

## EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ (ÇÖZÜMLÜ CEVAPLAR)

### 1. BÖLÜM - ENERJİ SİSTEMLERİ

1- ATP'nin (Adenozin trifosfat) moleküler yapısında bir adenozin, üç fosfat grubu bulunur. Son iki fosfat grubu arasında yüksek enerji bağı olarak isimlendirilen fosfat bağı bulunur. Bu bağ, önemli bir kimyasal enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu bağlardan birinin kimyasal olarak parçalanması sonucunda açığa çıkan enerji 7000-12000 kalori (7-12 kcal) dir. Bu enerjinin açığa çıkmasından sonra moleküler yapısında iki fosfat bulunan adenozin difosfat (ADP) ve serbest inorganik bir fosfat (Pi) meydana gelir. ATP'nin parçalanması sonucu ortaya çıkan bu enerji, kasın iş yapabilmesi için kullanabileceği yegâne enerji biçimidir.

#### Cevap C

2- ATP-CP (fosfojen) sistemi enerji sistemi hem kas hücrelerinde depolu ATP'den hem de CP'den ATP sentezlenmesiyle elde edilen enerji ile en fazla 10-15 saniyelik kısa süreli ve patlayıcı kuvvet gerektiren hareketlerin yapılmasını sağlayabilmektedir. Teniste backhand ve forehand vuruşları, gülle atma, 100 metre koşusu gibi aktivitelerde baskın olarak ATP-PC sistemi kullanılır. Soruda bizlere daha baskın olan branş sorulduğu için burada aktivite süresini ve patlayıcı güç unsurunu baz almamız gerekiyor. Bundan dolayı cevabımız gülle atma olacaktır.

#### Cevap B

3- ATP-PC (fosfojen) enerji sistemi hem kas hücrelerinde depolu ATP'den hem de CP'den ATP sentezlenmesiyle elde edilen enerji ile en fazla 10-15 saniyelik kısa süreli ve patlayıcı kuvvet gerektiren hareketlerin yapılmasını sağlayabilmektedir. Laktik asit sistem (anaerobik glikoliz), yüksek şiddette 2-3 dakika süresince devam eden 200-400 metre gibi koşu egzersizlerinde ve 100 metre yüzme branşında enerji daha çok bu sisteme dayalı olarak üretilir. ATP sentezi, bu gibi egzersizlerde fosfojen sistem ve laktik asit sistem ile gerçekleşmektedir.

#### Cevap A

4- Enerji sistemlerinin bir dakikada üretebildikleri ATP miktarları ve maksimal ATP üretim kapasiteleri şu

Enerji Sistemi	Maksimal Güç (1 Dakikada Üretilen ATP)	Maksimal ATP Üretim Kapasitesi
ATP-CP Sistemi	3.6 mol	0.7
Laktik Asit Sistemi	1.6 mol	1.2 mol
Aerobik Sistem	1.0 mol	90 mol

şekildedir:

#### Cevap E

5- Yüksek şiddette 2-3 dakika süresince devam eden egzersizlerde kullanılan anaerobik sistemde 1 mol glikozdan en fazla 3 mol ATP, net olarak ise 2 mol ATP sentezlenebilmektedir. Oysaki 1 mol glikoz aerobik ortamda parçalandığında 38-39 mol ATP sentezlenmektedir. 1 mol yağ asidinin (palmitik asit) oksidasyonu ile 130 mol ATP sentezlenmektedir. 1 mol ATP üretmek için glikoz kullanıldığında 3,5 litre O<sub>2</sub> kullanılırken, 1 mol ATP üretmek için yağ asidi kullanıldığında 4 litre O<sub>2</sub> kullanılmaktadır.

#### Cevap C

6- Yağların oksidasyonuna "lipolisiz" adı verilir. Bir trigliserit molekülü, aerobik enerji sisteminde enerji kaynağı olarak kullanılmak üzere parçalandığında 1 mol gliserol ve 3 serbest yağ asidi açığa çıkar. 1 mol gliserol ve glikoz, glikolitik yollar ile parçalanarak oksijen sistemine girerler. Trigliserit veya yağ asitlerinin krebs çemberine girebilmesi için Asetil-CoA'ya dönüşmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm olayına beta oksidasyon denir.

#### Cevap D

7- Glikojenin karbondioksit ve suya dönüştüğü oksijenli sistemin ilk reaksiyonlarına glikoliz denir. Aerobik glikolizin, anaerobik glikolizden en temel farkı ortamda oksijen olmasıdır. Anaerobik glikoliz oksijensiz ortamda gerçekleştiğinden dolayı anaerobik glikoliz olarak adlandırılır. Oksijen, ATP sentezini aralıksız devam ettirerek pirüvik asidin laktik asite dönüşmesini engeller. Ancak anaerobik glikolizde ortamda oksijen bulunmadığından dolayı sitrik asit döngüsüne giremeyen pirüvik asit, laktik asite dönüşür.

#### **Cevap D**

8- Proteinlerin oksidasyonunda ilk olarak proteinler, yapı taşları olan aminoasit biçimine dönüşür. Burada Alanine aminoasiti pirüvik asite, glutamin aminoasiti alfa ketoglirik asite, aspartat ise oxaloasetik asite indirgenir. Daha sonra bu aminoasitler deaminasyon olayıyla krebs çemberine girerek enerji için oksidasyona uğrarlar. Deaminasyon, bir molekülden bir amino grubunun çıkarılmasıdır. Yani, aerobik enerji sistemindeki proteinlerin oksidasyon zincirinde proteinlerin yapı taşları olan aminoasitler, deaminasyon olayıyla oksijenli sistemin başlangıç bölümü olan krebs çemberine girecek biçime dönüşür.

#### **Cevap C**

9- Glikozun (karbonhidratların) oksidasyonunda ortamda oksijen olduğundan dolayı pirüvik asit anaerobik glikolizdeki gibi laktik aside değil, asetil koenzim A'ya (Asetil CoA) dönüştürülür. Bu kimyasal madde, oksijenli sistemin başlangıç kısmı olan sitrik asit döngüsüne (krebs çemberi) girer. Yağların oksidasyonu esnasında ise yağ asitleri beta-oksidasyon (yağ asitlerinin oksijenli ortama girebilmek için parçalanması) reaksiyonları ile aerobik sistemin başlangıç kısmı olan krebs çemberine girecek biçime dönüşür. Proteinlerin oksidasyon zincirinde; proteinlerin yapı taşları olan aminoasitler, deaminasyon olayıyla oksijenli sistemin başlangıç bölümü olan krebs çemberine girecek biçime dönüşürler. Yani, aerobik enerji sisteminde karbonhidrat, lipit (yağ) ve proteinden oluşan besin maddelerinin enerji üretimi için parçalandıkları esnada girdikleri kimyasal reaksiyonlar zinciri krebs çemberi (sitrik asit döngüsü) olarak adlandırılır. İşte bu anlattığım reaksiyonlar neticesinde oksidatif fosforilasyon sonrası su, karbondioksit ve enerji elde edilerek ATP sentezlenir.

#### **Cevap B**

10- Yüksek şiddette 2-3 dakika süresince devam eden egzersizlerde kullanılan anaerobik glikoliz sistemde 1 mol glikozdan en fazla 3 mol ATP, net olarak ise 2 mol ATP sentezlenebilmektedir. Oysaki 1 mol glikoz aerobik ortamda parçalandığında 38-39 mol ATP sentezlenmektedir. 1 mol yağ asidinin (palmitik asit) oksidasyonu ile 130 mol ATP sentezlenmektedir. 1 mol ATP üretmek için glikoz kullanıldığında 3,5 litre O<sub>2</sub> kullanılırken, 1 mol ATP üretmek için yağ asidi kullanıldığında 4 litre O<sub>2</sub> kullanılmaktadır.

#### **Cevap D**

11- ATP-PC (fosfojen) sisteminin ATP veya enerji sentezleme hızı çok yüksektir (10-15 saniye). Laktik asit (Anaerobik glikoliz) sistemin ATP sentezleme hızı da yüksektir ancak ATP-PC sisteminden daha yavaştır (45 saniye-2 dakika). Aerobik (oksijenli) sistemin ATP sentezleme hızı çok yavaştır ancak süreklidir.

#### **Cevap A**

12- Aerobik (oksijenli) enerji sistemi genellikle performans süresi 180 saniye ve üzeri olan kros koşuları, maraton koşusu, uzun mesafe koşuları kapsar. Kısaca ele alacak olursak istirahat esnasında ve düşük şiddette uzun süre devam eden egzersizlerde kullanılır diyebiliriz. Bu sebeple cevabımız E seçeneğinde bulunan 10000 metre koşusu olacaktır.

#### **Cevap E**

##### **13- Enerji Sistemlerinin Bazı Faktörlere Göre Sıralanması**

- Bir dakikada üretebildikleri ATP miktarına göre; ATP-PC sistemi > Laktik asit sistem > Aerobik sistem
- Maksimal ATP üretim kapasitelerine göre; Aerobik sistem > LA sistem > ATP-PC sistemi
- Enerji üretim hızlarına göre; ATP-PC sistemi > Laktik asit sistem > Aerobik sistem
- ATP üretme sınırlarına göre; ATP-PC sistemi (en sınırlı) > Laktik asit sistem (sınırlı) > Aerobik sistem (sınırsız)
- Aktivite süresine göre; Aerobik sistem > LA sistem > ATP-PC sistemi

#### **Cevap A**

14- Egzersizde enerji kaynaklarının kullanılması egzersizin süresi, tipi, şiddeti vb. unsurlara bağlıdır. Bu duruma bağlı enerji kaynaklarının kullanılması, istirahat seviyesindeki enerji üretiminden çeşitli boyutlarda gerçekleşmektedir. Egzersiz ve istirahatte kullanılan anaerobik ve aerobik mekanizmaların belirlenmesi bazı unsurlara bağlıdır. Bunlar; enerji sistemlerinin egzersizdeki oransal seviyesi, egzersiz esnasındaki kan laktat oranı ve egzersiz esnasında kullanılan enerji kaynaklarıdır. Egzersizden önce tüketilen besinler bu mekanizmaları etkilememektedir.

#### **Cevap A**

15- Kasta anaerobik glikolitik yollarla üretilen laktik asitin karaciğere gönderildiği, yeniden glikoza dönüştürüldüğü ve tekrar enerji olarak kullanılmasının sağlandığı metabolik yol Cori döngüsü (laktik asit döngüsü) olarak adlandırılır. Kısacası bu döngü, karbonhidratların kullanım yolunun özetini vermektedir. Bu döngüde glikoz kullanılır, yıkım ürünleri karaciğerde tekrar kullanım haline dönüştürülür.

#### **Cevap C**

16- Anaerobik glikoliz sistemde kas yorgunluğuna yol açan laktik asit açığa çıkar. 1-3 dakika süren aktivitelerde kullanılır. Enerji üretimi hızlı gerçekleşir. Enerji kaynağı olarak sadece karbonhidratlar kullanılır. Yetersiz oksijen ortamında gerçekleşir. Birkaç mol ATP yenilenebilir ve ATP üretimi sınırlıdır. Oksijen ihtiyacı yoktur.

#### **Cevap B**

17- Anaerobik glikoliz neticesinde laktik asit açığa çıkar. Laktik asit birikmesi, reaksiyonlarda düzenleyici etkiye sahip olan fosfofruktokinaz (PFK) enziminin azalmasına sebep olur. Kas hücrelerinde pH seviyesi düşer. Glikoliz yavaşlar ve enerji oluşumu için kullanılan maddeler azalarak kas kasılması sınırlanır. Vücutta fazla biriktiği takdirde, kas ağrılarına ve kas kramplarına neden olmaktadır. Kaslarda biriken laktik asitin kas ve kanda yüksek yoğunluğa ulaşmasıyla yorgunluk oluşur. Oluşan asidik ortam ve düşen PH seviyesi mitokondrilerdeki bazı enzim aktivitelerini engelleyerek karbonhidrat (glikojen) yıkımını azaltabilir. Laktik asit birikiminin üst seviyelerde olması glikolitik enzimlerin aktivitesini inhibe ederek kas glikoz hızını ve yağ asidi oksidasyonunu da engelleyebilir. Egzersizi takiben kandan laktik asitin uzaklaştırılması özellikle sonraki egzersizlerin yüksek yoğunluklu ve tekrarlı performanslar için önemlidir.

#### **Cevap D**

18- Yüksek şiddette 2-3 dakika süresince devam eden egzersizlerde kullanılan anaerobik glikoliz sistemde 1 mol glikozdan en fazla 3 mol ATP, net olarak ise 2 mol ATP sentezlenebilmektedir. Oysaki 1 mol glikoz aerobik ortamda parçalandığında 38-39 mol ATP sentezlenmektedir. 1 mol yağ asidinin (palmitik asit) oksidasyonu ile 130 mol ATP sentezlenmektedir. 1 mol ATP üretmek için glikoz kullanıldığında 3,5 litre O<sub>2</sub> kullanılırken, 1 mol ATP üretmek için yağ asidi kullanıldığında 4 litre O<sub>2</sub> kullanılmaktadır.

#### **Cevap A**

19- Aktivitenin şiddeti arttıkça ve süresi kısaldıkça kas içi glikojenlerin (karbonhidrat) kullanımı da artar. Uzun süreli ve orta şiddetteki aktivitelerde daha çok trigliseritler (yağlar) kullanılır. Aktivitenin şiddeti arttıkça karbonhidratların kullanımının artması, yağların yeterince hızlı enerji sağlayamamasından kaynaklanmaktadır. Kandaki glikozun artışı, yağ hücrelerindeki lipazı aktif duruma getirerek yağların kullanımını artırır ve kanın serbest yağ asitleri seviyesini yükseltir. Laktik asit birikiminin üst seviyelerde olması glikolitik enzimlerin aktivitesini inhibe ederek kas glikoz hızını ve yağ asidi oksidasyonunu da engelleyebilir. Bu da yağ kullanımının düşmesine sebep olur. Ayrıca hafif egzersizler esnasında (yavaş koşu, jog vb.) veya istirahat halindeyken kaslarımız daha çok serbest yağ asitleri formunda bulunan trigliseritleri kullanır.

#### **Cevap E**

20- Aerobik enerji sistemiyle karbonhidratların enerjiye dönüşmesi; glikojen, glikoz, pirüvik asit, asetil koenzim A, krebs döngüsü sıralamasıyla gerçekleşir.

#### **Cevap C**

## **2. BÖLÜM - TOPARLANMA SÜRECİ VE EGZERSİZ**

1- Sportif bir egzersizden sonra tüm metabolik olayları tamamıyla normal duruma getirmek için fazladan alınması gereken oksijen miktarı oksijen (O<sub>2</sub>) borcu olarak adlandırılır. Aktivitenin şiddeti arttıkça oksijen borçlanması da artacaktır. Oksijen açığı kavramı ise kullanılan oksijenin ihtiyaç duyulan oksijenden düşük olması durumunu ifade eder. Kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlerin başlangıç kısmında oksijen açığı meydana gelir. MaxVO<sub>2</sub>, bireyin bir dakikada kullandığı maksimum oksijen miktarını ifade eder.

#### **Cevap C**

2- Egzersiz sonrası oksijen borcunun ödenmesi hızlı (alaktasit) ve yavaş (laktasit) bölüm olarak iki başlıkta incelenir. Alaktasit bölüm, kas fosfojenlerinin yenilenmesi ile ilgili olup laktik asit birikmesinin oluşan oksijen borçlanması olarak nitelenir. Egzersiz sonrası ilk birkaç dakika içerisinde oluşur. Fazladan alınan oksijen, oksijen ve kas fosfojenlerinin yenilenmesi için kullanılır. Alaktasit oksijen borcunun ödenmesi için gereken minimum süre 3 dakika, maksimum süre ise 5 dakikadır.

### Cevap B

3- Kas glikojeni, kasın dayanıklılık seviyesi ve sportif performans açısından çok önemlidir. Bilhassa, anaerobik glikoliz sistemin ana enerji kaynağı oksijenli sistem için de enerji kaynağıdır. Kas glikojen depolarının yenilenme süreci; egzersizin tipi, egzersizden sonra tüketilen karbonhidratlar, düşük şiddetteki uzun süreli egzersizler ve yüksek şiddetteki aralıklı egzersizler ile ilişkilendirilebilir. Egzersizden sonra yapılan vitamin ve mineral takviyesi toparlanmada önemli rol oynasa da kas glikojenlerinin yenilenmesiyle doğrudan ilişkilendirilemez.

### Cevap A

4- Miyogloblin, kalp ve iskelet kaslarında bulunmakta olup oksijene bağlı küçük bir protein olma niteliği taşımaktadır. Aynı zamanda ST liflerde (yavaş kasılan kas lifleri) daha çok bulunurlar. Kasın oksijen basıncı azaldığında miyogloblin, depoladığı oksijeni bırakır ve bu oksijen doku tarafından kullanılır. Egzersizden hemen sonra, kısa bir zaman içerisinde boşalan miyogloblin depoları da yenilenir. Miyogloblinlerdeki (kasta oksijeni taşıyan organel) tükenen oksijenin yerine konması için gereken minimum süre 1 dakika, maksimum süre ise 2 dakikadır.

### Cevap A

#### 5- Toparlanma Süreleri

Toparlanma İşlemi		Minimum Süre	Maksimum Süre
Alaktasit Oksijen Borcunun Ödenmesi		3 Dakika	5 Dakika
Kas Fosfojen Depolarının Yenilenmesi		2 Dakika	3 Dakika
Miyogloblin Oksijen depolarının yenilenmesi		1 Dakika	2 Dakika
Laktasit Oksijen Borcunun Ödenmesi		30 Dakika	1 Saat
Kas Glikojen Depolarının Yenilenmesi	Uzun Süreli Egzersizden Sonra	10 Saat	48 Saat
	Kısa Süreli Egzersizden Sonra	5 Saat	24 Saat
Laktik Asitin Kas ve Kandan Uzaklaştırılması	Salt (Pasif) Dinlenmeyle	1 Saat	2 Saat
	Aktif Dinlenmeyle	30 Dakika	1 Saat

### Cevap C

6- Vücuttan uzaklaştırılan laktik asit ter ve idrar yoluyla dışarı atılabilir. Bu yol pek de önemli değildir. Laktik asit, oksijensiz ortamda karbonhidratların parçalanması neticesinde meydana gelir. Akabinde yeniden glikoz ve glikojene çevrilir. Bu yolla vücuttan uzaklaştırılması da minimaldir. Laktik asit, insan vücuduna kimyasal bir şekilde proteine dönüşebilir fakat bu dönüşüm neredeyse önemsizdir. Bir diğer uzaklaştırma şeklinde ise laktik asit oksidasyona uğrayabilir. Yani oksijenin varlığında pirüvik asite dönüşür ve krebs çemberine girerek CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya kadar indirgenir. Böylece laktik asit, enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Bu vasıta ile laktik asitin metabolik bir yakıt olarak kullanılması, egzersiz sonrası toparlanmada laktik asitin vücuttan uzaklaştırılması bakımından diğerlerine göre daha büyük bir öneme sahiptir.

### Cevap E

## 7- Toparlanma Süreleri

Toparlanma İşlemi	Minimum Süre	Maksimum Süre
Alaktasit Oksijen Borcunun Ödenmesi	3 Dakika	5 Dakika
Kas Fosfojen Depolarının Yenilenmesi	2 Dakika	3 Dakika
Miyogloblin Oksijen depolarının yenilenmesi	1 Dakika	2 Dakika
Laktasit Oksijen Borcunun Ödenmesi	30 Dakika	1 Saat
Kas Glikojen Depolarının Yenilenmesi	Uzun Süreli Egzersizden Sonra	10 Saat
	Kısa Süreli Egzersizden Sonra	5 Saat
Laktik Asitin Kas ve Kandan Uzaklaştırılması	Salt (Pasif) Dinlenmeyle	1 Saat
	Aktif Dinlenmeyle	30 Dakika

### Cevap E

8- Egzersiz sonrasında toparlanma dönemine giren sporcuda laktik asit konsantrasyonunun azalmasıyla beraber kanın pH düzeyi artış gösterir. Egzersizden sonra yaklaşık 1-2 dakika içerisinde miyogloblin oksijen depoları yenilenir. Protein sentezi aktivite bitiminden sonraki toparlanma safhasında yarı yarıya artış gösterirken ilerleyen süreçte tamamen artış gösterir. Egzersiz esnasında kan şekeri düşmeye başladığı için kan şekeri yükseldiğinde devreye giren insülin hormonunun salınımı azalır. Toparlanma evresinde ise aldığımız besinlerin etkisiyle insülin hormonunun salınımında artış yaşanır.

### Cevap D

9- Sportif bir egzersizden sonra tüm metabolik olayları tamamıyla normal duruma getirmek için fazladan alınması gereken oksijen miktarı oksijen (O<sub>2</sub>) borçlanması olarak adlandırılır. Hafif şiddette devam eden egzersizlerde kişide oksijen borçlanması ya çok az görülür ya da hiç görülmeyebilir. Eğer egzersiz orta şiddetteyse oksijen borcunda artış görülür. Egzersizin şiddeti arttığında kastaki ve kandaki laktat oranı da artar. Bu durumla paralel olarak oksijen borçlanması da yüksek düzeyde görülür ve egzersizin devam etmesi için gereksinim duyulan oksijen miktarı sağlanamaz. Oksijen tüketimi, ihtiyacın atındadır. Oysaki uzun süreli ve orta şiddetli egzersizlerde oksijen tüketimi, oksijen ihtiyacını karşılar ve steady state (kararlı denge) meydana gelir. Bu nedenle orta şiddetteki uzun süreli egzersizlerde oksijen borcu az görülür.

### Cevap E

10- Laktasit oksijen (O<sub>2</sub>) borçlanması, oksijen borçlanmasının yavaş bölümüdür. Kan ve kasta biriken laktatın uzaklaştırılmasıyla ilgilidir. Laktik asitin vücuttan uzaklaştırılması oksijen kullanımıyla doğrudan ilgilidir. Laktasit oksijen (O<sub>2</sub>) borcunun geri ödenmesi için ihtiyaç duyulan minimum süre 30 dakika, maksimum süre ise 1 saattir.

### Cevap C

## 3. BÖLÜM - KAS SİSTEMİ VE EGZERSİZ

1- Kas içcikleri, kas boyundaki uzamaya karşı rol oynayarak kasın kısalması şeklinde monosinaptik refleks yanıt oluşturan yapıdır. Görevi, aktif veya pasif biçimde kasta meydana gelen gerilim değişimlerini ve kasın uzunluğundaki değişimleri merkezî sinir sistemine iletmektir. Golgi tendon organı ise kas dokusunda fazla gerdirmeye karşı görev alarak kasın gevşemesine ve kas yaralanmalarının meydana gelmesine engel olan yapıdır.

### Cevap A

2- Kasın yapısı dikkate alındığında kasın organizasyonunun doğru sıralaması kas > kas demeti (fasikülü) > kas lifi (hücre) > miyofibriller > sarkomerler > miyofilamentler şeklindedir.

### Cevap B

3- Sarkomerdeki Z çizgisini M çizgisine bağlayan, esnek yapısıyla sarkomerin aşırı gerilmesini önleyen ve çizgili kas dokularının kasılmasında önemli rol oynayan sarkomerin en büyük proteini Titin'dir. Nebulin ise iskelet kasında aktin filamentlerini Z çizgisine bağlayan, esnek olmayan bir proteindir. Desmin, miyofibrillerin stabilizasyonunu sağlar. Tropomodulin, aktin filamentinin uzunluğunun devamını sağlar. C proteini, miyozini M çizgisine tutturur.

### Cevap D

4- Motor nöronlarla gelen aksiyon potansiyeli, motor son plaktan kasa asetilkolin nörotransmitteri vasıtasıyla geçer. Motor son plaktan (sinir kas kavşağı) geçen aksiyon potansiyeli ile depolarizasyon gerçekleşir. Bu depolarizasyon dalgası sarkolemma vasıtasıyla uzunluğuna, T tübüleri vasıtasıyla da fibril içine doğru yayılma gösterir. Yayılan bu impuls, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyumu açığa çıkarır. Kalsiyum ise kasılma ile ilgili fizyolojik süreci başlatır. Kalsiyumun sarkoplazmik retikuluma aktif taşınması için gerekli enerji ATP'den sağlanır. Bu nedenle sarkoplazmik retikulum (SR) gelişmişliği en fazla anaerobik metabolik yolla ATP sentezleyen Tip IIx (hızlı glikolitik) liflerdedir. Daha sonra Tip IIa (hızlı oksidatif-glikolitik) liflerdedir. Tip I (yavaş oksidatif) liflerin SR gelişmişliği ise en azdır.

#### **Cevap C**

5- Fibröz doku yapısında yer alıp genellikle eklem çevresinde ve tendon kılıflarında bulunan, basınç duyusunun alınmasını sağlayan yapı pacini cisimleridir. Krause reseptörleri soğuk duyusunu; ruffini reseptörleri ise sıcak duyusunu algılar.

#### **Cevap E**

6- Tip I kas lifleri (ST) yavaş kasılma hızı ve düşük miyozin ATPaz enzim aktivitesine sahiptirler. Aynı zamanda kılcıl damarlar (kapiller yoğunluk) bakımından zengin olup çok sayıda mitokondriye sahiptirler. Aerobik (oksijenli) enerji üretiminde gereksinim duyulan enzimler, bu tip liflerde daha çok bulunurlar. Bu lifler kırmızı görünümündedirler. Kasılmaları yavaş ve kasılma süreleri uzundur. Submaksimal iş yükündeki uzun süreli egzersizlerle daha uyumludurlar. Kuvvet üretme kapasiteleri de düşüktür. Glikolitik enzim aktiviteleri düşük, oksidatif enzim aktiviteleri ise yüksektir.

#### **Cevap B**

7- Düzenli kuvvet antrenmanlarına bağlı olarak hızlı kasılan kas liflerinin enine kesit alanındaki artışa sebep olan değişimler; bağ (Konnektif) doku miktarında artış, kasılabilir (kontraktıl) protein miktarında artış, kas liflerinin kapiller (kılcıl damar) yoğunluğunda artış, miyofibrillerin çapında artış, glikolitik enzim kapasitesinde artıştır. Ancak antrenmanlarla Tip I (ST) ve Tip II (FT) liflerin oranı artırılmaz, kapasitesi artırılır.

#### **Cevap D**

8- Sinirden kasa uyarı iletilmesi, bir motor sinir ile başka bir motor sinir arasında olan iletime benzemektedir. Sinir ve kas hücreleri arasında iletişimin gerçekleştiği bölge nöromusküler kavşak (sinir-kas kavşağı) olarak adlandırılır. Buna göre fibril tiplerindeki nöromusküler kavşak sayıları dikkate alındığında doğru sıralama Tip IIx > Tip IIa > Tip I şeklinde olmalıdır. Bu durum sinir ileti hızlarıyla da doğrudan ilişkilidir. Sinir ileti hızı, kasılma ve gevşeme hızı en fazla Tip IIx (hızlı glikolitik) fibrillerde olduğu için nöromusküler kavşak sayısı da en fazla bu fibrillerde olacaktır.

#### **Cevap C**

9- Tip IIx (hızlı glikolitik) fibril tipinin miyogloblin yoğunlukları düşüktür, trigliserit depo yoğunlukları düşüktür, mitokondri yoğunlukları düşüktür, motor nöron uyarı eşikleri yüksektir, kılcıl damar yoğunlukları düşüktür.

#### **Cevap A**

10- Çok sayıda sinir telinden oluşmuş bir sinir demeti ve çok sayıda kas telinden oluşmuş bir kas demeti ya hep ya hiç ilkesine uymaz, çünkü her sinir telinin uyarılması için gerekli eşik şiddeti (eşik değeri) aynı değildir. Uyarı şiddeti arttığında uyarılan sinir teli veya kas teli sayısı artacağından daha kuvvetli cevap verilir. Uyarı şiddetinin artışına bağlı olarak, tüm sinir telleri uyarılıncaya kadar sinir demetinin tepkisinin artmasına merdiven etkisi denir. Sporcuların, egzersiz öncesi kaslarını çalıştırmak için ısınma hareketleri yapması da bu amaca hizmet eder.

#### **Cevap B**

11- Kasın kasılmasında miyozin ile aktin filamentlerinin etkileşimiyle aktin filamentleri ortaya doğru çekilir ve kasın boyu kısalır. Z çizgisi, I bandını ikiye ayırır. Kasın kasılması esnasında iki Z çizgisi birbirine yaklaşır ve sarkomerin boyu kısalır. Kasılma esnasında A bandının boyu değişmez. Kas kasılmasını, ince filamentlerin kalın filamentler arasına kaymasıyla açıklayan teoriye kayan filamentler teorisi denir.

#### **Cevap E**

12- Tüm kaslar anaerobik veya aerobik performans sergileyebilseler de birtakım kas fibrilleri biyokimyasal bakımdan anaerobik ve aerobik performans için daha yoğun bir zemin sağlarlar. Bu nedenle iskelet kaslarını meydana getiren aerobik kapasitesi yüksek liflere Tip I, anaerobik niteliği yüksek olan liflere Tip II lifleri ismi verilir. Yarı maraton koşusunda (21,975 metre koşusu) aerobik performans daha baskındır. Bu nedenle yarı maraton koşusunda Tip I fibriller de baskındır.

#### **Cevap D**

13- Bir sinirsel uyarının kasılabilir elementlere iletilmesini sağlayan kas lifinin hücre membranı sarkolemma denir. Kısacası; kas hücrelerinin zarına "sarkolemma", sitoplazmasına "sarkoplazma" ve endoplazmik retikulumuna "sarkoplazmik retikulum" adı verilir. Sarkomer ise çizgili kasın kasılabilen en küçük birimdir.

#### **Cevap B**

14- Kas lif tipleri, performansın yorumlanmasında biyokimyasal, fizyolojik, biyomekanik ve nörolojik unsurların yanında temel bir değerlendirme ölçütüdür. Kas lifi tiplerini, maksimal oksijen tüketimi (MaksVO<sub>2</sub>) açısından kıyaslırsak Tip I (ST) liflerin oranı arttığında maksimal oksijen tüketiminin de arttığını görürüz. Bunun ana sebebi Tip I (ST) liflerinin Tip II (FT) liflerin aksine daha fazla aerobik kapasiteye sahip olmasıdır.

#### **Cevap A**

15- Kas fibril tiplerindeki glikojen depoları ve içeriği dikkate alındığında doğru sıralama Tip IIX > Tip IIA > Tip I olacaktır. FT liflerde glikojen konsantrasyonu ST liflerde 355 ± 140 mmol/kg, FT liflerde 359 ± 92 mmol/kg'dır.

#### **Cevap C**

16- Gecikmiş kas ağrılarının (DOMS) nedeninin mekanik strese neden olan doku hasarının olduğu tahmin edilmektedir. Bu ağrılar, tipik olarak eksantrik kasılma tipi ile doğrudan ilişkilidir.

#### **Cevap D**

17- Kasta oluşan yorgunluğun nedenleri arasında nöromusküler kavşaktan asetilkolin salınımının azalması, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımının azalması, troponinin kalsiyuma bağlanma duyarlılığının azalması, motor son plakta aksiyon potansiyelinin geliştirilememesi gösterilebilir. Fakat hidrojen (H<sup>+</sup>) konsantrasyonunun azalması istenen bir durumdur. Hidrojen (H<sup>+</sup>) konsantrasyonunun azalması değil, artması yorgunluğun nedenlerinden biridir. Bilakis şiddetli egzersizlerde hidrojen konsantrasyonu artış gösterir.

#### **Cevap E**

18- Kas kasılmasında meydana gelen güç; eklem açısına, motor ünitenin sinir uyarısı seviyesine, kasılmaya katılan motor ünite sayısına, kasın kasılma öncesindeki boyuna, kasılmaya katılan kas grubunun büyüklüğüne ve aktinle bağlanan miyozin çapraz köprü sayısına bağlıdır. Fakat egzersizler vasıtasıyla kaslarda bulunan liflerin oranının artması sağlanamaz. Yalnızca liflerin kapasitesi artırılabilir. Dolayısıyla bunun güç ile bir ilgisi yoktur.

#### **Cevap C**

19- Eklem kapsülünde yer alarak derideki gerilmeyi ve eklem rotasyonunu algılayan yapı ruffini reseptörleridir. Pozisyon durumu ruffini reseptörleri ile sağlanır. Pacini cisimleri ise fibröz dokunun yapısında yer alıp, eklem çevresinde ve tendon kılıfında bulunur. Basınç ile ilgili duyarlar ise pacini cisimleri ile sağlanır.

#### **Cevap B**

20- Kasılmanın başlama safhasında sinir uyarılar motor son plağa (nöromusküler kavşağa) ulaştığında asetilkolin denilen nörotransmitter, kasın hücre zarında (sarkolemma) yayılarak sarkoplazmik retikulumda depolanan kalsiyum iyonlarının sarkoplazmaya salınmasına sebep olur. Kalsiyum iyonları aktin miyofilamentinin tutunma parçasını kapatan troponin ile birleşerek miyozin-aktin iletişimini başlatır. Kasılma süreci böylelikle başlamış olur.

#### **Cevap E**

21- Kayan filamentler teorisine göre kasın kasılması durumunda I bandının boyu kısalmır, H bandı kaybolur, Z çizgileri birbirine yaklaşır, A bandının boyu değişmez, kasın hacmi değişmez, aktin ve miyozin miyofilamentlerinin boyu değişmez. Kasın gevşemesi durumunda ise I bandının boyu uzar, H bandı görünür hale gelir, Z çizgileri birbirinden uzaklaşır, A bandının boyu değişmez, kasın hacmi değişmez, aktin ve miyozin miyofilamentlerinin boyu değişmez.

#### **Cevap A**

22- Tip I lifler daha çok aerobik enerji üretimine, Tip II lifler ise daha çok anaerobik enerji üretimine uygundur. Uzun lafın kısası, Tip I lifler daha uzun süreli kasılma niteliği ile ön plana çıkar. Tip II lifler ise kısa süre içerisinde yüksek güç üretimi niteliği ile ön plana çıkar. Tip II kas lifi kapasitesinin daha fazla olması aktivite süresinin kısa ve şiddetinin ise yüksek olmasıyla doğrudan ilgilidir. Bu nedenle cevabımız gülle atma olacaktır.

#### **Cevap B**

23- Kas fibril tiplerindeki miyogloblin miktarı dikkate alındığında doğru sıralama Tip I (yavaş oksidatif) > Tip IIa (hızlı oksidatif) > Tip IIx (hızlı glikolitik) olacaktır. Kasta eritrositlerdeki hemoglobine benzer yapıda oksijen bağlayabilen demir içerikli miyogloblin bulunmaktadır. Bu molekül ne kadar fazla ise kas o kadar kırmızı görülür. Kırmızı renkte olan kas lifi tipi ise Tip I liflerdir.

### Cevap C

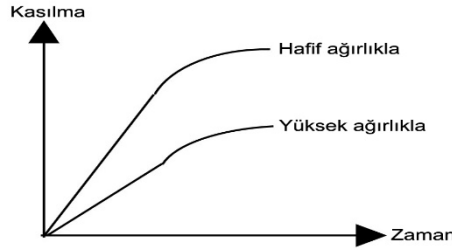
24- Kasın hem geriliminin hem de uzunluğunun değiştiği kasılma türü oksotonik kasılmadır. Bu kasılma türünde izometrik ve izotonik kasılmalar bir arada görülür. Misal bir ağırlığın kaldırıldığı sırada, insan tarafından uygulanan kuvvet, direnci aşana kadar izometrik kasılma türü söz konusudur, aştığı anda ise izotonik kasılma devreye girer. Eksantrik kasılmada kas gerilimi sabit kalırken kasın boyu uzar. Konsantrik kasılmada kas gerilimi sabit kalırken kasın boyu kısalır. İzokinetik kasılmada hareket sabit hızda uygulanırken yük ya da direnç kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir. Serbest yüzme tekniğinde kulaç atmak bu kasılmaya örnektir.

### Cevap D

25- Kol ve bacaklarda, kısa bir zaman içerisinde, güçlü bir hareket üretmek için eksantrik kasılmadan sonra konsantrik kasılmaya geçilmesi gerekir. Çünkü eksantrik kasılma sırasında kas enerji depolar. Konsantrik kasılmaya geçerken yer çekimi kuvvetinden de yararlanarak çok büyük bir güç açığa çıkar. Konsantrik kasılma, eksantrik kasılmadan hemen sonra yapılmazsa potansiyel enerji kaybı gerçekleşir. Misal; yerinde dizleri bükerek sıçrama hareketi yaparken ayaklar yere bastığı anda (eksantrik), tekrar sıçrama hareketinin yapılması (konsantrik) gibi. Yani eksantrik kasılmanın konsantrik kasılmaya dönüşmesi işlemine "amortizasyon" denilir. Bu yüzden seçeneklerde en fazla sıçrama yapılan spor disiplinini bulmamız gerekir. Dolayısıyla cevabımız da "Voleybol" olacaktır.

### Cevap D

26- Kasın kasılmasında, kasılmanın hızı ve ağırlık arasında ters oranlı bir ilişki vardır.



Şekilde görüldüğü gibi kas kuvveti, eğer yinelenen bir hareket serisinde ölçülürse yapılan hareketin hızı arttıkça meydana gelen kas kuvveti azalma gösterir. Bu nedenle hafif ağırlıklar, yüksek ağırlıklardan daha hızlı ve daha çabuk kaldırılırlar. Yüksek ağırlıkla çalışan sporcularda eğrinin aşağı doğru kaydığını görmekteyiz.

### Cevap D

27- Kas fibril tiplerindeki kılcal damar (kapiller) yoğunluğu dikkate alındığında doğru sıralama Tip I > Tip IIa > Tip IIx şeklinde olacaktır. Tip I lifler, Tip IIa liflere göre yorgunluğa karşı daha dirençli fakat güç üretme kabiliyetleri düşük liflerdir. Ayrıca Tip I lifler Tip IIa liflere göre, Tip IIa lifler de Tip IIx liflere göre kılcal damarlar ve mitokondri yönünden daha zengindir.

### Cevap C

28- Sizleri oldukça zorlayacak bir soruyla karşınızdayım. İskelet kaslarında değişik oranlarda yavaş ve hızlı kasılan kas liflerinin olduğu bilinmektedir. Mesela m. gastrocnemius kasında hızlı kasılan kas liflerinin oranı daha baskındır. Bunun nedeni bu kasın, daha çok sıçrama kabiliyetine etki etmesi ve güçlü-hızlı kasılma yeteneğine sahip olmasıdır. Bir diğer yandan yapılan araştırmalar postür sağlamada etkili olan m. soleus kasında yavaş kasılan kas liflerinin oranının (%80-90) daha baskın olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni bu kasın daha çok aerobik egzersizlerde kullanılmasıdır. Tüm bunlara rağmen yine de iskelet kaslarının büyük kısmında neredeyse eşit oranlarda yavaş ve hızlı kasılan kas liflerinin olduğunu görmekteyiz. Yalnızca bazı iskelet kasları baskın olarak yavaş veya hızlı kasılan kas liflerinden meydana gelmiştir. Yine örnek olarak m. soleus, m. rectus abdominis, m. rectus femoris ve m. obliquus externus abdominis kaslarında yavaş kasılan kas lifleri (ST) daha baskın iken m. gastrocnemius, m. deltoideus ve m. biceps brachii kaslarında hızlı kasılan kas lifleri (FT) daha baskındır.

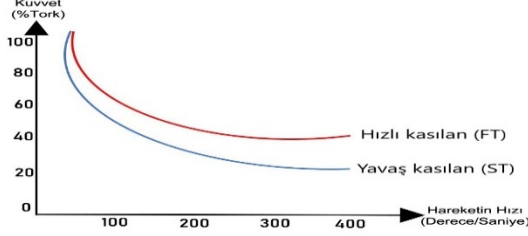
### Cevap E



29- Bir kasa kısa zaman aralıklarıyla art arda uyarı verildiğinde kasın gevşeme fırsatı bulamadan kasılı durumda kalması fizyolojik tetanus olarak adlandırılır. Tetanus durumunda kas esnekliğini yitirir ve sertleşir. Bu durum yorgunluk oluşuncaya dek devam eder. Kalp kasında hiçbir zaman tetanus durumu meydana gelmez.

### Cevap B

30- Hareketin hızı ve kuvvet ilişkisini incelediğimizde;



Hızlı kasılan kas liflerinin (FT) yavaş kasılan kas liflerine (ST) göre oranı yükseldikçe kas tarafından meydana getirilen kasılma hızının ve kuvvetin arttığı görülmektedir. Bilakis hızlı kasılan kas lifleri (FT) hem daha fazla kuvvet hem de daha yüksek kasılma hızlarına sahiptirler. Bundan dolayı kasta meydana getirilen güç, kasın kasılma hızına ve kuvvete (yüke) dayalı olarak oluşur. Hızlı kasılan kas liflerinde güç oluşumu, yavaş kasılan kas liflerine göre daha fazladır. Tabloya baktığımızda yavaş kasılan (ST) kas lifleri daha fazla olan sporcuların eğrisinin aşağı doğru belirgin biçimde kaydığını görürüz.

### Cevap D

## 4. BÖLÜM - DOLAŞIM SİSTEMİ VE EGZERSİZ

1- Kalbin ileti sistemi göz önüne alındığında doğru sıralama sinoatrial düğüm, atriyoventriküler yollar, his demeti, purkinje lifleri, miyokard kası şeklinde olacaktır. Bu ileti sisteminde sinoatrial düğümde yavaş, atrium kasında orta, atriyoventriküler düğümde yavaş, his demeti ve purkinje liflerinde ise hızlıdır.

### Cevap A

2- Kanın damar dışına çıkması durumunda pıhtılaşmayı sağlayarak kanamayı durduran kan hücresi kan pulcuklarıdır (trombositler). Yaşam süresi kısa olan bu hücreler kemik iliğinde ve akciğerlerde üretilir.

### Cevap C

3- Herhangi bir mikroorganizmanın ya da virüsün vücuda girmesi durumunda anında sayıları artarak hastalıklara karşı vücudu savunma işlevi olan kan hücresi akyuvarlardır (lökositler). Kırmızı kemik iliklerinde ve lenf düğümlerinde üretilirler. Aynı zamanda mikroplarla savaşmak üzere antikor denenen çok özel proteinleri üretirler.

### Cevap D

4- Yapısında kana kırmızı rengini veren, oksijen taşıyan ve demir bulunan hemoglobin bulunan kan hücresi alyuvarlardır (eritrositler). Alyuvar eksikliğinde kansızlık (anemi) gelişir. Ortalama yaşam süresi 120 gün olan eritrositler kırmızı kemik iliğinde üretilirler.

### Cevap B

5- Akciğerlerde arındırılarak pulmoner venlerle sol atriuma gelen temiz kan, mitral kapağı aşarak sol ventriküle ulaşır. Sistol esnasında, sol ventrikülden aorta pompalanır. Aort ile bütün doku ve hücrelere ulaştırılır. Dokularda gaz değişimine uğrayarak kirlenen kan, vena cavalalarla kalbin sağ atriumuna getirilir. Kalp ile dokular arasında meydana gelen bu dolaşıma sistemik dolaşım (büyük dolaşım) denir. Kısaca sistemik dolaşım, temiz kanın bütün dokulara ulaştırılarak hücrelerin oksijen ve besin gereksiniminin karşılanmasını ve dokulardaki atık maddelerin alınarak uzaklaştırılmasını sağlayan dolaşımdır.

### Cevap E

6- Sporcularda strok volüm (kalpten bir atımda pompalanan kan miktarı) arttıkça dinlenik kalp atım hızı azalır. Bunun sebebi, kalp atım hacminin atmasına rağmen dinlenik kalp debisinde değişiklik olmamasıdır. İstirahat şartlarında sporcuların strok volümü (kalp atım hacimleri) sedanterlere göre daha yüksek, kalp atım hızları sedanterlere göre daha düşüktür. Bunun sebebi ise sporcularda kalp hipertrofisinin yaşanmasıdır. Aynı şiddette egzersiz yaptıklarında sporcuların kalp atım hızları sedanterlere göre daha düşük çıkmaktadır.

### Cevap A

7- Kalp debisi, kalbin bir dakikada pompalayabildiği kan miktarıdır. Egzersiz esnasında sporcu olmayanlarda kalp debisi yaklaşık dört kat artarken aktif sporcularda yedi kat artabilmektedir. Sporcularda maksimum oksijen kullanma kapasitesinin (MaksVO<sub>2</sub>) yüksek olmasının en önemli nedeni olan strok volüm (kalp atım hacmi) ne kadar yüksek ise maksimum oksijen kullanma kapasitesi de o kadar yüksek olmaktadır. Profesyonel sporcularda görülen kalp hipertrofisi sonucunda kalp hacmi 800 ml'den 1000 ml'ye kadar artmaktadır. Bunun neticesinde kalp debisi artmaktadır. Sporcunun kalp debisi arttıkça yine aynı şekilde maksimum oksijen kullanma kapasitesi de artış göstermektedir. Yani pozitif güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Bunu en iyi yansıtan tablo ise D seçeneğinde verilmiştir.

#### **Cevap D**

8- Sporcular, normal bireylere göre maksimal kalp atım hızlarına daha geç ulaşırlar. Bu nedenle sporcuların maksimal oksijen kullanma kapasitesi daha yüksektir. Egzersizde yorgunluk seviyesine gelindiğinde kalp atım hızında yavaşlama olur ve kalp atım hızı belirli bir düzeyde kalır. Egzersiz esnasında normal bireylerin kalp atım hızlarında sporculara göre daha fazla artış meydana gelir. Egzersizde aynı iş yüküne tabi tutulan iki bireyden, daha düşük kalp atım hızına sahip olan bireyin kalbi daha verimli çalışıyor demektir. Bu durum, her bir kalp atımında pompalanan kan miktarı ile ilgilidir. Sporcuların istirahat hâlindeki kalp atım hızları normal bireylere göre daha azdır çünkü sporcuların kalbi daha büyüktür.

#### **Cevap C**

9- Aerobik dayanıklılık antrenmanları yapan sporcularda aynı submaksimal iş yükü sonucunda kalp atım volümünde artış, aktif kasların kan akımında artış, yağ asidi oksidasyonunda artış, laktik asit üretiminde azalış, arterio-venöz O<sub>2</sub> farkında artış, mitokondri sayısı ve büyüklüklerinde artış, kas glikojen depolarında azalış, metabolik yakıt olarak laktik asit kullanımında artış, kalp hipertrofisinde artış, oksidatif enzim aktivitesinde artış kalp atım hızında azalış gerçekleşir.

#### **Cevap A**

10- Anaerobik dayanıklılık egzersizleri yapan sporcularda aynı maksimal iş yükü sonucunda strok volümde (kalp atım volümü) artış, glikolitik enzim aktivitesinde artış, laktik asit üretiminde artış, arterio-venöz O<sub>2</sub> farkında artış, oksidatif enzim aktivitesinde azalış gerçekleşir.

#### **Cevap C**

11- Kronik egzersizde kardiyovasküler sistemin adaptasyon sürecinde maksimal oksijen tüketimi (MaksVO<sub>2</sub>) artar, kalp hipertrofisi sağlanır, laktik asit tolerans artar, kan basıncı daha az yükselir, kapiller dansitede (kılcal damar yoğunluğu) artış meydana gelir, kan volümü ve hemoglobin miktarında artış meydana gelir. C seçeneğindeki ifade yanlıştır. Kalp hipertrofisinden dolayı kronik olarak kalp atım hızında bradikardi (kalp atım hızında alma) meydana gelir. Taşikardi (kalp atım hızının normalin üzerine çıkması) istenmeyen bir durumdur.

#### **Cevap C**

12- Sporcular belirli bir zamandan sonra irtifaya uyum sağlamaya başlarlar. Bu duruma aklimatizasyon denir. Yaklaşık olarak 2300 metreye kadar olan irtifalarda uyum süresi iki haftadır. Bundan sonraki her 610 metre için ek bir haftaya gereksinim duyulur. Yüksekte hemoglobinin oksijene doyumu (saturasyon) %98'den daha aşağılara düştüğünde hipoksi görülür. Hipoksi, dokulardaki oksijen düzeyinin azalmasıdır. Hipoksiye dayalı olarak solunumun artışı hiperventilasyona sebep olur. Hiperventilasyon, kandaki karbondioksit miktarını düşürüp oksijen miktarını artırmak üzere hızlı ve belli bir süre boyunca soluk alıp vermektir. Hiperventilasyona dayalı olarak kandaki asit-baz dengesinde bozulma meydana gelir. Dokulara yeterli derecede oksijen gönderebilmek için kalp atım hızı ve kalp debisi artar. Yükseklikte kalış zamanı birkaç günden daha uzun olduğunda gerçekleşen metabolik ve fizyolojik uyumlar şu şekildedir: Hiperventilasyon azalmaya başlar. Asit-baz dengesi sağlanır. Hemoglobin ve kırmızı kan hücreleri (eritrosit) seviyesinde artış görülür. Kanın oksijen taşıma kapasitesi artar. Kasın ve dokuların oksijen kullanma düzeyi artar. Mitokondri yoğunluğunda ve kılcal damarlarda artış meydana gelir.

#### **Cevap A**

13- Uzun süreli dayanıklılık egzersizlerine kardiyovasküler sistemin adaptasyon sürecinde istirahat esnasında dinlenik kalp atım hızı azalır, strok volüm artar, kardiyak debi değişmez, miyokard O<sub>2</sub> ihtiyacı azalır, laktik asit miktarı değişmez, arterio-venöz O<sub>2</sub> farkı değişmez.

#### **Cevap E**

14- Yapılan düzenli antrenmanlarla beraber kalpte hipertrofi meydana gelir. Aerobik ve anaerobik antrenmanlar sonucunda hücresel proteinlerin sentezinde artış, sol ventrikülün hacminde artış, her bir fibrilin kontraktıl proteinlerinin sayısındaki artış, sol ventrikülün duvar kalınlığında artış gözlemlenir. Bilhassa aerobik antrenmanlar sonucunda kalbin sol ventrikülünün hacminde artış, anaerobik antrenmanlar sonucunda ise kalbin sol ventrikülünün duvar kalınlığında artış meydana gelir. Yapılan araştırmalarda sağ atriumun çapında artışa rastlanılmadığına değinilmiştir.

#### **Cevap B**

15- Dinlenik haldeyken antrenmansız veya antrenmanlı bireylerin kalp debilerinde çok fark görülmez. Ancak egzersiz esnasında artan iş yükü ve oksijen kullanımı sebebiyle kalp debisinde de bir artış görülür. Yani oksijen kullanımı ile kalp debisi doğru orantılıdır. Kalp atım hızı, egzersiz esnasında oksijen kullanımı ile doğru orantılıdır. Yani egzersizin şiddeti stabilken kalp atım hızı yükseliyorsa kalbin oksijen alımı artıyor demektir. Antrenmanlar sayesinde kalp atım hacminin (strok volüm) artmasından dolayı kalp atım hızında azalma meydana meydana gelir. Bu nedenle sporcuların kalp atım hızları genelde düşük ancak kalp atım hacimleri yüksektir. Yani kalp atım hacmi ile kalp atım hızı ters orantılıdır. Antrenmanlar neticesinde hemoglobin düzeyinde artış görülmektedir. Bunun nedeni ise kan hacminin artmasıdır. Yani kan hacmi ile hemoglobin düzeyi doğru orantılıdır. Aerobik antrenmanlarla kalp debisinde görülen artış; kalbin hipertrofisi, strok volüm (atım hacmi) ve kalbin kasılma gücünün yükselmesine bağlıdır.

#### **Cevap B**

16- Starling yasasına göre kalbin pompalayacağı kan miktarını belirleyen en önemli unsur, toplardamarlar vasıtasıyla kalbe gelen kan miktarıdır. Bu duruma göre ventrikül (karıncık) içerisine giren kan miktarı ne kadar fazla olursa karıncık kasları da o fazla çok gerilip uzayacak, akabinde kalp kasılması da daha gcl olacak ve kalbin pompaladığı kan miktarı artacaktır. Bu yasaya göre kalp, aldığı kan kadar kan pompalar.

#### **Cevap D**

17- Soğuk ortamda uygulanan egzersizler esnasında vücutta fizyolojik ve davranışsal olarak birtakım değişiklikler oluşur. Soğuk ortamda uygulanan egzersizlerde vücudun iç ısı sabit tutulamazsa performansta düşme başlar. İ ısıdaki 1 derecelik azalma aerobik kapasiteyi %5-6 oranında düşürür. Soğuk ortamda kas tonusu artar, kas viskozitesi artar, kas kasılma süresi uzar, antagonist kasların geveşme süresi uzar, sinir iletiyi yavaşlar, reaksiyon zamanı ve refleks cevap süresi uzar, koordinasyon ve beceri bozulur, kondisyon azalır. Deri damarları ısı kaybını azaltmak üzere fizyolojik olarak vazokonstriksiyona uğrar. Vazodilatasyon (damarların genişlemesi) ise sıcak ortamda uygulanan egzersize vücudun gösterdiği uyumdur.

#### **Cevap A**

18- Kardiyovasküler sistem, egzersiz esnasında yaşadığı birçok uyum tepkisi ile anahtar rol oynamaktadır. Aerobik dayanıklılık antrenmanlarına kardiyovasküler sistemin adaptasyon süreci göz önüne alındığında submaksimal iş yükündeki egzersiz sonucunda oksidatif enzim aktivitesi artar. Kalp hipertrofisi artar, akabinde de kalp atım volümü artar. Bundan dolayı da kalp atım sayısı azalır. Glikojen kullanımı azalır. Laktik asit üretimi azalır. Miyokard O<sub>2</sub> ihtiyaı azalır. Kardiyak debi (kardiyak output) ise değişmez.

#### **Cevap C**

19- Maksimal bir egzersizin başlangııyla beraber kandaki hidrojen (H<sup>+</sup>) iyonlarının yoğunluğu atar ve kanın PH'ının düşmesine sebep olur. Laktat konsantrasyonu, artan laktik asit konsantrasyonu ve düşen pH ile paralellik gösterir. Maksimal bir egzersiz esnasında net laktat üretiminin önemli bir kısmının kastan uzaklaştırıldığı bilinmektedir. Ancak yine de egzersiz sırasında hem kas laktat konsantrasyonu hem de kastan kana laktat geçişi artar. Kan ile dokuyu meydana getiren oksijenin daha büyük bir kısmının kullanılması arterio-venöz oksijen farkı (a-v O<sub>2</sub> farkı) olarak adlandırılır. Egzersiz esnasında, egzersizin şiddeti ile a-v O<sub>2</sub> farkı arasında yüksek bir ilişki olduğu bilinmektedir. Hafif ve orta şiddetteki bir egzersizde arterio-venöz oksijen farkı 15 ml/100 ml kan gibi bir seviyeye çıkarken maksimal bir egzersizde 17 ml/100 ml kan gibi bir seviyeye çıkar. Toplardamarlardan kalbin sağ kulakğına bir dakikada akan kan miktarı venöz dönüş olarak adlandırılır. Venöz dönüş, egzersizin başlangııyla beraber artış gösterir.

#### **Cevap B**

20- Aerobik eşikte kan La konsantrasyonu 2 mmol dolaylarındadır ve nabız 130-150/dk arasındadır. MaksVO<sub>2</sub>'nin %50-75'ine denk gelir. Anaerobik eşik hızının dayanıklılık koşusu performansı için en iyi belirleyici etken olduğu ortaya konmuştur. Anaerobik eşikte kan laktat konsantrasyonu 4 mmol civarındadır ve bu şiddette bir egzersizi 40 dakika ile 1 saat boyunca sürdürmek mümkündür. Nabız 150-170/dk arasında, yoğunluk ise %70-90 olabilir.

#### Cevap B

### 5. BÖLÜM - SOLUNUM SİSTEMİ VE EGZERSİZ

1- Soluk alıp verme mekanizması şu şekildedir:

SOLUK ALMA (İNSPİRASYON)	SOLUK VERME (EKSPİRASYON)
1- Kaburgalar arasındaki kaslar kasılır.	1- Kaburgalar arasındaki kaslar gevşer.
2- Diyafram kası kasılır.	2- Diyafram kası gevşer.
3- Akciğerler genişler.	3- Göğüs boşluğu daralır.
4- Akciğerdeki hava basıncı düşer.	4- Akciğerler daralır.
5- Oksijen alveollere kadar ulaşır.	5- Alveollerdeki karbondioksit dışarı atılır.

#### Cevap C

2- Tidal volüme, soluk hacmi veya solunum derinliği de denir. Normal koşullarda inspirasyonla alınan ve ekspirasyonla verilen hava hacmini ifade eder. Ortalama 500 ml kadardır. Vital kapasite, zorlamalı bir inspirasyondan sonra en kuvvetli ekspirasyonla atılan hava hacmini ifade eder. Ortalama 4600 ml kadardır. Rezidüel volüm, yapılabilecek en zorlu ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava hacmini ifade eder. Bir başka deyişle en zorlamalı ekspirasyonla bile atılamayan hava hacmidir. Yaklaşık 1200 ml kadardır. Total akciğer kapasitesi, zorlamalı inspirasyon sonunda akciğerlerdeki bütün hava hacmini ifade eder. Ortalama 5800 ml kadardır. Fonksiyonel rezidüel kapasite, normal ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan bütün hava hacmini ifade eder. Ortalama 2300 ml kadardır.

#### Cevap E

3- Vital kapasite, zorlamalı bir inspirasyondan sonra en kuvvetli ekspirasyonla atılan hava hacmini ifade eder. İspirasyon kapasite ile ekspirasyon yedek volümünün toplamını oluşturur. Yaklaşık olarak 4600 ml'dir. Vital kapasite kadınlarda 2,5-4,5 litre, erkeklerde ise 3-5 litre arasındadır. İspirasyon kapasitesi, normal ekspirasyondan sonra yapılabilecek en kuvvetli inspirasyonla alınabilen hava hacmini ifade eder. Ortalama 3500 ml kadardır. Ekspirasyon yedek volüm, normal bir ekspirasyondan sonra zorlamalı bir ekspirasyonla çıkarılması mümkün hava hacmini ifade eder. Ortalama 1.100 ml kadardır.

#### Cevap D

4- Egzersizin sırasında dokuların oksijen ihtiyacı artar. Akciğer kan akımı artarak akciğerlerden kana giren oksijen miktarı da artar. Böylelikle alveollerden kana oksijen difüzyonunun artmasıyla beraber kana daha çok oksijen verilir. Egzersizde dakika solunumunun artması, aktif kaslarda oksijen tüketimi ve karbondioksit üretiminin artmasıyla doğru orantılıdır. Egzersizde soluk hacmi (tidal volüm) ve solunum frekansının artmasıyla solunumun dakika hacminde de belirgin bir artış oluşur. Egzersizin başında yaşanan ventilasyon artışı, solunum frekansı ve derinliğindeki artışla beraberdir. Toplam akciğer kapasitesi ise hafif düşer.

#### Cevap B

5- Maksimal bir egzersiz esnasında 1 kilogram kas kütleinin bir dakikada kullandığı oksijen miktarı maksimum oksijen kullanma kapasitesi (MaksVO<sub>2</sub>) olarak adlandırılır. Antrenmanlar sonucunda 1-2 ay sonra sporcuların solunum hacmi ve solunum frekanslarında gözle görülür değişimler oluşur. Bu noktadaki asıl gelişen olay sporcunun maksimal oksijen tüketim kapasitesidir. Antrenmanlar neticesinde MaksVO<sub>2</sub>'de %10'luk bir gelişim olur.

#### Cevap C

6- Egzersiz esnasında akciğer hacim ve kapasitelerindeki değişiklikler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

<b>AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİ</b>	<b>EGZERSİZ ESNASINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER</b>
Tidal Volüm	Artar
İnspirasyon Yedek Volüm	Düşer
Ekspirasyon Yedek Volüm	Hafif Düşer
Rezidüel Volüm	Hafif Düşer
İnspirasyon Kapasitesi	Artar
Fonksiyonel Rezidüel Kapasite	Hafif Artar
Vital Kapasite	Hafif Düşer
Total Akciğer Kapasitesi	Hafif Düşer

Egzersiz esnasında dakika ventilasyondaki artışları sağlamak için tidal volüm artar. Buna dayalı olarak da inspirasyon yedek volüm ve ekspirasyon yedek volümde düşüş olur. Artan akciğer kan akımı sebebiyle total akciğer kapasitesi ve vital kapasitede azalma olur. Sonuç olarak inspirasyon kapasitesi ve fonksiyonel rezidüel kapasite bir miktar artar.

#### **Cevap A**

7- Antrenmanlı sporcularda aerobik eşik, MaksVO<sub>2</sub>'nin %50-75'i arasındadır ve %75 MaksVO<sub>2</sub>'nin üzerinde laktat birikim hızında artış olur. Aerobik eşik sınırlarında kabul edilen %50 MaksVO<sub>2</sub> yoğunluğunda sürdürülen bir egzersizde kas laktat seviyesinin dördüncü dakikada 1.8 mmol/kg'a yükseldiği ancak daha sonra egzersiz devam ettikçe düştüğü ve on ikinci dakikada 0.7 mmol/kg'a gerilediği bilinmektedir. %70 MaksVO<sub>2</sub> seviyesinde de egzersizin dördüncü dakikasında kas laktat konsantrasyonunun 3.7mmol/kg'a yükseldiği, on ikinci dakikada ise 2.8mmol/kg'a düştüğü bilinmektedir. Yaklaşık olarak aynı yaşta ve MaksVO<sub>2</sub> değerleri eşit olan (3 L/dk) iki koşucu, MaksVO<sub>2</sub>'lerinin %50'sine denk gelen şiddette egzersiz uyguladıklarında; biri 5 dakika, diğeri 35 dakika sonra yorulmuştur. Burada MaksVO<sub>2</sub>'lerinin %50'sine denk gelen şiddet aerobik eşiği ifade etmektedir. Aynı MaksVO<sub>2</sub> değerine sahip olmalarına karşın bu iki koşucunun yorulmaya başlama sürelerinin farklı olması aerobik eşikteki iş yüklerinin farklı olmasıyla ilgilidir.

#### **Cevap E**

8- ACSM formülü 1 MET değerini tüm bireylerde 3,5 ml.dk<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> olarak kabul eder. Uluslararası düzeyde kabul gören sınıflandırmaya göre; 3 MET altı her aktivite hafif şiddette, 3 ile 6 MET arası her aktivite orta şiddette ve 6 MET ve daha fazla olan her aktivite de yüksek şiddette fiziksel aktivite olarak değerlendiriliyor. Beden ağırlığı 70 kg olan bir bireyin 7 MET'lik bir egzersiz esnasında bir dakikada harcayacağı oksijen miktarı mililitre cinsinden soruluyor. ACSM'ye göre bu soru "MET x 3,5 x kg" formülüyle bulunabilir. Buna göre doğru hesaplama 7 MET x 3.5 ml x 70 = 1715 ml/O<sub>2</sub> şeklinde olacaktır.

#### **Cevap A**

9- Aerobik eşik, 2 mmol kan laktat konsantrasyonuna denk gelen koşu hızını (egzersiz şiddeti) ifade eder. Anaerobik eşik, 4 mmol kan laktat konsantrasyonuna denk gelen koşu hızını ifade eder. MaxVO<sub>2</sub>, maksimal egzersizde dokuların bir dakikada kullandığı oksijen miktarını ifade eder. Koşu ekonomisi, belirli bir submaksimal (doruk altı) yükte daha az enerji kullanarak aynı işi yapabilmeyi ifade eder. Laktik asit tolerans, bireyin yüksek şiddette egzersizi sürdürebileceği maksimum laktat konsantrasyonunu ifade eder. Osnes ve Hermansen (1972) tarafından 32.1 mmol kan laktat düzeyi tespit edilmiştir. Düzenli antrenman uygulayan ancak elit olmayan sporcuların aerobik eşik seviyesinde 1 saatten uzun koşabileceği bilinmektedir. Bu şiddette, elit sporcular egzersizi 2 saat, hatta daha uzun bir süre sürdürebilir. Nabız 130-150/dk, kan laktat konsantrasyonu ise 2-3 mmol dolaylarındadır.

#### **Cevap D**

10- Egzersizden sonra solunum frekansı (kişinin bir dakika içinde nefes alma ve verme sayısı), oksijen borçlanması bitene kadar bazal seviyeye inmez. Egzersizden sonra solunumu etkileyen, oksijen ve karbondioksitteki değişikliklerden daha çok laktik asit birikmesinden dolayı hidrojen iyonu (H<sup>+</sup>) yoğunluğunun artmasıdır. Laktik asit ve bundan dolayı hidrojen iyonlarının (H<sup>+</sup>) uzaklaştırılması ile beraber solunum fonksiyonları da normal koşullara geri döner.

#### **Cevap C**

11- Rezidüel volüm, yapılabilecek en zorlamalı ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava hacmini ifade eder. Başka bir deyişle en güçlü ekspirasyonla bile atlamayan hava hacmidir. Yaklaşık 1200 ml kadardır. Fonksiyonel rezidüel kapasite, normal bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan bütün hava hacmini ifade eder. Ekspirasyon yedek volüm, normal bir ekspirasyondan sonra zorlu bir ekspirasyonla çıkarılması mümkün hava hacmini ifade eder.

#### Cevap B

12- Akciğerin hacim ve kapasiteleri beden yapısı ile ilgili olup sporcular ve sporcu olmayanlar arasında pek bir fark görülmez. Bazı sporcuların daha fazla akciğer kapasitesinin olmasının nedeni genetik faktörler ve beden boyutudur. Yaklaşık olarak aynı boya ve kiloya sahip olan maratoncu ve normal bir insanın akciğer kapasiteleri aynı olabilir. Bu durum yüzme, dalma ya da su topu uğraşan sporcularda farklıdır. Suyun göğüs kafesine yaptığı basınç sebebiyle bu sporcuların vital kapasitelerinde artış görülür.

#### Cevap E

13- Vital kapasite, en kuvvetli inspirasyondan sonra en kuvvetli ekspirasyonla çıkarılan hava hacmini ifade eder. Vital kapasiteye genetik unsurlar, yaş, cinsiyet, vücut ağırlığı, boy, vücut yüzeyi (m<sup>2</sup>) ve vücut postürü gibi faktörler etki eder. Fakat genetik unsurlar ve vücut yüzeyi vital kapasiteyi etkileyen en önemli faktörlerdir.

#### Cevap D

14- Egzersiz esnasında akciğer hacim ve kapasitelerindeki değişiklikler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİ	EGZERSİZ ESNASINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER
Tidal Volüm	Artar
İnspirasyon Yedek Volüm	Düşer
Ekspirasyon Yedek Volüm	Hafif Düşer
Rezidüel Volüm	Hafif Düşer
İnspirasyon Kapasitesi	Artar
Fonksiyonel Rezidüel Kapasite	Hafif Artar
Vital Kapasite	Hafif Düşer
Total Akciğer Kapasitesi	Hafif Düşer

Egzersiz esnasında dakika ventilasyonundaki artışları sağlamak için tidal volüm artar. Buna dayalı olarak da inspirasyon yedek volüm ve ekspirasyon yedek volümde düşüş olur. Artan akciğer kan akımı sebebiyle toplam akciğer kapasitesi ve vital kapasitede azalma olur. Sonuç olarak inspirasyon kapasitesi ve fonksiyonel rezidüel kapasite bir miktar artar.

#### Cevap A

15- Maksimal laktat eşikleri her sporcu için farklı olmasına karşın genellikle kanda 3-5 mmol konsantrasyonda bulunmaktadır ve ortalama 4.05 mmol olarak tespit edilmiştir. Buna 4 mmol laktat eşiği (anaerobik eşik) denilmektedir. Bu sırada nabız genelde 150-170 arasındadır. İyi antrene olmayanlarda 4 mmol laktat eşiği MaksVO<sub>2</sub>'nin %50-60'ında ortaya çıkarken endurans bakımından iyi antrene sporcularda %85-90 MaksVO<sub>2</sub> düzeyine ulaşılabilir. Böylelikle daha yüksek hızlarda, dokulara daha fazla O<sub>2</sub> sağlayarak ve laktik asit düzeyinde önemli bir artış olmaksızın egzersizi daha uzun süre sürdürmek mümkün olabilir.

#### Cevap C

16- İyi bir dayanıklılık sporcusunun; belirli bir submaksimal iş yükünde düşük laktat konsantrasyonuna (aerobik eşik ve anaerobik eşik), iyi bir koşu ekonomisine, yüksek bir MaksVO<sub>2</sub>'ye ve tolere edilebilen maksimal iş yükünde yüksek bir laktat konsantrasyonuna ihtiyacı vardır. Koşu ekonomisi, bir sporcunun belirli bir submaksimal iş yükünde daha az enerji kullanarak aynı işi yapabilmesini ifade eder. Aerobik performans için koşu ekonomisi çok önemlidir. Belirli bir hızda koşarken daha az enerji harcayanlar, uzun mesafe koşularında daha avantajlıdır. Bu nedenle, koşu stilini koşu ekonomisini geliştirecek şekilde modifiye etmek önemlidir. MaksVO<sub>2</sub>'leri, anaerobik eşikleri ve diğer bütün verileri birbirine eşit olan iki koşucudan koşu ekonomisi daha iyi olan daha yüksek hızda ve daha az laktat birikimi ile koşuyu devam ettirebilecektir. Laktik asit tolerans ise bireyin yüksek şiddette egzersizi sürdürebileceği maksimum laktat konsantrasyonunu ifade eder. Osnes ve Hermansen (1972) tarafından 32.1 mmol kan laktat düzeyi tespit edilmiştir.

#### Cevap B

17- Maksimal bir egzersiz esnasında 1 kilogram kas kütesinin bir dakikada kullandığı oksijen miktarı  $\text{MaksVO}_2$  (maksimum oksijen kullanma kapasitesi) olarak adlandırılır. Antrenmanlar sonucunda maksimum oksijen kullanma kapasitesinde yaklaşık %10'luk bir gelişim gözlenir. Birey, antrenmanlı veya antrenmansız olduğu evrelerde vücut gereksiniminden daha fazla oksijeni karşılayabilmektedir. Önemli olan, antrenmanlarda alınan oksijenin kullanılabilirliğinin ( $\text{MaksVO}_2$ ) geliştirilmesidir. Üst seviyede  $\text{MaksVO}_2$  sporcunun uzun süreli uyguladığı yüksek şiddetteki egzersizleri destekler, uzun ve şiddetli bir egzersizden sonra çabuk toparlanmasına yardımcı olur, sporcunun fazla yorgunluk göstermeksizin daha aktif olmasını sağlar ve uzun süreli yarışmalarda sporcunun daha başarılı olmasını sağlar. Bu nedenle cevabımız egzersizin uzun olmasıyla bağlantılı olarak maraton branşı olacaktır.

#### **Cevap E**

18- Ventilasyon artışı egzersizle beraber değil, egzersizden hemen önce başlar. Bu artışın sebebinin serebral korteksten, yani beyin kabuğundan çıkan uyarılar olduğu düşünülür. Egzersizde ventilasyonun artması, aktif kaslarda  $\text{O}_2$  tüketimi ve  $\text{CO}_2$  üretimi ile doğru orantılıdır. Bu artış  $\text{O}_2$  kullanımından daha çok  $\text{CO}_2$  üretimi tarafından düzenlenir. İyi antrene kişiler aynı iş yükü egzersizler esnasında antrenmansız bireylere göre daha düşük dakika ventilasyona ihtiyaç duyarlar. Bu düşük ventilatuvar cevap, daha çok dayanıklılık sporcularında gözlenir. Egzersizin başlangıcıyla birlikte ventilasyonda iki temel değişiklik oluşur. İlk birkaç saniyede hızlı bir artış görülür (eklem ve kas reseptörlerinden gelen uyarılar), bu hızlı artışı yavaş artış izler, eğer yüklenme maksimal şiddetin altında ise (submaksimum) artış kararlı seviyeye (steady state) ulaşana kadar devam eder. Maksimal şiddetteki egzersizlerde kararlı seviye oluşmayıp ventilasyon artışı egzersiz sonlanana dek devam eder.

#### **Cevap A**

19- Aerobik dayanıklılık antrenmanları sonrasında akciğer hacim ve kapasitelerinin durumu ile ilgili olarak vital kapasite (en kuvvetli inspirasyondan sonra en kuvvetli ekspirasyonla çıkarılan hava hacmi) çok az artar, rezidüel volüm (yapılabilecek en zorlamalı ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava hacmi) çok az azalır, total akciğer kapasitesi (zorlamalı inspirasyon sonunda akciğerlerdeki bütün hava hacmi) genel olarak değişmez, tidal volüm (Normal koşullarda inspirasyonla alınan ve ekspirasyonla verilen hava hacmi) ise istirahat ve submaksimal egzersiz esnasında fazla değişmez fakat maksimal egzersizler esnasında artar. Inspirasyon yedek volüm ise artar.

#### **Cevap E**

20- Anaerobik eşik artırmalı bir egzersizde hem kan laktat değerlerinden hem de oksijen tüketimi değerlerinden belirlenebilmektedir. Anaerobik eşik, kan laktat konsantrasyonunun 4 mmol seviyesine ulaştığı egzersiz yoğunluğu olarak tanımlanmaktadır. Solunum değişim oranı (RER) ise metabolizma esnasında solunum ile salınan karbondioksitin alınan oksijene oranı olarak tanımlanmaktadır. Solunum değişim oranı 0,71 ise enerji kaynağı olarak tamamen yağların kullanıldığı, 0,85 oranında yağlar ve karbonhidratların eşit düzeyde enerji kaynağı olarak kullanıldığı, 1,00 oranında ise tamamen enerji kaynağı olarak karbonhidratların kullanıldığı varsayılmaktadır. Aerobik metabolizmadan anaerobik metabolizmaya geçiş esnasında  $\text{VCO}_2$  (pulmoner karbondioksit atılımı) eğrisi,  $\text{VO}_2$  (pulmoner oksijen alımı) eğrisine göre daha fazla artış göstermektedir. Bunun neticesi olarak solunum değişim oranı (RER) 1,00'in üzerine çıkmakta ve bu nokta laktat asidoz eşiği ya da anaerobik eşik olarak tanımlanmaktadır. Anaerobik eşik noktası, karbondioksitin fazla tüketildiği an olarak belirlenmektedir.

#### **Cevap E**

21-  $\text{MaksVO}_2$  (aerobik güç), maksimal bir egzersizde dokuların 1 dakikada kullandığı  $\text{O}_2$  miktarıdır.  $\text{MaksVO}_2$ 'ye denk gelen hızlarda kan laktat konsantrasyonu 8-12 mmol'dür ve  $\text{MaksVO}_2$  hızında egzersiz, en iyi mukavemet koşucuları tarafından bile 10-12 dakika sürdürülebilir. Bu nedenle yalnızca 5-15 dakika arası maksimal şiddetli egzersizlerde dominant kabul edilir.

#### **Cevap D**

22- Aerobik eşikte kan laktat konsantrasyonu 2 mmol dolaylarındadır ve nabız 130-150/dk arasındadır.  $\text{MaksVO}_2$ 'nin %50-75'ine karşılık gelir. Anaerobik eşik hızının dayanıklılık koşusu performansı için en iyi belirleyici olduğu ortaya konmuştur. Anaerobik eşikte kan laktat konsantrasyonu 4 mmol dolaylarındadır ve bu şiddette bir egzersizi 40 dakika ile 1 saat boyunca sürdürmek mümkündür. Kalp atım hızı 150-170/dk arasında, yoğunluk ise %70-90 olabilir. İyi antrene olmayanlarda 4 mmol laktat eşiği  $\text{MaksVO}_2$ 'nin %50-60'ında ortaya çıkarken, endurans bakımından iyi antrene sporcularda %85-90  $\text{MaksVO}_2$  seviyesine ulaşılabilir. Bu anlatılanlardan yola çıktığımızda maksimal oksijen tüketimlerinin %90'ına denk gelen şiddette egzersiz yapan aynı yaştaki iki sporcunun yorulma sürelerinin birbirinden farklı olması anaerobik eşikteki iş yüklerinin farklı olmasıyla açıklanabilir.

#### **Cevap A**

23- Total akciğer kapasitesi, zorlamalı inspirasyon sonunda akciğerlerdeki bütün hava hacmini ifade eder. Vital kapasite ile rezidüel volümün toplamını oluşturur. Ortalama 5800 ml kadardır.

#### Cevap E

24- İyi antrene sporcularda aerobik eşik  $VO_{2maks}$ 'ın %50-75'i aralığındadır ve %75  $VO_{2maks}$ 'ın üstünde laktat birikim hızı artar. Aerobik eşik sınırlarında kabul edilen %50  $VO_{2maks}$  yoğunluğunda devam ettirilen bir egzersizde kas laktat seviyesinin dördüncü dakikada 1.8 mmol/kg'a yükseldiğini ancak daha sonra egzersiz devam ettikçe düştüğünü ve on ikinci dakikada 0.7 mmol/kg'a gerilediği bilinmektedir.

#### Cevap B

25- ACSM formülü 1 MET değerini tüm bireylerde  $3,5 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  olarak kabul eder. Uluslararası düzeyde kabul gören sınıflandırmaya göre; 3 MET altı her aktivite hafif şiddette, 3 ile 6 MET arası her aktivite orta şiddette ve 6 MET ve daha fazla olan her aktivite de yüksek şiddette fiziksel aktivite olarak değerlendiriliyor. Beden ağırlığı 65 kg olan bir bireyin 6 MET'lik bir egzersiz esnasında bir dakikada harcayacağı oksijen miktarı mililitre cinsinden soruluyor. ACSM'ye göre bu soru "MET x 3,5 x kg" formülüyle bulunabilir. Buna göre doğru hesaplama  $6 \text{ MET} \times 3,5 \text{ ml} \times 75 = 1575 \text{ ml/O}_2$  şeklinde olacaktır.

#### Cevap C

26- Gelişmiş bir anaerobik eşik hızı, daha yüksek hızlarda ve daha az kan laktat konsantrasyonu ve buna dayalı olarak da daha geç yorgunluk manasına gelecektir. Bu düzeye denk düşen egzersiz şiddetinde egzersiz 40 dakika, hatta 1 saatin üzerinde devam ettirebilmek mümkündür. Kindermann ve arkadaşları 1979 yılında 4 mmol kan laktat eşiği düzeyinde yapılan 30 dakikalık bir egzersizde bütün deneklerin kan laktat oranında ve nabızda değişiklik olmaksızın %85 Maks $VO_2$  ile devam ettirebildiğini bildirmişlerdir.

#### Cevap C

27- Maksimal bir egzersiz esnasında 1 kilogram kas kütesinin bir dakikada kullandığı oksijen miktarı maksimum oksijen kullanma kapasitesi (Maks $VO_2$ ) olarak adlandırılır. Antrenmanlar sonucunda 1-2 ay sonra sporcuların solunum hacmi ve solunum frekanslarında gözle görülür değişimler oluşur. Bu noktadaki asıl gelişen olay sporcunun maksimal oksijen tüketim kapasitesidir. Antrenmanlar neticesinde Maks $VO_2$ 'de %10'luk bir gelişim olur. Maksimal oksijen tüketim kapasitesi gelişmiş bir sporcunun yüksek şiddette ve uzun süreli egzersizlerde daha başarılı olması, yoğun bir egzersizden sonra daha hızlı toparlanması, devam eden bir egzersiz esnasında yorgunluk belirtilerinin daha geç görülmesi ve uzun süreli (aerobik) egzersizlerde daha başarılı olması beklenir. Fakat akciğerin hacim ve kapasiteleri beden yapısı ile ilgili olup sporcular ve sporcu olmayanlar arasında pek bir fark görülmez. Bazı sporcuların daha fazla akciğer kapasitesinin olmasının nedeni genetik faktörler ve beden boyutudur. Yaklaşık olarak aynı boya ve kiloya sahip olan maratoncu ve normal bir insanın toplam akciğer kapasiteleri aynı olabilir. Bu durum yüzme, dalma ya da su topu uğraşan sporcularda farklıdır. Suyun göğüs kafesine yaptığı basınç sebebiyle bu sporcuların vital kapasitelerinde artış görülür.

#### Cevap E

28- Bedenimizdeki solunumu ayarlayan pek çok mekanizma vardır fakat bunların içinde en kritiği parsiyel arteriyel karbondioksit basıncıdır (Pa $CO_2$ ). Bilindiği gibi karbondioksit ( $CO_2$ ), oksijen gibi solunum ile alınmaz, metabolik bir ürün olarak oluşur. Kanda parsiyel karbondioksit basıncı (p $CO_2$ ) belirli bir değere ulaştığında soluk alınır. Bu değer istemli olarak soluk tutmanın yenildiği üst sınır diye de tanımlanabilir. Bir metabolik ürün olan karbondioksitin ( $CO_2$ ) üretim hızı metabolizma ile belirlenir. Dolayısıyla kandaki parsiyel karbondioksit basıncının (p $CO_2$ ) başlangıçtaki değeri düşük olduğunda bu noktaya ulaşmak da geç olur. Diğer bir deyişle daha uzun süre soluk tutulabilir. Karbondioksitin ( $CO_2$ ) başlangıç değerini azaltabilmek hiperventilasyon vasıtasıyla mümkün olabilir. Hiperventilasyon uyguladıktan sonra serbest dalış yapan bir dalgıcın kan parsiyel karbondioksit basıncı (p $CO_2$ ) başlangıçtan itibaren düşük olduğundan dolayı geç yükselir ve soluk almasını uyaracak bir parsiyel arteriyel karbondioksit basıncına (Pa $CO_2$ ) geç ulaşılır. Kısacası hiperventilasyon hızlı bir şekilde nefes alıp verme işlemidir. Bu işlem esnasında aldığımız havanın içindeki karbondioksit miktarı düşerken oksijen miktarı yükselmez. İnsan beyni ise soluk alma kararını vermek için ciğerlerin içindeki havanın karbondioksit oranına bakar. Dalış öncesi hiperventile olan insanın beyni, karbondioksit miktarını düşük olarak algıladığından dolayı soluk alma gereksinimi duymaz. Fakat bu suni bir durumdur ve yeteri kadar oksijen alınmadığından dolayı dalışın son safhasında, yüze çıkma esnasında göz karaması, hatta bayılma gözlenebilir.

#### Cevap D

29- Total akciğer kapasitesi, zorlamalı inspirasyon sonunda akciğerlerdeki bütün hava hacmini ifade eder. Vital kapasite ile rezidüel volümün toplamını oluşturur. Ortalama 5800 ml kadardır.

#### Cevap A



30- 6 ay boyunca, haftada 3-4 defa ve günde 30 dakika %75 maksVO<sub>2</sub> şiddetiyle uygulanan egzersiz sonucunda ortaya çıkan tablo şu şekildedir:

SOLUNUM PARAMETRELERİ	ANTRENMAN ÖNCESİ DEĞERLER	ANTRENMAN SONRASI DEĞERLER
Solunum Dakika Hacmi (L/DK)	İstirahat : 7	6
	Maksimal Egzersiz : 110	135
Solunum Frekansı (DK)	İstirahat : 14	12
	Maksimal Egzersiz : 40	45
Solunum Hacmi (L)	İstirahat : 0,5	0,5
	Maksimal Egzersiz : 2,75	3
Vital Kapasite (L)	5,8	6

**Cevap B**

## 6. BÖLÜM - SINIR SİSTEMİ VE EGZERSİZ

1- Nöromusküler kavşağın nörotransmitter maddesi olan asetilkolin, kas hücrelerinde yer alan özelleşmiş hücrelerden kalsiyum iyonunu açığa çıkarır.

**Cevap E**

2- Bedenin hareketi, dengesi ve postürünün sağlanması gibi işlevleri olan merkezî sinir sistemi yapısı beyinciktir. Hipotalamusun; beden ısısının dengede kalması, susuzluk ve açlık hissinin oluşması gibi işlevleri vardır. Beyin sapı; kan basıncı, kalp hızı ve solunum gibi hayati işlevlerin düzenlenmesinden sorumludur. Talamus, çevreden gelen uyarıları beyin kabuğuna ileten yapıdır. Beyin kabuğunun; düşünme, istemli hareket, konuşma, algılama ve sonuç çıkarma gibi işlevleri vardır.

**Cevap B**

3- Sinir hücreleri impuls olarak uyarılabilir ve bu impulsları diğer nöron veya hücrelere iletebilir. Her nöronda bir gövde ve gövdeyle bağlantılı olan akson ve dendrit olarak adlandırılan iki tip uzantı bulunur. Sinir hücresinin sitoplazmasına nöroplazma, hücre zarına ise nörolemma denir. Dendrit, hücreye gelen impulsları alan uzantıdır. Hücre tipine göre değişmekle beraber genelde sayıları birden fazladır. Akson, hücre gövdesinden çıkan uzun ve tek uzantıdır. Dendritler aldıkları impulsu gövdeye doğru, aksonlar ise gövdeden aldıkları impulsu başka bir sinir hücresi ya da vücut hücresine iletir. Bu sebeple nöronlarda impulsun iletim yönü her daim dendritlerden aksona doğrudur.

**Cevap D**

4- Nöronlar fonksiyonlarına göre üç kategoriye ayrılır. Afferent nöron (duyu nöronu), vücut içi ya da dışından gelen birçok uyarıyı alıcılardan (reseptör) olarak merkezî sinir sistemindeki ilgili merkezlere ileten nörondur. Efferent nöron (motor nöron), uyarıyı merkezî sinir sistemindeki merkezlere alarak ilgili organlara (salgı bezi, kas vb.) ileten nörondur. İnternöron (ara nöron), afferent ve efferent nöronlar arasında bağlantı kuran nörondur. Bunlar yalnızca merkezî sinir sistemi içerisinde bulunur.

**Cevap C**

5- Kemoreseptör, buldukları ortamın kimyasal içeriğindeki değişimlere duyarlı reseptördür. Termoreseptör, vücut sıcaklığının altındaki ve üstündeki sıcaklık değerlerine duyarlı reseptördür. Mekanoreseptör; ses, basınç, titreşim, temas, denge vb. değişikliklere duyarlı reseptördür. Fotoreseptör, gözde bulunan ışığa duyarlı reseptördür. Nosireseptör, ağrı reseptörüdür. Ozmoreseptör, kandaki ozmotik basınca duyarlı reseptördür.

**Cevap A**

6- İskelet kaslarıyla doğrudan temas kuran ve bu kasları harekete geçiren sinir sistemi somatik sinir sistemidir. Somatik sinir sistemi, merkezî sinir sistemine bilgi ileten afferent (duyusal) sinir liflerinden ve iskelet kaslarını uyaran efferent (motor) sinir liflerinden meydana gelir.

**Cevap D**

7- Kas liflerinin gerilme ve uzunluk değişimleri hakkında bilgi veren organ kas iğciğidir. Kas iğciği, herhangi bir dirence karşı koymak için kasılması gereken motor ünite sayısının belirlenmesinde kasa yardımcı olur.

#### Cevap B

8- Hücreler faal olmadığında, mesela kas hücresi kasılmadığında, dinlenim potansiyeline sahiptir. Kas hücresi kasıldığında meydana gelen potansiyel ise aksiyon potansiyelidir. Burada belirleyici olan en temel iyonlar sodyum (Na<sup>+</sup>) ve potasyumdur (K<sup>+</sup>). Potasyum, hücre içi sıvının; sodyum ise hücre dışı sıvının en önemli katyonudur.

#### Cevap D

9- Nöronlar arasında veya bir nöron ile başka tür bir hücre arasında iletişimi sağlayan kimyasallara nörotransmitter denir. Başlıca uyarıcı nörotransmitterler; asetilkolin, astilkolinesteraz, serotonin, norepinefrin, epinefrin, dopamin, gama aminobütirik asit (GABA) ve glisindir. Titin ise nörotransmitter değil, çizgili kas dokularının kasılmasında önemli olan elastik bir proteindir. Sarkomerdeki Z çizgisini M çizgisine bağlar. Titin, sarkomerin bilinen en büyük proteindir.

#### Cevap E

10- Otonom sinir sistemi işlevsel olarak parasempatik ve sempatik sistem olarak ikiye ayrılır. İstem dışı çalışan organlara parasempatik ve sempatik olmak kadıyla iki tip motor sinir ulaşır. Bu iki sistemin organlar üzerindeki etkisi genelde birbirinin tersidir. Bu ters etkinin nedeni ise akson uçlarındaki nörotransmitter maddelerin farklı olmasıdır. Sempatik sinirlerin nörotransmitter maddesi noradrenalin, parasempatik sinirlerin ise nörotransmitter maddesi asetilkolindir.

#### Cevap C

### 7. BÖLÜM - ENDOKRİN SİSTEM VE EGZERSİZ

1- Pankreas bezinden salgılanan ve kandaki glikoz seviyesi yükseldiğinde glikozun hücrelere geçişini sağlayan, kan glikoz (kan şekeri) düzeyini düşüren hormon insülin hormonudur. Pankreas bezinden salgılanan ve kan glikoz seviyesi düştüğünde karaciğerdeki glikojenin glikoza çevrilip kana verilmesini sağlayarak kan şekerini yükselten hormon glukagon hormonudur.

#### Cevap B

2- Hipofiz arka lob hormonlarından biri olan antidiüretik hormon (ADH), hipotalamusun beden su dengesini kontrol altında tutmak üzere salgıladığı bir hormondur. Antidiüretik hormonun hedef organı böbrektir. Bu hormon vücuttaki su miktarı düştüğünde salgılanmaktadır.

#### Cevap E

3- Hipofiz bezi hormonlarının tablosu şu şekildedir:

ÖN HİPOFİZ BEZİ	ARKA HİPOFİZ BEZİ
Büyüme hormonu (Growth)	Antidiüretik hormon (ADH)
Adrenokortikotropik hormon (ACTH)	Oksitosin hormonu
Prolaktin hormonu	
Tiroit stimulan hormon (TSH)	
Gonadotropik hormon	
Luteinleştirici hormon (LH)	
Melanosit stimulan hormon (MSH)	

#### Cevap A

4- Uyku döngüsünü düzenleme ve vücudu yenileyen mekanizmaları harekete geçirmede rol alan melatonin hormonunun salgılandığı yapı epifiz bezidir. Bu hormon, bilhassa karanlık ve uyku sırasında daha çok salgılanır.

#### Cevap C

5- Paratiroid bezinden salgılanan ve kandaki kalsiyum seviyesinin yükselmesine neden olan hormon parathormondur. Tiroit bezinden salgılanan ve kandaki kalsiyum seviyesinin düşmesine neden olan hormon kalsitonindir. Kandaki kalsiyum düzeyi düşerse yükseltmek için parathormon salgılanır. Kandaki kalsiyum düzeyi yükselirse düşürmek için kalsitonin salgılanır.

#### **Cevap D**

6- Korteks bölümü hormonlarından biri olan kortizol hormonunun vücuda bazı etkileri şunlardır: Amino asitlerden glikoz üretimi için kaslardaki protein yıkımını artırır, yağ depolarındaki yağın kullanımını artırır, bağışıklık sistemini baskılayarak iltihabı ve alerjik reaksiyonları engeller, kandaki glikoz seviyesini yükseltir, iştahı artırarak kilo alımına sebep olabilir.

#### **Cevap D**

7- En önemli işlevi vücuttaki mikrop ve virüslere karşı antikor üretmek olan endokrin bez timüs bezidir. Timüs, lenfosit sistemin en kritik organları arasında yer alır. Lenfosit yapımını uyarır ve kemik iliğinden gelen öncü hücrelerin T lenfositlere farklılaşmasında görev alır.

#### **Cevap A**

8- Testosteron hormonu; kuvvetli kas yapısının oluşmasını, ergenlikten sonra spermlerin olgunlaşmasını, sesin kalınlaşmasını, erkek tipi kıllanmayı sağlar.

#### **Cevap B**

9- Östrojen hormonu; kadın üreme organlarının büyüme ve gelişmesini, kadın cinsiyet karakterinin ve vücut yapısının oluşumunu, menstrüel siklusun (âdet döngüsü) düzenlenmesini, kadınlarda saçların gür çıkmasını, sakal ve bıyık çıkmamasını, sesin ince kalmasını, kandaki kolesterol seviyesinin düşmesini sağlar.

#### **Cevap E**

10- Tiroit bezinden salgılanan ve kandaki kalsiyum seviyesinin düşmesine neden olan hormon kalsitonindir. Paratiroid bezinden salgılanan ve kandaki kalsiyum seviyesinin yükselmesine neden olan hormon parathormondur. Kandaki kalsiyum düzeyi düşerse yükseltmek için parathormon salgılanır. Kandaki kalsiyum düzeyi yükselirse düşürmek için kalsitonin salgılanır.

#### **Cevap C**

11- Egzersizde glikoz gereksinimi birkaç kat artmaktadır. Kandaki glikoz seviyesi egzersizde düştüğünde glukagon hormonu salgılanmaya başlayarak kandaki glikoz seviyesi artırılır. Egzersizin şiddeti ve süresi arttığında glikoz kullanımı da arttığı için insülin seviyesi azalır. Egzersiz esnasında düşen kan glikoz düzeyi, glukagon hormonu yardımıyla karaciğer glikoz salınımını artırır.

#### **Cevap D**

12- Tiroit bezi hormonları egzersizdeki etkileri göz önüne alındığında; uzun süreli egzersizlerde salgılanmasında artış olur, karbonhidrat kullanımını artırır, egzersiz esnasında glikoz kullanımını artırır, serbest yağ asitlerinin kullanımını artırarak dayanıklılığı artırır, protein sentezinin artışı ile kaslarda hipertrofiyi sağlar.

#### **Cevap A**

13- Antidiüretik hormon, hipotalamusun bedenin su dengesini kontrol etmek için salgıladığı hormondur. Antidiüretik hormonun hedef organı böbrektir. Bedendeki su seviyesi azaldığında salgılanır. Susuzluk ve egzersiz esnasında miktarı artarken soğuk havada azalır. Ancak egzersiz esnasında sporcu sıvı takviyesi yaparsa antidiüretik hormonun salgılanmasında azalma görülür.

#### **Cevap E**

14- Kalsiyumun kandan kemiklere geçişini sağlayarak kandaki kalsiyum düzeyini düşüren kalsitonin hormonunun egzersiz esnasındaki düzeyi değişmemekle birlikte düzenli antrenmanlarla düzeyi azaltılır. Glikoneogenezisi (glukozun yeniden yapımı) sağlama görevi olan kortizol hormonunun egzersiz esnasında salınımı artmaktadır. Bazal metabolizmanın artışı, lipid metabolizması, normal büyüme ve gelişimde görev alan tiroksin hormonunun salınımında uzun süreli egzersizlerde artış görülür. Kandaki glikoz düzeyini düşürmekte görev alan insülin hormonunun egzersiz esnasında salınımı azalmaktadır.

#### **Cevap B**

15- Egzersizin şiddeti arttığında growth (büyüme) hormonunda da artış görülür ancak bu artış dayanıklılık egzersizlerinde daha fazladır. Bunun sebebi enerji kaynağı olarak yağ asitlerinin kullanımının sağlanmasıdır. Bu nedenle büyüme hormonu, dayanıklılık egzersizlerinde performansı doğrudan etkileyen bir hormondur. Yorucu bir egzersizden sonra toparlanma sürecinde growth hormonu salgılanma seviyesinin normale dönmesi iyi antrene sporcularda daha fazladır.

### Cevap E

16- Endokrin sistemin egzersizdeki ilişkisi şu şekildedir:

HORMON	EGZERSİZDEKİ DÜZEYİ
Antidiüretik Hormon (ADH)	Artar
Büyüme Hormonu (GH)	Artar
Tiroit Stimülan Hormon (TSH)	Uzun Süreli Egzersizlerde Artar
Luteinleştirici Hormon (LH)	Değişmez
Adrenokortikotropik Hormon (ACTH)	Artar
Folikül Sitümüle Eden Hormon (FSH)	Değişmez
Aldesteron	Artar
Tiroksin	Uzun Süreli Egzersizlerde Artar
Prolaktin	Artar
Kortizol	Artar
Progesteron	Artar
Testosteron	Artar
Kalsitonin	Değişmez

### Cevap C

17- Egzersizde testosteron hormon seviyesinde artış görülür. Egzersiz şiddeti ve süresi arttıkça testosteron salınımında görülen artış kadınlarda görülmez. Kuvvet ve ağır dayanıklılık egzersizleri yetişkin erkeklerde testosteronları artırır. Kadınlarda ise progesteron ve folikül sitümüle eden hormon artışı görülür. Egzersizde azalan kan glikoz seviyesi glukagon hormonu vasıtasıyla karaciğer glikoz salınımını artırır. Glukagon hormonunun salınımı aerobik egzersizlerde daha fazla görülür. Egzersiz sırasında adrenalin ve kan konsantrasyonunda artış görülür. Egzersizin şiddeti arttığında adrenalin hormonunun salınımı da artmaktadır. Antidiüretik hormonun susuzluk ve egzersiz esnasında miktarı artarken soğuk havada azalır. Ancak egzersiz esnasında sporcu sıvı takviyesi yaparsa antidiüretik hormonun salgılanmasında azalma görülür.

### Cevap E

18- Hipofiz bezi hormonlarının tablosu şu şekildedir:

ÖN HİPOFİZ BEZİ	ARKA HİPOFİZ BEZİ
Büyüme hormonu (Growth)	Antidiüretik hormon (ADH)
Adrenokortikotropik hormon (ACTH)	Oksitosin hormonu
Prolaktin hormonu	
Tiroit stimülan hormon (TSH)	
Gonadotropik hormon	
Luteinleştirici hormon (LH)	
Melanosit stimülan hormon (MSH)	

### Cevap D

19- Hipofiz bezi; büyüme hormonu, tiroit stimulan hormon, gonadotropik hormonlar, adrenokortikotropik hormon, prolaktin, melanosit stimulan hormon, antidiüretik hormon ve oksitosin hormonu salgılar. Epifiz bezi; serotonin ve melatonin salgılar. Tiroit bezi; triiyodotironin, tiroksin ve kalsitonin hormonu salgılar. Paratiroit bezi, parathormon salgılar. Böbrek üstü bezleri (adrenal bezler); kortizol, aldesteron, adrenalin ve noradrenalin salgılar. Pankreas bezi; insülin ve glukagon salgılar. Timüs bezi; timopoetin ve timosin salgılar. Eşey bezi; testosteron ve östrojen salgılar.

**Cevap B**

20- Egzersiz esnasında antidiüretik hormonunda (ADH) artış görülür. Bilhassa uzun süreli egzersizlerde sodyum ve su kaybı daha fazla olduğundan dolayı ADH salınımı daha fazla görülür. Ancak egzersiz esnasında sporcu sıvı takviyesi yaparsa antidiüretik hormonun salgılanmasında azalma görülür. ADH salınımı, egzersizin süresi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle cevabımız 3000 metre koşusu olacaktır.

**Cevap E**