BESLENMENİN BİYOKİMYASAL TEMELLERİ

Beslenme ve besin maddeleri

Beslenme, büyüme, gelişme ve yaşamın sürdürülmesi için ekzojen maddelerin sağlanmasıdır. Beslenme sırasında besinler alınır. Besinlerde, bazıları sindirilebilen bazıları sindirilemeyen besin maddeleri bulunur. Selüloz ve hayvansal kıkırdak sindirilemeyen besin maddeleridirler. Sindirilebilen besin maddeleri, fonksiyonel açıdan enerji substratları, yapı substratları ve etki substratları diye üç sınıfa ayrılırlar.

Enerji substratları

Enerji substratları, enerji sağlamak için organizmaya alınan maddelerdir:

1) Nişasta ve glikojen gibi polimer karbonhidratlar,

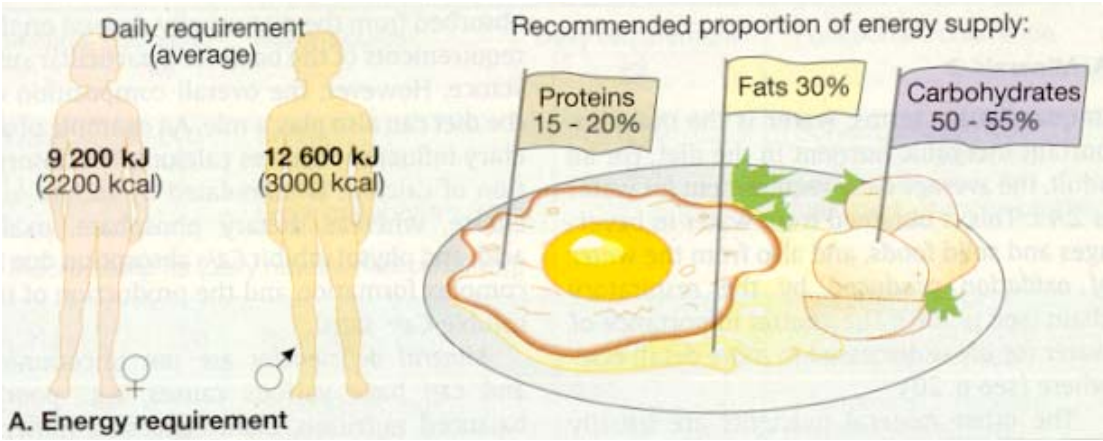
2) Sakkaroz ve laktoz gibi dimer karbonhidratlar,

3) Trigliseridler şeklindeki yağlar,

4) Proteinler,

5) Glukoz, fruktoz, galaktoz, yağ asidi, gliserol ve amino asitler gibi monomerler enerji substratlarıdırlar.

Genel bir ifadeyle organizmaya enerji, karbonhidratlar, trigliseridler (yağlar) ve proteinler tarafından sağlanır:



Amino asitlerden karbonhidratlara dönüşüm olabilir, fakat yağ asitlerinden karbonhidratlara dönüşüm olmaz.

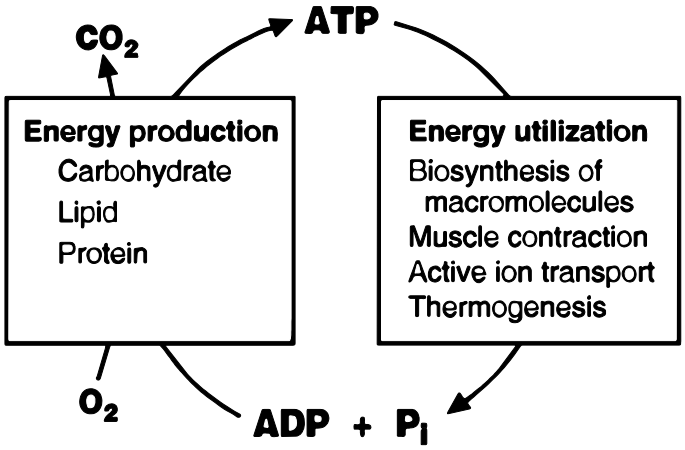
Enerji substratlarının sağladığı enerji miktarı, yanma değeri ile ifade edilir. Yanma değeri, karbonhidrat ve proteinler için 4,1 kcal/g'dır, yağlar için ise 9,3 kcal/g kadardır. Enerji ihtiyacını giderme bakımından eritrositler, böbrek medüllası ve santral sinir sistemi devamlı olarak glukoza bağımlıdırlar. Diğer dokularda amino asitler karbonhidrat yerine geçebilir.

Enerjinin transformasyonu

Her canlı hücre bir enerji transformatörüdür. Canlı hücre, dışarıdan aldığı kimyasal veya fiziksel enerjiyi geliştirdiği bir sistemle (~) şeklinde sembolize edilen ve ATP ile taşınan biyolojik enerjiye çevirir. Daha sonra da ATP'yi kullanarak kimyasal iş, ozmotik iş ve mekanik iş üretir:

Enerji	**HÜCRE**	**İş**
Kimyasal enerji:-Solunum	BİYOLOJİK ENERJİ	Kimyasal iş:-Biyosentez
Fiziksel enerji: -Fotosentez	(~)	Ozmotik iş :-Aktif transport
		Mekanik iş:-Kasılma

ısı

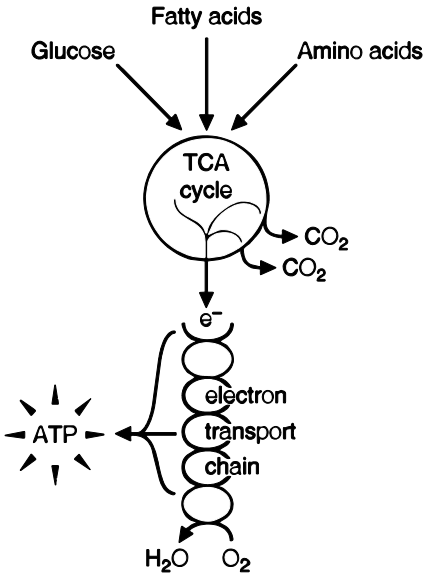


Biyolojik enerjiyi sağlayan tüm proçesler enerji metabolizması içinde yer alırlar. Biyolojik enerjiyi harcayan tüm proçesler de iş metabolizması içinde yer alırlar. Enerji ve iş metabolizma proçesleri %100 enerji verimiyle gerçekleşmez; daima bir miktar ısı da serbestleşir.

Hücreye enerji sağlanmasında yani kimyasal veya fiziksel enerjinin biyolojik enerjiye (ATP) çevrilmesinde bir elektron donöründen (vericisinden) bir elektron akseptörüne (alıcısına) elektron transportu mekanizması yer alır. Esasen biyokimyasal tepkimeler sırasında atom, molekül veya iyonlar arasında elektron alış verişi olmaktadır. Elektron alanlar indirgenmekte elektron verenler ise yükseltgenmektedir.

Yüksek canlılar oksijen sağlandığı sürece yaşamlarını sürdürmektedirler. Biyolojik sistemlerde glukoz gibi indirgenmiş bileşiklerden elde edilen elektronlar, özel elektron taşıyıcıları aracılığıyla moleküler oksijene aktarılmaktadır. Elektronların taşınması sırasında elde edilen enerji organizmanın enerji gereksiniminin karşılanmasında kullanılmaktadır.

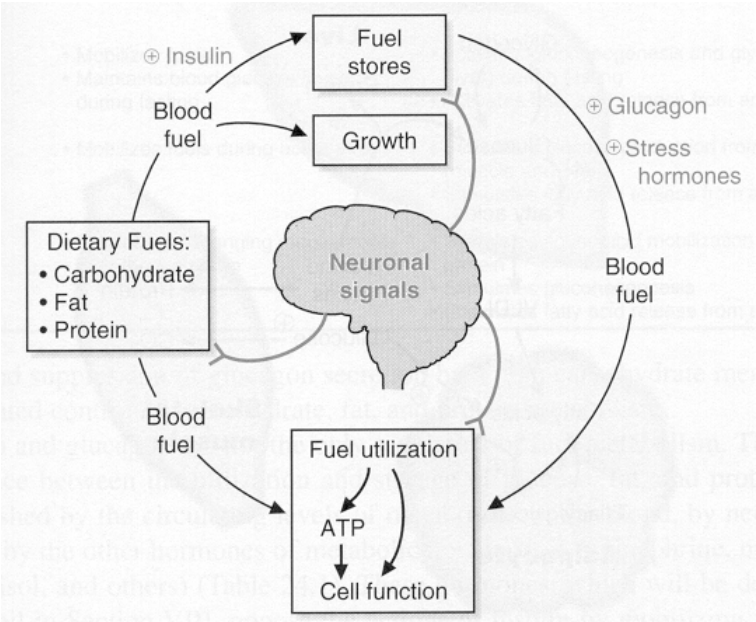
Hayvanlardaki solunumda kimyasal enerjinin biyolojik enerjiye çevrilmesinde elektron donörü karbonhidrat, trigliserid, protein gibi **besin substratları**dır. Elektron akseptörü de O_2'dir. Karbonhidrat, trigliserid, protein gibi besin substratlarındaki elektronun O_2'e transportu sırasında redoks tepkimesinin serbest enerjisi (ΔG) biyolojik enerjiye dönüşür:



Enerji birikimi

Canlı hücre daima bir yıkılım, yeniden yapılanma ve dönüşüm halindedir. Canlı hücre, glukoz, yağ asidi, amino asit ve O_2 gibi **enerji substratları** yeterli miktarda hazır olduğu sürece fonksiyonel kalır. Bir hücrenin dışarıdan aldığı enerji substratı bazen yeterli olmayabilir. Bir hücrenin dışarıdan aldığı enerji substratının yeterli olmadığı zamanlarda kullanılmak üzere hücrede enerji substratı birikimi olmalıdır.

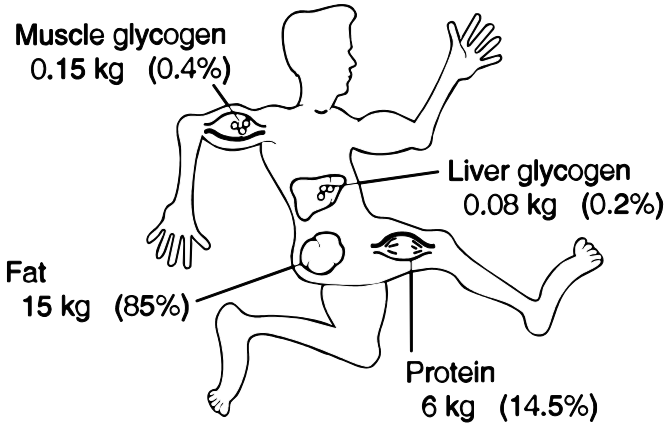
Hücre, enerji birikimi için dışarıdan aldığı glukoz, yağ asidi, amino asit gibi substratları polimerize eder. Böylece nişasta ve glikojen gibi polisakkaritler, trigliseridler ve proteinler oluşur. Hücre, enerji substratı eksikliğinde de polimerleri monomerlere dönüştürür:



Glukoz, yağ asidi, amino asit gibi monomerler, normal metabolizma yollarında enerji kazandıracak şekilde hücrede hazır bulunurlar.

Memelilerde enerji birikimi karbonhidrat için glikojen ve daha önemlisi trigliseriddir. Yağ asidleri için trigliseriddir. Amino asidler için proteinlerdir. O_2 kolayca sağlanabilen bir enerji substratı olduğu için ancak az sayıdaki bazı hücrelerde birikir.

Organların çoğu enerji birikimi görevi yapmaktan çekilmiştir. Ancak yağ dokuda trigliserid birikimi, kasta protein birikimi, karaciğerde glikojen birikimi görevi vardır:



Trigliserid bariz bir şekilde organizmanın en önemli enerji deposunu oluşturur. Sağlıklı bir erişkinde yağ dokuda toplam yaklaşık 15 kg kadar trigliserid bulunur. Bu trigliseridler yağlardan ve karbonhidratlardan kaynaklanır. *Trigliseridlerin ana enerji deposu olmasının nedeni 9,3 kcal/g gibi yüksek enerji değerine sahip olmaları ve 0,15 mL/g gibi az miktarda su tutarak alandan kazandırmalarıdır. Protein ve glikojen 4,1 kcal/g gibi nispeten düşük enerji değerine sahiptirler ve 5-10 mL/g gibi fazla miktarda su tutarak alan kaybına neden olurlar.*

İkinci önemli enerji deposu proteinlerdir. Proteinler sağlıklı bir erişkinde total olarak yaklaşık 6 kg kadardır. Bunun 1/3'ü (acil durumlarda ½'si) mobilize olabilir.

Üçüncü önemli enerji deposu glikojendir. Karaciğerde yaklaşık 150 g kadar kasta ise 300 g kadar glikojen bulunur. Glikojen, kısa süreli yedek olarak santral sinir sistemi ve eritrositlerin enerji gereksinimlerinin karşılanmasında önemlidir.

Yapı substratları

Yapı substratları, organizmadaki biyosentezler için gereken bileşiklerdir:

1) Heksozlar ve aminoheksozlar, glikoprotein yapısı, membran glikolipidleri, mukopolisakkaritler için gereklidirler.

2) Gliserol, sfingozin, kolin, kolesterol, doymuş ve doymamış yağ asitleri, membran lipidleri için gereklidirler.

3) Amino asitler, membran proteinleri ve tüm enzimler için gereklidirler.

4) Pürin ve pirimidin bazlarıyla pentozlar, nükleik asitler ve nükleotid yapısındaki koenzimler için gereklidirler.

5) Kalsiyum ve inorganik fosfor gibi mineraller, kemik yapısı için gereklidirler.

Yapı substratlarının çoğu hücre yıkımından sonra enerji substratı olarak değerlendirilirler.

Bazı yapı substratları, organizmada başka substratlardan sentezlenebilirler. Bazı yapı substratları ise başka substratlardan sentezlenemezler.

Organizmada sentezlenemeyen, dışarıdan alınması zorunlu olan maddeler **esansiyel maddeler** olarak adlandırılırlar. Yağ asitlerinden linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asit esansiyel yağ asitleri olarak bilinirler. Amino asitlerden de valin, lösin, izolösin, treonin, metiyonin, lizin, fenilalanin, triptofan ve küçük çocuklar için histidin ile arjinin esansiyel amino asitler olarak bilinirler. Mineraller de organizmada sentezlenemezler; dışarıdan alınmaları zorunlu yani esansiyel maddelerdirler.

Esansiyel besin maddelerinin eksikliğinde gelişme durur, deri hastalıkları ve kaşeksi ortaya çıkar. Esansiyel yağ asitlerinin eksikliğinde üremede aksaklıklar olabilir.

Etki substratları

Etki substratları, hücrede devamlı olarak katalitik etki gösteren maddelerdir:

1) Vitaminler,

2) Makroelementler,

3) İz elementler,

4) Su etki substratlarıdırlar.

Besinlerdeki besin madde miktarı

Besinlerdeki besin madde miktarı, farklılık gösterir. Çeşitli besinlerin içeriğinde bulunan besin maddeleri ile ilgili listeler çeşitli kaynaklarda bulunabilir:

Besin	**Su içeriği (% yaş ağırlık)**	**Karbonhidrat içeriği (% kuru ağırlık)**	**Protein içeriği (% kuru ağırlık)**	**Yağ içeriği (% kuru ağırlık)**
Sakkaroz	0	100	-	-
Patates	70	85	10	5
Pirinç	40	80	15	5
Ekmek	40	80	15	5
Bezelye	70	70	25	5
Salata	90	60	40	<2
Süt	90	40	25	35
Karaciğer	70	20	60	20
Yumurta	75	<4	50	50
Balık	70	-	90-70	10-30
Et	40-70	-	80-40	20-60
Tereyağı	20	-	-	100
Sıvı yağ	0	-	-	100
Coca Cola	90	100	-	-
Bira	Karbonhidratça zengindir.			
Etilalkol	Lipid kabul edilir.			

Besinlerin değeri ile ilgili kriterler

Kalori değeri

Normal beslenme, günlük iş metabolizması ve ısı ihtiyaçlarını karşılayabilecek miktarda enerji içermelidir. Bunu sağlayan diyet **izokalorik diyet** olarak tanımlanır.

Dinlenme sırasında enerjinin %20'sini santral sinir sistemi, %10'unu kalp ve %7'sini böbrekler kullanır. Yaş, cinsiyet, kan hormon düzeyi, psişik durum bu oranlara etkili olabilir. Değişik yaş gruplarında bazal metabolizma için günlük enerji gereksinimi şöyledir:

	Günlük Enerji Gereksinimi (kcal)	
	Erkek için	**Kadın için**
5 – 7 yaşında	1100	1000
8 – 10 yaşında	1300	1200
11 – 14 yaşında	1600	1500
15 – 17 yaşında	1900	1600
18 – 35 yaşında	1800	1500

Çeşitli aktivitelere göre izokalorik diyet için kalori değerleri şöyledir:

	Kalori değeri (kcal)
İşi olmayan, amaçsız dolaşanlar	1800
Çok kitap okuyanlar	2000
Bayan büro memuru	2200
Ev işleri yapan ev kadını ve bürokratlar	2400
Menajerler ve reprezantlar	2600
Fabrika işçisi, TIR şoförü, Profesör ve öğrenciler	2800
Hamileler	2800
Polis, postacı, emziren anneler	3000
Tarlada çalışanlar, ikiz anneleri	3300
Oto teknisyenleri	3600
Profesyonel sporcular, duvarcılar	4000
Olimpiyat sporcuları	5000

Günlük iş metabolizması ve ısı ihtiyaçlarını karşılayabilecek miktardan daha az enerji içeren diyet **hipokalorik diyet** olarak tanımlanır. Hipokalorik diyet, trigliserid ve protein birikim maddelerinin yıkılması sonucu zayıflama ve kilo kaybına neden olur. Normal kür ile zayıflama için 1500 kcal'lik diyet ve klinik uygulamada zayıflama için 600 kcal'lik diyet hipokalorik diyet olarak kabul edilir.

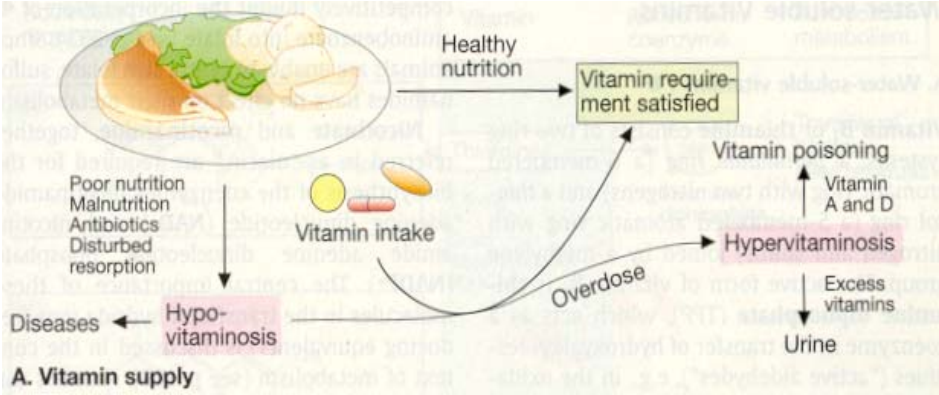
Günlük iş metabolizması ve ısı ihtiyaçlarını karşılayabilecek miktardan daha fazla enerji içeren diyet **hiperkalorik diyet** olarak tanımlanır. Hiperkalorik diyet, daima trigliserid birikimine ve sonuçta doku yağlanmasına, kilo artışına yol açar. Oburlar ve gamsızlar için 4500 kcal'lik diyet hiperkalorik diyet olarak kabul edilir.

Besinlerin sentez değeri

Normal beslenmede diyet, esansiyel amino asitleri, esansiyel yağ asitlerini ve mineralleri yeteri kadar içermelidir.

Besinlerin katalitik değeri

Normal beslenmede diyet, etki substratlarını yeterli miktarda içermelidir. Avitaminoz ve hipervitaminoz çeşitli klinik belirtilere yol açar:



Besinlerin hazırlanış şekli

Isıtma suretiyle besinler mikroplardan arıtılır, bitkisel besinlerdeki selüloz kılıf çatlar ve sindirilebilecek substratlar dışarı çıkar. Nişasta ve proteinlerin denatürasyon sonucu olarak sindirilmeleri kolaylaşır. Ancak vitaminler kaynatma suyuna geçer ve oksijen varlığında %30 kadarı kayba uğrar. Proteinlerin biyolojik değeri de esansiyel amino asitlerin yüksek sıcaklıkta kalmasıyla kayba uğrar.

Yararlanma değeri

Yararlanma değeri hayvansal besinlerde %95 ve bitkisel besinlerde %70-85 arasındadır.

Besin maddeleri için günlük gereksinim

Orta düzeyde vücut aktivitesi gösteren 11-35 yaş grubundaki insanlarda günlük besin madde ihtiyacı şöyledir:

Besin maddesi	**Kaynak**	**70 kg erkek veya 2900 kcal/gün için**	**55 kg kadın veya 2100 kcal/gün için**
1) Enerji substratı -Karbonhidrat -Protein -Yağ	Normal beslenme	 480 g 70 g 70 g	 330 g 55 g 55 g
2) Yapı substratı -Esansiyel amino asit -Esansiyel yağ -Kalsiyum -Fosfat	 Hayvansal proteinler Çeşitli yağlar	 10-20 g 6-8 g 0,8 g 3,7 g	 8-17 g 5-7 g 0,8 g 3,7 g

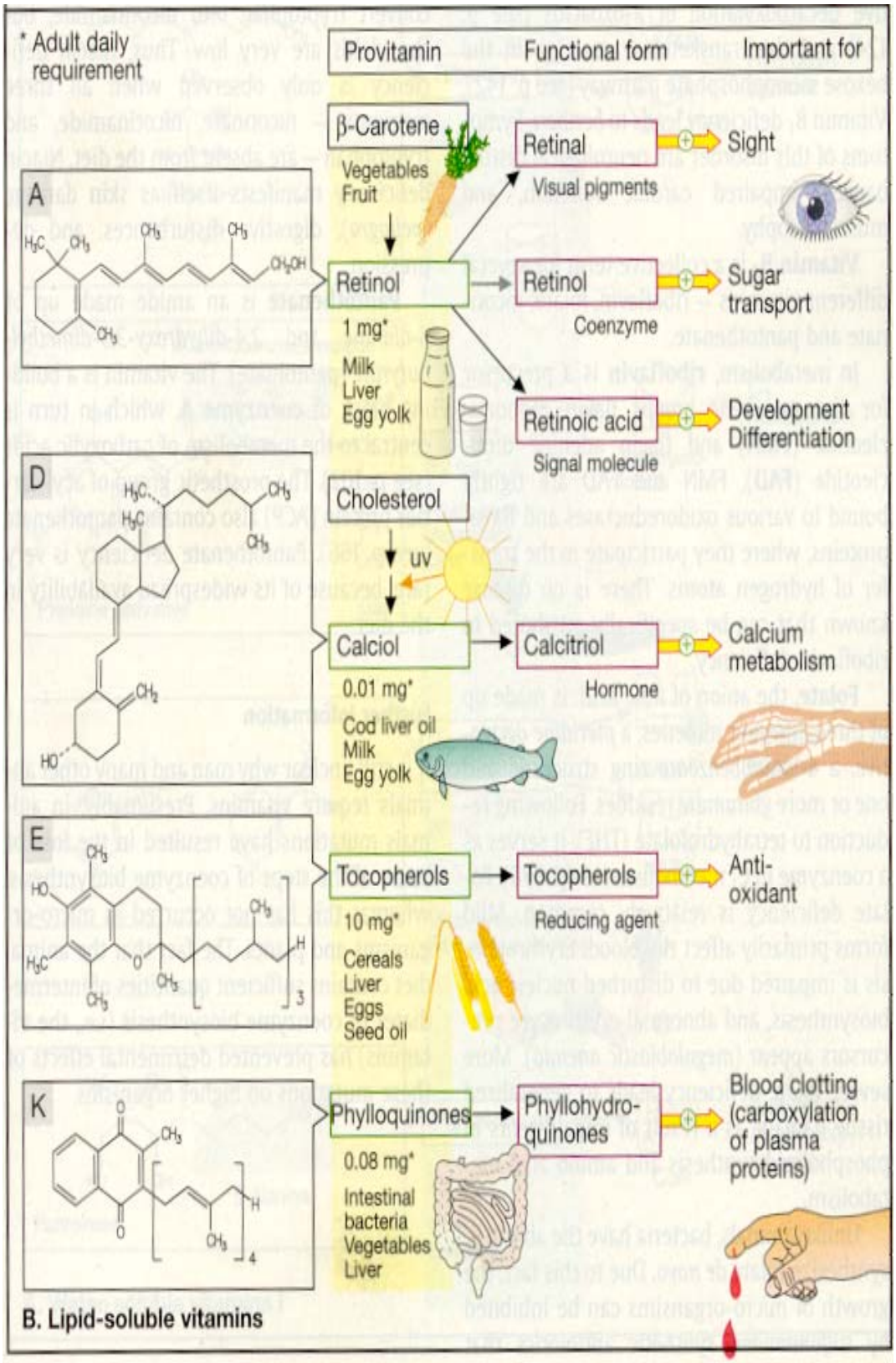
Besin maddesi	**Kaynak**	**70 kg erkek veya 2900 kcal/gün için**	**55 kg kadın veya 2100 kcal/gün için**
3) Etki substraı + Mineraller - Na	 Normal beslenme	 2,0 g	 2,0 g

- K		2,0 g	2,0 g
- Mg		0,3 g	0,3 g
- Cl		6,0 g	6,0 g
+ İz elementler			
- Mn		4 mg	4 mg
- Zn		15 mg	15 mg
- Fe		10 mg	10 mg
- Cu		1,5 mg	1,5 mg
- İyot		0,15 mg	0,15 mg
+Vitaminler			
- A	Sarı sebze, meyve	1,6 mg	1,6 mg
- D	Balık	1,01 mg	1,01 mg
- B_1	Karaciğer, buğday	1,5 mg	1,5 mg
- B_2	Karaciğer, süt	1,8 mg	1,8 mg
- B_6	Karaciğer, maya	2,0 mg	2,0 mg
- B_{12}	Karaciğer,süt,yumurta	0,005 mg	0,005 mg
- C	Yeşil sebze, meyve	75 mg	75 mg

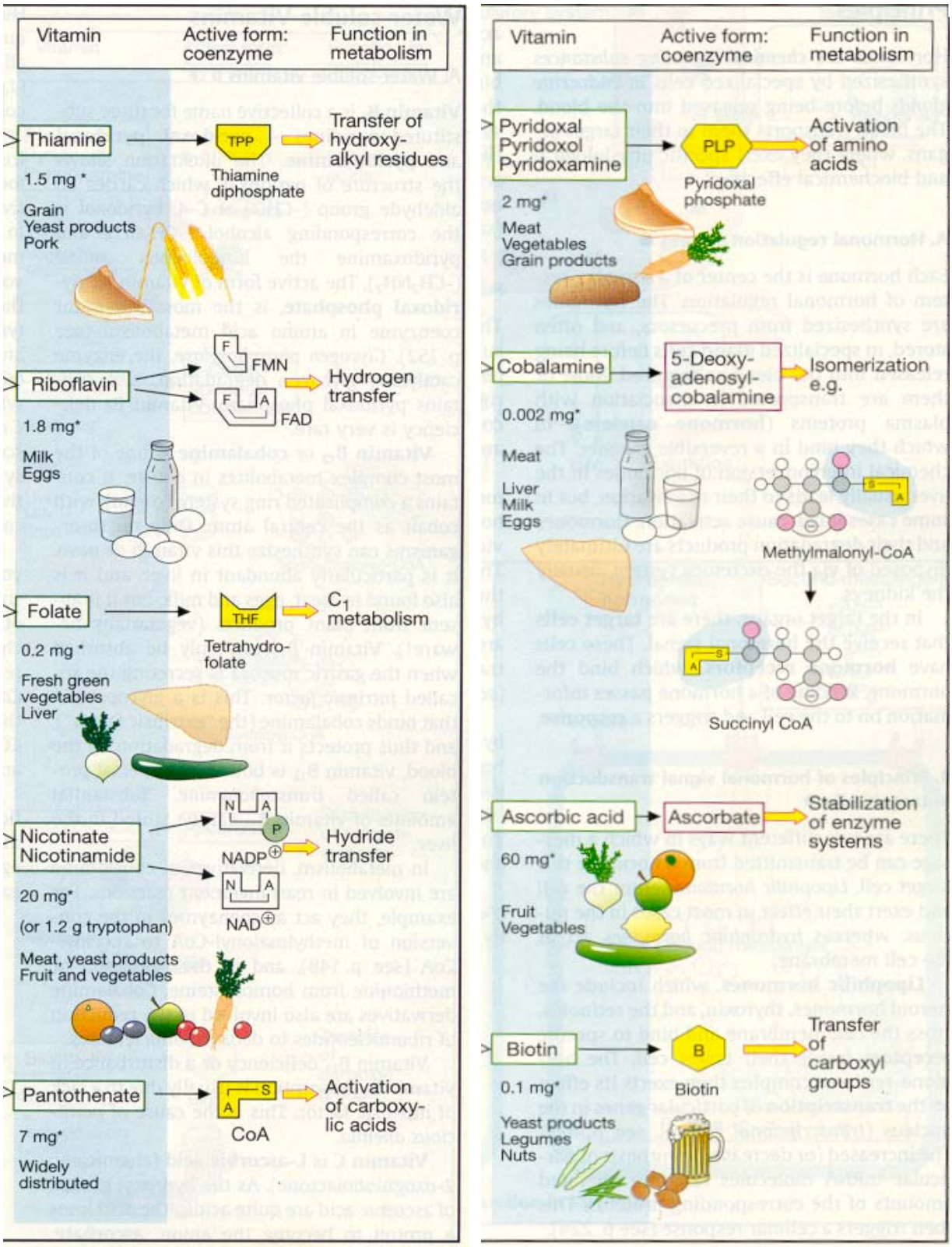
	Quantity in body (kg)	Energy content kJ · g^{-1} (kcal · g^{-1})	Daily requirement (g) a	b	c	General function in metabolism	Essential constituents
Proteins	10	17 (4.1)	♂ 37 ♀ 29	55 45	92 75	Supplier of amino acids Energy source Daily requirement in mg per kg body weight	Essential amino acids: Val (14) Leu (16) Ile (12) Lys (12) Phe (16) Trp (3) Met (10) Thr (8) Cys and His stimulate growth
Carbohydrates	1	17 (4.1)	0	390	240-310	General source of energy (glucose) Energy reserve (glycogen) Roughage (cellulose) Supporting substances (bones, cartilage, mucus)	Non-essential nutritional constituent
Fats	10-15	39 (9.3)	10	80	130	General energy source Most important energy reserve Solvent for vitamins Supplier of essential fatty acids	Poly-unsaturated fatty acids: Linoleic acid Linolenic acid Arachidonic acid (together 10g day)
Water	35-40	0	2500	-	-	Solvent Cellular building block Dielectric Reaction partner Temperature regulator	
Minerals	3	0				Building blocks Electrolytes Cofactors of enzymes	Macrominerals Microminerals (trace elements)
Vitamins	-	-				Often precursors of coenzymes	Lipid-soluble vitamins Water-soluble vitamins

a: Minimum daily requirement b: Recommended daily intake c: Actual daily intake in industrialized nations

B. Nutrients



B. Lipid-soluble vitamins



Suda çözünen vitaminler

Mineral	Content* (g)	Major source	Daily requirement (g)	Functions/Occurrence
Water	35 000-40 000	Drinks Water in solid foods From metabolism 300g	1200 900	Solvent, cellular building block, dielectric, coolant, medium for transport, reaction partner
Macroelements (daily requirement >100 mg)				
Na	100	Table salt	1.1-3.3	Osmoregulation, membrane potential, mineral metabolism
K	150	Vegetables, fruit, cereals	1.9-5.6	Membrane potential, mineral metabolism
Ca	1 300	Milk, milk products	0.8	Bone formation, blood clotting, signal molecule
Mg	20	Green vegetables	0.35	Bone formation, cofactor for enzymes
Cl	100	Table salt	1.7-5.1	Mineral metabolism
P	650	Meat, milk, cereals, vegetables	0.8	Bone formation, energy metabolism, nucleic acid metabolism
S	200	S-containing amino acids (Cys and Met)	0.2	Lipid and carbohydrate metabolism,
Microelements (trace elements)			(mg)	
Fe	4-5	Meat, liver, eggs, vegetables, potatoes, cereals	10	Hemoglobin, myoglobin, cytochromes, Fe/S clusters
Zn	2-3	Meat, liver, cereals	15	Zinc enzymes
Mn	0.02	Found in many foodstuffs	2-5	Enzymes
Cu	0.1-0.2	Meat, vegetables, fruit, fish	2-3	Oxidases
Co	<0.01	Meat	Traces	Vitamin B_{12}
Cr	<0.01		0.05-0.2	Not clear
Mo	0.02	Cereals, nuts, legumes	0.15-0.5	Redox enzymes
Se		Vegetables, meat	0.05-0.2	Selenium enzymes
I	0.03	Seafood, iodized salt, drinking water	0.15	Thyroxin
Requirement not known				Metals Non-metals
F		Drinking water (fluoridated), tea, milk	0.0015-0.004	Bones, dental enamel

A. Minerals

* Content in the body of a 65 kg adult