

# PROTEİN — ENERJİ DENGELİ İLİŞKİLERİ

Uz. Dyt. Gülden Köksal\*

## Giriş

Beslenme, insanın temel gereksinmelerinin başında gelir. İyi beslenme deyince akla besin öğelerinin dengeli ve yeterli olarak tüketilmesi gelmektedir. Bugün bütün yeryüzünde milyonlarca insan açlık ve yetersiz beslenmenin sonucu olan hastalıklarla savaşıırken diğer bazıları aşırı ve yanlış beslenme nedeniyle yaşamlarını erken yitirmekte veya çalışamaz duruma düşmektedirler. Yetersiz ve dengesiz beslenme sorunlarının nedenlerinden biri beslenme bilgisinden yoksunluktur. Yeterli ve dengeli beslenmek için gerekli koşulların başında yeterli miktarda besin üretimi ve üretilen besinlerin dengeli dağılımı gelir. Besin dağılımının dengeli olması ve yeterli tüketilmesi yanında besin öğelerinin de dengeli alınması sağlıklı bir yaşam açısından önemlidir.

## Protein Enerji İlişkileri

Protein metabolizması ile enerji alınımı arasında yakın bir ilişki vardır.

Protein metabolizması besin ile alınan enerji kaynaklarıyla yalnız ilişkili değil son analizde ona bağımlıdır.

Kabaca proteinin iki görevi olduğu söylenir :

- 1 — Vücut dokularının yapımı için gereklidir.
- 2 — Enerji kaynağıdır.

Bununla birlikte besin proteinlerindeki amino asitler doku sentezinde kullanılıyorsa, metabolik süreçlerde enerji kaynağı görevlerini görmüyorlar demektir. Aynı şekilde enerji kaynağı olarak kullanıldıkları zaman da doku sentezine yararlı olamazlar.

Vücudun esas gereksinimi enerji içindir. Enerjinin protein sentezine kıyasla daha ön plânda olacağı kabul edilmelidir, çünkü sentez enerjiye gereksinim gösteren bir süreçtir. Proteinin birincil görevi, yani doku sentezi, ancak organizmanın enerji gereksinimi karşılanmışsa olasıdır. Buna ek olarak, uygun protein alan ve olum-

---

\* Hacettepe Çocuk Hastanesi Beslenme ve Diyet Uzmanı

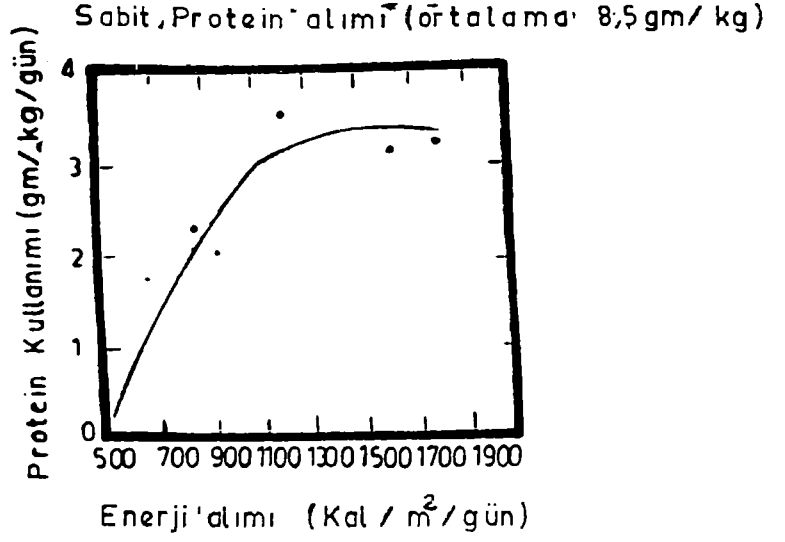
lu nitrojen dengesindeki bir erişkinin proteini kullanma tarzı, diyetindeki enerji kaynaklarına göre olacaktır.

Eğer diyetin enerji değeri düşerse, enerji için proteinin kullanılışı hakkındaki veriler, artmış nitrojen atımı ile belirlenecektir. Buna karşılık eğer enerji alımı artmışsa, nitrojen birikimide artar ve bu da evvelce enerjiye yöneltilen proteinin artık protein sentezinde kullanıldığını gösterir. Protein yeterli miktarda verilir enerjinin gereksinimden çok verilmeside kişiyi şişmanlığa götüreceğinden enerji ve protein arasında bir denge kurulması gerekir. Buna bir örnek verecek olursak, anne sütü alan bir bebekte 1.7 gm protein/100 kal. şeklinde açıklanabilir ve bu esaslara dayanarak enerji — protein dengesi kurulur ve diyet düzenlenir.

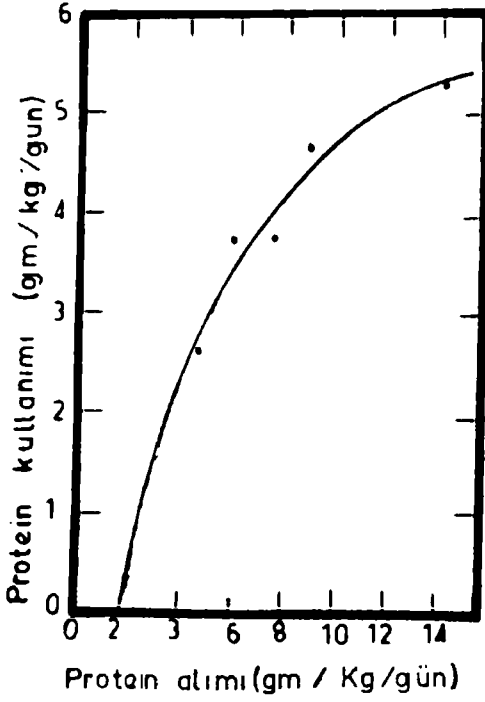
Protein kullanılmasında: 1 — Protein alımının sabit kalıp enerji alımının arttığı, 2 — Enerji alımının sabit kalıp protein alımının arttığı durumların etkileri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. (Şekil 1).

Protein alımı sabit kalıp enerji alımı artığında, karkas analizi ile ölçülen proteinin kullanılması en yüksek düzeye yükselir. Bunun ötesinde bir protein kullanımı olanaksızdır. Enerji alımı sabit kalırken protein alımı artarsa, proteinin kullanılışı keskin bir şekilde en uç hıza kadar yükselir ve bundan sonraki artış giderek azalır.

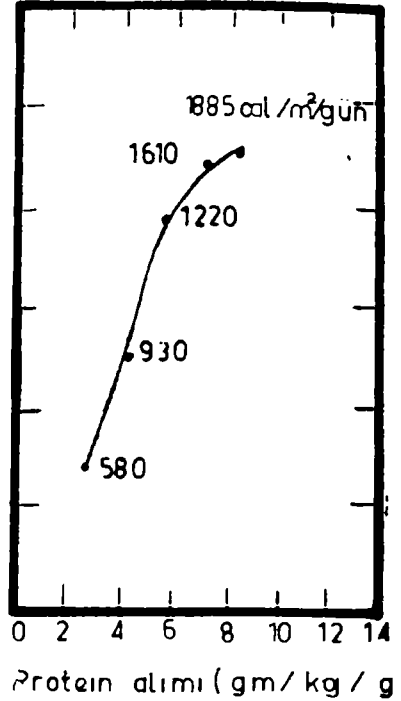
Diyetle alınan enerjinin protein esirgeyen etkisi birçok araştırmacılarca gösterilmiştir. Bu etki, yetişkinlerde, 1500 Kal. (6.2 MJ) üzerinde gözlenir, fakat çok düşük enerji alımlarında gözlenmez. Enerjiler kısıtlandıkça kritik bir düzeye erişilene dek kullanım sabit kalır. Bu kritik düzeyin üzerinde yapılan kısıtlama protein tutulmasındaki etkinliği hızla düşürür. Böylece enerjisi az besinlerle beslenme koşullarında protein kullanımı, gözle görülür biçimde kötüleşir. Düşük protein alımı sabit tutularak enerji arttırılırsa protein kullanımı iyileşir fakat enerji alımındaki artış daha çok proteinli besinlerden sağlanmışsa o zaman protein vücutça daha büyük ölçüde yakılacaktır. Diyetle karbonhidrat, yağ ve alkol gibi enerji veren besinlerin olması, proteinin enerji gereksinmesini karşılamak için kullanılmasını önler.



Şekil — 1. a) Enerji alımının protein kullanımına etkisi,  
Sabit kalori alımı (ort 630 kal/m<sup>2</sup>/gün)



b) Protein alım düzeyinin, protein kullanımına etkisi.



c) Proteinin eş zamanlı değişim durumunda enerji alımının protein kullanımına etkisi.

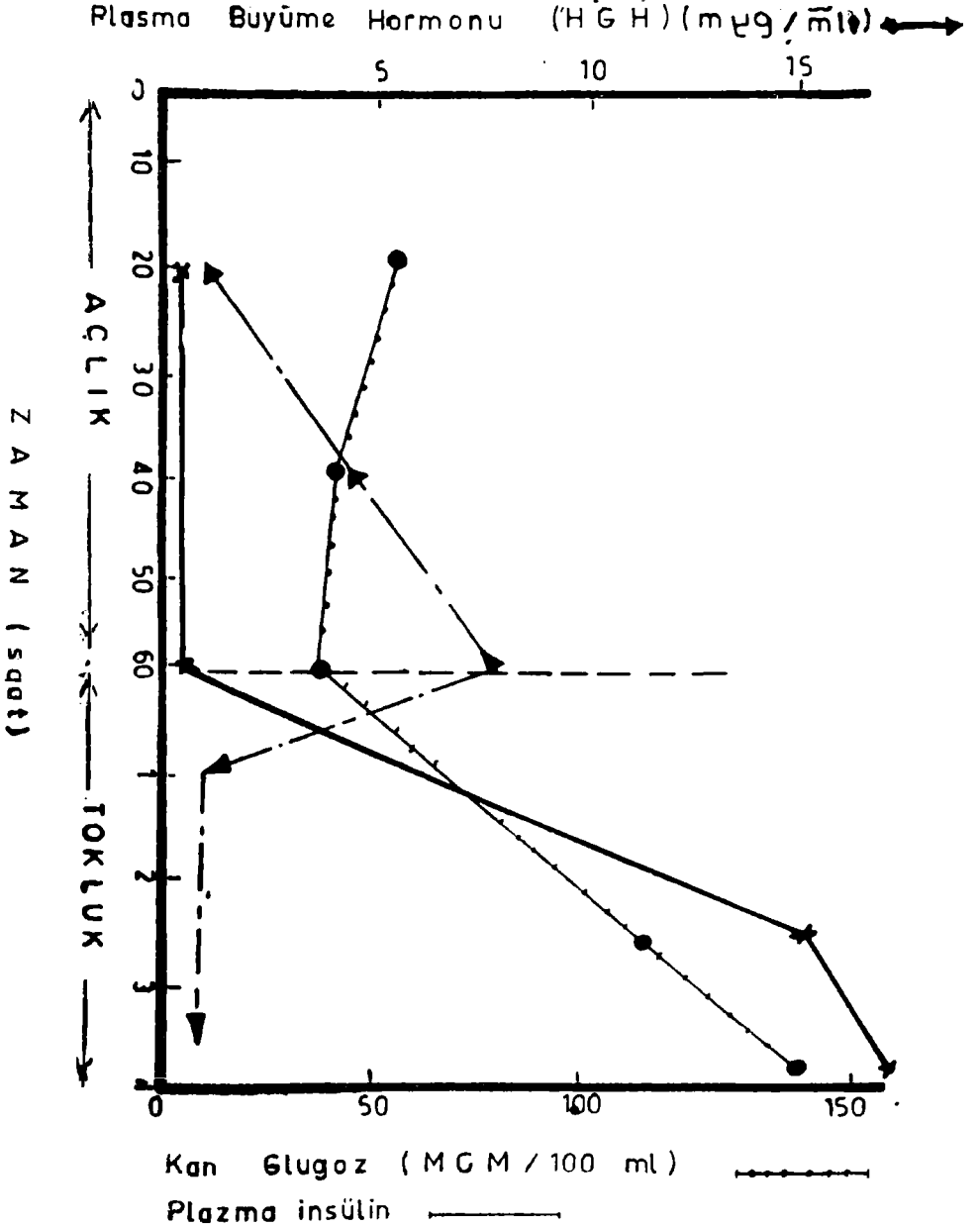
### Karbonhidratların Protein Metabolizmasına Etkileri

Diyet karbonhidratlarının özgül olmayan, protein esirgeyen etkilerinden ayrı olarak, bu besinlerin, protein metabolizması üzerinde öteki diyet öğelerinde bulunmayan etkileri vardır. Bu etkilerin belki de en önemlisi karbonhidrat — endokrin ilişkisi olarak adlandırılabilir. Munro'ya göre, insülin salgısı ve etkinliği en önemlisidir. Çünkü bu hormon çevre dokulardan yalnızca glikozun değil, amino asitlerin de alınmasını sağlar. İnsülin, hem karbonhidrat, hem de protein metabolizmasını etkileyen hormonlardan yalnızca biridir. Aç durmaya bağlı hipoglisemi, plazma da büyüme hormonu düzeylerinde yükselmeye yol açar. Yeterli karbonhidrat ve protein sağlayan bir yemek sırasında, insülinin açığa çıkması sağlanır ve büyüme hormonunun salgılanması azalır. Emilme devresinde, glukozun alınması uyarılır, fakat emilme sonrasında, insülin düzeyi hâla yüksekken, büyüme hormonu salgısı artar. Bu hormonal denge, amino asitlerin, protein sentezinin yapıldığı hücreye alınmasını sağlar. Şekil 2 de de görüleceği gibi, yemekten sonra insülin düzeyi azalır ve plazmadaki büyüme hormonu yükselmeye devam eder. Sonunda glukozun kas tarafından alınmasına ve kas dışı glukozun başka metabolik görevler ve sinir dokularının gereksinimleri için kullanılması sağlanır. Kandaki hormon düzeylerinin kan glukozuna göre değişmesinin anlaşılması, glukozun protein metabolizması üzerindeki özel etkisindedir (2).

Karbonhidratların protein metabolizması üzerindeki etkileri sindirilen karbonhidrata göre değişebilir, çünkü sindirim ve emilim oranları değişik olabilir ve böylece hormonal ilişkiler de değişebilir. Endokrin bezlerinin karbonhidrat ve protein sindirimine duyarlılığındaki bireysel ayrıcalıklar (Pankreas ve tükürük bezi) besin emilimini de etkileyebilir.

Malnutrisyon durumlarında, karbonhidrat bir protein israfı etkisi yapabilir. Aşırı karbonhidrat verildiğinde ve protein alımı kabaca sınırlandığında, nitrojen emiliminin kötüleştiği bilinmektedir. Bu etkinin, karbonhidratın bağırsak mukozası emici yüzeyi üzerinde doğrudan etkisine mi yoksa protein azalması yönünden insülin ve büyüme hormonu sentezinin kötüleşmesi sonucunda amino asit alımının azalmasına mı bağlı olduğu yeterince açıklanmamıştır.

Ne olursa olsun, bebeklerin ve çocukların protein enerji malnutrisyonunda « dengeli açlığın » yani protein yağ ve karbonhidrat bakımından uyumsuz diyetlerin verilmesinden doğan açlığın, ye-



Şekil 2 — Açlık ve tokluk durumlarının kan glukoz, plazma, insülin ve büyüme hormonlarına etkileri

terli protein yokluğunda protein dışı enerji kaynaklarının özellikle karbonhidratların verildiği dengesiz açlıktan daha az metabolizma düzensizliğine yol açtığı bilinmektedir. Birinci durum marasmus'a yol açar, ikinci durum ise, kuvaşokor olarak tanımlanan klinik sendromun nedenidir.

Protein enerji malnutrisyonunda (PEM) diyet tedavisinde eskiden beri uygulanmakta olan usul, enerji ve yeterince proteinle beslemektir. Çünkü çocukların ağırlık kazanma hızlarına sahip olabilmeleri için enerjiye gereksinimleri vardır. Büyüme ve enerji alımı arasında doğrusal bir ilişki vardır. Enerji kullanımı herkes için değişiktir. BMH, büyümenin devamına ve vücuttaki görevlerine göre değişiklik gösterir. Enerjinin bir kısmında yeni doku sentezi ve depolanması için kullanılır. Bu nedenlerle çocuklarda total enerji dengesini doğrulukla ölçmek zordur.

Ölçmeler zor olmakla beraber malnutrisyonun hızlı iyileşme devresinde 200 Kal/Kg/gün verildiğinde, günde 30 gm ağırlık kazanılması izlenebilir. Zaten bu hız aynı yaşta normal çocuğa kıyasla 10 — 20 kez daha fazladır. Malnutrisyonda da BHM, idrar ve gaita ile enerji kayıpları ve gereksinimleri ölçülmüştür, ancak tam anlamı ile saptanamamıştır. Asworth malnutrisyondan iyileşen çocukların 160/Kal/Kg aldıklarında, bunun 60/Kal/kg BMH için çıkarılması gerektiğini diğerlerinin ağırlık kazanmak için harcadığını belirtmiştir.

PEM'lu 11 Jamaika'lı çocuk üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Enerji harcamasını kalp atım hızı ve  $O_2$  kullanımı ile ilişkili olduğundan bu çalışmada PEM'dan iyileşmekte olan çocukların iyileşme sırasındaki enerji harcamaları araştırılmıştır. Çocuklardan 8'i malnutrisyonun hızlı iyileşme aşamasında, 3'ü halâ malnutrisyonluymuş. 1 çocuk hem malnutrisyonlu döneminde, hem iyileşme döneminde bulunuyormuş. İlk 4 — 5 gün yağsız süttözu ve glukoz verilmiş. 91 Kal/kg. 0.6 gm prot/kg sağlanmış. Ayrıca çocuklar Mg, vitamin ve Fe almışlar. Daha sonra iyileşme diyetinde süte ek olarak hindistan cevizi yağı 1350 Kal her 1000 ml ve 31 gm/gün protein sağlayacak şekilde diyet düzenlenmiş ve 4 saat aralıklarla beslenme yapılmıştır. İyileşme devresinin en iyi belirtisi ağırlık kazanması olmuş ve çocuklara bu dönemde yüksek enerjili diyetle yeterli protein verilerek negatif nitrojen dengeleri düzeltilmiştir (3).

İyileşme devresinde verilen diyet tipleri ile ağırlık kazanma arasındaki ilişkiyi göstermek için 47 malnutrisyonlu süt çocuğun-

da bir çalışma yapılmıştır. Malnutrisyonlu bebekler ikiye ayrılmışlar ve grup P ve O diye adlandırılmışlardır. Grup P'de 23 bebek, grup O'da da 24 bebek incelenmiştir. Bu bebeklerin yaş ortalamaları 11 ve 13 ay olarak saptanmıştır. Bu iki grup arasındaki esas fark tedavi esnasında ve iyileşme devresinde verilen diyetin enerji içeriğindeki farklılıktır. Diyetler, kusma, diyare ve ödem denetim altına alındıktan sonra verilmektedir. 20 günlük araştırma süresince bebekler hergün tartılmıştır. Çocukların diyeti ve ağırlık kazanmaları tablo 1 de gösterilmiştir.

**Tablo 1**  
**Ortalama Enerji ve Protein Alımı ve Ağırlık Kazanma**

Grup	Kj/kg/gün	Kalori Kal/kg/gün	Protein gr/kg/gün	Ağırlık kazanma kg/gün
O	607	145/112 - 182	3.8	7.65
P	737	176 (146 - 238)	4.1	10.6

Grup P'deki çocuklar yüksek düzeyde enerji almışlar ve büyüme hızlarında artış olmuştur (4).

### Protein Enerji Oranı

Bir diyetin genel niteliğini incelerken besinleri enerji birimleri ile ifade etmek yararlı olur. Verilmiş bir diyetle protein enerji oranı şöyle hesaplanır :

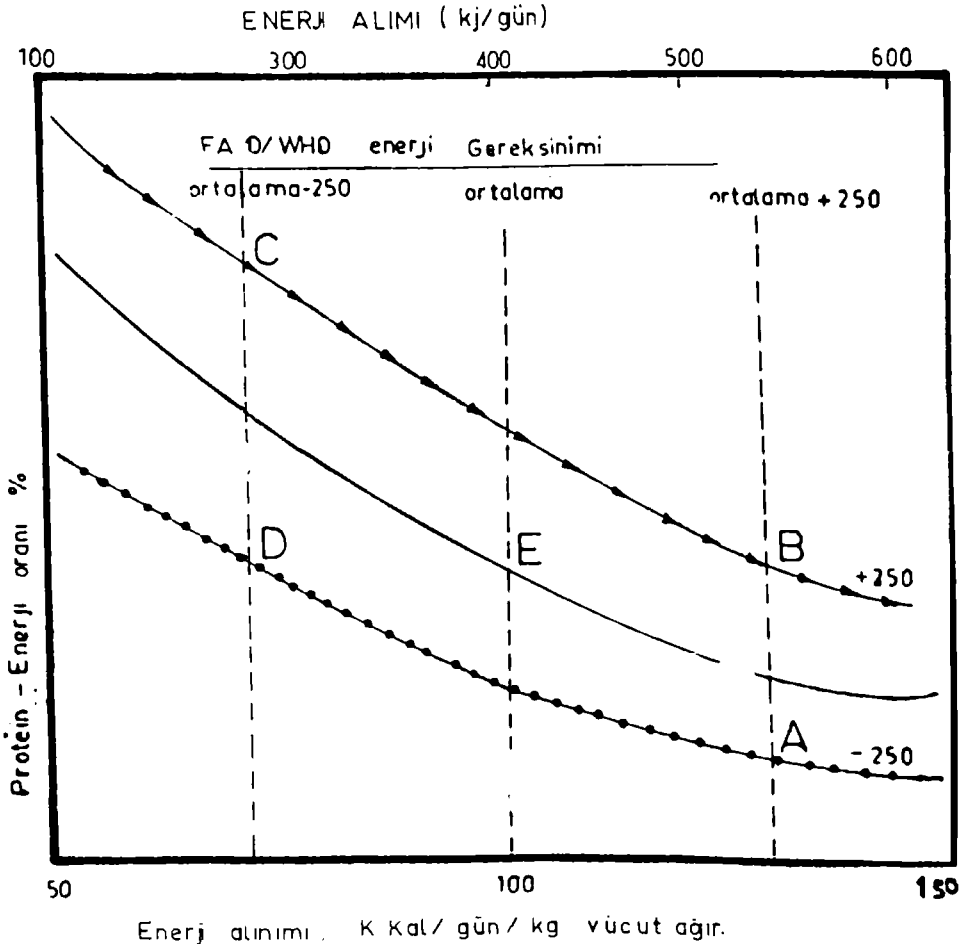
$$\frac{\text{diyet proteini gr cinsinden}}{\text{o proteinin gr başına özgül enerji değeri}}$$

**Toplam diyetin enerji içeriği**

Protein için gm/başına 4 kal. değeri kullanılır ve oran % olarak verilir. Böyle bir oran besin karışımlarının hazırlanmasında kabaca bir kılavuz olarak kullanılır. Protein enerji oranı birçok değişik yollardan hesaplanabilir. «Güvenli» protein enerji oranı olarak burada incelenecek yöntem hemen bütün bireylerin gereksinimlerinin karşılandığı beklenen orandır. Şekil 3 de de görüldüğü gibi ortalama protein gereksinmesini gösteren E noktası uygun değildir, çünkü bireylerin en az yarısı gereksindikleri protein miktarını alamıyacaklardır. En yüksek protein gereksin-

mesi ile en düşük enerji gereksinmesini karşılayan C noktasının herkesin durumuna uygun düşeceği açıktır. Bununla birlikte protein ve enerji gereksinimleri arasında herhangi bir ilişki bulunmamasına karşın, bu özel durumdaki bireylerin sayısı çok düşüktür.

Beslenme konusu ile ilgili tartışmalar ve bu konular hakkında sürekli öneriler belirli beslenme uzmanları komitelerince yapılmaktadır. Nitekim 1971'de protein enerji hakkında görüşleri süren bir komitenin önerilerine uygun olarak Beaton ve Swiss (5) adlı iki araştırmacı protein ve enerji gereksinimelerindeki değişimlerle bunlar arasındaki ilişkileri göz önünde tutarak «güvenli» oran tahminlerinde bulundular. Buna göre bireylerin % 2,5 dışında hepsinin



Şekil 3 — Enerji alınımı, Kal/gün/kg vücut ağırl.



gereksinmelerinin aşağıda diyet enerji %'si olarak belirtilen yumurta ve süt protein düzeyleri ile karşılanacağını öngörmüşlerdir. 2 — 7 yaş arası için % 5.1, 6 — 8 yaş arası için % 4.9, 12 — 14 yaş arası için % 5. ve yetişkinler için % 5.4.

Şekil 3 de, ortadaki düşey çizgi 1 — 3 yaş çocukların ortalama enerji gereksinmelerini göstermektedir. — Ortadaki eğri belirli bir enerji akımında ortalama bir protein gereksinimini karşılamak üzere diyet protein konsantrasyon (yoğunluğunu) göstermektedir. Kesik çizgili eğriler —.—.—.—. ————— F 2 SD (standart değişim) sınırlarını gösterir, üstteki C eğrisi güvenli protein alım düzeyidir.

Bu durum kronik düşük enerji alınımına karşın enerji dengesi sağlanan bir ortamda beslenen çocuklarda da görülebilir. Çocukların az enerji alınan ortamda daha düşük bir etkenlik düzeyi gösterdikleri ve büyümelerinin etkilenmediğini işaret etmiştir. Fakat enerji alımı daha önemli ölçüde düşerse o zaman büyüme üzerinde olumsuz etki beklenmelidir. Bu çocuklardaki fiziksel etkenlik düşük enerji alımı yüzünden azaldığına göre artırılmış enerji alınımında da daha çok etkenlik ve enerji harcamasına yol açması beklenir. Bununla birlikte bunun böyle olduğunun ispatlanmasını bekleyene dek güvenli protein enerji oranının kullanılması doğru olur.

FAO/WHO tarafından 1971 de toplanan beslenme komitesinin, yalnızca normal beden fonksiyonlarını desteklemek, yıkanmak, giyinmek gibi hafif etkenlikleri sağlamak için gereken en az enerji miktarlarını içeren enerji gereksinmesini yaklaşık 1.5 x BMH olarak önermiştir. Komite, çocuklarda normal büyümeyi desteklemek için gerekli enerji miktarı konusunda da tahminlerde bulunmuştur. Yaşama + büyüme gereksinmesi bireye göre de değişkenlik gösterir. (BMH için olduğu gibi) Enerji gereksinmesi düşük düzeyde olan, aynı zamanda protein gereksinmesi üst sınırdaki bir çocuk için (Şekil 3 C noktası) protein enerji oranı % 6.9 olabilir.

1973'te FAO/WHO'nun salık verdiği «güvenli» protein düzeyine göre (0.57 gm/prot/kg'la) beslenen 4 genç erkekte enerji alınımı ve yumurta proteininin emilimindeki verimliliği arasındaki ilişki uzun süreli metabolik denge deneyleri ile tekrar incelenmiştir. Aynı zamanda diyetdeki protein kalitesi ve azot metabolizmasının

önerilen enerji alınımından az veya çok verilmekle değiştiği saptanmıştır (6).

Diyete enerji eklenmesinin veya çıkarılmasının azot dengesine olan önemli etkisi sayısız çalışmalarla gösterilmiştir. Hayvanlardaki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, azot dengesinin enerjinin normal veya yüksek düzeylerde alınması ile oluşan değişikliklerle aynı düzey de olduğunu veya değişikliklere uyduğunu göstermiştir. Denek olarak kullanılan 4 kişi 3 — 8 gün süreyle değişik düzeylerde protein tüketmişlerdir. Diyetle yeterli miktarda protein alınırca diyetle eklenen her 100 kal. karşılığı azot dengesinin 0.1 — 0.3 gm azot arttığı iddia edilmiştir. Bu görüş tam tutmamakla beraber çoğunlukla azot denge çalışmaları protein kalitesini değerlendirmek, protein ve amino asit gereksinimini tahmin etmek amacıyla yöneliktir. Bu da özellikle sindirilmiş proteinin tam emilimi için gereken fazla enerjinin alınımını sağlamakla ilgilidir. Sonuç olarak 4 erkekte yapılan çalışmada kg başına 47 — 50 Kal verildiğinde azot dengesinin olumlu olacağı kanısına varılmıştır.

### Özet ve Sonuç

Beslenme insanın temel gereksinimlerinin başında gelmektedir. Sağlıklı bir yaşam için besinlerin dengeli ve yeterli tüketilmesi gerekir.

Vücudun esas gereksinimi enerji içindir. Çünkü bütün metabolik sentezler enerjiye gereksinim gösteren süreçlerdir. Protein metabolizması besin ile alınan enerji kaynaklarıyla yalnız ilişkili değil, son analizde ona bağımlıdır.

Diyet enerjisinin protein esirgeyen etkisi birçok araştırmalarla gösterilmiştir. Bu etki yetişkinlerde 1500 kal. üzerinde gözlenir. Enerjiler kısıtlandıkça kritik bir düzeye erişilene dek kullanım sabit kalır. Böylece enerjisi az besinlerle beslenme koşullarında protein kullanımını verimi gözle görülür biçimde kötüleşir.

Karbonhidratların protein metabolizması üzerindeki etkileri sindirilen karbonhidrata göre değişebilir, çünkü sindirim ve emilim oranları değişik olabilir ve böylece hormonal ilişkilerde değişebilir. Bir diyetle protein enerji oranı şöyle hesaplanır.

$$\frac{(\text{gm}) \text{ diyet prot} \times \text{prot. özgül enerji değeri}}{\text{Toplam diyet enerjisi}} = \% \text{ olarak protein enerji oranı}$$

(Protein özgül enerji değeri = 4)

Protein enerji oranının hesaplanmasındaki amaç hemen bütün bireylerin (protein—enerji) gereksinimlerinin karşılanmasıdır. İstenen protein yüzdeleri yumurta ve süt protein düzeylerine göre hesaplanmıştır. 2—7 yaş için 5.1, 6—8 yaş için 4.9, 12—14 yaş için 5 ve yetişkinler için 5.4'dür.

### Summary

Nutrition is one of the most important needs of the human being. Survival and good health is only possible with a balanced diet.

Energy is the most important factor for a body to work well, because all the metabolic synthesis need energy as a fuel.

The diet energy spare proteins, because they have many other functions besides giving energy to the body. First of all body uses proteins to make new tissues and to synthesize new amino acids.

For a given diet, protein energy ratio is calculated as follows :

$$\frac{\text{Diet prot X prot. specific energy value}}{\text{Total diet energy}}$$

The purpose in calculating the protein energy ratio is to fulfill the individuals exact requirements of body protein and energy.

**KAYNAKLAR**

- 1 — Pike, L.R., Brown, L.M., Nutrition: An Integrated Approach, Determination of Nutrient Needs, John Wiley Sons, New York, S. 376, S. 434, 1967.
- 2 — Goodhart, S.R., Dietary Interrelationships, Modern Nutrition in Health and Disease, Lea and Febiger, Philadelphia Copyright S. 436—439, 1790.
- 3 — Spady, D.W., Payne, R.P., Picou, D., Energy Balance During Recovery from Malnutrition, The American Journal of Clinical Nutr. S. 29 : 1073—1088, 1976.
- 4 — Ashworth, A., Bell, R., James, W.P.F., and Waterloo Calorie Requirements of Children Recovering from Protein—Calorie Malnutrition, Lancet 2, 600—1968.
- 5 — Energy and Protein Requirements Recommendations by a joint FAO/WHO Informal gathering of experts, PAG Bulletin, Volume V, No. 3, 1975.
- 6 — Garza, C., S. Crimshaw, N.S., Young, V.R., Human Protein Requirements the effects of Variations in energy intake within the maintenance range, The American Jour. of Clinical Nutr. Volume 29, N. 3, S. 280—287, 1976.