaka sırasında gerçekleştirdiği fiziksel çalışmayı ifade eder. Toplam mesafe, hareket hızı, yüksek şiddetli koşu, sprint, hızlanma ve yavaşlamalar, kaldırılan ağırlık,

tekrar sayısı, mekanik iş ve güç çıktısı dış yük göstergeleri arasında yer alır (Bourdon vd., 2017; Impellizzeri vd., 2019).

Dış yük, sporcunun gerçekte ne kadar çalışma yaptığını gösterir; ancak bu çalışmanın sporcu üzerindeki etkisini tek başına açıklamaz. Aynı mesafeyi koşmak veya aynı ağırlığı kaldırmak farklı sporcularda eşit fizyolojik etki oluşturmayabilir. Ayrıca dış yükün fizyolojik ve biyomekanik sonuçları birbirinden ayrılmalıdır. Bazı antrenmanlar yüksek kardiyorespiratuvar stresle birlikte düşük mekanik yük oluştururken bazıları görece düşük fizyolojik maliyete rağmen kas-iskelet sistemi üzerinde yüksek mekanik yük meydana getirebilir (Vanrenterghem vd., 2017).

İç antrenman yükü, dış yüke verilen fizyolojik ve psikolojik yanıtı ifade eder. Kalp atım hızı, oksijen tüketimi, kan laktatı, algılanan zorluk derecesi ve hormonal yanıtlar iç yükün değerlendirilmesinde kullanılabilir. İç yük, gerçekleştirilen fiziksel çalışmanın belirli bir sporcu için ne ölçüde zorlayıcı olduğunu gösterir.

Aynı dış yüke verilen iç yük yanıtı sporcular arasında farklılaşabilir. Örneğin iki sporcu aynı hızda ve aynı mesafede koştuğunda dış yük benzer olmasına rağmen sporculardan biri daha yüksek kalp atım hızı ve algılanan zorluk bildirebilir. Bu farklılık; kondisyon düzeyi, antrenman geçmişi, yorgunluk, uyku, beslenme, çevresel koşullar veya psikolojik stresle ilişkili olabilir. İç yük aynı sporcuda farklı günlerde de değişebilir. Standart bir dış yüke verilen iç yanıtın zaman içerisinde azalması uygun koşullarda olumlu adaptasyonla ilişkili olabilirken beklenmedik artışlar yorgunluk, hastalık, sıcaklık veya yetersiz toparlanmadan kaynaklanabilir.

İç ve dış antrenman yükü birbirinin alternatifi değil, tamamlayıcıdır. Dış yük “sporcu ne yaptı?”, iç yük ise “bu çalışma sporcu için ne kadar zorlayıcıydı?” sorusuna yanıt verir. Yalnızca dış yükün takip edilmesi bireysel yanıtı, yalnızca iç yükün takip edilmesi ise bu yanıtı oluşturan çalışmanın niteliğini açıklamakta yetersiz kalır. Bu nedenle iki yük boyutu birlikte değerlendirilmelidir (Bourdon vd., 2017; Impellizzeri vd., 2019).

10.1.3. Antrenman Yükünün Bileşenleri

Antrenman yükü; hacim, şiddet, sıklık, süre ve yüklenme yoğunluğunun düzenlenmesiyle oluşturulur. Bu bileşenlerden birinde meydana gelen değişiklik, antrenmanın fizyolojik ve biyomekanik etkisini değiştirebilir. Aynı toplam yük değerinin elde edilmesi ise antrenmanların aynı adaptasyonu oluşturacağı anlamına gelmez.

Hacim, belirli bir seans veya dönem içerisinde gerçekleştirilen toplam çalışma miktarıdır. Dayanıklılık antrenmanlarında toplam süre veya mesafe; kuvvet antrenmanlarında set, tekrar ve kaldırılan toplam ağırlık; takım sporlarında ise toplam koşu mesafesi ve hareket sayısı hacim göstergesi olarak kullanılabilir. Kuvvet antrenmanında hacim yükü genellikle set, tekrar ve kaldırılan ağırlığın çarpılmasıyla hesaplanır. Bununla birlikte aynı hacim yüküne farklı set, tekrar ve ağırlık kombinasyonlarıyla ulaşılabilir ve bu kombinasyonlar farklı nöromusküler ve metabolik yanıtlar oluşturabilir.

Şiddet, gerçekleştirilen çalışmanın talep düzeyini ifade eder ve mutlak veya göreceli olarak tanımlanabilir. Koşu hızı, güç çıktısı ve kaldırılan ağırlık mutlak şiddet göstergeleridir. Maksimal kalp atım hızı, maksimal oksijen tüketimi, maksimal aerobik hız veya bir tekrar maksimumun yüzdesi ise göreceli şiddetin belirlenmesinde kullanılabilir. Göreceli şiddet sporcunun bireysel kapasitesini dikkate aldığı için aynı mutlak dış yükün farklı sporcular üzerindeki etkisini açıklamada daha işlevsel olabilir.

Sıklık, antrenman seanslarının belirli bir zaman aralığında kaç kez gerçekleştirildiğini belirtir. Toplam haftalık hacim aynı kalsa bile seansların hafta içerisindeki dağılımı toparlanma süresini ve birikimli yorgunluğu değiştirebilir. Süre ise seansın veya çalışma bölümlerinin zaman uzunluğunu ifade eder. Session-RPE yönteminde seansın algılanan şiddeti toplam süreyle çarpılarak basit bir iç yük değeri oluşturulur (Foster vd., 2001). Ancak bu değer farklı mekanik ve fizyolojik uyaranları tek bir sayıya indirgediği için antrenmanın bütün özelliklerini açıklamaz.

Yüklenme yoğunluğu, çalışmanın belirli bir zaman aralığındaki dağılımını ve çalışma–dinlenme ilişkisini ifade eder. Dinlenme aralıklarının kısaltılması, toplam hacim ve mutlak şiddet değişmese bile fizyolojik zorlanmayı artırabilir. Özellikle yüksek şiddetli interval antrenmanlarında çalışma bölümleri kadar toparlanma aralıklarının süresi ve niteliği de yanıtı belirler (Schoenmakers vd., 2019). Bu nedenle şiddet ile yüklenme yoğunluğu aynı anlamda kullanılmamalıdır: şiddet çalışmanın zorluk düzeyini, yüklenme yoğunluğu ise çalışmanın zaman içerisinde nasıl düzenlendiğini gösterir.

Hacim, şiddet, sıklık, süre ve dinlenme aralıkları birlikte değerlendirilmelidir. Uzun süreli düşük şiddetli bir antrenman ile kısa süreli yüksek şiddetli bir antrenman benzer birleşik yük puanı üretebilir; ancak farklı enerji sistemleri ve dokular üzerinde etkili olabilir. Dolayısıyla toplam yük değeriyle birlikte bu değeri meydana getiren antrenman içeriği de korunmalıdır (Passfield vd., 2022).

10.1.4. Yük–Yanıt–Adaptasyon İlişkisi

Antrenman planlamasının temelinde uygulanan yük, ortaya çıkan akut yanıt ve uzun dönemli adaptasyon arasındaki doz–yanıt ilişkisi bulunur. Yetersiz uyaran hedeflenen adaptasyonu oluşturmayabilir; uygun büyüklükte ve düzenli bir uyaran performans gelişimini destekleyebilir; aşırı veya yetersiz toparlanmayla birleştirilen yük ise uyumsuz yanıtla sonuçlanabilir. Bununla birlikte bu ilişki doğrusal ve değişmez değildir. Aynı yük, sporcunun kondisyonu, antrenman geçmişi ve toparlanma durumuna göre farklı sonuçlar oluşturabilir.

Antrenman yükünün kısa süreli ve planlı olarak artırılması geçici performans azalmasına neden olabilir. Yeterli toparlanmanın ardından performansın başlangıç düzeyinin üzerine çıkması işlevsel aşırı yüklenme olarak değerlendirilebilir. Ancak işlevsel aşırı yüklenmenin bütün sporcular için zorunlu veya eşit derecede yararlı olmadığı, bazı sporcularda performans kaybının beklenenden uzun sürebileceği belirtilmektedir (Bellinger, 2020). Yüksek yüklenmenin yetersiz toparlanmayla sürdürülmesi işlevsel olmayan aşırı yüklenmeye ve daha ileri durumlarda aşırı antrenman sendromuna katkıda bulunabilir. Bu durumların tanımlanmasında tek bir biyolojik belirteç yeterli değildir; performans kaybının büyüklüğü, semptomların süresi ve diğer olası nedenler birlikte değerlendirilmelidir (Meeusen vd., 2013).

Yük–yanıt ilişkisini açıklayan yaklaşımlardan biri fitness–yorgunluk modelidir. Bu modele göre her antrenman uyarını, performansı geliştiren görece uzun süreli bir fitness etkisi ve performansı geçici olarak azaltan daha kısa süreli bir yorgunluk etkisi meydana getirir. Antrenmandan hemen sonra yorgunluk etkisi baskın olabileceği için performans azalabilir; toparlanmayla birlikte yorgunluk azaldığında kazanılan fitness daha görünür hâle gelir.

Fitness–yorgunluk modeli yararlı bir kavramsal ereve sunmakla birlikte fitness ve yorgunluk bileşenleri doğrudan ölçülen bağımsız biyolojik değişkenler değildir. Model sonuçları seçilen yk göstergesine, performans testine, ölçüm sıklığına, matematiksel yönteme ve veri kalitesine bağlıdır. Bu nedenle model parametreleri fizyolojik gerçekliğin doğrudan ölçümü olarak yorumlanmamalıdır (Vermeire vd., 2022).

Aynı programı uygulayan sporcularda performans gelişiminin ve toparlanma süresinin farklılaşması bireysel antrenman yanıtlarının önemini göstermektedir. Ancak gözlenen her farklılık gerçek bireysel yanıt değildir. lm hatası, günlük biyolojik değişkenlik, başlangıç değerine dönüş eğilimi ve test güvenirliğinin sınırlı olması sporcular arasında görünürde farklı yanıtla oluşturabilir. Gerçek bireysel yanıtın değerlendirilebilmesi için güvenilir ölçümler, tekrarlı testler ve

sporcunun kendi normal değişkenlik aralığının bilinmesi gerekir (Hecksteden vd., 2015).

Sonuç olarak bütün sporcular için geçerli tek bir optimal yük veya evrensel doz–yanıt ilişkisi bulunmamaktadır. Uygulanan dış antrenman yükü, oluşan iç antrenman yükü, toparlanma göstergeleri ve performans değişimleri birlikte takip edilmelidir. Kararların sporcunun uzun dönemli verilerine dayandırılması, antrenman yükünün yalnızca geriye dönük raporlanmasını değil, hedeflenen adaptasyonlara göre düzenlenmesini ve gerektiğinde bireyselleştirilmesini sağlar.

10.1.5. Antrenman Yükünün Ölçülmesi ve Takibi

Antrenman yükünün yönetilebilmesi, sporcuya uygulanan fiziksel çalışmanın ve bu çalışmaya verilen bireysel yanıtın düzenli olarak ölçülmesini gerektirir. Bununla birlikte antrenman yükünün bütün boyutlarını tek başına temsil edebilen bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle dış antrenman yükü, iç antrenman yükü ve sporcunun güncel performans durumu birlikte değerlendirilmelidir. Kullanılacak yöntemler spor dalının taleplerine, antrenmanın amacına, sporcu grubuna ve uygulama koşullarına göre seçilmelidir (Bourdon vd., 2017; Halson, 2014).

10.1.5.1. Dış Antrenman Yükünün Takibi

Dış antrenman yükü, sporcunun antrenman veya müsabaka sırasında gerçekleştirdiğı fiziksel çalışmayı ifade eder. Takım sporlarında toplam mesafe, hareket hızı, sprint, hızlanma ve yavaşlamalar; kuvvet antrenmanlarında ise set, tekrar ve kaldırılan ağırlık başlıca dış yük göstergeleridir. Dış yükün takibi, planlanan antrenman ile sporcunun gerçekte gerçekleştirdiğı çalışma arasındaki farkın belirlenmesini ve antrenman içeriğinin müsabaka talepleriyle karşılaştırılmasını sağlar.

Toplam mesafe, saha sporlarında hareket hacmini tanımlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte benzer toplam mesafeler farklı şiddet dağılımlarından oluşabilir. Bir sporcu mesafeyi düşük hızda sürekli hareketlerle, başka bir sporcu ise daha fazla sprint ve yüksek şiddetli koşuyla tamamlayabilir. Bu nedenle toplam mesafe tek başına yeterli değildir; metre/dakika, hız bölgelerinde kat edilen mesafe ve en yoğun oyun dönemleri gibi göstergelerle desteklenmelidir (Cummins vd., 2013).

Yüksek şiddetli koşu ve sprintlerin sınıflandırılmasında mutlak veya bireyselleştirilmiş hız eşikleri kullanılabilir. Mutlak eşikler sporcular arasında karşılaştırma kolaylığı sağlasa da maksimal sprint hızı ve aerobik kapasite farklılıklarını dikkate almaz. Aynı hız bir sporcu için orta, başka bir sporcu için

yüksek şiddetli çalışma oluşturabilir. Bu nedenle hız bölgelerinin sınırları, sprintin minimum süresi ve olayları birbirinden ayırmak için kullanılan ölçütler açık biçimde tanımlanmalıdır.

Takım sporlarında dış yük yalnızca ulaşılan hızla açıklanamaz. Sık hızlanma, yavaşlama ve yön değiştirmeler, sporcu yüksek maksimal hıza ulaşmasa bile önemli mekanik ve metabolik talepler oluşturabilir. Bu durum özellikle basketbol, hentbol ve dar alan oyunlarında önemlidir. Bununla birlikte hızlanma ve yavaşlama sayıları; kullanılan ivme eşiği, minimum olay süresi, sinyal filtreleme yöntemi ve üretici algoritmasından etkilenir. Bu nedenle farklı cihaz ve yazılımlardan elde edilen sonuçlar doğrudan karşılaştırılmamalıdır (Malone vd., 2017).

Kuvvet antrenmanlarında dış yükün temel göstergeleri egzersiz türü, set ve tekrar sayısı, kaldırılan mutlak yük, bir tekrar maksimumun yüzdesi ve toplam hacim yüküdür:

$$\text{Hacim yükü} = \text{set} \times \text{tekrar} \times \text{kaldırılan ağırlık}$$

Aynı hacim yüküne farklı set, tekrar ve ağırlık kombinasyonlarıyla ulaşılabileceği için hacim yükü tek başına antrenmanın nöromüsküler ve metabolik talebini açıklamaz. Göreli şiddet, tekrar rezervi, dinlenme aralıkları, hareket aralığı ve başarısızlığa yakınlık da değerlendirilmelidir.

Hız temelli antrenmanda kaldırılan yükün hareket hızı, günlük performans durumunun ve göreli şiddetin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ancak yük-hız ilişkisi egzersize ve sporcuya özgü olduğundan bireysel profiller tercih edilmelidir (Weakley vd., 2021). Set sırasında en hızlı tekrara göre oluşan hız azalması, tekrar hızı kaybı olarak tanımlanır. Hız kaybı set içerisindeki yorgunlukla ilişkili olabilir ve setlerin sporcunun günlük kapasitesine göre düzenlenmesini destekleyebilir. Bununla birlikte bütün sporcular ve adaptasyon hedefleri için geçerli tek bir ideal hız kaybı eşiği bulunmamaktadır (González-Badillo vd., 2017).

10.1.5.2. İç Antrenman Yükünün Takibi

İç antrenman yükü, sporcunun uygulanan dış yüke verdiği fizyolojik ve psikolojik yanıtı ifade eder. Aynı dış yükün farklı sporcularda farklı iç yük oluşturabilmesi nedeniyle dış ve iç yükün birlikte değerlendirilmesi gerekir.

Algılanan zorluk derecesi, sporcunun egzersiz sırasında veya sonrasında hissettiği genel zorlanmayı sayısal olarak ifade eder. Session-RPE yönteminde seansın tamamına ilişkin algılanan zorluk derecesi seans süresiyle çarpılır:

Session-RPE yükü = seans RPE değeri × seans süresi

Bu yöntemin düşük maliyetli olması, özel ekipman gerektirmemesi ve farklı antrenman türlerinde kullanılabilmesi önemli avantajlardır (Foster vd., 2001; Haddad vd., 2017). Ancak farklı süre ve şiddet dağılımlarına sahip iki antrenman aynı session-RPE yükünü oluşturabilir. Ölçeğin türü, sorunun ifade edilişi ve ölçüm zamanı standardize edilmeli; sporcuların birbirlerinin yanıtlarından etkilenmesi önlenmelidir.

Kalp atım hızı, özellikle sürekli ve aerobik egzersizlerde iç yükün değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ortalama kalp atım hızı, maksimal kalp atım hızının yüzdesi, kalp atım hızı rezervi ve belirli bölgelerde geçirilen süre yaygın göstergelerdir. TRIMP yöntemleri, egzersiz süresini ve kalp atım hızına dayalı şiddeti birleştirerek tek bir iç yük puanı üretir (Borresen ve Lambert, 2009). Bununla birlikte kalp atım hızı kısa sprintler, direnç egzersizleri ve yüksek şiddetli kısa hareketlerde kas-iskelet sistemi üzerindeki yükü yeterince temsil etmeyebilir. Sıcaklık, sıvı kaybı, kafein, psikolojik uyarılma, hastalık ve uyku durumu da kalp atım hızı yanıtını değiştirebilir.

Kalp atım hızı değişkenliği (KHD), ardışık kalp atımları arasındaki zaman farklılıklarına dayanarak otonom sinir sistemi düzenlenmesi hakkında dolaylı bilgi sağlamaktadır. Sporcu takibinde yaygın olarak kullanılan RMSSD (ardışık normal R-R aralığı farklarının karelerinin ortalamasının karekökü), kısa süreli kalp atım hızı değişkenliğini gösteren ve özellikle parasempatik (vagal) kardiyak düzenlenmeyle ilişkili bir ölçüttür. lnRMSSD ise RMSSD değerinin doğal logaritmik dönüşümü olup verilerin dağılımını normalleştirmek ve aşırı değerlerin etkisini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Plews vd., 2013). Bununla birlikte, RMSSD veya lnRMSSD değerlerindeki artışın her zaman olumlu, azalmanın ise her zaman olumsuz bir uyum göstergesi olduğu kabul edilmemelidir. Bu nedenle tek günlük ölçümler yerine bireysel hareketli ortalamalar, normal değişim aralıkları ve zaman içerisindeki eğilimler değerlendirilmelidir (Bellenger vd., 2016). Ölçümlerin güvenilirliğini artırmak için kayıtlar mümkün olduğunca aynı saatte, aynı vücut pozisyonunda ve benzer çevresel koşullarda gerçekleştirilmelidir.

Kan laktatı, belirli bir egzersizin metabolik talebini ve glikolitik katkısını değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Bununla birlikte sonuçlar ölçüm zamanı, örnekleme bölgesi, beslenme, egzersiz süresi ve kas glikojeninden etkilenir. Kreatin kinaz, üre, kortizol ve testosteron gibi biyokimyasal göstergeler de yorgunluk ve toparlanma hakkında bilgi sağlayabilir; ancak yüksek bireysel

değişkenlik, maliyet ve invazivlik günlük kullanımını sınırlandırmaktadır (Halsen, 2014).

Yorgunluk, kas ağrısı, uyku, stres ve iyilik hâli gibi öznel göstergeler kısa sürede ve ekipman gerektirmeden değerlendirilebilir. Sistemik derleme bulguları, öznel ölçümlerin antrenman yükündeki değişikliklere bazı nesnel göstergelerden daha duyarlı olabileceğini göstermektedir (Saw vd., 2016). Bununla birlikte yanıtların güvenilirliği için anketler kısa tutulmalı, gizlilik sağlanmalı ve sporculara verilerin nasıl kullanıldığı açıklanmalıdır. Grup ortalamasından çok sporcunun kendi olağan değerlerinden sapması dikkate alınmalıdır.

10.2.Kullanılan Teknoloji ve Ölçüm Araçları

GPS/GNSS sistemleri, açık alan sporlarında konum, mesafe, hız, sprint ve hız değişikliklerinin takip edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. GPS tek bir uydu sistemini ifade ederken GNSS; GPS, Galileo, GLONASS ve BeiDou gibi birden fazla uydu sistemini kapsar. Cihaz doğruluğu uydu sayısı, uydu geometrisi, stadyum yapısı, örnekleme frekansı, anten, yonga seti ve üretici algoritmasından etkilenir. Bu sistemler sabit hızlı doğrusal hareketlerde daha güvenilirken kısa sprint, yüksek hız ve keskin yön değiştirmelerde daha fazla hata gösterebilir (Coutts ve Duffield, 2010; Cummins vd., 2013).

Yerel konumlandırma sistemleri, saha veya salon çevresine yerleştirilen sabit antenler aracılığıyla sporcuların konumunu belirler. Uydu sinyaline gereksinim duymadıkları için basketbol ve hentbol gibi kapalı alan sporlarında kullanılabilir. Ancak doğruluk anten yerleşimi, saha geometrisi, kalibrasyon ve fiziksel engellerden etkilenir. Bu nedenle sistemin kullanılacağı ortamda ve ilgili hareket türlerinde doğrulanması gerekir (Luteberget vd., 2018).

İvmeölçer ve atalet ölçüm birimleri; doğrusal ivme, dönme, sıçrama, çarpışma ve gövde hareketleri hakkında bilgi sağlayabilir. Ancak birleşik yük puanları çoğunlukla üreticiye özgü algoritmalarla hesaplanır. Sensörün vücuttaki konumu, sabitlenme biçimi ve sinyal filtreleme işlemleri sonuçları değiştirebilir. Ayrıca gövdeye yerleştirilen bir sensörden elde edilen toplam hareket yükü, belirli bir eklem veya dokunun maruz kaldığı yükü doğrudan eş tutulmamalıdır.

Optik sistemler, saha çevresindeki kameralar yardımıyla oyuncu ve top konumlarını belirler. Sporcuların cihaz taşımaması gerektirmemesi önemli bir avantajdır. Bununla birlikte oyuncuların birbirini kapatması, kamera açısı, ışık ve otomatik eşleştirme hataları veri kalitesini etkileyebilir. Futbola özgü hareketlerde kabul edilebilir doğruluk bildirilmesine karşın sistemin özellikle yüksek hızlarda doğrulanması gerekir (Linke vd., 2020).

Kuvvet platformları sıçrama ve izometrik testler sırasında kuvvet, impuls, sıçrama yüksekliği ve kuvvet–zaman değişkenlerini ölçer. *Countermovement jump* nöromüsküler durumun değerlendirilmesinde kullanılabilir; ancak sıçrama yüksekliğinin değişmemesi kuvvet–zaman yapısının değişmediği anlamına gelmez (Claudino vd., 2017). Giyilebilir teknolojiler ise hareket, kalp atım hızı, uyku, solunum ve deri sıcaklığı gibi değişkenleri saha ortamında takip edebilir. Ancak tüketici cihazları ile profesyonel sistemlerin doğruluğu aynı değildir ve üretici tarafından oluşturulan birleşik puanların hangi ham verilere dayandığı bilinmelidir (Seshadri vd., 2019).

10.2.1. Geçerlik, Güvenirlik ve Standardizasyon

Bir ölçüm aracının uygulamada kullanılabilmesi için geçerli, güvenilir ve değişime duyarlı olması gerekir. Geçerlik, aracın ölçmeyi amaçladığı özelliği ne ölçüde doğru değerlendirdiğini; güvenilirlik, aynı koşullarda tekrarlanan ölçümlerin benzerliğini; duyarlılık ise gerçek sporcu değişiminin ölçüm hatasından ayrılabilmesini ifade eder (Hopkins, 2000).

Bir cihazın toplam mesafeyi doğru ölçmesi, maksimal hız ve yön değiştirme verilerinde de aynı doğruluğu göstereceği anlamına gelmez. Örnekleme frekansının yüksek olması hızlı hareketlerin daha sık kaydedilmesini sağlar; ancak düşük sinyal kalitesini veya hatalı algoritmayı tek başına düzeltmez. Bu nedenle yalnızca örnekleme frekansına bakılarak cihaz kalitesi hakkında karar verilmemelidir.

Aynı marka ve modeldeki cihazlar arasında dahi farklılıklar bulunabileceği için sporcunun sezon boyunca aynı cihazı kullanması önerilir. Hız bölgeleri, ivme eşikleri, minimum olay süresi, filtreleme işlemleri ve yazılım sürümleri kayıt altına alınmalıdır. Kalp atım hızı değişkenliği ölçümlerinde saat ve vücut pozisyonu; RPE ölçümlerinde uygulama zamanı; kuvvet platformu testlerinde ise ısınma, el pozisyonu, hareket tekniği ve deneme sayısı standardize edilmelidir.

Saha koşullarında sinyal kaybı, pil sorunu, cihazın yanlış takılması veya sporcunun anketi tamamlamaması nedeniyle eksik veriler oluşabilir. “Antrenmana katılmadı” ile “veri ölçülemedi” durumları farklı biçimde kodlanmalıdır. Eksik ölçümlerin sıfır yük olarak kaydedilmesi sporcunun gerçek yükünü olduğundan düşük gösterir. Aykırı değerlerin belirlenmesi, eksik verilerin işlenmesi ve hatalı kayıtların dışlanmasına ilişkin kurallar analizden önce oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak antrenman yükü takibinin kalitesi kullanılan cihaz sayısından çok ölçümlerin amaca uygunluğu, geçerliği, tekrarlanabilirliği ve karar sürecine

aktarıma biçimiyle ilişkilidir. Çok sayıda değişkenin düzensiz biçimde toplanması yerine, sınırlı sayıdaki güvenilir göstergenin standart koşullarda sürekli takip edilmesi daha işlevsel bir yaklaşım sunar.

10.3.Yorgunluk, Toparlanma ve Antrenmana Hazır Oluşun Değerlendirilmesi

Antrenman, sporcunun mevcut kapasitesini geçici olarak zorlayan ve uygun toparlanma koşulları sağlandığında performans gelişimine yol açan sistematik bir stres sürecidir. Bununla birlikte, antrenmana verilen yanıt yalnızca uygulanan yükün büyüklüğüne bağlı değildir. Sporcunun önceki antrenman birikimi, uyku durumu, beslenmesi, psikolojik stresi, hastalık belirtileri, seyahat koşulları ve bireysel toparlanma kapasitesi de yüklenmeye verilen yanıtı etkiler. Bu nedenle aynı antrenman programını uygulayan sporcuların yorgunluk düzeyleri ve bir sonraki antrenmana hazır oluşları önemli ölçüde farklılaşabilir.

Antrenmana hazır oluş, sporcunun belirli bir zamanda planlanan antrenman veya yarışma taleplerini karşılayabilme kapasitesi olarak değerlendirilebilir. Bu yapı yalnızca fiziksel performansı değil; nöromüsküler işlevi, otonom sinir sistemi yanıtlarını, psikolojik durumu, uyku kalitesini ve öznel toparlanma algısını da kapsar. Dolayısıyla hazır oluşun tek bir test veya biyolojik göstergeyle tam olarak belirlenmesi mümkün değildir. Uygulamadaki temel amaç, sporcunun tamamen “yorgun” ya da “toparlanmış” olduğuna ilişkin kesin bir sınıflandırma yapmak değil, bireysel normal değerlerden anlamlı sapmaları erken dönemde belirleyerek antrenman kararlarını desteklemektir (Kellmann vd., 2018; Thorpe vd., 2017).

10.3.1. Yorgunluk ve Toparlanma Göstergeleri

10.3.1.1. Akut ve kronik yorgunluk

Yorgunluk, egzersiz sırasında veya sonrasında fiziksel ya da zihinsel görevleri sürdürme kapasitesindeki geçici azalma olarak tanımlanabilir. Akut yorgunluk genellikle tek bir antrenman veya yarışmanın ardından ortaya çıkar ve yüklenmenin niteliğine bağlı olarak birkaç saatten birkaç güne kadar devam edebilir. Kas glikojeninin azalması, metabolit birikimi, kas hasarı, nöromüsküler işlevdeki değişiklikler, otonom sinir sistemi yanıtları ve zihinsel zorlanma bu sürece katkıda bulunabilir. Akut yorgunluk, uygun toparlanma sağlandığında antrenman uyarısına verilen normal bir yanıttır ve tek başına olumsuz bir durum olarak değerlendirilmemelidir.

Buna karşılık, antrenman ve antrenman dışı streslerin toparlanma kapasitesini sürekli aşması, daha uzun süreli performans kayıplarına neden olabilir. Yoğun bir yüklenme döneminden sonra kısa süreli performans azalmasını izleyen gelişim, işlevsel aşırı yüklenme olarak tanımlanır. Performans kaybının beklenenden uzun

sürmesi ve toparlanmanın haftalar alması ise işlevsel olmayan aşırı yüklenmeye işaret edebilir. Aşırı antrenman sendromu, daha ciddi ve uzun süreli performans azalmasının yanı sıra psikolojik, hormonal ve bağışıklık sistemiyle ilişkili bozulmaların görülebildiği karmaşık bir tablodur. Bununla birlikte bu durumlar arasında yalnızca belirli bir biyobelirteç kullanılarak kesin ayırım yapılamaz; performans değişimi, semptomların süresi ve diğer olası nedenler birlikte değerlendirilmelidir (Meeusen vd., 2013).

Planlı işlevsel aşırı yüklenmenin her sporcu için zorunlu veya eşit derecede yararlı olmadığı da dikkate alınmalıdır. Yüklenmeye verilen yanıt bireyseldir ve performans düşüşünün büyüklüğü, toparlanma süresi ve sonraki adaptasyon düzeyi sporcular arasında değişir. Ayrıca işlevsel aşırı yüklenme oluşturmak amacıyla yapılan yoğun programlar, bazı sporcularda hastalık, sakatlık veya işlevsel olmayan aşırı yüklenme riskini artırabilir (Bellinger, 2020). Bu nedenle akut ve birikimli yorgunluğun takibi, yalnızca performans düşüşünü belirlemeyi değil, yük–toparlanma dengesindeki olumsuz eğilimleri erken fark etmeyi amaçlamalıdır.

10.3.1.2. Uyku süresi ve kalitesi

Uyku; nörolojik, metabolik, bağışıklık ve psikolojik toparlanmanın temel bileşenlerinden biridir. Yetersiz uyku süresi veya sık bölünen düşük kaliteli uyku; tepki süresi, karar verme, ruh hâli, öğrenme, bağışıklık işlevi ve algılanan efor üzerinde olumsuz sonuçlara yol açabilir. Sporcular erken saatlerde gerçekleştirilen antrenmanlar, akşam müsabakaları, seyahat, zaman dilimi değişiklikleri, yarışma kaygısı, kas ağrısı ve yoğun günlük programlar nedeniyle uyku bozukluklarına özellikle açık olabilirler (Walsh vd., 2021).

Uyku takibinde yalnızca toplam uyku süresinin kaydedilmesi yeterli değildir. Yatağa giriş ve uyanma zamanı, uykuya dalma süresi, gece uyanmaları, uyku verimliliği ve öznel uyku kalitesi birlikte değerlendirilmelidir. Uyku günlükleri ve kısa anketler günlük uygulamada pratik yöntemlerdir. Aktigrafi ve tüketici tipi giyilebilir cihazlar uyku–uyanıklık örüntüleri hakkında ek bilgi sağlayabilir; ancak bu cihazların uyku evrelerini belirleme doğruluğu polisomnografiyle aynı değildir. Bu nedenle giyilebilir cihazlardan elde edilen sonuçlar klinik tanı aracı olarak değil, bireysel eğilimlerin takibinde kullanılmalıdır.

Tek bir geceye ait düşük uyku süresi doğrudan antrenmanın azaltılmasını gerektirmeyebilir. Buna karşılık, birkaç gün boyunca devam eden kısa veya kalitesiz uyku; yükselen yorgunluk, bozulan ruh hâli ve performans kaybıyla birlikte görülüyorsa daha güçlü bir uyarı oluşturur. Uyku gereksiniminin bireysel

olması nedeniyle değerlendirmeler genel eşiklerden çok sporcunun kendi normal değerleri üzerinden yapılmalıdır.

10.3.1.3. Kas ağrısı ve algılanan toparlanma

Gecikmiş kas ağrısı, özellikle alışılmadık veya yüksek düzeyde eksantrik kasılma içeren egzersizlerden sonra ortaya çıkabilir. Ağrı çoğunlukla egzersizden sonraki saatlerde gelişir ve sonraki günlerde belirginleşebilir. Kas hassasiyeti, hareket açıklığında azalma, kuvvet üretiminde geçici düşüş ve sertlik hissi bu tabloya eşlik edebilir (Cheung vd., 2003).

Kas ağrısının şiddeti, oluşan kas hasarının veya performans kaybının doğrudan ölçüsü değildir. Ağrı algısı önceki antrenman deneyiminden, dokunun alışkanlık düzeyinden, psikolojik durumdan ve kullanılan ölçüm ölçeğinden etkilenebilir. Bu nedenle şiddetli ağrı her zaman ciddi işlev kaybı anlamına gelmediği gibi ağrının bulunmaması da tam toparlanmanın gerçekleştiğini göstermez. Kas ağrısı verileri, kuvvet veya sıçrama performansı gibi işlevsel ölçümler ve sporcunun genel iyilik hâliyle birlikte yorumlanmalıdır.

Algılanan toparlanma ölçekleri, sporcunun bir sonraki fiziksel görevi gerçekleştirmeye ne ölçüde hazır hissettiğini kısa sürede değerlendirebilir. Algılanan Toparlanma Durumu Ölçeği gibi yöntemler, günlük kullanıma uygun ve düşük maliyetlidir (Laurent vd., 2011). Bununla birlikte öznel puanlar sporcular arasında doğrudan karşılaştırılmamalıdır. Daha anlamlı yaklaşım, aynı sporcunun belirli bir süre boyunca oluşturulan bireysel normal aralığına göre değişiminin takip edilmesidir.

10.3.1.4. Dinlenik kalp atım hızı ve kalp atım hızı değişkenliği

Dinlenik kalp atım hızı, toparlanma durumunun takibinde kullanılan en erişilebilir fizyolojik göstergelerden biridir. Bireysel normal değerlere göre yükselen dinlenik kalp atım hızı; yetersiz toparlanma, hastalık, sıvı kaybı, sıcaklık stresi veya psikolojik zorlanmayla ilişkili olabilir. Ancak dinlenik kalp atım hızı özgül bir gösterge değildir. Ölçüm saati, vücut pozisyonu, ortam sıcaklığı, kafein kullanımı ve önceki günün sıvı durumu ölçüm sonucunu değiştirebilir.

Kalp atım hızı değişkenliği (HRV), ardışık kalp atımları arasındaki süre farklılıklarını temel alarak otonom sinir sistemi düzenlenmesi hakkında bilgi sağlar. Sporcu takibinde parasempatik aktiviteyle ilişkili olması ve kısa süreli ölçümlere uygunluğu nedeniyle ardışık normal atımlar arasındaki farkların karelerinin ortalamasının karekökü, yani RMSSD, yaygın olarak

kullanılmaktadır. Dağılımın normalleştirilmesi amacıyla bu değişkenin doğal logaritması olan lnRMSSD de tercih edilebilir (Plews vd., 2013).

HRV'nin yorgunlukla ilişkisi doğrusal ve tek yönlü değildir. Yoğun yüklenmenin ardından HRV azalabileceği gibi bazı yorgunluk durumlarında parasempatik baskınlık nedeniyle yüksek değerler de görülebilir. Bu nedenle tek bir düşük veya yüksek ölçüm kesin bir hazır oluş göstergesi olarak yorumlanmamalıdır. Sistemik derleme ve meta-analiz bulguları, otonom göstergelerin yararlı olabileceğini ancak sonuçların ölçüm yöntemi, spor dalı ve yüklenme durumundan etkilendiğini göstermektedir (Bellenger vd., 2016). Sabah benzer saatte, aynı vücut pozisyonunda ve benzer koşullarda yapılan ölçümlerin bireysel hareketli ortalamalarla değerlendirilmesi, tek günlük sonuçlara göre daha güvenilir bir yaklaşım sunar.

10.4.Nöromüsküler Performansın Takibi

10.4.1. Countermovement jump

Countermovement jump (CMJ), Türkçede karşı hareketli sıçrama, nöromüsküler performansın takibinde en sık kullanılan testlerden biridir. Testin kısa sürmesi, az ekipmanla uygulanabilmesi ve düzenli tekrarlandığında sınırlı ek yorgunluk oluşturmaması önemli avantajlardır. CMJ performansı kuvvet platformları, temas matları, optik sistemler veya video temelli uygulamalarla değerlendirilebilir.

Sıçrama yüksekliği pratik ve anlaşılması kolay bir değişken olmasına rağmen nöromüsküler yorgunluğa her durumda duyarlı olmayabilir. Sporcu, hareket stratejisini değiştirerek benzer sıçrama yüksekliğini koruyabilir. Örneğin daha uzun çömelme süresi veya farklı eksantrik-konsantrik kuvvet dağılımı kullanılması, çıktı aynı kalmasına rağmen nöromüsküler işlevdeki değişimi gizleyebilir. CMJ'nin nöromüsküler durumun takibinde yararlı olduğu, ancak test duyarlılığının seçilen değişkene ve ölçüm protokolüne bağlı bulunduğu bildirilmektedir (Claudino vd., 2017).

Testin güvenilirliği için sıçrama derinliği, kol kullanımı, başlangıç pozisyonu, verilen komut, ayakkabı, zemin, ısınma ve günün ölçüm saati standardize edilmelidir. Sporcunun test tekniğine alışması sağlanmalı ve mümkün olduğunca aynı ölçüm sistemi kullanılmalıdır.

10.4.1.1. Sıçrama ve kuvvet-zaman değişkenleri

Kuvvet platformları, sıçrama yüksekliğinin yanı sıra hareketin farklı evrelerine ait kuvvet-zaman değişkenlerinin incelenmesini sağlar. Tepe ve ortalama kuvvet, eksantrik frenleme kuvveti, konsantrik ve eksantrik impuls, kalkış süresi, kasılma

süresi, kuvvet geliştirme hızı ve modifiye reaktif kuvvet indeksi bu değişkenler arasında yer alır.

Alternatif CMJ analizlerinin, sıçrama yüksekliğinde belirgin değişiklik olmadığı durumlarda akut nöromüsküler yorgunluğa ilişkin ek bilgi sağlayabileceği gösterilmiştir (Gathercole vd., 2015). Bununla birlikte çok sayıda değişkenin aynı anda değerlendirilmesi yanlış pozitif sonuç olasılığını artırabilir. Uygulamada önceden belirlenmiş, ölçüm hatası bilinen ve spor dalının talepleriyle ilişkili sınırlı sayıda değişken kullanılmalıdır. Her yeni antrenman döneminde en fazla değişen göstergenin seçilmesi yerine, başlangıçta belirlenen takip sisteminin tutarlı biçimde sürdürülmesi daha sağlıklı sonuç verir.

10.4.2. İzometrik kuvvet testleri

İzometrik orta uyluk çekişi, izometrik squat ve izometrik kavrama kuvveti testleri, sporcunun kısa sürede yüksek kuvvet üretme kapasitesini değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Bu testlerden tepe kuvvet, belirli zaman aralıklarındaki impuls ve kuvvet geliştirme hızı gibi değişkenler elde edilir. İzometrik testlerin hareket becerisi gereksiniminin görece sınırlı olması ve doğru uygulandığında düşük düzeyde ek yorgunluk oluşturması, düzenli takip açısından avantaj sağlayabilir.

İzometrik orta uyluk çekişi üzerine yapılan sistematik derleme, testin kuvvet özelliklerinin değerlendirilmesinde yararlı olduğunu; ancak eklem açıları, bar yüksekliği, sabitleme yöntemi, örnekleme frekansı ve analiz işlemlerinin sonuçları etkileyebildiğini göstermektedir (Martin ve Beckham, 2020). Tepe kuvvet genellikle kuvvet geliştirme hızına göre daha güvenilir bir değişkendir. Özellikle kuvvet geliştirme hızının hesaplanması, kuvvet başlangıcının nasıl belirlendiğinden ve kullanılan zaman aralığından etkilenir. Bu nedenle izometrik test sonuçları yorumlanırken protokolün tekrarlanabilirliği ve değişkenin tipik ölçüm hatası dikkate alınmalıdır.

10.4.3. Sprint ve yön değiştirme performansı

Sprint ve yön değiştirme testleri, takım ve raket sporlarında antrenmana hazır oluşun sahaya özgü göstergeleri olabilir. Kısa mesafe sprint süreleri hızlanma kapasitesini, daha uzun sprintler maksimum hıza ulaşma ve hızı koruma yeteneğini, yön değiştirme testleri ise frenleme ve yeniden hızlanma kapasitesini yansıtır.

Bu testlerin spora özgü olması önemli bir avantajdır; ancak maksimal sprint ve yön değiştirme testleri sporcuda ek yük oluşturabilir. Sonuçlar motivasyon, teknik uygulama, zemin, ayakkabı, hava koşulları ve elektronik zamanlama

düzeninden de etkilenebilir. Özellikle yön değiştirme performansındaki değişiklik yalnızca nöromüsküler yorgunluktan değil, hareket tekniğindeki farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu nedenle testler günlük olarak uygulanmak yerine uygun mikro döngü günlerine yerleştirilebilir veya rutin antrenmanlardan elde edilen standartlaştırılmış sprint verileri kullanılabilir. Takım sporlarında hazır oluş değerlendirmesinin pratik, zaman açısından uygulanabilir ve antrenman sürecini gereksiz yere bozmayan yöntemlerden oluşması önerilmektedir (Thorpe vd., 2017).

10.4.4. Öznel ve Nesnel Göstergelerin Birlikte Kullanılması

10.4.4.1. İyilik hâli anketleri (Wellness)

Günlük iyilik hâli anketleri genellikle yorgunluk, uyku kalitesi, kas ağrısı, stres, ruh hâli ve algılanan toparlanma gibi bileşenleri değerlendirir. Bu anketler düşük maliyetli olmaları, kısa sürede uygulanabilmeleri ve geniş sporcu gruplarında kullanılabilmeleri nedeniyle avantajlıdır. Geçerli veriler elde edilebilmesi için anketin her gün benzer saatte ve mümkünse antrenman başlamadan önce tamamlanması gerekir.

Bileşenlerin tek bir toplam puanda birleştirilmesi genel eğilimin görülmesini kolaylaştırabilir; ancak bazı önemli değişimleri gizleyebilir. Örneğin uyku kalitesindeki belirgin bozulma, diğer maddelerdeki yüksek puanlarla dengelenerek toplam puanda görünmeyebilir. Bu nedenle toplam iyilik hâli puanının yanında her bir maddenin ayrı eğilimi de incelenmelidir.

10.4.4.2. Sporcu öz bildirimleri

Öz bildirim ölçümleri bazen nesnel testlerden daha az bilimsel görülse de sporcunun fizyolojik ve psikolojik deneyimini bütüncül biçimde yansıtır. Sistematik derleme bulguları, uygun biçimde uygulanan öznel ölçümlerin akut ve kronik antrenman yükü değişikliklerine yaygın kullanılan birçok nesnel göstergeden daha duyarlı olabileceğini ortaya koymaktadır (Saw vd., 2016).

Bununla birlikte öz bildirimler sosyal beğenirlik, antrenmandan çıkarılma endişesi, cevaplama alışkanlığı ve düşük uyum gibi etkenlerden etkilenebilir. Sporcu, düşük hazır oluş bildirdiğinde otomatik olarak antrenmandan çıkarılacağını düşünürse gerçek durumunu saklayabilir. Bu nedenle verilerin cezalandırıcı kararlar için değil, sporcu ile performans ekibi arasındaki iletişimi geliştirmek amacıyla kullanıldığı açıkça anlatılmalıdır. Sporcuya düzenli geri bildirim verilmesi ve gereksiz uzunluktaki anketlerden kaçınılması veri kalitesini artırabilir.

10.4.4.3. Fizyolojik ve performansa dayalı ölçümler

Dinlenik kalp atım hızı ve HRV otonom düzenlenme hakkında; CMJ ve izometrik testler nöromüsküler işlev hakkında; sprint ve yön değiştirme testleri ise sahaya özgü performans kapasitesi hakkında bilgi sağlar. Ancak bu göstergeler farklı sistemleri temsil ettikleri için her zaman aynı yönde değişimleri beklenmemelidir. Örneğin sporcu yüksek kas ağrısı bildirebilirken HRV değeri normal aralıkta kalabilir veya sıçrama yüksekliği korunurken kuvvet–zaman stratejisinde değişiklik görülebilir.

Göstergeler arasındaki uyumsuzluk ölçümlerin değersiz olduğunu göstermez. Aksine, yorgunluğun hangi boyutta ortaya çıktığını anlamaya yardımcı olabilir. Nöromüsküler performansın korunmasına rağmen uyku ve ruh hâlinin birkaç gün boyunca bozulması, psikolojik veya yaşam stresi kaynaklı bir soruna işaret edebilir. Benzer şekilde öznel olarak iyi hisseden bir sporcuda tekrarlanan performans düşüşü görülmesi, fark edilmeyen fiziksel yorgunluğun araştırılmasını gerektirebilir.

10.4.4.4. Tek bir göstergeye dayalı değerlendirmenin sınırlılıkları

Antrenmana hazır oluş çok boyutlu ve doğrudan gözlenemeyen bir yapıdır. Bu nedenle tüm sporcular ve bütün spor dalları için geçerli tek bir “altın standart” gösterge bulunmamaktadır. Kalp atım hızı sıvı kaybı veya hastalıktan, HRV psikolojik stresten, sıçrama performansı test stratejisinden, kas ağrısı önceki deneyimden ve öznel anketler cevaplama davranışından etkilenebilir. Tek bir anormal sonuç üzerinden antrenmanı değiştirmek, ölçüm hatasına dayalı karar verme riskini artırır.

Daha sağlam bir takip sistemi en az üç bilgi katmanını bir araya getirmelidir:

Sporcunun algısı: yorgunluk, uyku, kas ağrısı, stres ve algılanan toparlanma.

Fizyolojik durum: dinlenik kalp atım hızı, HRV ve gerekli durumlarda diğer fizyolojik göstergeler.

İşlevsel performans: CMJ, izometrik kuvvet, sprint veya spora özgü performans testleri.

Bu veriler, sporcunun yakın dönem iç ve dış yükü ile hastalık, seyahat, beslenme ve psikososyal stres gibi bağlamsal bilgilerle birlikte yorumlanmalıdır. Değerlendirmeler grup ortalamalarından çok bireysel başlangıç değerlerine, hareketli ortalamalara ve sporcunun olağan değişkenliğine dayanmalıdır. Tek günlük sapmadan ziyade birden fazla göstergede ortaya çıkan ve birkaç ölçüm boyunca devam eden değişimler daha güçlü bir uyarı olarak kabul edilmelidir.

Sonuç olarak yorgunluk ve toparlanma takibinin amacı, antrenmanı yorgunluk oluşmayacak biçimde düzenlemek değildir. Yorgunluk, uygun dozda uygulandığında adaptasyon sürecinin doğal bir parçasıdır. Temel amaç, beklenen ve geçici yorgunluk ile performansı, sağlığı veya antrenman sürekliliğini tehdit eden birikimli yorgunluğu ayırt edebilecek sistematik bir karar destek yapısı oluşturmaktır. Bu yapı öznel, fizyolojik ve performansa dayalı göstergeleri birlikte ele almalı; ölçüm sonuçlarını otomatik kararlar olarak değil, sporcu–antrenör iletişimini ve profesyonel değerlendirmeyi destekleyen kanıtlar olarak kullanılmalıdır.

10.5.Yük Verilerinin Analizi ve Antrenman Sürecine Aktarılması

Antrenman yükü takibinin temel değeri, çok sayıda veri toplanmasından değil, elde edilen verilerin uygun zaman ölçeklerinde analiz edilerek antrenman kararlarına aktarılmasından kaynaklanır. GPS/GNSS sistemleri, kalp atım hızı ölçümleri, kuvvet platformları, öz bildirim anketleri ve giyilebilir teknolojiler önemli miktarda veri üretmektedir. Ancak bu veriler, antrenman hedefleriyle ilişkilendirilmediğinde uygulama açısından sınırlı değer taşır. Bu nedenle etkili bir takip sistemi; hangi değişkenlerin ölçüleceğini, ölçümlerin hangi sıklıkta yapılacağını, sonuçların nasıl yorumlanacağını ve elde edilen bilgiye göre hangi kararların alınacağını açık biçimde tanımlamalıdır.

Yük verilerinin analizindeki temel amaçlar; planlanan antrenman yükünün gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini belirlemek, yük dağılımındaki eğilimleri görmek, bireysel yük–yanıt ilişkisini tanımlamak ve antrenman programının beklenen adaptasyonları oluşturup oluşturmadığını değerlendirmektir. Bununla birlikte yük verileri, yaralanmanın veya performans değişiminin tek nedeni olarak yorumlanmamalıdır. Yaralanma ve performans; önceki yaralanmalar, fiziksel kapasite, psikolojik stres, uyku, beslenme, çevresel koşullar ve müsabaka yoğunluğu gibi çok sayıda etkenin etkileşimi sonucunda ortaya çıkar (Bourdon vd., 2017; Windt ve Gabbett, 2017).

10.5.1. Yükün Zaman İçerisinde Değerlendirilmesi

Yük analizinin en küçük birimi genellikle tek bir antrenman seansı veya müsabakadır. Seans düzeyinde süre, toplam mesafe, yüksek şiddetli koşu mesafesi, sprint sayısı, hızlanma ve yavaşlama sayısı, kaldırılan toplam ağırlık, kalp atım hızı yanıtları ve algılanan zorluk derecesi gibi değişkenler incelenebilir. Session-RPE yöntemi kullanıldığında seans iç yükü şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Seans yükü} = \text{seans süresi} \times \text{session-RPE}$$

Örneğin 80 dakika süren ve sporcu tarafından 7 olarak değerlendirilen bir antrenman 560 keyfi birim (AU) seans yükü oluşturur. Günlük yük, aynı gün gerçekleştirilen bütün antrenman, rehabilitasyon ve müsabaka etkinliklerinin toplamından meydana gelir. Bununla birlikte farklı ölçüm birimleri doğrudan birbirine eklenmemelidir. Toplam mesafe, hızlanma sayısı ve session-RPE yükünün tek bir toplam değer içinde birleştirilmesi fiziksel olarak anlamlı değildir. Bu göstergeler kendi ölçüm boyutları içerisinde takip edilmeli ve daha sonra bütünsel olarak yorumlanmalıdır.

Haftalık yük, belirlenen yedi günlük dönemdeki günlük yüklerin toplamıdır. Takvim haftası veri yönetimini kolaylaştırır da takım sporlarında bir müsabakadan diğerine kadar uzanan mikrosiklus daha işlevsel olabilir. Bu nedenle analiz döneminin pazartesi–pazar takvim haftasına mı yoksa müsabaka merkezli mikrosiklusa mı dayandığı açıkça belirtilmelidir. Mikrosiklus analizinde yalnızca toplam yük değil, yükün günlere nasıl dağıtıldığı da önemlidir. Aynı haftalık yükün bütün günlere benzer biçimde dağıtılması ile yüksek ve düşük yük günleri oluşturularak uygulanması aynı fizyolojik ve nöromüsküler etkiyi meydana getirebilir.

Mezosiklus düzeyinde analiz ise birkaç mikrosiklus boyunca yükün gelişimini değerlendirmeyi sağlar. Hazırlık döneminde hacmin kademeli olarak artırılması amaçlanabilirken müsabaka döneminde maç sayısı, seyahat ve toparlanma gereksinimleri nedeniyle daha dalgalı bir yük dağılımı oluşabilir. Bu düzeyde planlanan ve gerçekleştirilen yük arasındaki fark da incelenmelidir. Gerçekleştirilen yükün sürekli planlananın altında kalması yetersiz antrenman uyarısına, sürekli üzerinde bulunması ise programın sahadaki uygulamayla uyumsuzluğuna işaret edebilir.

Günlük veriler doğal olarak geniş dalgalanmalar gösterdiği için yük eğilimlerinin değerlendirilmesinde hareketli ortalama (*rolling average*) kullanılabilir. Yedi günlük hareketli ortalama yakın dönem yükünü, 21 veya 28 günlük hareketli ortalama ise daha uzun dönem yük birikimini temsil edebilir. Ancak hareketli ortalama ham verinin yerine geçmemelidir. Veri düzleştirme ani yük değişimlerini gizleyebilir ve yük eğilimindeki değişimi gecikmeli gösterebilir. Ayrıca kullanılan pencere uzunlukları bütün sporcular için geçerli fizyolojik sınırlar değil, analitik tercihlerdir (Bourdon vd., 2017).

Haftadan haftaya yük değişimi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Haftalık değişim (\%)} = [(\text{mevcut hafta} - \text{önceki hafta}) / \text{önceki hafta}] \times 100$$

Bu değer yük artışlarını görmeyi kolaylaştırırsa da belirli bir yüzde artışın bütün sporcular için güvenli veya tehlikeli olduğu düşünülmemelidir. Aynı yüzde değişimi farklı başlangıç yüklerinde farklı mutlak artışlara karşılık gelir. Bu nedenle haftalık değişim hem mutlak hem yüzdesel olarak sunulmalı ve sporcunun uzun dönem yük geçmişiyle birlikte yorumlanmalıdır.

10.5.2. Yük Analizinde Kullanılan Göstergeler

Antrenman monotonluğu (*training monotony*), günlük yüklerin hafta içerisindeki değişkenliğini ifade eder ve şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Antrenman monotonluğu} = \text{günlük yük ortalaması} / \text{günlük yüklerin standart sapması}$$

Günlük yükler birbirine yaklaştıkça standart sapma azalır ve monotonluk yükselir. Buradaki monotonluk, antrenmanın sporcu tarafından sıkıcı algılanmasını değil, günlük yük dağılımının benzerliğini gösteren matematiksel bir özelliği ifade eder. Dinlenme günlerinin sıfır olarak kullanılıp kullanılmaması ve eksik verilerin nasıl işlendiği sonuçları önemli ölçüde değiştirebilir. Standart sapmanın sıfıra yaklaşması da oranın aşırı büyümesine neden olabilir.

Antrenman zorlanması (*training strain*), haftalık toplam yük ile antrenman monotonluğunu birlikte değerlendirmek amacıyla hesaplanan türetilmiş bir göstergedir:

$$\text{Antrenman zorlanması} = \text{toplam haftalık yük} \times \text{antrenman monotonluğu}$$

Antrenman zorlanması, yüksek haftalık yükün düşük günlük değişkenlikle birleştiği dönemleri belirginleştirir. Ancak bu kavram algılanan zorluk veya kas-iskelet sistemi zorlanmasıyla karıştırılmamalıdır. Antrenman zorlanması, sporcunun öznel olarak ne kadar zorlandığını doğrudan ölçmez. Ayrıca monotonluk hesabındaki bütün yöntemsel sorunları taşır. Bu nedenle antrenman monotonluğu ve antrenman zorlanması, klinik tanı veya kesin yaralanma riski göstergeleri olarak değil, haftalık yük organizasyonunu özetleyen yardımcı değişkenler olarak kullanılmalıdır (Foster, 1998).

Akut:kronik iş yükü oranı (*acute:chronic workload ratio*, ACWR), sporcunun yakın dönemde maruz kaldığı yükü daha uzun dönem yük geçmişiyle karşılaştırır:

$$\text{ACWR} = \text{akut iş yükü} / \text{kronik iş yükü}$$

Klasik uygulamada akut iş yükü son yedi günü, kronik iş yükü ise son 21 veya 28 günü temsil eder. Bununla birlikte ACWR'nin sabit bir "güvenli bölge" veya

“tehlike bölgesi” şeklinde yorumlanması önemli sorunlar taşır. İlk olarak aynı oran çok farklı mutlak yüklerden oluşabilir. Örneğin 100/100 ve 1.000/1.000 işlemlerinin ikisi de 1,0 oranını üretmesine rağmen sporcuya uygulanan toplam yük aynı değildir. İkinci olarak klasik eşleştirilmiş hesaplamada akut hafta, kronik iş yükü hesabının da içinde yer alır. Bu matematiksel eşleşme, değişkenler arasında yapay ilişkiler ortaya çıkarabilir (Lolli vd., 2019).

ACWR ile yaralanma arasındaki gözlemsel ilişki, bu oranın değiştirilmesinin yaralanmayı önleyeceğini göstermez. ACWR; nedensellik, oran kullanımı, zaman penceresi seçimi ve karıştırıcı değişkenler yönünden eleştirilmiştir (Impellizzeri vd., 2020). Nitekim 482 elit genç futbolcuyla gerçekleştirilen küme randomize kontrollü bir araştırmada, ACWR temelli yük yönetiminin sağlık sorunlarının görülme olasılığını azaltmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu yük takibinin etkisiz olduğunu değil, tek bir oran ve ortak eşik değer üzerine kurulan sistemin yeterli olmadığını göstermektedir (Dalen-Loretsen vd., 2021).

Basit hareketli ortalamada hesaplama penceresindeki bütün günlere eşit ağırlık verilir. Üstel ağırlıklı hareketli ortalama (*exponentially weighted moving average*, EWMA) ise yakın dönem değerlerine daha fazla, eski değerlere giderek azalan ağırlık verir:

$$EWMA_t = \lambda x_t + (1 - \lambda)EWMA_{t-1}$$

Burada x_t mevcut günün yükünü, λ ise geçmiş yüklerin etkisinin ne hızda azalacağını belirleyen katsayıyı ifade eder. EWMA, eski antrenman yüklerinin fitness ve yorgunluk üzerindeki etkilerinin zamanla azalmasını basit hareketli ortalamadan daha iyi temsil edebilir (Williams vd., 2017). Bununla birlikte EWMA kullanımı ACWR’nin diğer yöntemsel sorunlarını ortadan kaldırmaz. Sonuçlar seçilen katsayıya, başlangıç değerine, eksik verilerin işlenmesine ve zaman pencerelerine bağlıdır. Dolayısıyla monotonluk, antrenman zorlanması, ACWR ve EWMA ham yük verilerini özetleyen karar destek göstergeleri olarak değerlendirilmeli; nedensel veya kesin tahmin araçları olarak sunulmamalıdır.

10.5.3. İç ve Dış Antrenman Yükünün Bütünleşik Yorumlanması

Dış antrenman yükü sporcunun gerçekleştirdiği fiziksel işi, iç antrenman yükü ise bu işe verilen psikofizyolojik yanıtı temsil eder. Aynı dış yükü gerçekleştiren sporcular; antrenman durumu, uyku, beslenme, sıcaklık, psikolojik stres veya hastalık nedeniyle farklı iç yük yanıtları gösterebilir. Bu nedenle dış yük, sporcunun “ne yaptığını”; iç yük ise yapılan çalışmanın sporcu üzerinde “nasıl bir etki oluşturduğunu” açıklayan tamamlayıcı yapılar olarak değerlendirilmelidir (Impellizzeri vd., 2019).

Standartlaştırılmış bir dış yük karşısında ortaya çıkan iç yanıt, antrenmanın fizyolojik maliyeti hakkında bilgi sağlayabilir. Aynı koşu hızında daha düşük kalp atım hızı veya aynı teknik antrenmanda daha düşük session-RPE, gelişen antrenman durumuyla ilişkili olabilir. Buna karşılık aynı dış yükte beklenenden yüksek iç yük; yorgunluk, çevresel stres, yetersiz toparlanma veya hastalık başlangıcına işaret edebilir. Ancak bu ilişkiler hava sıcaklığı, zemin, taktik görev ve antrenmanın aralıklı yapısından etkilendiği için mümkün olduğunca benzer koşullar arasında karşılaştırılmalıdır.

Bireysel kararlar takım ortalamalarından çok sporcunun kendi geçmiş verilerine dayanmalıdır. Sporcu içi değişkenlik, aynı sporcunun tekrarlanan ölçümlerde gösterdiği doğal dalgalanmayı ifade eder. Bazı sporcularda günlük iyilik hâli veya kalp atım hızı değişkenliği istikrarlıyken bazı sporcularda daha geniş normal aralıklar görülebilir. Bu nedenle bütün sporculara aynı mutlak eşiklerin uygulanması yerine yeterli sayıda ölçümden oluşturulan bireysel referans aralıkları kullanılmalıdır (Bailey, 2019).

Ölçülen her farklılık gerçek fizyolojik değişim anlamına gelmez. Cihaz doğruluğu, test uygulaması, sporcunun motivasyonu ve biyolojik dalgalanmalar sonucu etkileyebilir. Bu nedenle kullanılan değişkenlerin test–tekrar test güvenilirliği, varyasyon katsayısı ve tipik ölçüm hatası bilinmelidir (Hopkins, 2000). Gözlenen değişim ölçüm hatasını aştığında ve uygulama açısından önem taşıdığından anlamlı en küçük değişim çerçevesinde değerlendirilebilir. Profesyonel sporcularda kullanılan takip araçlarının duyarlılık ve güvenilirliklerinin ölçülen değişkene göre farklılaşması, takip sistemine alınacak testlerin önceden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Ryan vd., 2020).

10.5.4. Uygulamada Takip Sistemi Oluşturulması

Takip sistemi oluşturulmadan önce hangi kararların destekleneceği belirlenmelidir. Haftalık toplam yükü değerlendirmek için session-RPE ve birkaç temel dış yük göstergesi yeterli olabilirken yüksek hız maruziyetini değerlendirmek için sprint, yüksek hızlı koşu ve maksimum hıza yaklaşma değerleri daha önemlidir. Kuvvet antrenmanında toplam hacim, göreceli yük ve tekrar hızı; rehabilitasyonda ise hareket yönü, hız, temas sayısı ve spora özgü eylemler ön plana çıkabilir. Karar sürecinde kullanılmayacak değişkenlerin yalnızca ölçülebildikleri için sisteme eklenmesi veri kalitesini ve uygulama verimliliğini azaltabilir.

Tablo 25. Örnek bir haftalık takibi

Zaman	Temel veriler	Amaç
Her Sabah	Uyku, yorgunluk, kas ağrısı, stres ve iyilik hâli	Günlük hazır oluşun değerlendirilmesi
Antrenman Öncesi	Planlanan süre, şiddet ve dış yük hedefleri	Seans hedeflerinin belirlenmesi
Antrenman Sırasında	Mesafe, hız bölgeleri, sprint, hızlanma-yavaşlama, kalp atım hızı veya kuvvet hacmi	Gerçekleşen iç ve dış antrenman yükünün kaydedilmesi
Seans Sonrasında	Süre, session-RPE, ağrı ve olağan dışı semptomlar	Akut yük yanıtının belirlenmesi
Seçilmiş Günlerde	CMJ, izometrik kuvvet veya standart submaksimal test	Nöromusküler ve fizyolojik eğilimin değerlendirilmesi
Haftalık Toplantı	Toplam yük, günlük dağılım, yük eğilimleri, sağlık durumu ve veri eksikleri	Sonraki mikrosiklusun düzenlenmesi

Takip sürecinde antrenör, spor bilimci ve sağlık ekibinin sorumlulukları önceden belirlenmelidir. Antrenör teknik ve taktik hedefleri, spor bilimci yük eğilimlerini, sağlık ekibi ise ağrı, hastalık ve rehabilitasyon bulgularını değerlendirmelidir. Sporcu da pasif bir veri kaynağı değil, karar sürecinin aktif katılımcısı olmalıdır.

Yaralanma sonrası spora dönüşte toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, hızlanma, yavaşlama, yön değiştirme ve spora özgü becerilere maruz kalma aşamalı biçimde artırılmalıdır. Dış yükteki artışın iç yük ve semptom yanıtlarıyla birlikte değerlendirilmesi gerekir. Özellikle ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrasında iç ve dış antrenman yüklerinin klinik bulgularla bütünleştirilmesi, rehabilitasyondan takım antrenmanına geçişi destekleyebilir (Taylor vd., 2021). Bununla birlikte spora dönüş kararı yalnızca ACWR'ye dayandırılmamalı; doku iyileşmesi, kuvvet, güç, hareket kalitesi, psikolojik hazır oluş ve spora özgü performans birlikte değerlendirilmelidir.

10.5.5. Sınırlılıklar ve Gelecek Yaklaşımlar

Yük takibinde evrensel eşiklerin kullanılması pratik görünse de spor dalı, yaş, cinsiyet, pozisyon, antrenman geçmişi ve yaralanma öyküsü değiştikçe yük–yanıt ilişkisi de farklılaşır. Bu nedenle grup düzeyinde belirlenen eşikler, bireysel kararların tek dayanağı olmamalıdır. Tek bir göstergedeki kısa süreli sapmadan çok, birden fazla göstergede ortaya çıkan ve zaman içerisinde devam eden değişimler dikkate alınmalıdır.

Eksik verilerin sıfır olarak işlenmesi sporcunun dinlendiği yönünde yanlış bir varsayım oluşturabilir. Bu nedenle eksik veri, gerçek sıfır ve dinlenme günü farklı biçimde kodlanmalıdır. Farklı cihaz modelleri ve yazılım sürümleri de aynı hareket için farklı sonuçlar üretebilir. Mümkün olduğunca aynı sporcu aynı cihazı kullanmalı; cihaz veya yazılım değişikliklerinden sonra karşılaştırma ve yeniden doğrulama yapılmalıdır (Bourdon vd., 2017).

Sporcu takibinde uyku, ruh hâli, ağrı, sağlık durumu ve biyometrik veriler gibi hassas bilgiler toplanabilir. Sporcu hangi verinin neden toplandığını, kimlerin bu verilere erişebileceğini ve verilerin ne kadar süre saklanacağını bilmelidir. Rol temelli erişim, güvenli veri aktarımı, kimliksizleştirme ve yalnızca gerekli verilerin toplanması temel etik ilkeler arasında yer almalıdır (Arnold ve Sade, 2017).

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi; çok sayıda iç ve dış antrenman yükü değişkeni arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin incelenmesine, bireysel yanıtların modellenmesine ve performans veya yaralanma risk faktörlerinin araştırılmasına katkı sağlayabilir (Claudino vd., 2019). Ancak küçük örneklem, seyrek yaralanma olayları, veri eksikliği, aynı sporcudan alınan tekrarlı ölçümler ve veri sızıntısı model performansını olduğundan yüksek gösterebilir. Modeller daha önce görmedikleri sporcular ve farklı zaman dönemleri üzerinde test edilmelidir. Ayrıca yüksek risk olasılığı, sporcunun kesin olarak yaralanacağı anlamına gelmez. Sistemik derlemeler, makine öğrenmesinin yararlı bir potansiyele sahip olduğunu; ancak yöntemsel kalite, dış doğrulama ve model yorumlanabilirliğinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Van Eetvelde vd., 2021).

Sonuç olarak yük verilerinin analizi tek bir oran veya eşik üretmekten daha geniş bir süreçtir. Etkili bir takip sistemi; ham verilerle özet göstergeleri birlikte değerlendirmeli, iç ve dış antrenman yükünü bütünleştirmeli, sporcu içi değişkenliği ve tipik ölçüm hatasını dikkate almalı ve sonuçları antrenman bağlamında yorumlamalıdır. Sistemin başarısı kullanılan değişken sayısından çok, verilerin güvenilirliği ve antrenman kararlarına sağladığı katkıyla belirlenir.

Kaynakça

- Arnold, J. F., & Sade, R. M. (2017). Wearable Technologies in Collegiate Sports: The Ethics of Collecting Biometric Data From Student-Athletes. *The American Journal of Bioethics*, 17(1), 67–70. <https://doi.org/10.1080/15265161.2016.1251648>
- Bailey, C. A. (2019). Longitudinal monitoring of athletes: Statistical issues and best practices. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1(3), 217–227. <https://doi.org/10.1007/s42978-019-00042-4>
- Bellenger, C. R., Fuller, J. T., Thomson, R. L., Davison, K., Robertson, E. Y., ve Buckley, J. D. (2016). Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(10), 1461–1486. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0484-2>
- Bellinger, P. (2020). Functional overreaching in endurance athletes: A necessity or cause for concern? *Sports Medicine*, 50(6), 1059–1073. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01269-w>
- Borresen, J., ve Lambert, M. I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., ve Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-161–S2-170. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0208>
- Cheung, K., Hume, P., ve Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145–164. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333020-00005>
- Claudino, J. G., Capanema, D. de O., de Souza, T. V., Serrão, J. C., Pereira, A. C. M., ve Nassis, G. P. (2019). Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports: A systematic review. *Sports Medicine–Open*, 5, Article 28. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0202-3>
- Claudino, J. G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D. T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A. C., ve Serrão, J. C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of Science*

and Medicine in Sport, 20(4), 397–402.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>

Coutts, A. J., ve Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133–135.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.015>

Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., ve West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025–1042.
<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>

Dalen-Loretsen, T., Bjørneboe, J., Clarsen, B., Vagle, M., Fagerland, M. W., ve Andersen, T. E. (2021). Does load management using the acute:chronic workload ratio prevent health problems? A cluster randomised trial of 482 elite youth footballers of both sexes. *British Journal of Sports Medicine*, 55(2), 108–114. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103003>

Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 30(7), 1164–1168.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00023>

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., ve Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>

Gathercole, R., Sporer, B. C., Stellingwerff, T., ve Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 84–92.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0413>

González-Badillo, J. J., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., ve Rodríguez-Rosell, D. (2017). Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 38(3), 217–225.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-120324>

Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., ve Chamari, K. (2017). Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in Neuroscience*, 11, Article 612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>

- Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl. 2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hecksteden, A., Kraushaar, J., Scharhag-Rosenberger, F., Theisen, D., Senn, S., ve Meyer, T. (2015). Individual response to exercise training—A statistical perspective. *Journal of Applied Physiology*, 118(12), 1450–1459. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00714.2014>
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(1), 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., ve Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Impellizzeri, F. M., Tenan, M. S., Kempton, T., Novak, A., ve Coutts, A. J. (2020). Acute:chronic workload ratio: Conceptual issues and fundamental pitfalls. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 907–913. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0864>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., ve Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjøkvist, J., Schumacker, R. E., Richardson, M. T., ve Curtner-Smith, M. (2011). A practical approach to monitoring recovery: Development of a perceived recovery status scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 620–628. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c69ec6>
- Linke, D., Link, D., ve Lames, M. (2020). Football-specific validity of TRACAB's optical video tracking systems. *PLOS ONE*, 15(3), Article e0230179. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230179>
- Lolli, L., Batterham, A. M., Hawkins, R. D., Kelly, D. M., Strudwick, A. J., Thorpe, R. T., Gregson, W., ve Atkinson, G. (2019). Mathematical coupling causes spurious correlation within the conventional acute-to-chronic workload ratio calculations. *British Journal of Sports Medicine*, 53(15), 921–922. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098110>

- Luteberget, L. S., Spencer, M., ve Gilgien, M. (2018). Validity of the Catapult ClearSky T6 local positioning system for team sports specific drills, in indoor conditions. *Frontiers in Physiology*, 9, Article 115. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00115>
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., ve Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: Applications and considerations for using GPS devices in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-18–S2-26. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0236>
- Martin, E., ve Beckham, G. K. (2020). Isometric mid-thigh pull performance in rugby players: A systematic literature review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(4), Article 91. <https://doi.org/10.3390/jfmk5040091>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., ve Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 45(1), 186–205. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318279a10a>
- Passfield, L., Murias, J. M., Sacchetti, M., ve Nicolò, A. (2022). Validity of the training-load concept. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 17(4), 507–514. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2021-0536>
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E., ve Buchheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Ryan, S., Pacecca, E., Tebble, J., Hocking, J., Kempton, T., ve Coutts, A. J. (2020). Measurement characteristics of athlete monitoring tools in professional Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(4), 457–463. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0060>
- Saw, A. E., Main, L. C., ve Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 281–291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Schoenmakers, P. P. J. M., Hettinga, F. J., ve Reed, K. E. (2019). The moderating role of recovery durations in high-intensity interval-training protocols.

International Journal of Sports Physiology and Performance, 14(6), 859–867. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0876>

Seshadri, D. R., Li, R. T., Voos, J. E., Rowbottom, J. R., Alfes, C. M., Zorman, C. A., ve Drummond, C. K. (2019). Wearable sensors for monitoring the internal and external workload of the athlete. *npj Digital Medicine*, 2, Article 71. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0149-2>

Soligard, T., Swellnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Hägg, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., ve Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>

Taylor, J. B., Ford, K. R., Queen, R. M., Owen, E. C., ve Gisselman, A. S. (2021). Incorporating internal and external training load measurements in clinical decision making after ACL reconstruction: A clinical commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2), 565–578. <https://doi.org/10.26603/001c.21152>

Thornton, H. R., Delaney, J. A., Duthie, G. M., ve Dascombe, B. J. (2019). Developing athlete monitoring systems in team sports: Data analysis and visualization. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(6), 698–705. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0169>

Thorpe, R. T., Atkinson, G., Drust, B., ve Gregson, W. (2017). Monitoring fatigue status in elite team-sport athletes: Implications for practice. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-27–S2-34. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0434>

Van Eetvelde, H., Mendonça, L. D., Ley, C., Seil, R., ve Tischer, T. (2021). Machine learning methods in sport injury prediction and prevention: A systematic review. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 8, Article 27. <https://doi.org/10.1186/s40634-021-00346-x>

Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., ve Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>

Vermeire, K., Ghijs, M., Bourgois, J. G., ve Boone, J. (2022). The fitness–fatigue model: What’s in the numbers? *International Journal of Sports Physiology and Performance*

and Performance, 17(5), 810–813. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2021-0494>

Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., Leeder, J., Fullagar, H. H., Coutts, A. J., Edwards, B. J., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., Lastella, M., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Bender, A. M., Grandner, M. A., ve Samuels, C. H. (2021). Sleep and the athlete: Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 356–368. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102025>

Weakley, J., Mann, B., Banyard, H. G., McLaren, S., Scott, T., ve García-Ramos, A. (2021). Velocity-based training: From theory to application. *Strength ve Conditioning Journal*, 43(2), 31–49. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000560>

West, S. W., Clubb, J., Torres-Ronda, L., Howells, D., Leng, E., Vescovi, J. D., Carmody, S., Posthumus, M., Dalen-Loretsen, T., ve Windt, J. (2021). More than a metric: How training load is used in elite sport for athlete management. *International Journal of Sports Medicine*, 42(4), 300–306. <https://doi.org/10.1055/a-1268-8791>

Williams, S., West, S., Cross, M. J., ve Stokes, K. A. (2017). Better way to determine the acute:chronic workload ratio? *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), 209–210. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096589>

Windt, J., ve Gabbett, T. J. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload–injury aetiology model. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 428–435. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096040>