

ENGELLİLER EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ

Doç. Dr. Beyza AKYÜZ
Fenerbahçe Üniversitesi

İÇERİK

- Performansı belirleyen koşullarda dinlenme ve egzersize verilen yanıtlar
- Performansı belirleyen koşullarda engelli sporcularda dinlenme ve egzersize verilen yanıtlar
- Engelli sporcularda egzersizin vücut sistemlerindeki akut ve kronik etkisi
- Engelli sporcularda kardiovasküler ve iskelet kas dayanıklılığının nöromusküler, solunum, dolaşım, endokrin sisteminin akut ve kronik egzersize yanıtlarındaki salınan voleybolcularından fark ve benzerlikleri

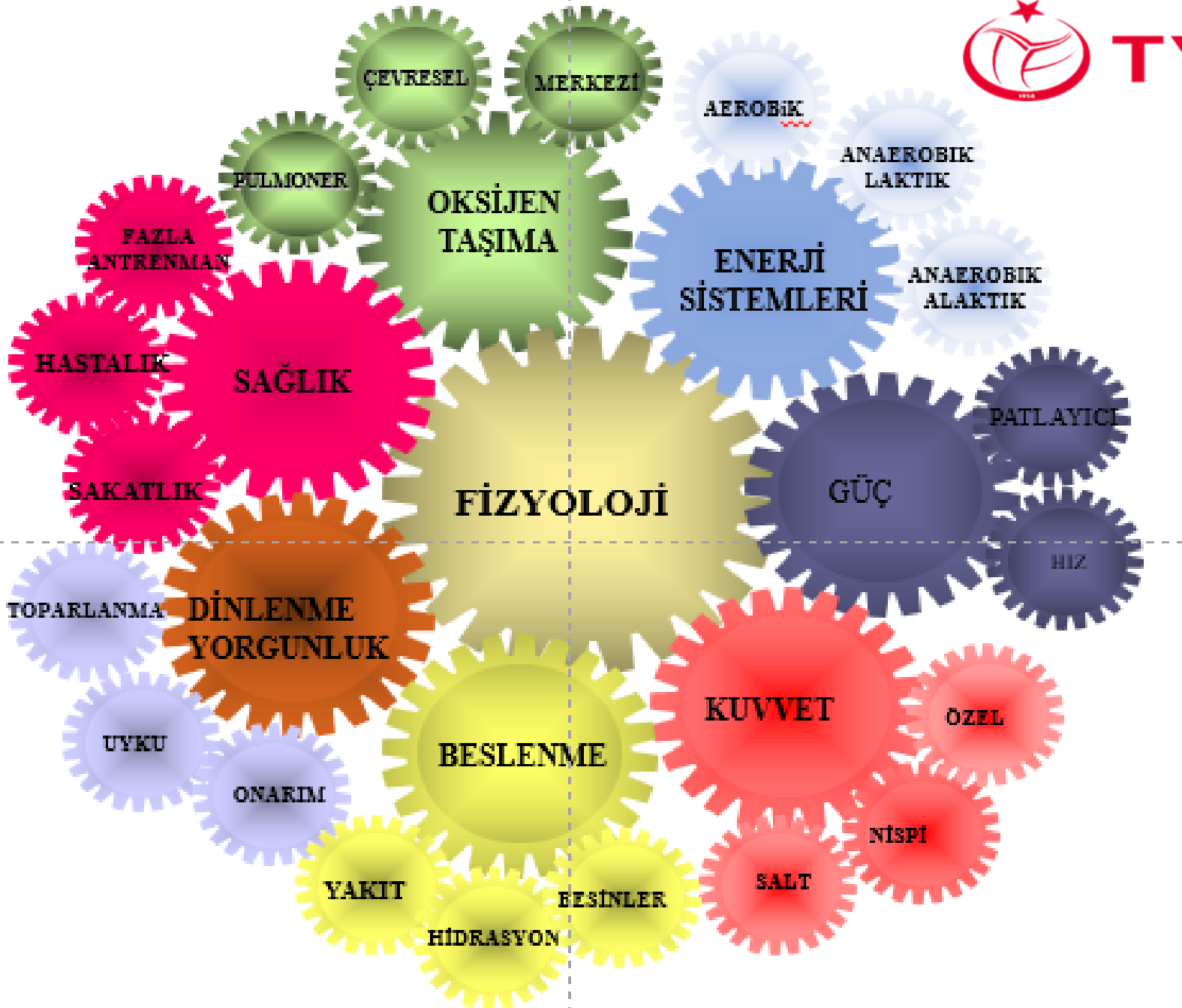
Voleybol



- Yüksek şiddetli
- Düşük şiddetli
- Dinamik, değişken
- Smaç
- Blok
- Yer değiştirme

Yüksek Performans Bileşenleri Çarkı





ENERJİ SİSTEMLERİ

	O ₂ Gereksinimi	ATP Üretim Hızı	Enerji Üretim Kaynağı	ATP Üretim Kapasitesi	Diğer Özellikler
ATP-CP (Fosfojen Sistemi)	Anaerobik	Çok Hızlı	Depolanmış ATP ve CP	Çok sınırlı	Kısa süreli acil enerji sağlar
Laktik Asit (Anaerobik Glikoliz) Sistemi	Anaerobik	Hızlı	Karbonhidrat (glukoz veya glikojen)	Sınırlı	Sonuçta Laktik asit birikir ve yorgunluğa sebep olur
Oksijen (Aerobik) Sistemi	Aerobik	Yavaş	Karbonhidrat (glukoz veya glikojen) ve yağlar (trigliseritler)	Sınırsız	Yağları yakabilmek için O ₂ kullanım kapasitesinin gelişmiş olması gerekir

Enerji Sistemlerinin Max Kapasite ve Gücü		
Sistem	Max Güç (ATP mol/dk)	Max Kapasite (Toplam yararlanılabilir ATP)
ATP-CP	3,6	0,7
Laktik Asit	1,6	1,2
Aerobik	1,0	90

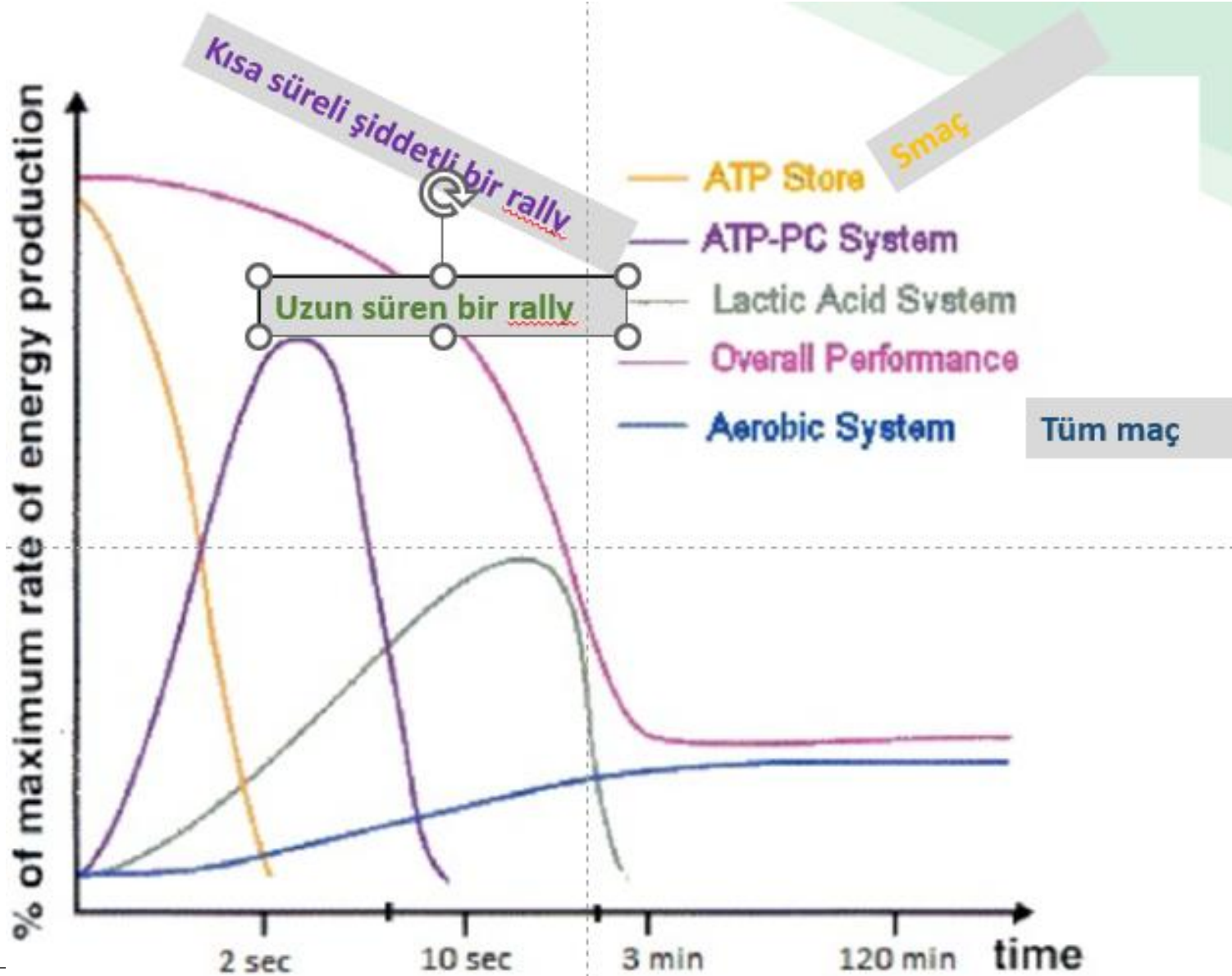


Glikoz + Oksijen

38 ATP

Yağ + Oksijen

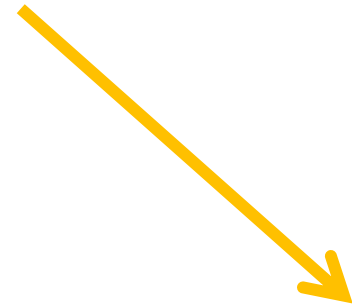
128 ATP



Sportif Performans Değerlendirmesinde



Hangi enerji sistemini kullandığı
Enerji kaynaklarının eski durumuna ne
kadar hızla döndüğü önemlidir



Egzersiz süresi ve şiddeti

Periyotlamada Adaptasyon



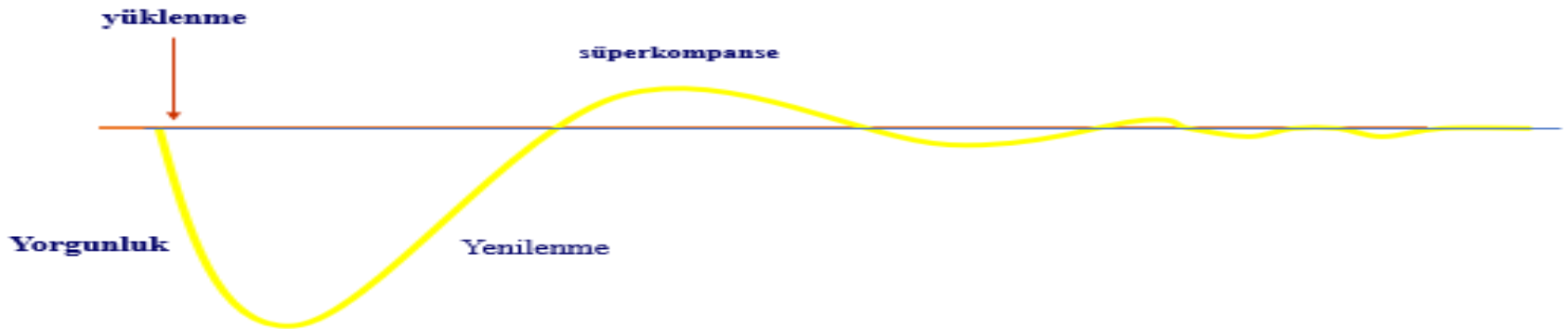
Stres-Uyarı (Yoğunluk, Şiddet, Sıklık)

Yorgunluk (Metabolik, Sinirsel, Karışık)

Yenilenme, Toparlanma (Tamamlanmış-tamamlanmamış toparlanma)

Fazla Tamlama (Süperkompanzasyon) Taper (zirve dönemi)

Süperkompanzasyon



Periyotlamada Adaptasyon

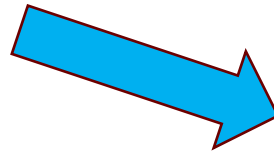


Yeni Uyarın (Makro döndü, mikro döngü, birim antrenman)

Yetersiz antrenman

Uygun antrenman

Fazla antrenman



- Mikrotravmalar
- Bağışıklık reaksiyonu
- Aşırı stres
- Sık kullanım yaralanmaları

ANTRENMANA UYUM

DIŞ YÜKLENME

- Yoğunluk
- Şiddet

Süperkompensasyon

Olağan Günlük Aktivite

İç Yüklenme

- Fizyolojik
- Biyokimyasal
- değişiklikler
- Psikolojik

- Doku hasarı
- Mikrotravma

Toparlanma Yenilenme

Yorgunluk

- Metabolik
- Sinirsel
- Metabolik ve sinirsel
birlikte

Sonraki Dış Yüklenme

- 3 saat
- 6 saat
- 24 saat
- 36 saat
- 48 saat



Toparlanmayı Etkileyen Faktörler

- Yaş
- Deneyim
- Antrenman düzeyi ve sporsal form düzeyi
- Cinsiyet
- İklimsel etmenler
- Ana vücut işlevlerinin (solunum, sinir sistemleri) normal biyolojik duruma ulaşması ve metabolik atıkların hücreden ve organizmadan çıkarılması

Dolaşım Sisteminin

Egzersize Akut Uyum Süreci

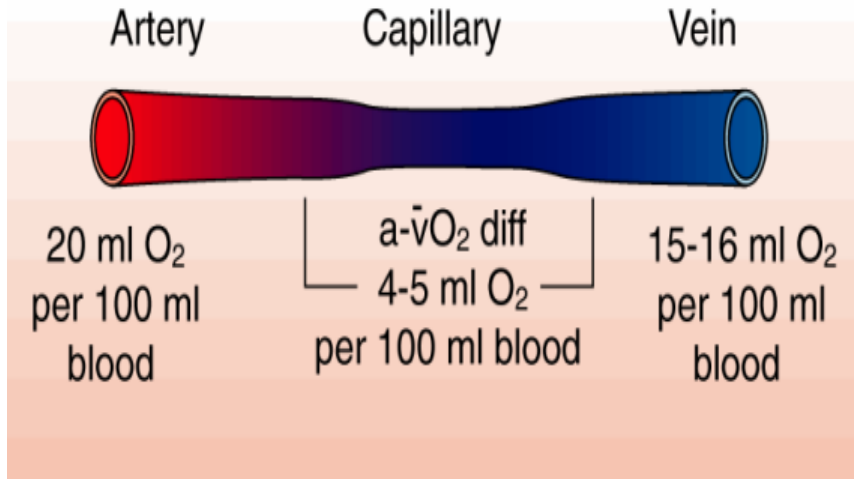


- Kalp Atım Sayısı
- Kalp Atım Volumu
- Dakika Volümü
- Arterio-venöz Oksijen Farkı (a-vO₂)
- Kan basıncı

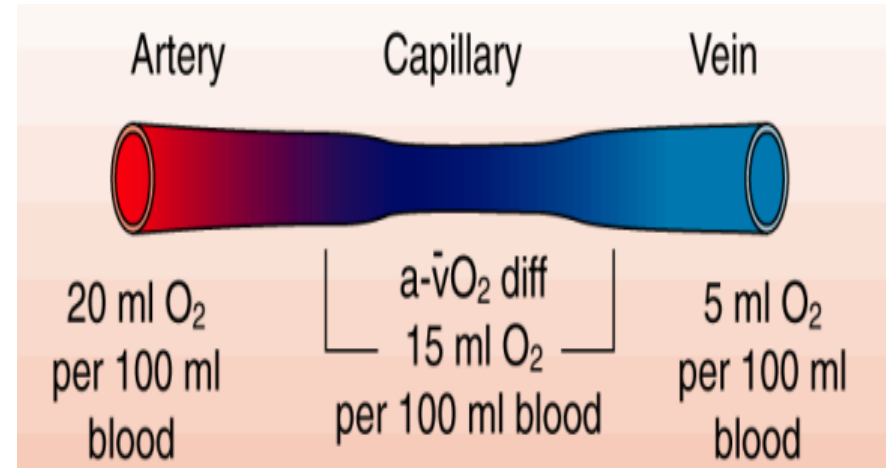
Kasın Kullandığı O₂ miktarı (Arteriovenöz O₂ farkı)



İSTİRAHAT



MAKSİMAL EGZERSİZ



Sistemik arterial kan ve venöz kan arasındaki O₂ farkıdır
Dokular vücutta dolaşan kandan ne kadar O₂ alırlar?

İstirahatte %25

Egzersizde %75

Maksimal Oksijen Tüketimi (VO₂max)



$$VO_{2maks} = \text{atım hacmi} \times \text{KAH} \times \text{a-v O}_2 \text{ farkı}$$



Kalp Atım hızı



**Kalbin bir atımda
pompaladığı kan miktarı**
Antrenmansızlar 110-120 ml
Dayanıklılık sporcuları 170-
180 ml

**Doku tarafından kandan
alınan oksijen miktarı**
Antrenmansızlar 120-140
ml/L Dayanıklılık spor 150-
165 ml/L

Karvonen Formülüyle Kalp Atım Hızı (KAH) Hesaplama

$$\begin{aligned}\text{Hedef KAH} &= (\text{KAH}_{\text{max}} - \text{KAH}_{\text{Dinlenim}}) \times (1. \text{ Şiddet } \%) + \text{KAH}_{\text{dinlenim}} \\ &= (\text{KAH}_{\text{max}} - \text{KAH}_{\text{Dinlenim}}) \times (2. \text{ Şiddet } \%) + \text{KAH}_{\text{dinlenim}}\end{aligned}$$

Örnek Problem:

Maksimal KAH 180 atım/dk ve dinlenim KAH 60 atım/dk olan bireyin %50- ve %70 şiddet aralığındaki hedef KAH kaçtır?

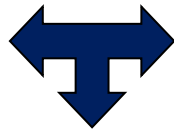
Hedef KAH= (KAHmax – KAH Dinlenim)x(0,5)+ KAH dinlenim 1. Nabız Değeri
(KAHmax – KAH Dinlenim)x(0,7)+ KAH dinlenim 2. Nabız Değeri

Hedef KAH=

%50 şiddet



$$(180-60) \times (0,5) + 60$$

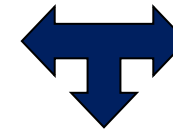


$$\begin{aligned} & (120 \times 0,5) + 60 \\ & = 60 + 60 \\ & = 120 \text{ atım/dk} \end{aligned}$$

%70 şiddet



$$(180-60) \times (0,7) + 60$$



$$\begin{aligned} & (120 \times 0,7) + 60 \\ & = 84 + 60 \\ & = 144 \text{ atım/dk} \end{aligned}$$

Bu bireyin verilen şiddetlere göre KAH

120atım/dk ve 144 atım/dk arasında olmalı

Ne Kadar Dinlenilsin Ve Yeni Bir Yüklenmeye Ne Zaman Başlansın

- Farklı şiddetlerde birçok yüklenmeyi takip eden ve sonrasında belli bir kalp atım hızına kadar düşecek kadar dinlenme süreci içeren interval antrenmanlarda
- Kişi tekrar bir yüklenmeye başlamak için hazırsa toparlanma kalp atım hızını (exercise recovery heart rate) baz alabilir
- Bu durumda çok katı olmamakla birlikte genel kural KAHmax'ın %65'ine kadar düşüldüğünde yeni bir yüklenmeye başlamaktır ki bu oran %50 civarına kadar da düşürülebilir

ÖRNEK

- Yaş = 20 yıl
- KAHmax = 200 atım/dk
- KAHmax değerinin %65'i 130atım/dk olur

Buradan yola çıkarak,

- Kişi kalp atım hızı 130 atım/dakikaya düşene kadar dinlenir ve akabinde tekrar yeni bir yüklenmeye başlayabilir
- Kesin olan şey, bireyin ne kadar ve nasıl dinleneceğidir ki bunu da egzersizin şiddeti belirler
- Şiddet ne kadar yüksekse dinlenme süresi de o kadar yeterli olmalıdır

Antrenmanın Kalp Üzerindeki Etkileri



- Antrenman düzeyi ve süresi uzadıkça aynı egzersiz şiddetindeki kalp atım hızı düşer
- Sporcuların kalp atım hızları sedanterlere göre daha düşüktür
- Sporcuların maksimum atım hacmine bağlı olarak kalp debisinin arttığı gözlenmiştir (Sedanterlerde 70ml, sporcularda 120ml)
- Düzenli egzersizle kalbin hacmi ve boyutlarında olumlu artışlar elde edilir
- Hücresel protein sentezinin artışına bağlı olarak kas fibrilleri kalınlaşır ve her fibrildeki kontraktil eleman sayısı artar
- Hücresel protein sentezinin artışına bağlı olarak kas fibrilleri kalınlaşır ve her fibrildeki kontraktil eleman sayısı artar

Uzun Süreli Egzersizlerde Kardiovasküler Uyumlar

- 120 dakikayı aşan egzersizlerde egzersiz boyunca kalp debisi aynı kalır
- Atım hacmi azalır, KAH aynı kalır
- KAH artışı ve atım hacminin azalışına “kardiovasküler drift” denir
 - Vücut ısisının artışına
 - Dehidrasyona
 - Deriye olan kan akımının artışına bağlıdır

Egzersizde dokulardan kalbe geri dönen fazla kan miktarı



Kan kalbe daha fazla dolar



Karıncıkları oluşturan kalp kası daha fazla gerilir



Daha güçlü bir kasılma



Kalpten pompalanan kan miktarı ↑

Kalbin bir kasılmada pompaladığı kan miktarı (atım hacmi) ve kalp debisi ↑



Sporcu ve Sedanterlerde KAH

- İstirahat kalp atım hızı sporcularda daha düşüktür
- Egzersizde KAH da meydana gelen artış sedanterlerde daha fazladır
- Sporcuların KAH'ları maksimuma daha geç ulaşır
- Bu yüzden sporcularda maxVO₂ tüketimleri daha yüksektir

	Atım Hacmi (mlt)	KAH (atım/dk)	Kalp Debisi (lt/dk)
Sedanter	70	70	4.9
Sporcu	100-120	40-49	4.9

Egzersiz ve Antrenmanda Kalp Atım Hızı (KAH)

- Egzersizin şiddetine bağlı olarak KAH artar
- Kalp atım sayısı ile maxVO₂ arasında yüksek ilişki vardır
- Sporcuların atım hacimleri fazla olduğu için aynı kalp atım hızıyla daha yüksek O₂ tüketebilirler
- Egzersizde kalp atım hızının düzeyi atım hacmi ve O₂ tüketimine bağlıdır

- Egzersizin başında KAH yükselir
- Kalp debisinde hızlı bir yükselme olur
- Egzersiz hafif veya orta şiddette ise 30-60 sn içinde belli bir seviyeye erişir (metabolik denge / steady state) ve yükselmenin durmasıyla bir plato oluşur
- Dokulara sağlanan O₂ ve besin maddeleri ile tüketilen miktar dengededir

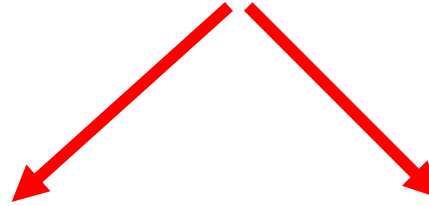
Antrenman Şiddeti – Kalp Atım Hızı İlişkisi

- Günlük Fiziksel Aktivite Düzeyi %40-50 / MaxKAH
- Yağ Yakımı Düzeyi: %50-70 / MaxKAH
- Kardiovasküler Dayanıklılık Düzeyi %60-80 / MaxKAH

**YÜKLENME
ŞİDDETİ VE
SIKLIĞI**



YORGUNLUK



Adaptasyon

Yorgunluk



Kondisyonel Gelişim



Aşırı Yorgunluk

Kapasite Kaybı

YORGUNLUK



KISA SÜRELİ YORGUNLUK

- Yeterli soluk alamamaktan kaynaklanan kısa süreli yorgunluk,
- Kas sisteminden kaynaklanan 1-2 dinlenme gerektiren yorgunluk
- Sinir sisteminden kaynaklanan kronik yorgunluk

UZUN SÜRELİ YORGUNLUK

Sporcuların fiziksel çalışma konsantrasyonundaki eksiklikler ve ya ilginin eksik olmasıdır. Belirtileri;

Göz çukurlarının çökmesi,

Yüzün zayıflaması

Üzgün görünüm

İsteksizlik ve rahatsızlık

İstirahat nabzının 20 atım/dk ve daha fazla artışı

Kilo kaybı ve egzersizde kaybedilen kilonun 24 saatte alınamamasıdır.

YORGUNLUK ÇEŞİTLERİ

YORGUNLUK	TANIM	ÖRNEK
LOKAL	Özel kas gruplarında gerçekleşen yorgunluk	<u>Biceps curl</u> hareketi esnasında <u>biceps</u> kası
GENEL	Tüm kas gruplarında gerçekleşen yorgunluk	5 setlik bir voleybol maçı oynamış olmak
KRONİK	Vücut direncinin düşmesi sonucu oluşan sağlıklı yorgunluk seviyesi	Sürantrenman, kronik yorgunluk sendromu

Yorgunluk durumunda

- Koordinasyon



- Konsantrasyon



- Hareket denetimi



- Sakatlık riski artar



Yorgunluğun Sebepleri

- Kullanılan kas fibril tipi
- Oluşan kasılma tipi
- Yakıt depolarının tükenmesi (Glikojen, PC veya diğer fosfat bileşenleri)
- Kullanılan enerji sistemi
- Üretilen metabolik ürünün miktarı
- Vücut sıvı oranlarındaki değişiklik
- Vücut ısısı
- Aktivitenin tipi, şiddeti ve süresi
- Sporcunun kondisyon seviyesi
- Sporcunun mental durumu

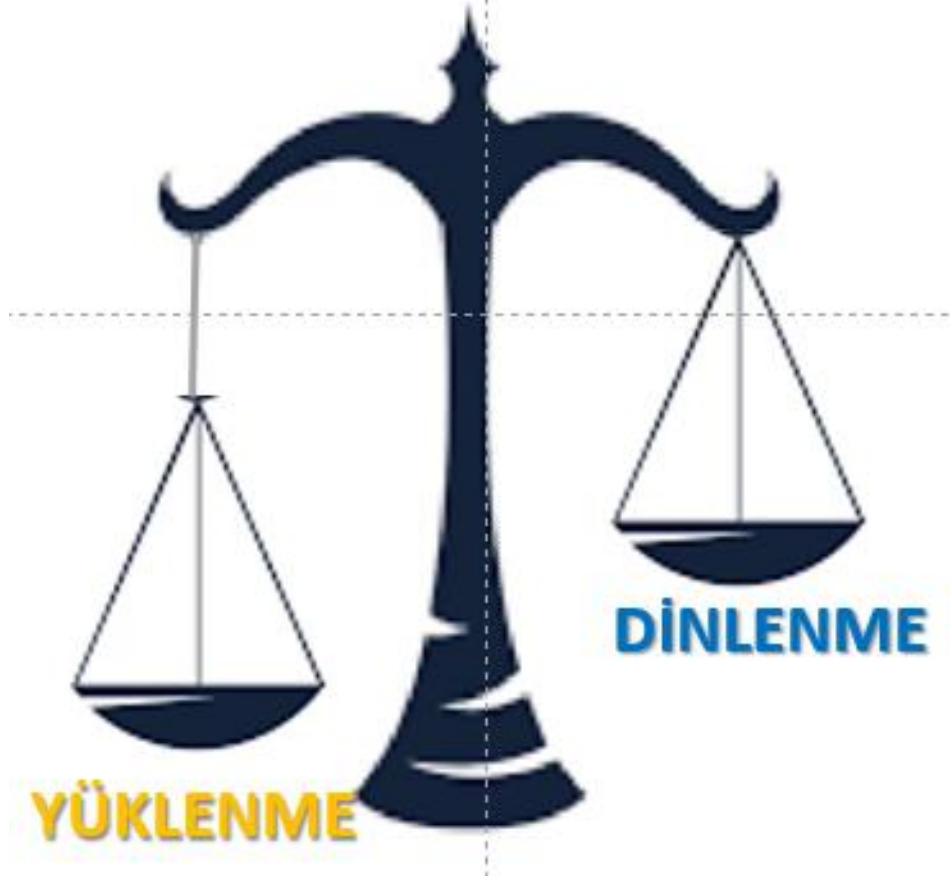
- Sporcu fiziksel ve zihinsel stresle başa çıkamayacak düzeye gelirse



sinirsel hormonal yorgunluk oluşur

- İstirahat KAH artış
- İştah kaybı
- Uyku bozukluğu
- Bağışıklık sisteminde zayıflama
- Güç kaybı
- Sinirlilik

SÜRANTRENMAN



SEMPATİK SÜRANTRENMAN

(Aşırı yüklenme ve psikolojik stresler kaynaklıdır)

- Hızlı KAH
- Terleme
- Sinirlilik
- Huzursuzluk
- Kan basıncında artış
- istirahat nabzında artış
- Performansta düşüş

PARASEMPATİK SÜRANTRENMAN

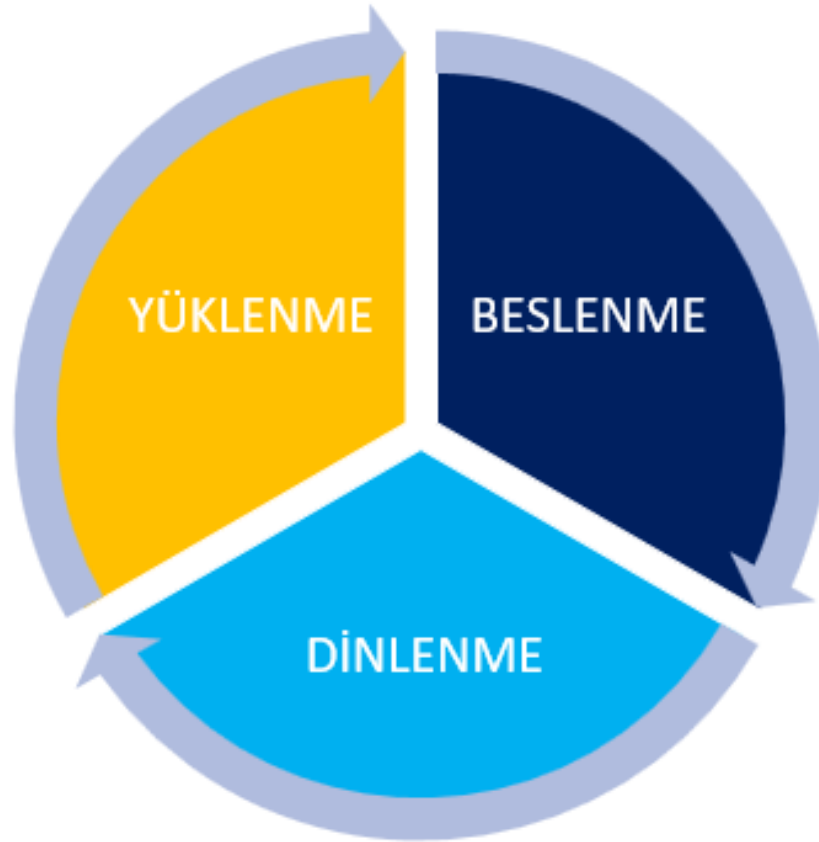
(Yorgunlukta ortaya çıkar, teşhisi ve tedavisi zordur)

- Teşhisi ve tedavisi zordur, yorgunlukla ortaya çıkar
- İstirahat KAH azalma
- Kan basıncında azalma
- Sindirim bozuklukları
- Beceri kaybı
- Koordinasyonda düşüş
- Performansta düşüş

Sürantrenmanı Kolaylaştıran Faktörler

- Aşırı yüklenme-yetersiz dinlenme
- Uzun müsabaka evresi
- Enfeksiyon odağı
- Beslenme bozuklukları
- Dehidrasyon
- Zihinsel yorgunluklar
- Bioritim zaman aralığı geçişleri, menstural düzensizlikler)
- Fazla seyahat
- Ani hava değişimi, yükselti, nem

TOPARLANMAYI NASIL GERÇEKLEŐTİRELİM



Toparlanmanın Amacı

- Antrenman sonrasında istirahat şartlarına geri dönebilmektir
- A) Setler arasında toparlanma
- B) Antrenmanlar arasında toparlanma



Toparlanmayı Etkileyen Faktörler

- Sporcunun yaşı
- Deneyim
- Cinsiyet
- Hareket genişliği
- Kas lifi türü
- Psikolojik faktörler
- Tek tip yüklenme
- Beslenme
- Sirkadian ritim

- Fizyolojik ve psikolojik yenilenmenin etkin yapılabilmesi için

Toparlanma tekniklerinin

- Müsabaka öncesi
- Müsabaka esnası
- Müsabaka sonrasında uygulanması gerekir

Egzersiz sonrası toparlanmanın ilişkili olduğu faktörler

- O₂ borçlaması (toparlanma oksijeni)
- Enerji kaynaklarının yenilenmesi
- Laktik asidin kas ve kandan uzaklaştırılması
- O₂ miyoglobin depolarının yenilenmesi

Egzersizden sonra bütün metabolik sistemleri tamamen normale döndürmek için, fazladan gereken oksijen miktarına **Oksijen Borçlanması** denir

O2 Borcu oluşumu nedeni nedir?

- Egzersizde aktif kaslara yönelen kanın tekrar normal akış yüzeyine dönmesi için %10 gibi fazladan O2 borcu gerekir buda toparlanmada ödenir
- Şiddetli egzersizlerde akciğer solunumu 8-15 kat artar ve bu nedenle solunum kasları daha fazla O2'ye ihtiyaç duyar
- Artan solunumsal, dolaşımsal, hormonal, ionik ve termal mekanizmaların normale dönebilmesi, laktik asitin uzaklaştırılması için daha fazla O2'ye ihtiyaç duyulur

Maksimal Egzersiz Sonrası O₂ Borcu Neden Oluşur

- Egzersizde aktif kaslara yönelen kanın tekrar normal akışa dönmesi için fazladan %10 O₂ ye ihtiyaç vardır
- Şiddetli egzersizde akciğer solunumu 8-15 kat artar, solunum kasları daha fazla O₂'ye ihtiyaç duyar
- Egzersizde sadece kaslar değil dolaşım, solunum, termal mekanizmalardaki artışın normale dönmesi için O₂'ye ihtiyaç vardır
- ATP-PC depolarının yenilenmesi
- Laktik asidin uzaklaştırılması

- Hafif şiddetli egzersizlerde sporcularda O₂ borçlanması görülmez/ daha az görülürken egzersiz sonrasındaki O₂ açığı çok çabuk yerine konur
- Buna karşılık orta şiddetteki egzersizde O₂ borcunda artış olur
- Egzersiz şiddeti artıkça kan ve kastaki La artar, O₂ borcu yükselir

Oksijen borcunun tamamlanması

- % 50'si yaklaşık 15 dakika
- % 75'i 30 dakika içinde
- % 95'i de bir saat içinde

Farklı karakterdeki farklı şiddetlerdeki yüklenmeler yenilenmeyi hızlandırır

FARLI KARAKTER

Kuvvet - Dayanıklılık
Servis karşılama -Blok

FARKLI ŞİDDET

Yüksek şiddet
Düşük şiddet

ANTRENMAN YÜKÜ VE TOPARLANMA SÜRELERİ

	ANTRENMAN YÜKÜ	TOPARLANMA SÜRESİ (Saat)	ALGILANAN ZORLUK DERECESİ
GELİŞİM	Çok çok yüksek	>72	19-20 Oldukça zor
	Çok yüksek	48-72	17-18 Çok zor
	Yüksek	24-48	15-16 Zor
KORUMA	Orta	12-24	12-14 Biraz zor
YENİLENME	Düşük	<12	6-11 Oldukça kolay

Uzun süreli ve yüksek yoğunluklu
antrenman

Kasta laktik asit birikimi

pH



Asidoz

Glikoz miktarı



Kasın ürettiği kuvvet miktarı



Yorgunluk

- **Orta şiddetli egzersizlerde** egzersiz şiddeti artarsa kan laktatı artmaya devam eder, egzersizin şiddeti aynı devam ettirildiğinde kan laktatının dinlenik duruma dönüşü gözlenir ve egzersiz uzun süre devam ettirilir
- **Yüksek şiddetli egzersizlerde** LA da yüksek artış olur ve egzersizin süresi de kısalır

- Optimal performans için antrenmandaki yüklenme düzeyinin azaltılması ve yeterli dinlenme verilmesi gerekir
- Uyum sürecinde elde edilen kazanımı koruyarak müsabaka performansını üst düzeyde tutmayı sağlar

Toparlanma Sürecinin Önemi

- Fosfojen (ATP-PC) depoları yenilenir
- Glikojen kaynakları yenilenir
- Myoglobin oksijenasyonu sağlanır
- Laktik asit uzaklaştırılır
- Kas glikojeni yenilenir
 - glikojen depolarının boşalmasına neden olan egzersizin tipi
 - toparlanma döneminde tüketilen karbonhidrat miktarı(diyet)
- Egzersizi takiben 24 saatlik sürede yüksek karbonhidrat diyeti ile karaciğer glikojeni yenilenir

- Kıtalar arası/deniz aşırı/3 saati aşkın zaman aralığı olan ülkelere seyahat durumunda uyku döngüsü gidilecek yerdeki zamana göre ayarlanmalıdır
- Batıya uçuşlarda sabah, doğuya uçuşlarda öğleden sonra
- Büyük zaman farklılığı olan ülkelere gidişte en az 1 gün önce yolculuk
- 10 saatlik zaman farkını aşıyorsa en az 1 hafta önce varış
- Seyahat öncesi uyku-uyanıklık ve yemek döngüsü gidilecek yere göre ayarlanmalı

- **Antrene sporcularda kasların O2 tüketimi** antrenman yapmamış bireylerle karşılaştırıldığında **daha yüksektir** ve serbest yağ asitlerini daha etkin kullanabilirler

Glikojen depolarını daha az kullanırlar



Daha az La oluşur

Daha uzun süre egzersiz yapabilirler

Belirli bir kas aktivitesi için daha az O2 borcu oluştururlar

Engelli sporcularda

- Kardiyovasküler ve iskelet kas dayanıklılığı, egzersize verdikleri yanıtlar (solunum, dolaşım, nöromüsküler) engellilik türüne bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir
- Genel olarak, salon voleybolcuları ile oturarak voleybol oyuncularını arasında bu sistemlerin akut (anlık) ve kronik (uzun dönem) egzersiz yanıtlarında bazı benzerlikler ve farklar bulunmaktadır

Benzerlikler

Nöromusküler

- Kuvvet antrenmanları ve dayanıklılık antrenmanları sonucunda motor ünite aktivasyonunda artış
- Düzenli dayanıklılık antrenmanları sonucunda laktat toleransında gelişme
- Doğru sıklık, süre ve şiddette planlanmış olan kuvvet antrenmanları sonucunda kas hipertrofisinde artış
- Nöromusküler koordinasyonda artış

Solunum sistemi

- Düzenli antrenmanla solunum kaslarında güçlenme
- VO2max seviyelerinde artış
- Kalp atım hacminde artış
- Dinlenik kalp atım hızında düşüş
- Kaslardaki kılcal damarlar yoğunluğundaki artış

Endokrin sistemi

- Antrenman sonrası büyüme hormonu, testosteron, kortizol gibi hormonların salınımında artış
- Anabolik yanıtlar egzersizin tipi ve süresine bağlıdır

Farklılıklar

Nöromusküler

- Oturarak voleybol oyuncularında alt ekstremitte kullanımı kısıtlı olduğundan üst ekstremitte dayanıklılığı daha fazla gelişir
- Salon voleybolu oyuncularında antrenmanlar tüm vücut koordinasyonuna dayalı olduğundan daha dengeli kas dayanıklılığı gelişir

Farklılıklar

Solunum sistemi

- Spinal kord yaralanması olan sporcularda diyafram ve interkostal kaslar etkilendiğinden solunum kapasitesi sınırlıdır
- Kullanılan kas grubu sınırlı olduğu için maksimal oksijen tüketimi (VO₂max) ve akciğer hacimleri salon voleybol oyuncularına göre daha düşüktür
- Aktif kas sayısı daha az olduğu için solunum sistemi daha az zorlanarak daha az gelişim gösterir
- Salon voleybolu oyuncularının normal bir solunum kapasitesine sahip olmaları sebebiyle VO₂max gelişimi daha yüksektir

Dolaşım Sistemi

- Üst seviye omurilik yaralanmasına sahipse otonomik disfonksiyon görülebileceğinden kan basıncı düzenleme sorunları ile karşılaşılabilir
- Alt ekstremiteden kan pompalama (gastrocnemius kası) devre dışı kaldığından venöz dolaşım sınırlı hale gelir ve bu da kan dolaşımını yavaşlatabilir
- Salon voleybolu oyuncularında dolaşım sistemi regölasyonunda limitasyon olmadığı için egzersiz sonrası toparlanma daha hızlı olabilmektedir

Endokrin Sistemi

- Alt ekstremité inaktivitesi, bazal metabolizma hızının düşmesine neden olabilir
- Kas kütlesi azaldıkça insülin hassasiyetinde bozulmaya ve bu da glikoz metabolizmasının etkilenmesine sebebiyet verebilir.
- Uzun süreli inaktivite dolayısıyla testosteron, büyüme hormonu gibi anabolik hormonların salınım düzeyleri olumsuz etkilenebilir

Kas-İsklet Sistemi

- Alt ekstremitte kasları kullanmama sebebiyle atrofiye uğrar ve kas kütlesinde azalma meydana gelir
- Üst ekstremitte kaslarında ise tam tersi şekilde fazla kullanım sonucu hipertrofi gelişir
- Özellikle kalça bölgesi ve diz çevresinde eklem stabilizasyonunda bozulma, skolyoz, kifoz gibi postür bozukluğu görülebilmektedir

<u>Özellik</u>	<u>Oturarak Voleybol</u>	<u>Salon Voleybolu</u>
Kas Kullanımı	Üst ekstremitte ağırlıklı	Üst ve alt ekstremitte
VO2max	Daha düşük	Daha yüksek
Dayanıklılık	Üst ekstremitede yüksek	Tüm vücutta dengeli
Kalp Atım Hızı	Daha düşük	Daha yüksek

Sonuç olarak;

- Engel tipi ve şiddetine bağlı olarak oturarak voleybol oyuncularını ve salon voleybol oyuncularını arasında bazı fizyolojik farklılıklar görölmektedir
- Özellikle dolaşım sistemi ve nörolojik açıdan sınırlılıklar egzersiz yanıtını etkilemektedir
- Alt ekstremitenin hiç kullanılamıyor olması durumunda kaslar atrofiye uğrar ve osteoporoz riskini artırır
- Alt ekstremitte desteğı olmadığı için omurgada postür bozukluklarına yol açar

Diğer taraftan üst ekstremitenin aşırı kullanımı sonucunda;

- Overuse sebebiyle omuz, dirsek ve el bileğinde tendinit, bursit, rotator cuff yırtıkları, karpal tünel sendromu gibi yaralanma tipleri görülür
- Kas dengesizliği sonucunda postür bozuklukları olur (pektoralis majör fazla gelişirken sırt kasları zayıf kalabilir)
Agonist-antagonist dengesine dikkat etmeli

Uygun antrenman planlamaları ve uygulamaları
ile performansa etki edecek iyileştirmeler
yapılabilir ancak bireyin engel durumuna göre
antrenmanın özelleşmesi gerekir

**DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜRLER 😊**