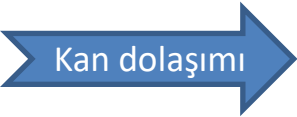
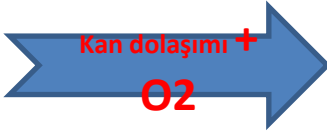


Enerji Metabolizması

Öğr. Gör. Mahmut ÇERİ
Beslenme İlkeleri Ders Notları / 2015

Enerjinin Kaynağı

- Besin grupları????
- Besin öğeleri??
- Besinlerden enerji elde etme sırası ??
- **Besin**  **Hücre**  **Enerji**
- Metabolizma; Hücrede besinlerden enerji oluşum ve harcanması
- Her besinin sağladığı enerji miktarı?

Enerjinin Kaynağı (GÜNEŞ)

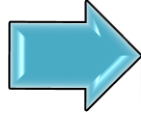
- ◎ Organların çalışabilmesi için,
- ◎ Normal vücut ısısının devam edebilmesi için,

ENERJİ

- ◎ Enerji: İş yapabilme kapasitesidir.



OKSİTLENME

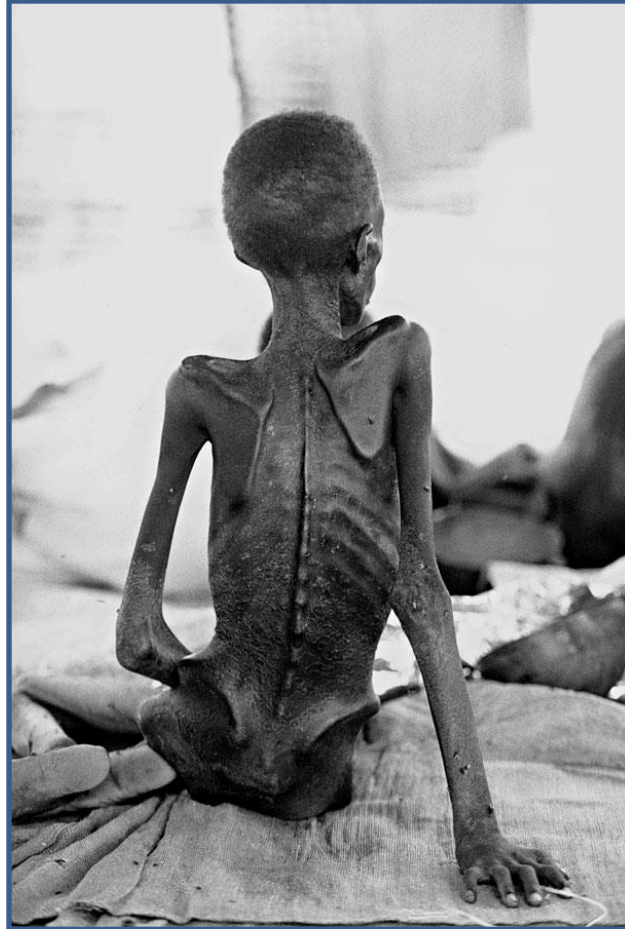


Kimyasal bağlar
kırılır.

Enerji açığa çıkar.

CO₂ oluşur.

**Enerji için gerekli besin sağlanamadığı zaman vücut bir süre
kendi dokularını kullanır.
Sonra da canlılığını kaybeder.**



Enerji Birimi

- Beslenme biliminde enerji ısı enerjisi (kilokalori)
- 1 kkal = 1 lt damıtık suyun ısısını 15 °C'den 16 °C'ye yükseltebilen ısı enerjisi miktarı
- Kkal =? Kal..

**Beslenme biliminde, birimlerde
“kalori (kal)” yazılan her yerde
“kilokalori (kkal)” düşünülmelidir.**

- 1 joule; 1 kg ağırlığının 1 Newton kuvvetle 1 metre taşınmasında harcanan enerji
- 1 kkal (kal) = 4184 joule = 4.184 kilojoule (kj) = 0.004184 megajoule (MJ)

Besinlerin Enerji Değerleri

- Dr. W.O. Atwater → Bomba kalorimetre
- 1 g CHO = 4.1 (CO₂+H₂O)
- 1 g yağ = 9.45 (CO₂+H₂O)
- 1 g protein = 5.65 (üre, ürik asit, kreatinin)
- Atwater'a göre ; Proteinlerin % 92'si, yağların % 95'i, karbonhidratların % 98'i sindirilir.

- Besin öğelerinin fizyolojik enerji değerleri;
Protein: $(5.65 \times 0.92) - 1.25 = 4$ kal veya 16.7 kj
CHO: $(4.10 \times 0.98) = 4$ kal veya 16.7 kj
Yağ: $(9.45 \times 0.95) = 9$ kal veya 37.7 kj
- Enerji değeri en yüksek olanlar içerisinde
bulunanlar, en düşük olanlar içerisinde
bulunanlardır. Örnekle....

Vücutumuz bomba kalorimetre ile birebir aynı şekilde mi çalışır?

- ◎ Vücutumuz tüm potansiyel enerjiyi ortaya çıkarabilme kapasitesinde değildir.
- ◎ Çünkü, tam sindirilmeme, kayıplar ve protein metabolizması için gereken enerji kayıpları bu ölçüme girmemektedir.

◎ Proteinlerin % 92'si, yağların % 95'i, CHO'ların % 98'i sindirilir. Besin öğelerinin bomba kalorimetrede yanması ile bulunan değerler buna göre düzeltilir. Bu düzeltmelerden sonra sağlanan enerjiye “fizyolojik enerji değeri” denilir.

◎ Makro Besin Öğelerinin Fizyolojik Enerji Değerleri:

◎ CHO: $(4.10 \times 0,98) = 4 \text{ kkal/g}$

◎ Yağ: $(9.45 \times 0.95) = 9 \text{ kkal/g}$

◎ Protein: $(6,65 \times 0,92) - 1,25 = 4 \text{ kkal/g}$

Proteinlerin Fizyolojik Enerjisinde İşler Biraz Daha Farklıdır. Peki Neden?

- ⦿ Vücut CHO ve yağları CO₂ ve H₂O'ya kadar okside eder. Ancak, proteinleri tam olarak metabolize edemez.
- ⦿ Proteinlerin parçalanması ile oluşan üre, ürik asit ve kreatinin idrarla dışarı atılır.
- ⦿ Halbuki bunlar enerji verirler.
- ⦿ Bu nedenle bunların enerjisi olan 1.25 kkal hesaptan düşülür.

Enerji oluşumu

- Besin öğeleri \rightarrow O_2 +enzimler+hormonlar
- Enerji açığa çıkaran tepkimeler enzimlerin aracılığıyla oluşur.
- Tepkimelerle açığa çıkan enerji = ATP
(Adenozin Trifosfat) (kas kontraksiyonu, yapım ve yıkım tepkimeleri)
- $ATP \rightarrow ADP + P$ ile ortaya çıkan enerji 7 kkal
(29.3 kj)

Hücrede Enerji Oluşumu ve Harcanması: METABOLİZMA

- Sindirim sisteminde emilen tüm besinler enerji sağlar, fakat her besinin sağladığı enerji miktarı, besinlerin türü ve miktarına göre farklılık gösterir.

Metabolik olayların en çok olduğu yerler

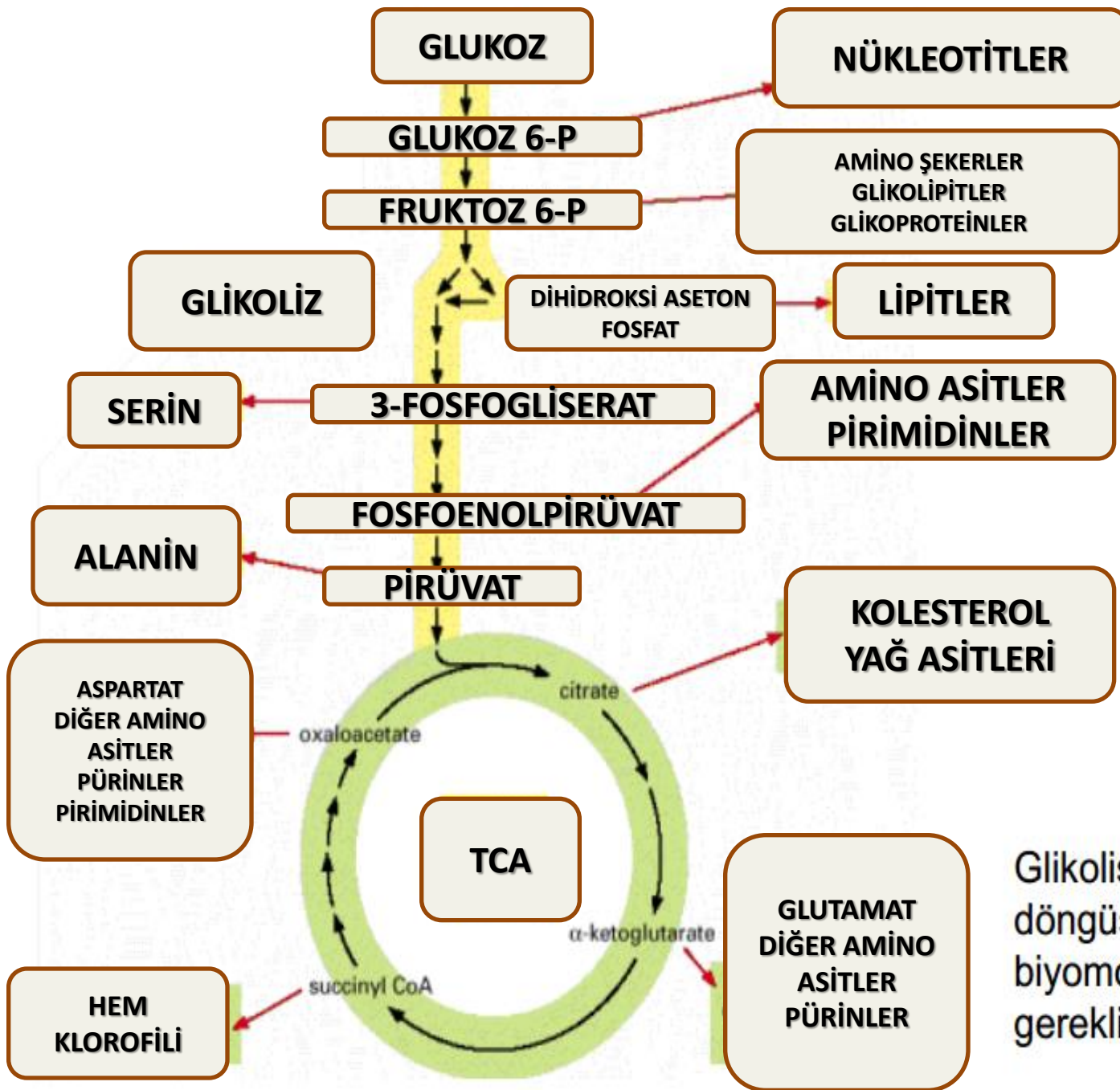
- Karaciğer
- İnce bağırsaklar
- Kalp kası ve iskelet kası
- Böbrekler
- Yağ dokusu

Canlı Organizmadaki Oksidasyon

- ⦿ Tepkimedeki belirli molekülün H atomu belirli **dehidrogenaz enzimleri** ile aktif hale getirilir.
- ⦿ Bu aktif H atomu yardımcı enzimlerle diğer moleküle taşınır.
- ⦿ Bu H atomu oksijenle birleşerek suya indirgenir.
- ⦿ Dekarboksilasyon (CO_2 'in ayrılması) ve hidrasyon (su eklenmesi) biyolojik oksidasyon sürecine katılır.

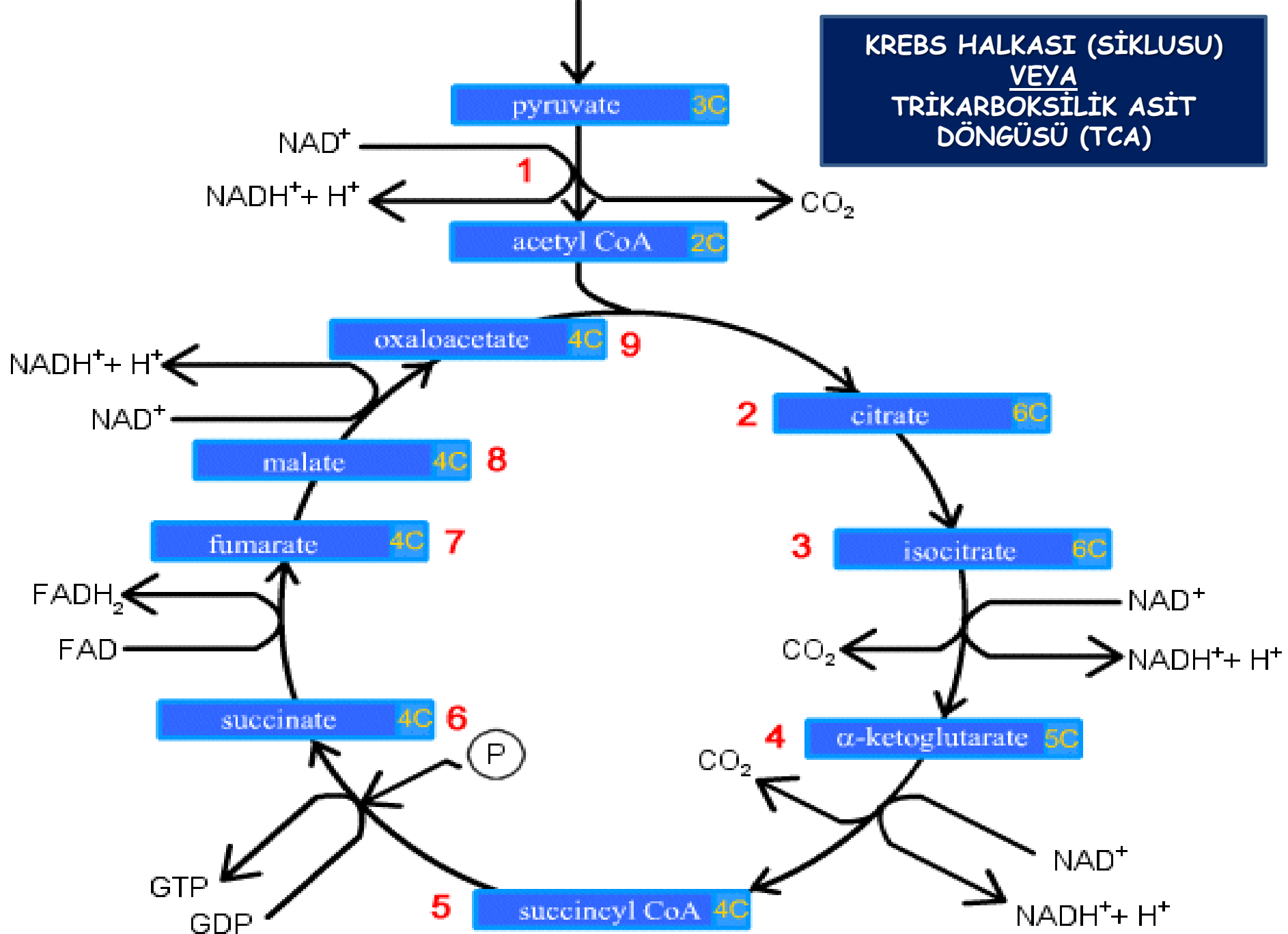
- ⦿ Her oksidasyona karşılık bir redüksiyon süreci işler.
- ⦿ Biyolojik oksidasyon-redüksiyon, mitokondrideki elektron transfer tepkime zincirinde (ETS) oluşur.
- ⦿ Bu zincirde; **niyasin** ve **riboflavin** yardımcı enzimleri (koenzim), **dehidrogenaz enzimi** ile aktif hale gelmiş molekülden H taşıma işini yapar.
- ⦿ H'ın oksijene taşınmasında, bileşiminde **demir** bulunan sitokrom enzim sistemi rol alır.
- ⦿ Oksidasyon sonucu oluşan enerji ATP olarak sentezlenir.

- ⦿ Elektron transfer zincirinde transfer edilen H atomunu sağlayan moleküller yağ (yağ asitleri), CHO (glikoz) ve proteinlerin (amino asitler) parçalanması ile oluşur.
- ⦿ Bu moleküllerin oksidasyon için aktif hale gelmeleri ‘Sitrik asit halkası’ (TCA) veya ‘Krebs halkası’ denilen tepkime zinciri ile oluşur.
- ⦿ Krebs halkası birbirine dönüşen organik asitleri içerir.
- ⦿ Krebs halkasının her dönüşünde CHO, yağ ve proteinlerden oluşan 1 molekül asetat, CO_2 ve H^+ ’e parçalanır.
- ⦿ H^+ ’ler koenzimlerle elektron transfer sistemine taşınır.



Glikolisis ve sitrik asit döngüsü bir çok önemli biyomoleküllerin sentezi için gerekli prekürsörleri sağlar

KREBS HALKASI (SİKLU) VEYA
TRİKARBOKSİLİK ASİT
DÖNGÜSÜ (TCA)



1 TUR KREBS SIKLUSUNDAN ELDE EDİLENLER

TOPLAM

3 $NADH$

1 GTP

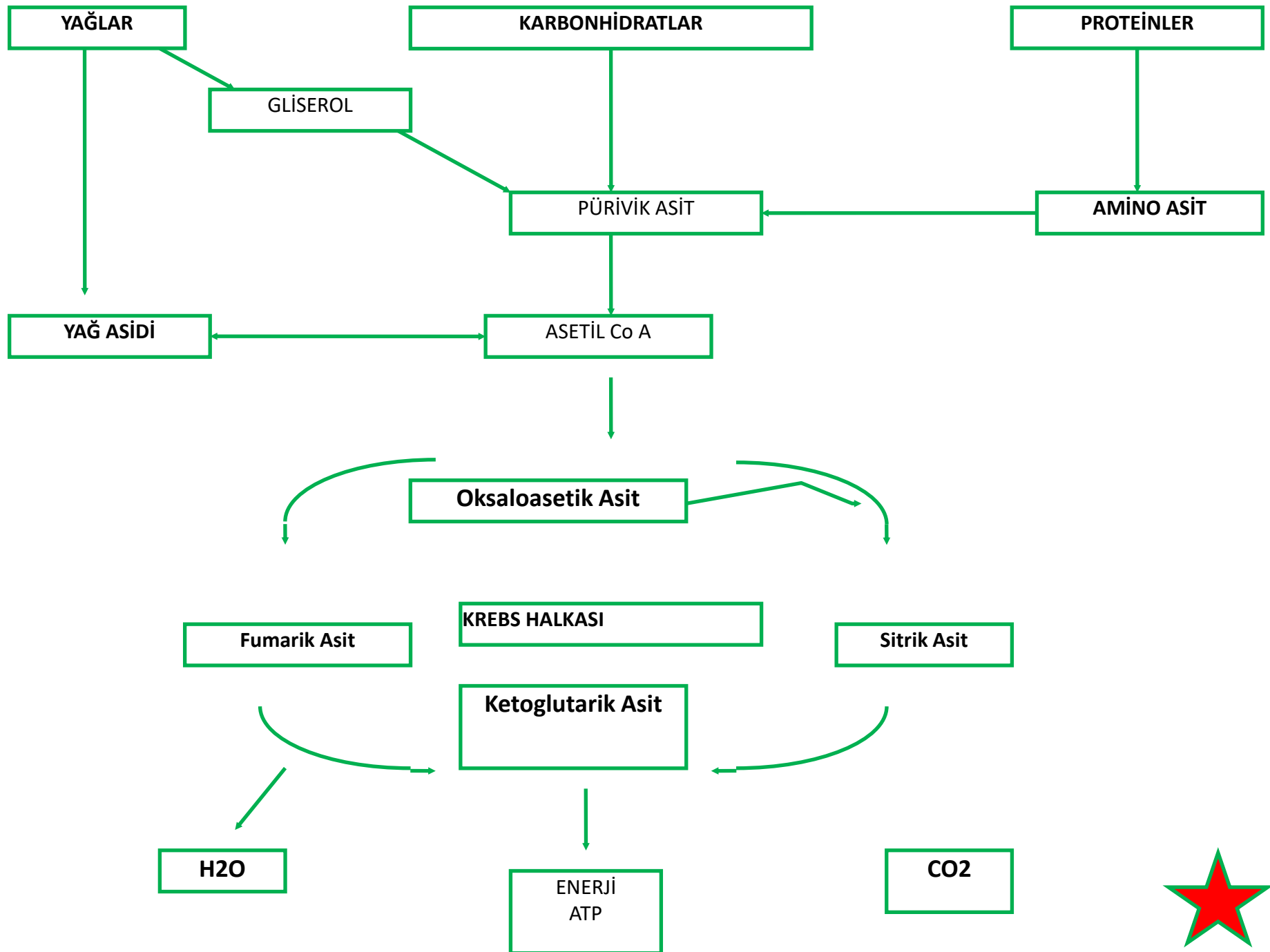
1 $FADH_2$

2 CO_2

1 ATP

ATP GTP'ye göre
daha kararlıdır.

GTP: Guanozin trifosfat



ENERJİ METABOLİZMASINDA PROTEİN, CHO VE YAĞIN BİR ARADA KULLANILMASI

- ⦿ Enerji metabolizması, vücudun enerji ihtiyacına bağlı olarak mevcut enerji kaynaklarından yararlanma işlemidir.
- ⦿ Vücudumuzda rutin olarak 3 farklı enerji metabolizmasından söz edilmektedir. Bu farklı metabolizmanın nasıl çalıştığını inceleyelim:
 - ⦿ 1. Yemekten sonra,
 - ⦿ 2. Uzun süreli açlık döneminden sonra,
 - ⦿ 3. 24 saat ve daha fazla aç kalındığında,

Yemekten Sonra

- Bu zaman dilimini markete gidip bir sürü yiyeceklerle eve dönmeye benzetebiliriz.
- Eve dönüşte alınan yiyecekler buzdolabı veya kilere yerleştirilir.
- Aynı şekilde, yemeğin ardından alınan enerji depolara kaldırılır.

KARBONHİDRATLAR (GLUKOZ)

- Yemek yedikten sonra sindirim başlar. Emilim tamamlanır.
- Karbonhidratlar glukoz formuna dönüşür.
- Hücrelere yerleşen glukoz gerekli olduğunda enerji için kullanılır.
- Eğer, ihtiyaçtan fazla CHO alındıysa glikojen depolarınızı doldurmuş olursunuz.

KARBONHİDRATLAR (GLUKOZ)

- Kaslar ve karaciğer depoları da dolduktan sonra aşırı glukoz yağa çevrilir.
- Yağlar VLDL aracılığıyla dolaşıma katılır.

YAĞ

- Yemekten sonra almış olduğunuz yağlar, şilomikronlar aracılığıyla depolanmak üzere yağ hücrelerine taşınır.
- Eğer, kaslarınız acilen enerjiye ihtiyaç duyarsa bu yağlar kas hücrelerine taşınarak enerji olarak kullanılır.

PROTEİN

- ◎ Yemekten sonra alınan proteinler, ince bağırsakta amino asitlere dönüşür. Bunlar hücrelerde yeni proteinlerin üretilmesi için kullanılır.
- ◎ Eğer ihtiyacından fazla protein mevcutsa, bunlar da parçalanarak yağa dönüşür ve enerji için kullanılır.
- ◎ CHO'larda olduğu gibi bu olay karaciğerde gerçekleşir.

PROTEİN

- ⦿ Amino asitlerin enerji amacıyla parçalanmasıyla açığa çıkan azot dışarı atılır.
- ⦿ Karbon atomu yağa dönüşür.
- ⦿ Oluşan yağlar VLDL aracılığıyla depolanmak üzere yağ hücrelerine taşınır.

UZUN SÜRELİ AÇLIKTAN SONRA

- Enerji metabolizmasının bu durumu açken hızla mutfağa girip atıştıracak bir şeyler aramaya benzer.
- Vücuttaki depo besin maddeleri kullanılır.

KARBONHİDRATLAR

- Özellikle beyin enerji kaynağı olarak glukozu ihtiyaç duyar.
- Beyin 1 saatte yaklaşık olarak 6 gr glukoz harcar.
- Kaslar ve karaciğerdeki depo glukojen glukozu çevrilip kullanılır.

YAĞ

- Yağ depoları uyarılır.
- Trigliseritler depolardan çıkar.
- Aerobik olarak alt birimlere parçalanır.
- Bu esnada 9 kkal+CO₂+H₂O oluşur.

24 SAAT VEYA DAHA FAZLA AÇ KALINDIĞINDA

- ⦿ Bu durum da, açlıktan ölmek üzereyken mutfağa gidip hiçbir besinin bulunamamasına benzer.
- ⦿ Burada kas ve karaciğerdeki tüm glukojen depoları tükenmiştir.
- ⦿ Bu durumda vücut kendi enerji kaynağını üretmek zorundadır.
- ⦿ Glukoneogenesis devreye girer. Amino asitler ve laktik asitten glukoz sentezlenir.

- Tüm memelilerde beyin ve sinir sisteminin yanı sıra, eritrositler, testisler, renal medulla ve embriyo ana yakıt olarak kan glukozuna ihtiyaç duyar.
- İnsan beyni günde yaklaşık olarak 144 g glukozu ihtiyaç duyar.

Glukoz

- Kaslarda depolanmış olan glukojen yaklaşık 24 saatlik BMH için gerekli enerjiyi sağlayabilir.
- Ancak, aktif enerji kaybı söz konusu ise 2-4 saat kadar dayanır.

Protein

- Glukoz stokları tükenirse, özellikle beyin için glukoz üretmek adına proteinler CHO üretimi için devreye girer.
- Kas sistemi, organlardaki proteinler ve enzimler gibi fonksiyonel doku proteinleri yapıtaşlarına dönüşür.

Protein

- Karaciğerde bulunan amino asitlerden nitrojen ayrılır. İdrarla atılır.
- Geriye kalan karbon iskeletleri birleşerek glukoz sentezler.

Yağ

- Vücutta glukojen depolarının kullanılmasından sonra, proteinlerle birlikte yağlar da enerji kaynağı olarak parçalanmaya başlar. Burada hormonlar etkilidir.
- Yağlar yağ asitlerine parçalanır. Yağ asitleri de (2 C'lu) alt birimlerine ve en sonunda $\text{CO}_2 + \text{su} + \text{enerji}$ ye dönüşür.

- Açlıkta oluşan 2 C'lu birimler TCA siklusunda kullanılamadığı zaman yağ metabolizmasının yan ürünü olan keton cisimcikleri oluşur.
- Keton cisimcikleri: aseton, asetoasetik asit, beta hidroksi bütirik asit...

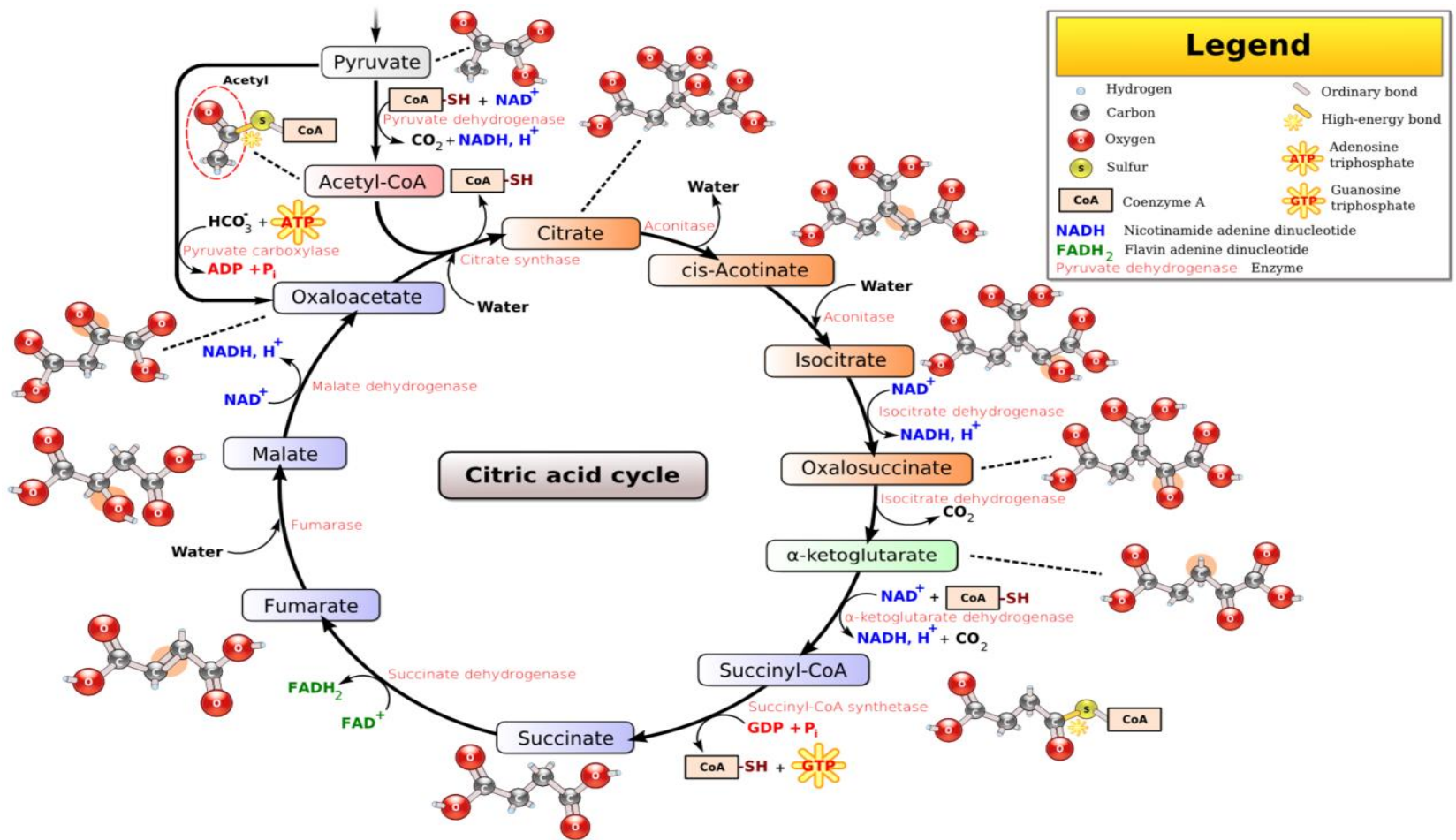
● Aç kaldığımız ilk birkaç gün süresince yaklaşık 2 kg ağırlık kaybedilir.

● Bunun esas nedeni glukojen depolarının bitmesiyle ortaya çıkan su kaybıdır.

Krebs halkasının çalışma hızı;

- ⦿ Yeterli miktarda asetil birikimine,
- ⦿ NAD, FAD yeterliliğine,
- ⦿ O₂ yeterliliğine,
- ⦿ ATP gereksinimine,

bağlıdır.



Krebs halkasının her dönüfünde karbonhidrat, protein ve yağlardan oluşan bir molekül asetat, karbondioksit ve hidrojene parçalanır.

Enerji Harcaması

Enerji harcamasının ölçülmesi:

- Enerji harcaması direkt ve indirekt kalorimetre yöntemleri ile ölçülür.
- Direkt kalorimetre yönteminde bireyin aktivite karşılığı verdiği ısı ölçülür.
- İndirekt kalorimetre yönteminde ise spirometre ile dinlenme anında oksijen tüketimi ve CO₂ üretimi ölçülür.
- Ayrıca kayıt tutarak yapılan günlük aktiviteler karşılığı enerji harcaması pratik olarak bulunabilmektedir

- Karbonhidrat alındığı zaman 1 litre O₂ kullanılması ile 5047 kkal (21.127 kj),
Yağ alındığı zaman 1 litre O₂ kullanılması ile 4686 kkal (19616 kj),
Protein alındığı zaman 1 litre O₂ kullanılması ile 4825 kal (20197 kj)

- Enerji harcaması üç genel grupta toplanabilir.
 1. Dinlenme veya bazal metabolizma
 2. Fiziksel çalışmalar
 3. Yiyeceklerin termik etkisi veya özgül dinamik etki (S.D.A)

Bu üçünün toplamı yetişkin erkekler ve gebe olmayan ve emzirmeyen kadınlar için geçerlidir. Çocuklar için büyümeye harcanan enerji de hesaba katılır.

1 . Dinlenme veya bazal metabolik hız:

- BMH: Alınan besinlerin sindirilmesinden sonra (yemekten 12 saat sonra) mutlak dinlenme anında (sırt üstü yatma) uyanık olarak harcanan enerjidir.
- DMH ölçümü için yemekten 12 saat sonra koşulu aranmaz günün herhangi bir saatinde mutlak dinlenme anında ölçülür.

- BMH ve DMH \rightarrow % 10 fark var ama birbirleri yerine kullanılabilirler.
- Yetişkin bireyde DMH için en fazla çalışan organ karaciğerdir. Ardından beyin, kalp, böbrek, iskelet kasları ve diğerleri..
- Bebeklik çağında ise DMH en yüksek beyin..

◎ BMH/DMH ölçümlerinde; birkaç saat öncesinde bireyin aşırı beden hareketi yapmaması gerekir.

◎ Mutlak dinlenme halinde organlar çalışır durumdadır.

◎ DMH'in organlara dağılımı:

1. Karaciğer → %29
2. Beyin → %19
3. Kalp → %10
4. Böbrek → %7
5. İskelet kasları → %18
6. Diğerleri → %17

Metabolik hızı etkileyen faktörler:

1. Yaş ve cinsiyet:

- Büyüme döneminde BMH hızlıdır.
- Kadın BMH < Erkek BMH

2. Vücut büyüklüğü ve bileşimi:

- DMH'la vücut alanı arasında yüksek korelasyon bulunmamıştır
- Yağsız kütle ile DMH arasında yüksek korelasyon vardır.
- Bireyler arasındaki DMH farkının % 80'i yağsız kütle oranındaki farktan kaynaklanmakta
- Yağsız kütle farkından dolayı cinsiyetler arası fark mevcut

3. Gebelik (% 22-33 artış)
4. Hipertroidi ve adrenalin DMH ↑
5. Metabolik stres etkenleri ve kanser DMH ↑
6. Kas tonu (Öfke, coşku, düşünce vb.) DMH ↑
7. Ağır fiziksel aktivite sonrası DMH yüksek
8. Diyetle protein yüksek ise DMH artar
9. Uyku durumunda BMH düşer
10. Uzun süreli açlık, yarı açlık BMH ? yetersiz beslenme BMH ↑
11. Menstrüasyon BMH ↑ (menstrüasyondan hemen önce en yüksek)

Dinlenme metabolik hızının (RMR) saptanması: Kalorimetre ile saptanamadığı durumlarda RMR bulunmasında bazı denklemler kullanılmaktadır. Klinik çalışmalarda Schofield denklemi sıklıkla kullanılmaktadır.

- 1- RMR (erkek) : $Ağırlık (kg) \times 1 \text{ kkal} / kg \times 24$
RMR (kadın) : $Ağırlık (kg) \times 0.95 \text{ kal} / kg \times 24$

2- Harris- Benedict Denklemi (kkal)

- RMR (erkek) : $66 + 13.8A + 5.0B - 6.8Y$
RMR (kadın) : $655 + 9.6A + 1.9B - 4.7Y$
RMR(bebek) : $22.1 + 31.05A + 1.16B$

Y: Yaş(yıl) A: Ağırlık (kg) B: Boy (cm)

3- Schofield Denklemi (kkal)

Yaş (yıl)	Erkek	Kadın
15-18	BMR: $17.6A + 656$	BMR: $13.3A + 690$
18-30	BMR: $15.0A + 690$	BMR: $14.8A + 485$
30-60	BMR: $11.4A + 870$	BMR: $8.1A + 842$
>60	BMR: $11.7A + 585$	BMR: $9.0A + 656$

A: Ağırlık (kg)

4. WHO: BMR Hesaplama Denklemi (kkal/gün)

Yaş (yıl)	Erkek	Kadın
0-3	60.9A - 54	61.0A - 51
3-10	22.7A + 495	22.5A + 499
10-18	17.5A + 651	12.2A + 746
18-30	15.3A + 679	14.7A + 496
30-60	1.6A + 879	8.7A + 829
>60	13.5A + 487	10.5A + 596

A: Ağırlık (kg)

BMR'ye Eklemeler:

Stres	%10-30 ağır sepsis %10-30 ameliyat %10-30 kırıklar, travma %50-100 yanıklar, yaralanmalar
Aktivite:	%10 yatağa bağımlı %15-20 yatağa bağımlı, hareket ediyor %25 hareket ediyor
TEF:	%10 besinlerin termik etkisi
Ateş:	%10 her 1°C artış için
Kilo artışı:	600 kkal

- Boya göre ağırlıkları fazla olan bireylere bu formüllerin uygulanması yüksek değerler neden olabilir.
- Olmaları gereken ağırlıktan % 25 fazla olanlar için hesaplama formülü;

$$(GVA - İVA) \times 0.25 + İVA = \text{Düzeltilmiş Ağırlık}$$

GVA = Gerçek vücut ağırlığı

İVA = İdeal Vücut Ağırlığı

0.25 = Fazla ağırlığın metabolik yük yüzdesi

2. Fiziksel aktivite:

- Fiziksel aktivitenin total enerji harcamasına etkisi kişiden kişiye değişir.
- Her aktivitenin enerji harcamasına katkısı RMR ile çarpılarak günlük fiziksel aktivite için harcanan enerji bulunur.
- **Yapılan her hareket enerji harcamasını gerektirir.**
- **Bu gerekli enerji hareketin derecesi ve süresine bağlı değişir.**

<u>Aktivite türü</u>	<u>x BMH (Kkal)</u>
Uyuma	1
Kitap okuma	1.4
Bulaşık yıkama	1.7
Yavaş yürüme	2.8
Yüzme	6
Koşu	6.6
Yokuş çıkma (yükle)	6.7

Toplam Enerji Gereksinmesinin Hesaplanması

1. BMH bulunur (tablodan veya pratik hesaptan).
2. Bireyin yaptığı fiziksel aktivite türü ve süresi bulunur.
3. 2. maddeden elde edilenlerle fiziksel aktivite faktörü (FAF) bulunur.
4. $\text{Toplam Enerji Gereksinmesi} = \text{BMH} \times \text{FAF}$

Fiziksel aktivite faktörünün bulunması (Örnek)

<u>Aktivite türü</u>	<u>Enerji maliyeti</u>	<u>Süre / Saat</u>	<u>Toplam maliyet (kal)</u>
Uyuma	1	8	8
Ütü yapma	1.5	2	3
Yemek pişirme	1.8	2	3.6
Örgü örme	1.5	1	1.5
Yürüme (yavaş)	2.8	2	5.6
Kitap okuma	1.4	3	4.2
oturma	1.2	6	7.2

TOPLAM: 33.1

Aktivite faktörü: $33.1 / 24 = 1.379$

☉ Fiziksel aktivite kaydı alınan bu kişi, 35 yaşında 1.59 m boyunda ve 65 kg,

☉ Buna göre;

$BMH = 8.7 \times 65 \text{ kg} + 829 = 1394.5 \text{ kal}$

Günlük enerji gereksinmesi = $BMH \times FAF$
 $= 1394.5 \times 1.379$

$= 1923 \text{ kal}$

3. Besinlerin Termik Etkisi (TEF)

- Besinlerin sindirimi için harcanan enerjidir.
- Besinlerin tüketimin ardından metabolizmada bir artış olur. Bu artış ile besinlerin sindirimi ve emilimi için gereken enerji sağlanır.
- Bunun sonucunda yan ürün olarak ısı oluşur.
- Bu ısı, enerji kaynağı olarak alınan CHO, yağ ve proteinlerin sindirim ve emiliminin karşılığıdır.
- Normal bir diyetle, besinlerin termik etkisi BMH ve fiziksel aktivite için harcanan toplam enerjinin % 10'u geçmez. Değeri 50-200 kkal arasında değişir.
- CHO ve yağların tüketimi sonucu metabolizmadaki artış bazal enerjinin % 6'sı
Proteinlerin tüketimi sonucu % 30 ??
- Ortalama total enerji gereksinmesine katkısı % 10 'dur
- Yüksek protein alımında %15 ekleme yapılmalıdır
- Yemek sonrası egzersiz TEF'i iki katına çıkarır.
- Soğuk, kafein ve nikotin TEF'i arttırmaktadır

Bazal Metabolizma Hızını Etkileyen Faktörler

- ◎ Yaş (büyüme döneminde BMH yüksek)
- ◎ Cinsiyet (kadınlarda BMH düşük)
- ◎ Vücudun cüssesi ve bileşimi (yağsız kütle/yağ kütlesi oranı arttıkça BMH yükselir), (erkek ve kadınlarda vücut bileşimi farklıdır → kadınlarda yağ kütlesi vücudun %33'ü, erkeklerde %21'i)
- ◎ Gebelik (%22-33 oranında yükselir)
- ◎ Hormonlar (tiroid bezi hormonları BMH'ı yükseltir), (stres durumunda salgılanan epinefrin BMH'ı yükseltir)

Bazal Metabolizma Hızını Etkileyen Faktörler

- **Vücut ısısının artması, ateşli hastalıklar**
(Hücre çalışması artar, vücut ısısındaki 1 derece yükselme BMH'ı %7 yükseltir.)
(Kanser BMH'ı yükseltir.)
- **Fiziksel aktivite**
(Kaslar tam dinlenmeye geçene kadar BMH yüksektir.)
- **Uyku** (BMH'ı düşürür.)
- **Diyetin bileşimi** (Diyetin protein içeriği yüksekse BMH yükselir.)
- **Menstrüasyon** (Ovulasyondan 1 hafta önce BMH minimum, menstrasyondan hemen önce maksimumdur.)
- **Açlık** (BMH düşer.)

EGZERSİZİN BMH'NA ETKİSİ

- Egzersiz BMH'nı yükseltir.
- Yapılan egzersiz türü önemlidir.
- Egzersiz sonrasında metabolizma hızlanır, proteinler yeniden üretilir, daha fazla CHO depolanır.
- Bunların hepsi enerji harcamasını gerektirdiği için BMH oranı yükselir.
- Genellikle egzersizle BMH 25-250 kkal arasında artar.

AÇLIĞIN BMH'NA ETKİSİ

- ◎ Aç kalmak BMH'nı azaltır. 24 saatlik açlık BMH'da yaklaşık % 10-20 arasında azalmaya neden olur.
- ◎ Vücut, bünyesindeki enerjiyi korumak için hızla açlığa adaptasyon yapmak ister. Bu yüzden, BMH azalır.

Vücut Isısının Denetimi

- Isı kaybı; % 80 deri ve % 20 solunum..
- Vücutta ısı kaybının arttığı durumlar;
 1. Vücut yüzeyi
 2. Deri altı yağ miktarının azlığı
 3. Giyim ve konut yetersizliği
 4. İklim koşulları (Soğuk ve kuru havalar, rüzgar, buharlaşma) Çevre ısının her 10 °C artışında enerji gereksinimi % 5 artar, aksinde azalır.

Enerji gereksinmesi 2 yöntemle hesaplanabilir:

Yöntem 1:

1- Bireyin boy uzunluğunu ve vücut ağırlığını ölçünüz. BKM'ni hesaplayınız. BKM 30 ve üzerinde ise ideal ağırlığı bulup, ağırlıkta düzeltme yapınız.

2- Denklemlerden RMR'nı bulunuz.

3- Aktivite düzeyine göre FA faktörünü ekleyiniz (%10, 20, 30 vb.)

Örnek 1: 55 kg ağırlığında, 160 cm boyunda kadın

$$\text{RMR} = 55 \times 0.95 \times 24 = 1254 \text{ kkal}$$

$$\text{Hafif aktivite (\%30)} = 376 \text{ kkal}$$

$$\text{Günlük gereksinme} = 1630 \text{ kkal}$$

Örnek 2: Şişman, 77 kg ağırlığında, 160 cm kadın

$$\text{BKM} = \frac{77}{1.60^2} = 30.1 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Ağırlık} &= [(77-55) \times 0.25] + 55 \\ &= 60.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{RMR} = 60.5 \times 0.95 \times 24 = 1379 \text{ kkal}$$

$$\text{Hafif aktivite (\%30)} = 414 \text{ kkal}$$

$$\text{Günlük gereksinme} = 1793 \text{ kkal}$$

Yöntem 2:

İdeal vücut ağırlığını aşağıdaki enerji harcaması değerleri ile çarpınız.

İdeal vücut ağırlığı (kg) x Enerji harcaması (kkal)

	Enerji Harcaması		Aktivite Faktörü	
Aktivite Türü	Erkek (kkal/kg)	Kadın (kkal/kg)	Erkek RMR	Kadın RMR
Çok hafif	31	30	1.3	1.3
Hafif	38	35	1.6	1.5
Orta	41	37	1.7	1.6
Ağır	50	44	2.1	1.9
Çok ağır	58	51	2.4	2.4

Örnek: Yaş: 20 yıl, Kadın, Boy:160 cm, Ağırlık: 55 kg, Hafif Aktivite

Enerji gereksinmesi: 55 kg x 35 kkal: 1925 kkal/gün

- Gebelikte BMH artar ve emzikelilikte süt salgılanması enerji gerektirir.
- 1 gram ağırlık kazanımı için 5 kkal (21 kj) ek alınmalıdır.
- Beslenme kitabı Çocuklar ve Ergenlik çağı için enerji tüketimi tablolarını inceleyiniz.

Enerji Dengesi

- Araştırmalara göre kazanılan ağırlığın % 64'ü yağ, % 6'sı protein, % 30'u sudur.
- Kazanılan 1 gram ağırlığın enerji karşılığı ortalama 7 kalori (29.3 kj)
- Leptin...??

BEDEN KÜTLE İNDEKSİ (BKİ) NEDİR?

- Boya göre sağlıklı ve ideal beden ağırlığının belirlenmesinde kullanılan bir ölçüttür.

$$\text{BKİ} = \text{Vücut Ağırlığı (kg)} / \text{Boy (m)}^2$$

$$\text{İdeal Ağırlık} = \text{Boy (m)}^2 \times \text{İdeal BKİ}$$

**YAŞA GÖRE
İDEAL VE SAĞLIKLI
BKİ DEĞERLERİ**

YAŞ	ALT-ÜST SINIRLAR	ORTALAMA İDEAL BKİ
19-24	19-24	21
25-34	20-25	22
35-44	21-26	23
45-54	22-27	24
55-64	22-27	25
65 ve üzeri	22-27	26

● BKİ → 20.0 - 24.9 (normal)

● BKİ → 25.0 - 29.9 (hafif şişman)

● BKİ → 30.0 ve üzeri (şişman)

Enerji Dengesi

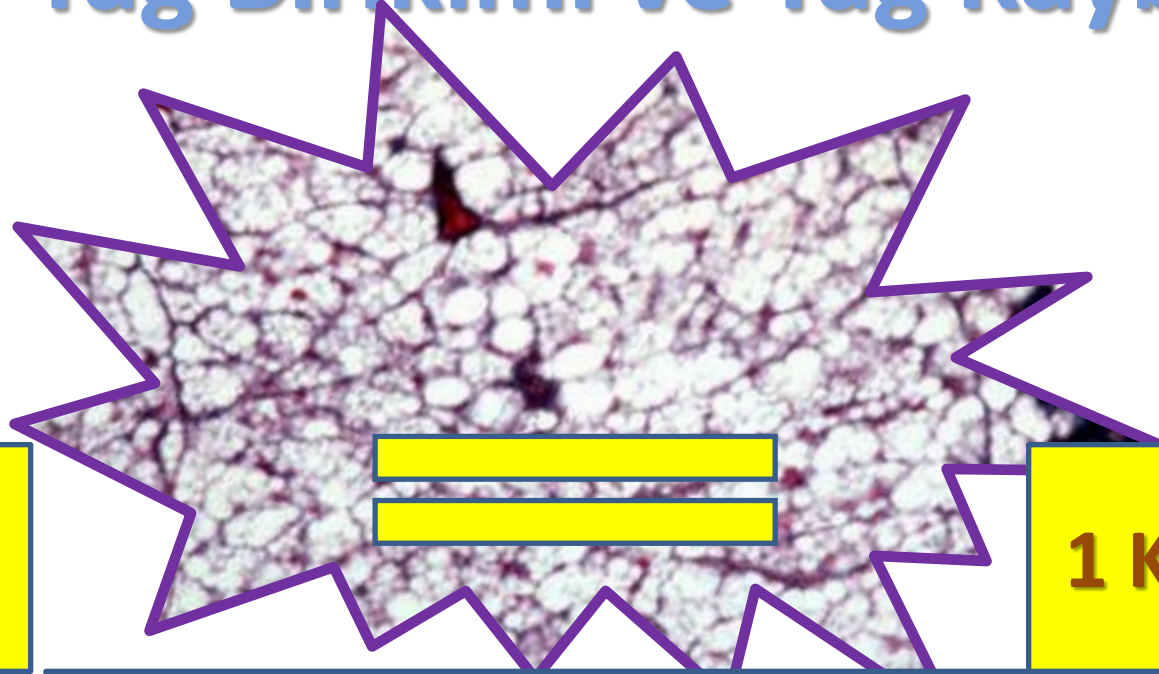
ALINAN ENERJİ = HARCANAN ENERJİ (olmalı)

⊙ Enerji dengesinin en iyi göstergesi, vücut ağırlığının boya göre orantılı olması ve değişmemesidir.

⊙ **Alınan Enerji > Harcanan Enerji → ŞİŞMANLIK**

⊙ **Alınan Enerji < Harcanan Enerji → ZAYIFLAMA**

Yağ Birikimi ve Yağ Kaybı



**7000
KKAL**

1 KG YAĞ

1 KG YAĞ DOKUSU

**7000 Kkal fazlalık = 1 kg vücut ağırlığı artışı
7000 Kkal eksiklik = 1 kg vücut yağı azalışı**