

## BALANCED SELECTION OF ECONOMICAL DIET

**Mehmet AHLATÇIOĞLU<sup>1</sup>, Nuran GÜZEL<sup>2</sup>, Mustafa SİVRİ<sup>\*1</sup>,**

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Matematik Mühendisliği Böl., Davutpaşa-İSTANBUL

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Davutpaşa-İSTANBUL

**Geliş/Received: 18.03.2004 Kabul/Accepted: 02.09.2004**

### ABSTRACT

Several works involving economical diets, balanced diets, medical diets utilizing a selection of foods are encountered in the literature. The present model includes all of these diets and is quite easy to utilize in terms of versatility.

**Keywords:** Economical and balanced diet, mathematical programming

### DENGELİ- SEÇME VE SEÇTİRMELİ- EKONOMİK BESLENME

### ÖZET

Literatürde; ekonomik, dengeli, uzman tavsiyeleri içeren beslenme modellerinin yanısıra, yiyeceklere seçilme olasılıkları veren beslenme modellerine rastlanmaktadır [1,2]. Bu çalışmada yukarıda geçen modelleri aynı anda belirli ağırlıklar ölçüsünde gerçekleştiren yeni bir model sunulmaktadır. Bu nedenle gerek ihtiyaçlara cevap vermesi ve gerekse beslenme uzmanı ile kullanıcıya seçme dahil, belirli bir kullanma kolaylığı sağlaması modelin etkinliğidir.

**Anahtar Sözcükler:** Ekonomik ve dengeli beslenme, matematik programlama

### 1. GİRİŞ

İnsanların yaşamlarında beslenme problemi birinci derece önemli bir problemdir. İnsanlar giyinmeden ve barınaksız bile hayatlarını sürdürebilir. Ancak; yeteri kadar besin almadan yaşamlarını sürdüremezler. Alınan besin yetersizliği sorun olduğu gibi, fazla alınan besinin de insanların sağlık dengesini bozduğu günümüzde bir gerçektir. Beslenmenin yanısıra dengeli beslenilmesinin de ön planda gözönüne alınması gerekmektedir. Ayrıca, beslenme ve diet uzmanlarının, kullanıcının özel durumuna göre besin gruplarından önerileceği miktarlara da mümkün olduğu kadar uymak, dengesiz beslenmenin getirebileceği birçok hastalığı önleyeceği gibi, varolan bazı hastalıkların tedavisinde de çok önemli rol oynayacaktır. Bunun yanında her insan aynı yiyeceği yememektedir. Kişiler farklı yiyeceklerden hoşlanmaktadırlar. Bu nedenle kişilerin besin grupları içerisinde seçecekleri besinlerin bileşenleri farklı olacaktır. Beslenme için önerilecek çözüm modeli, kişilere bu esnekliği vermelidir.

Günümüzün en büyük problemlerinden birisi haline gelen ekonomik problemlerin, insanların beslenmesine de yansıdığı bir gerçektir. Bu nedenle; insanlar, beslenme ihtiyaçlarını olabildiğince ekonomik bir şekilde karşılamak isteyeceklerdir. Sonuçta; yeterli, dengeli ve

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail: msivri@yildiz.edu.tr , Tel: (0212) 449 1826

## Balanced Selection of Economical...

ekonomik bir beslenme modeli geliştirilmesi gerekmektedir. Literatürde, bazı beslenme modelleri sadece yeterli ve dengeli beslenmeyi önerirken [1], bazıları seçmeli beslenme modelleri önermektedir [2]. Ayrıca, sadece ekonomik [3] ve sadece diyet uzmanına uyan çözüm metodları da vardır [4]. Bütün bunların değişik kombinasyonlarını içeren, yani, yeterli, dengeli, seçmeli ve ekonomik beslenmeyi sağlayan çözüm metodları da geliştirilmiştir.

Biz bu çalışmamızda, çok daha geniş kapsamlı bir model önermekteyiz. Önerdiğimiz model, yeterli ve dengeli beslenmeyi sağlarken, diyet uzmanını görüşlerini de büyük ölçüde dikkate almaktadır. Ayrıca, kullanıcıya besin grupları içerisinde istediği besinleri seçme imkanı vermektedir. Bunlara ek olarak, bütün bu işlemleri ekonomik bir şekilde gerçekleştirmektedir.

## 2. BESLENME MODELİ

Modelde kullanılan besinler, şu başlıklar altında toplanmıştır.

1. Etlar ve Kuru Bakliyat grubu
2. Süt ve türevleri grubu
3. Sebzeler ve Meyvalar grubu
4. Un ve Unlu Yiyecekler
5. Yağ ve Tatlılar grubu.

Beslenme için gerekli olan belli başlı besin ise,

1. Enerji
2. Karbonhidrat
3. Protein
4. Yağ
5. Kalsiyum
6. Demir
7. Vitamin-A
8. Vitamin-B1
9. Vitamin-B2
10. Niasin
11. Vitamin-C

şeklinde gruplandırılmıştır.

### Modelin Girdileri

- $a_{ijk}$  : j.besin grubunun k.bileşeninin 100 gramında bulunan i.besin ögesi miktarı,  
 $c_{jk}$  : j. besin grubunun k. bileşeninin 100 gramının fiyatı,  
 $g_i$  : günlük gerekli olan besin ögesi miktarı,  
 $f_j$  : j.besin grubundan kişilere uzmanlarca önerilen miktar,  
 $p_{jk}$  : j.besin grubunun k. bileşeninin seçilme olasılığı.

### Arananlar

- $h_j$  : j. besin grubundan yenilecek miktar,  
 $h_{jk}$  : j. besin grubunun k. bileşeninden yenilecek miktar.

### Modelin Yapısı

Modelin uyması gereken kısıtlar,

i) Besin öğelerine uyma kısıtı;

$$\sum_j \sum_k a_{ijk} h_{jk} * g_i \quad (1)$$

dır. Burada, "\*" operatörü, " $\geq, \leq, =$ " yerine kullanılmıştır. j. besin grubundaki besin sayısı,  $n_j$ , olmak üzere;

$h_{jk} = h_j \cdot p_{jk}$ ;  $k = 1, \dots, n_j$  and  $\sum_{k=1}^{n_j} p_{jk} = 1$  eşitliğini (1) denklemine uygularsak;

$$\sum_j \eta_{ij} h_j * g_i; \quad i = 1, \dots, m \quad (2)$$

denklemini elde edilir. Burada,

$\eta_{ij}$  : j. besin grubunun 100 gramındaki i. besin ögesi miktar olup,

$$\eta_{ij} = \sum_{k=1}^{n_j} a_{ijk} p_{jk} \text{ şeklinde tanımlanmıştır.}$$

(2) denklemde,  $\eta_{ij} \frac{f_j}{g_i} = a_{ij}$  ve  $\frac{h_j}{f_j} = x_j$  dönüşümünü yaparak,

$$\sum_j a_{ij} x_j * 1 \quad i = 1, \dots, m \quad (3)$$

elde edilir. Genel olarak, belirlenen hedeflere yaklaşabilmek için, "\*" yerine " $\cong$ " sembolü alındığında ve hedeflerden sapma miktarını,  $d_i^-$  ve  $d_i^+$  ile tanımlayarak besin öğelerine uyma kısıtı;

$$\sum_j a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = 1; \quad i = 1, \dots, m \quad (4)$$

yapısındadır. (4) kısıtının 1 den negatif yönde saptması,  $d_i^-$ , pozitif yönde saptması da,  $d_i^+$ , ile gösterilmiştir.

ii) Beslenme Uzmanının önerilerine uyma kısıtları:

$x_j \cong 1; j = 1, \dots, n$  dir. Burada, 1' den pozitif ve negatif yönde saptmaları, sırasıyla,  $e_j^-$  ve  $e_j^+$  ile gösterilerek, kısıtlar;

$$x_j + e_j^- - e_j^+ = 1; \quad j=1, \dots, n \quad (5)$$

yapısında olmaktadır.

iii) Beslenmenin ekonomik şartlara uyma kısıtı;

Beslenmenin Maliyeti;

$$Z_E = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{n_j} c_{jk} h_{jk} = \sum_j \sum_k c_{jk} p_{jk} h_j = \sum_j \left[ \sum_k c_{jk} p_{jk} \right] h_j \text{ dir.}$$

$$\left[ \sum_k c_{jk} p_{jk} \right] f_j = c_j \text{ ve } \frac{h_j}{f_j} = x_j \text{ dönüşümleri yapıldığında;}$$

$Z_E = \sum_j c_j x_j$  beslenmenin maliyeti olur. Besin öğelerini karşılamak kaydıyla en ekonomik

beslenme değeri,  $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j * 1$  ve  $x_j \geq 0, j = 1, \dots, n$ , kısıtları altında

$\min Z_E = \sum_j c_j x_j$  dir. Bulunan minimum değeri,  $Z_E^*$ , olmak üzere; mevcut kısıtlar altında

$\sum_j c_j x_j \geq Z_E^*$  dir.  $Z_E^* > 0$  olduğundan eşitsizliğin heriki tarafı  $Z_E^*$  ile bölünerek;

$\frac{1}{Z_E^*} \sum_j c_j x_j \geq 1$  olur. Probleme beslenme uzmanının tavsiye kısıtları da eklendiğinde

ekonomiklikten sapma daha da artacaktır. Ekonomiklikten sapma ölçüsü  $d_E$  olmak üzere; ekonomik şartlara uyma kısıtı;

### Balanced Selection of Economical...

$$\frac{1}{Z_E^*} \sum_j c_j x_j - d_E = 1 \quad (6)$$

yapısında olacaktır.

### 3. MODELİN AMAÇLARI

1) Alınması gereken besin öğelerinden sapmanın minimizasyonu:

$$\min Z_1 = \sum_{i=1}^m (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-) \quad (7)$$

yapısındadır. Burada;  $w_i^+$  ve  $w_i^-$ , sırasıyla,  $d_i^+$  ve  $d_i^-$ , sapmalarına verilen ağırlıklardır.

Eğer “\*” işlemi “ $\geq$ ” yerine kullanılmış ise;  $w_i^- \gg w_i^+$  dir. Eğer “\*” işlemi “=” yerine kullanılmış ise;  $w_i^- = w_i^+$ , eğer “\*” işlemi “ $\leq$ ” yerine kullanılmış ise;  $w_i^+ \gg w_i^-$  şeklinde belirlenen ağırlıklardır. (Yukarıdaki ifadede, “ $\gg$ ”, çok büyük anlamında olup, istenmeyen yöndeki sapmanın en aza indirgenmesi için, bu yöndeki sapmaya büyük ağırlık vermeyi sağlar.)

2) Uzmanın tavsiyelerinden sapmanın minimizasyonu:

Diyet Uzmanı, yenilmesi gereken miktarı yaklaşık olarak belirlemektedir. İlave bir bağlayıcı koşul olmadıkça, bu miktarlarda yapılabilecek sapmanın pozitif yada negatif yönde olması aynı önemi taşımaktadır. Dolayısıyla, sapma ağırlıkları eşit alınabilir. Buna göre, belirlenen değerlerde sapmanın minimizasyonu;

$$\min Z_2 = \sum_{j=1}^n (e_j^+ + e_j^-) \quad (8)$$

yapısında olacaktır.

3) Ekonomik(en düşük) maliyetten sapmanın minimizasyonu:

$$\min Z_3 = d_E \quad (9)$$

olmalıdır. Buna göre model; (7), (8), (9) amaçlarını, (4), (5), (6) ve pozitiflik kısıtları altında optimize eden Çok Amaçlı (üç amaçlı) Lineer Programlama (ÇALP) problemi yapısındadır.  $Z_i$  amacına  $w_i$  ağırlığını vererek, bu ÇALP problemi aynı kısıtlar altında;

$\min Z = w_1 Z_1 + w_2 Z_2 + w_3 Z_3$  Lineer Programlama Problemine indirgenir. Burada,  $w_i$ , ağırlıkları, uygulayıcıların amaçlara verdiği önemi yansıtacak büyüklükte seçilmelidir. Bu LP probleminin çözümü ile, beslenme modelinin aranan çözümleri elde edilmiş olur.

### 4. ÖRNEK

[6]dan yaz mevsimi 1.hafta yaz menüsü içerisinde geçen besinler, bu besinlerin 2003 yılına ait fiyatları ve seçilme olasılıklarıyla birlikte tablo 1, 2, 3, 4 ve 5’de verilmiştir. Her tablo, bir besin grubunu içermektedir. Bu besinlere ait, besin öğeleri [1] den, 4 kişilik bir ailenin 1 haftalık besin öğeleri gereksinimleri [6] dan alındı.

Önerilen matematiksel model, Uzman tavsiyesi, dengeli ve ekonomik beslenmelere belirli ağırlıklar vererek, 4 kişilik bir ailenin 1 haftalık tüketimleri tablo 1, 2, 3, 4 ve 5’deki son sütünlarda verilmiştir. Önerdiğimiz modelden hesaplanan bu sonuçların, [6] daki sonuçlarla da çelişmediği görülmektedir.

**Tablo1.** Etler ve kuru Bakliyat grubu besinlerin fiyatları, seçilme olasılıkları ve yenmesi gerekli miktarları

Cinsi	Fiyatı(100gr) (1000 TL)	Seçilme olasılıkları	Hesaplanan sonuçları (Kg)
Balık	750.00	0.185	0.6174375
Sığır Eti	1.200.00	0.085	0.2836875
Karaciğer	800.00	0.117	0.3904875
Yumurta	150.00	0.21	0.700875
Barbunya	150.00	0.0445	0.314851875
K.Fasulye	150.00	0.09	0.300375
Mercimek	120.00	0.07	0.233625
Nohut	120.00	0.05	0.166875
Tavuk Eti	300.00	0.1485	0.49561875

Et ve Kuru Bakliyat grubu besinlerden toplam  $h_1 = 3.3375$  kg alınmalıdır.

**Tablo 2.** Süt ve türevi grubu besinlerin fiyatları, seçilme olasılıkları ve yenmesi gerekli miktarları

Cinsi	Fiyatı(100gr) (1000 TL)	Seçilme olasılıkları	Hesaplanan sonuçları (Kg)
İnek Sütü	120.00	0.5	3.875
Yoğurt	150.00	0.45	3.4875
Lor Peyniri	350.00	0.028	0.21170
Beyaz Peynir	600.00	0.022	0.1705

Süt ve türevleri grubu besinlerden toplam  $h_2 = 7.75$  kg alınmalıdır.

**Tablo 3.** Sebze ve Meyve grubu besinlerin fiyatları, seçilme olasılıkları ve yenmesi gerekli miktarları

Cinsi	Fiyatı(100gr) (1000 TL)	Seçilme Olasılıkları	Hesaplanan sonuçlar (kg)
Karpuz	40.00	0.1547	1.93375
Limon	200.00	0.025	0.3125
Üzüm	150.00	0.045	0.5625
Biber	100.00	0.0096	0.120
Domates	100.00	0.139	1.7375
T.Fasulye	120.00	0.042	0.314
Havuç	100.00	0.018	0.314
Salatalık	50.00	0.036	0.135
Y. Kabağı	50.00	0.036	0.270
Kereviz	200.00	0.0027	0.020179
Kıvırcık	300.00	0.026	0.1943
Marul	400.00	0.016	0.11958
Patlıcan	120.00	0.088	0.65769
Patetes	100.00	0.20	1.49475
Pırasa	70.00	0.005	0.03737
Roka	400.00	0.034	0.2541
K. Soğan	60.00	0.077	0.57547
Y. Soğan	50.00	0.012	0.089685
Tere	400.00	0.034	0.2541

Sebze ve Meyve grubu besinlerden toplam  $h_3 = 7.47375$  kg alınmalıdır.

## Balanced Selection of Economical...

**Tablo 4.** Un ve Unlu yiyecekler grubu besinlerin fiyatları, seçilme olasılıkları ve yenmesi gerekli miktarları

Cinsi	Fiyatı(100gr) (1000 TL)	Seçilme olasılıkları	Hesaplanan sonuçları (Kg)
Bulgur	100.00	0.04	0.12
Ekmek	150.00	0.75	2.250
İrmik	150.00	0.035	0.105
Makarna	100.00	0.028	0.084
Un	100.00	0.117	0.351
Pirinç	200.00	0.03	0.09

Un ve Unlu yiyecekler grubu besinlerden toplam  $h_4=3.00$  kg alınmalıdır.

**Tablo 5.** Yağ ve Tatlılar grubu besinlerin fiyatları, seçilme olasılıkları ve yenmesi gerekli miktarları

Cinsi	Fiyatı(100gr) (1000 TL)	Seçilme olasılıkları	Hesaplanan sonuçları (Kg)
Pekmez	500.00	0.065	0.195
Reçel	250.00	0.07	0.210
Şeker	175.00	0.30	0.900
A.Yağı	350.00	0.14	0.420
Margarin	350.00	0.26	0.780
Tahın	250.00	0.066	0.198
Zeytin	450.00	0.099	0.297

Yağ ve Tatlılar grubu besinlerden toplam  $h_5=3.00$  kg alınmalıdır.

## 5. SONUÇ VE KARŞILAŞTIRMALAR

Bu çalışmayla kişilere seçme şansı veren, uzman tavsiyelerine uyan, ekonomik beslenmeyi de gözönüne alan bir model önermekteyiz. Bu modeli önerirken uzman önerilerine uyma kısıt sayısını literatürdekine nazaran yarıya indirdik[4].

Çalışmada 2003 yılına ait ilgili dönemdeki yiyecek fiyatları semt pazarlarından alınmıştır. Sadece ekonomik beslenmeyi planlıyorsak, 4 kişilik bir ailenin haftalık yiyecek gideri 49.607.600 TL olurken, uzman öneriler ve belirli ağırlıklar ölçüsünde ekonomik beslenme gözönüne alındığında aynı ailenin haftalık mutfak masrafının yükseldiği görülmektedir.

Modelin en büyük etkinliği olasılıklar kullanılarak gruplandırma özelliğinin olmasıdır. Bu sayede çok sayıda yiyecek az sayıda gruplarda toplanarak küçük boyutlu bir problem yapısında incelenebilmektedir. Bu düşünceden hareketle, model istenildiği kadar büyük boyutlu hastane, okul, özel grup hastalar vs. gibi makro beslenme modellerine uygulanabilir. Bunun için Uzmanlardan beslenecek kişi veya gruplar hakkında gerekli besin ögesi önerilerinin almak yeterli olacaktır. Önerilen modelin çözüm sonuçları, kişi veya gruplara istenen niteliklerde bir beslenme planı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Baysal A., Genel Beslenme, Hatipoğlu Yayınevi,Ank.,1995.
- [2] Anderson A. M, Early MD, Diet Planning in the third world by linear and Goal Programming, Food Technology Department, Massey University, Palmerston North, New Zealand,1983.

- [3] Sivri M., Dođrusal, Hedef, Çok Amaçlı ve sınırlı Programlama yaklaşımları ve bunların kombinasyonları ile Diyet Problemi çzm, Doktora Tezi, Y, FBE, İst., 1985.
- [4] Fltcher LR, Soden PM, Zinober ASI., University of Salford and University of Sheffield, Linear Programming Techniques for the Construction of Palatable Human Diets, J.Opl. Res. Soc. Vol.45, No.5, pp.489-496, 1994.
- [5] Ahlatçiođlu M., Başıgil H., Solution Proposal of Food Planning Model through Interval Linear Programming Modelling, Measurement and Control. C.Amsepres, vol.32, no.3, pp.31-46, 1992.
- [6] Wtherilt H., Dağlı M., Bilgisayarla Men Planlaması, TBİTAK, Marmara Bilimsel ve endstriyel Araş. Enst., Beslenme ve Gıda Tekn. Araştırma Bl., 1988.