

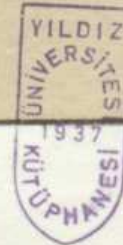
**Dokusal Hedef çok Amagli ve
Sınurlı Programlama Yaklaşımları**

Mustafa Sıvri

Doktora Tezi

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 209
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 46
Tarih : 26.5.1987
Fatura : ---
Fiatı : 1000 TL.
Ayniyat No : 1/6
Kayıt No : 44807
UDC : 574.1
Ek : 378.242



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Comp



DOKTORA TEZİ

DOĞRUSAL, HEDEF, ÇOK AMAÇLI VE SINIRLI PROGRAMLAMA
YAKLAŞIMLARI VE BUNLARIN KOMBİNEZONLARI İLE
DİET PROBLEMİ ÇÖZÜMÜ

Arş.Gör. Mustafa SİVRİ
Fen-Edebiyat Fakültesi
Matematik Bölümü

İSTANBUL - 1983



- T E Ş E K K Ü R -

Doktora çalışmam süresince, konunun seçiminde ve yönetilmesinde büyük desteğini gördüğüm Doç. Behiç ÇAĞAL'a; konunun içeriği bakımından, gerek verilerin sağlanmasında gerekse diyet konusunda baz teşkil edecek bilgilerin aktarılmasında büyük yardımlarını gördüğüm sayın Prof. Dr. Fikret BİYAL ile Uzm. Dr. Fikret SİPAHİOĞLU'na ve ayrıca çalışmam için gerekli imkanı sağlayarak sürekli teşviklerini gördüğüm sayın hocam Prof. Ahmet A. KARADENİZ'e teşekkür ederim.



D İ Z İ N

ÖZET	: 1
İNGİLİZCE ÖZET	: 11
GİRİŞ	: 111
I. BÖLÜM	: 1
MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA YAKLAŞIMLARI	
1.1. Doğrusal Programlama	: 1
1.2. Hedef(Goal) Programlama	: 3
1.3. Çok Amaçlı Doğrusal Programlama	: 5
1.4. Sınırlı Programlama	: 7
II. BÖLÜM	: 10
BESLENME KAYNAKLARI VE BESLENME İLKELERİ	
2.1. Beslenme Kaynakları	: 10
2.2. Beslenme İlkeleri	: 17
III. BÖLÜM	: 19
DİET PROBLEMİNE MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA YAKLAŞIMLARI VE BU YAKLAŞIMLARIN KOMBİNEZONLARI	
3.1. Diet Problemine Doğrusal Programlama Yaklaşımı...	: 19
3.2. Diet Problemine Hedef Programlaması Yaklaşımı.....	: 20
3.3. Hedef Programlaması ile Yaklaşılmış Diet Problemine Çok Amaçlı Programlama Yaklaşımı.....	: 22
3.4. Hedef ve Çok Amaçlı Programlamalarla Yaklaşılmış Diet Problemine Sınırlı Programlama Yaklaşımı	: 23
IV. BÖLÜM	: 27
UYGULAMA ÖRNEĞİ	
KAYNAKÇA	: 39
ÖZGEÇMİŞ	:

ÖZET



"Doğrusal, Hedef, Çok Amaçlı ve Sınırlı Programlama yaklaşımları ve bunların kombinezonları ile diet probleminin çözümü" adlı doktora tezini 4 bölümden oluşmaktadır.

I. Bölüm Matematiksel Programlama Yaklaşımları başlığını taşımakta; bu bölümde doğrusal programlama, hedef programlaması, çok amaçlı doğrusal programlama ve sınırlı programlama teknikleri hakkında gereği kadar teorik açıklamalar yapılmaktadır.

Beslenme kaynakları ve beslenme ilkeleri başlığına sahip ikinci bölümde ise beslenme kaynakları ile beslenme kurallarına ait bilgiler verilmektedir. Bu bölüm, uygulamaya ilişkin verilerden oluşmaktadır.

Tezin orijinal kısmını oluşturan III ve IV. bölümlerdir. Üçüncü bölüm diet probleminde matematiksel programlama yaklaşımlarının kombinezonlarından ibarettir. Bugüne kadar diet probleminde doğrusal veya hedef programlaması ile yaklaşılmıştır. Biz ise bu bölümde, diyet probleminde sınırlı ve çok amaçlı programlamaları da uygulayarak, değişik bir boyut kazandırmaya çalıştık. Çalışmalarımız sonucu oluşturduğumuz modelleri, ülkemizin verilerine uygulamak suretiyle Türkiye için alternatif beslenme kaynaklarını belirledik. Bu alternatif kaynaklar;

1. Dengeli beslenme,
2. Dengeli ve ekonomik beslenme,
3. Ekonomik beslenme

modelleri uygulanarak elde edildi.



SUMMARY

My Ph.d. Thesis the title of which is "The solution of the diet problem through linear, goal, multicriteria, and bounded programming approaches" is studied in four chapters.

The title of the first chapter is "The mathematical approaches" and it is devoted to pinpoint the major theoretical studies on the approaches mentioned above.

The second chapter of my study the title of which is "The diet resources and diet principles" includes information about diet resources and diet rules as well as the data.

The third and the fourth chapters are the original part of my thesis.

In the third chapter the application of the combination of 4 mathematical programming approaches is reviewed.

Generally diet problem is treated by linear and goal programming only. In this chapter I tried to apply bounded and multicriteria programming to the diet problem in order to develop a new dimension in the application of the techniques in question.

In the fourth chapter of my thesis the models developed in the previous chapters are applied to the Turkish data to determine the alternative diet resources.

The alternative resources are derived from

- 1- Balanced diet
- 2- Balanced and economic diet
- 3- Economic diet

models.



GİRİŞ

İnsanın normal hayatını sürdürebilmesi için enerji, karbonhidrat, protein, yağ, demir, tiamin, riboflamin, C vitamini, A vitamini, kalsiyum, sodyum, magnezyum vb. gereksinim maddelerini mensup olduğu yaş grubuna bağlı olarak değişen saptanmış minimum miktarlardan biraz fazla olarak alması gerekmektedir. Bu gereksinim maddeleri de yiyeceklerden sağlanabilir. İşte insanın yaş grubuna göre gereksinim duyduğu maddelerin minimum miktarlarından biraz fazlasını alabilmesi için hangi yiyeceklerden ne ölçüde yemesi gerektiğini araştıran probleme diet problemi diyoruz.

Diet problemine doğrusal programlama yaklaşımı insanın yaş grubuna göre saptanmış minimum gereksinim birimlerini, en ucuz fiatla alınması koşulu ile yiyecek seçimini ve miktarlarını belirler. Elde edilen yiyecek miktarları gözönüne alınırsa gereksinim maddelerinin bazılarının saptanmış minimum miktarlardan çok çok fazlası ile, bazılarının ise biraz fazlası ile sağlanmış olduğu ortaya çıkar. Kısaca, insan dengesiz beslenmiş olur.

Diet problemine Hedef (Goal) programlaması yaklaşımı kısıtların sağ ve sol taraflarındaki farkların mutlak değerleri toplamını minimize eder. Ancak bu toplamın minimizasyonu yerine sağ taraftaki değerlere bağlı orantı katsayısı ile her mutlak değer çarpılıp; bunların toplamının minimizasyonu yapılırsa konuya daha gerçekçi olarak yaklaşılmış olur. Bu yaklaşımda sakıncalı taraf, yiyecek fiyatlarının alınmaması nedeniyle pahalı bir beslenme olabilmesidir.

Ekonomik koşullar da düşünülecek olursa gereksinim maddelerinin hem ucuz hem de dengeli olarak sağlanması istenebilir. Diet problemine çok amaçlı programlama yaklaşımı, gereksinim maddelerinin amaçlara verdiği ağırlıklara göre hem ucuz hem de dengeli bir şekilde sağlanabilmesini önerir. Bunun da sakıncalı tarafı, seçilen yiyeceklerin aşırı ölçüde olabileme ihtimalidir.

Diet problemine sınırlı programlama ile yaklaşılsa, yani bazı yiyeceklerle alttan ve üstten sınırlar getirilir ve bu koşullar altında yiyecek seçimine gidilirse oldukça iyi sonuçlar alınabilir.

Çalışmamızda Doğrusal, Hedef, Çok Amaçlı ve Sınırlı Programlama yaklaşımları ve bunların değişik kombinezonları ile diet probleminin çözümüne gidilmiştir. Bunun sonucu olarak yiyecek miktarlarının belirli sınırlar



lar içersinde kalması koşulu ile a) Dengeli, b) Dengeli ve ekonomik, c) Ekonomik beslenme amaçlarına uygun yiyecek miktarları belirlenmiştir.



BÖLÜM I

MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA

1.1. DOĞRUSAL PROGRAMLAMA (1)

Tanım: m tane doğrusal eşitsizlik ya da eşitliği sağlayan ve

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_rx_r$$

doğrusal formunu maksimize ya da minimize eden (enbüyükleyen ya da enküçükleyen) r tane x_j değerini bulmak için kurulan probleme doğrusal programlama problemi denir. Aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ir}x_r \left[\geq, =, \leq \right] b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1.1.1)$$

$$\text{mak ya da min } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_rx_r \quad (1.1.2)$$

Burada a_{ij} , b_i , c_j bilinen sabitlerdir; $\left[\geq, =, \leq \right]$ işaretlerinden herhangi biri bir kısıt için kullanılır. Fakat işaret bir kısıttan diğer kısıta değişebilir. x_j negatif olmayan değişkendir. x_j lerin herhangi bir kümesi (1.1.1) kısıtlar kümesini sağlarsa çözümdür. Söz konusu çözümün tüm elemanları negatif olmayan sayılardan oluşursa buna uygun çözüm denir. Uygun çözüm, (1.1.2) yi sağlarsa uygun temel çözümdür.

Bazı i değerleri için (1.1.1) ifadesinde b_i negatif ise söz konusu kısıtın her iki tarafı (-1) ile çarpılarak

$$-a_{i1}x_1 - a_{i2}x_2 - \dots - a_{ir}x_r \left[\leq, =, \geq \right] -b_i \quad (1.1.3)$$

ifadesi elde edilir.

Farzedelim ki ilk h kısıt $\leq$ işaretini içersin :

$$\sum_{j=1}^r a_{hj}x_j \leq b_h. \quad (1.1.4)$$

Yukardaki eşitsizliğin eşitlik haline dönüşebilmesi için sol tarafa $x_{r+h} \geq 0$ değişkeni ilâve edilir:

$$\sum_{j=1}^r a_{hj}x_j + x_{r+h} = b_h \quad (1.1.5)$$

İlk h kısıttan sonra gelen k kısıt $\geq$ işaretini taşınsın.



$$\sum_{j=1}^r a_{kj} x_j \geq b_k \quad (1.1.6)$$

Yukardaki eşitsizliğin de eşitlik haline dönüşebilmesi için sol taraftan $x_{r+k} \geq 0$ değişkenini çıkaralım:

$$\sum_{j=1}^r a_{kj} x_j - x_{r+k} = b_k \quad (1.1.7)$$

Yaptığımız işlemleri biraraya toplarsak:

$$\sum_{j=1}^r a_{hj} x_j + x_{r+h} = b_h \quad h = 1, \dots, u \quad (1.1.8a)$$

$$\sum_{j=1}^r a_{kj} x_j - x_{r+k} = b_k \quad k = u+1, \dots, v \quad (1.1.8b)$$

$$\sum_{j=1}^r a_{pj} x_j = b_p \quad p = v+1, \dots, m \quad (1.1.8c)$$

Böylece m kısıtlı, $r+v$ bilinmeyenli denklem elde edilir.

$$Ax = x_1 a_1 + x_2 a_2 + \dots + x_{r+v} a_{r+v} = b \quad (1.1.9)$$

Burada a_j , A'nın sütunlarıdır. x_{r+i} ye karşı gelen sütun e_i dir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1r} & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2r} & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{v-1,1} & a_{v-1,2} & \dots & a_{v-1,r} & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 \\ a_{v1} & a_{v2} & \dots & a_{vr} & 0 & 0 & \dots & 0 & -1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mr} & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1.1.10)$$



Şimdi optimize edilecek fonksiyonu gözönüne alalım:

$$z = \sum_{j=1}^r c_j x_j \quad (1.1.11)$$

(1.1.11) doğrusal formundaki x_j değişkeniyle ilgili c_j katsayısına söz konusu değişkenin fiyatı denir. x_{r+1} değişkenine ait fiyat sıfırdır. Yani kısıtların doğrusal denklemlere dönüşmesi ile optimize edilecek denklem değişmez. Bu koşullar altında problemimiz;

$$z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_r x_r + 0x_{r+1} + \dots + 0x_{r+v} = \sum_{j=1}^{r+v} c_j x_j \quad (1.1.12)$$

denklemini maksimize ve minimize eden,

$$Ax = x_1 a_1 + x_2 a_2 + \dots + x_{r+v} a_{r+v} = b \quad (1.1.13)$$

kısıtlar cümlesini sağlayan,

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_{r+v})$$

vektörünü bulma durumuna gelir.

1.2. HEDEF (GOAL) PROGRAMLAMASI (1)

$$f_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j \quad j = 1, \dots, k$$

$$g_i(x) \leq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

(1.2.1)

kısıtları altında

$$\left[\sum_{j=1}^k (d_j^- + d_j^+)^p \right]^{1/p} \quad (p \geq 1, p \text{ tamsayı})$$

deki d_j^- ve d_j^+ aşağıdaki koşulları sağlarlar:

(1.2.2)

$$a_{h1}x_1 + a_{h2}x_2 + \dots + a_{hn}x_n \leq b_h \quad h=1, \dots, u$$

(1.2.3)

$$p=v+1, \dots, m$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

.....

b_u

$$b_{u+1}$$

.....

$$b_v$$

$$b_{v+1}$$

.....

$$b_m$$

Buna göre ilk u kısıtın sol ve sağ tarafları arasındaki fark negatif, sonraki v-u kısıtın pozitif ve daha sonra gelen m-u-v kısıtın da sıfır olduğu göz önüne alınırsa amaç fonksiyonumuz aşağıdaki şekle gelir.



$$\begin{aligned} \text{Min } z = & (-a_{11} - \dots - a_{u1} + a_{u+1,1} + \dots + a_{v1} + a_{v+1,1} + \dots + a_{m1})x_1 \\ & + (-a_{12} - \dots - a_{u2} + a_{u+1,2} + \dots + a_{v2} + a_{v+1,2} + \dots + a_{m2})x_2 \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & + (-a_{1n} - \dots - a_{un} + a_{u+1,n} + \dots + a_{vn} + a_{v+1,n} + \dots + a_{mn})x_n \\ & + (b_1 + \dots + b_u - b_{u+1} - \dots - b_v - b_{v+1} - \dots - b_m) \end{aligned}$$

Parantezler içindeki ifadeler sırasıyla $f_1, f_2, \dots, f_n$ ve L harfleriyle gösterilirse bu durumda problemimiz;

$$\begin{aligned} a_{h1}x_1 + a_{h2}x_2 + \dots + a_{hn}x_n & \leq b_h & h=1, \dots, u \\ a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n & \geq b_k & k=u+1, \dots, v \\ a_{p1}x_1 + a_{p2}x_2 + \dots + a_{pn}x_n & = b_p & p=v+1, \dots, m \end{aligned} \quad (1.2.5)$$

kısıtlarını sağlayan ve

$$\text{Min } z = f_1x_1 + f_2x_2 + \dots + f_nx_n + L$$

doğrusal formunu optimize eden doğrusal programlama problemi durumuna gelir.

Burada L sayısının optimizasyonda önemi yoktur.

1.3. ÇOK AMAÇLI DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Tanım: Doğrusal kısıtlar altında birden çok amaçın aynı anda gerçekleşmesi şeklindeki optimizasyon problemine çok amaçlı doğrusal programlama programı denir.

Birden çok amaçın her biri maksimum veya minimum olabilir. Önce bunlar tek amaç haline getirilir. Eğer amaçların hepsi maksimum olmuşsa biri maksimize edilir, diğer amaçların da her biri belli bir sabitten büyük olması koşuluyla doğrusal kısıtlara ilâve edilir. Böylece doğrusal programa problemi haline getirilir.



$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \begin{bmatrix} \geq, =, \leq \end{bmatrix} b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

Kısıtları altında aşağıdaki amaçların gerçekleşmesi istensin.

$$\text{Max } z_1 = c_1^1 x_1 + c_2^1 x_2 + \dots + c_n^1 x_n$$

$$\text{Max } z_2 = c_1^2 x_1 + c_2^2 x_2 + \dots + c_n^2 x_n$$

.....

(1.3.1)

$$\text{Max } z_p = c_1^p x_1 + c_2^p x_2 + \dots + c_n^p x_n$$

$$\text{Min } z_{p+1} = c_1^{p+1} x_1 + c_2^{p+1} x_2 + \dots + c_n^{p+1} x_n$$

$$\text{Min } z_{p+2} = c_1^{p+2} x_1 + c_2^{p+2} x_2 + \dots + c_n^{p+2} x_n$$

.....

$$\text{Min } z_r = c_1^r x_1 + c_2^r x_2 + \dots + c_n^r x_n$$

Çok amaçlı doğrusal programlama problemi aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \begin{bmatrix} \geq, =, \leq \end{bmatrix} b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

$$z_j \geq \gamma_j \quad z_j = \begin{bmatrix} 1 \leq j \leq p & z_j \\ p+1 \leq j \leq r & -z_j \end{bmatrix} \quad j=1,2,\dots,r \quad (1.3.2)$$

kısıtları altında

$$\text{Max } z_k = c_1^k x_1 + c_2^k x_2 + \dots + c_n^k x_n \quad k \neq j$$

optimize eden doğrusal programlama problemidir. Ya da söz konusu problemi

her amaca ağırlıklar vererek,

$$a_{i1}x_1 + \dots + a_{in}x_n = b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

kısıtları altında

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^r \alpha_j z_j$$

ifadesini optimize ederek belirtebiliriz.

Burada

$$\sum_{j=1}^r \alpha_j = 1$$

dir.

Şimdi Max z yi açık olarak yazıp gerekli düzenlemeleri yapalım:

$$\begin{aligned} \text{Max } z = & (\alpha_1^1 c_1^1 + \alpha_2^2 c_1^2 + \dots + \alpha_p^p c_1^p - \alpha_{p+1}^{p+1} c_1^{p+1} - \alpha_{p+2}^{p+2} c_1^{p+2} - \dots - \alpha_r^r c_1^r) x_1 \\ & + (\alpha_1^1 c_2^1 + \alpha_2^2 c_2^2 + \dots + \alpha_p^p c_2^p - \alpha_{p+1}^{p+1} c_2^{p+1} - \alpha_{p+2}^{p+2} c_2^{p+2} - \dots - \alpha_r^r c_2^r) x_2 \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & + (\alpha_1^1 c_n^1 + \alpha_2^2 c_n^2 + \dots + \alpha_p^p c_n^p - \alpha_{p+1}^{p+1} c_n^{p+1} - \alpha_{p+2}^{p+2} c_n^{p+2} - \dots - \alpha_r^r c_n^r) x_n \end{aligned}$$

Yukarıdaki parantezlerin içini sırasıyla $g_1, g_2, \dots, g_n$ harfleriyle gösterirsek, çok amaçlı doğrusal programlama problemi,

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n = b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

kısıtları altında

$$x_j \geq 0 \quad \text{koşuluyla}$$

$$\text{Max } z = g_1x_1 + g_2x_2 + \dots + g_nx_n \quad (1.3.3)$$

şeklinde ifade edilir.

1.4. SINIRLI PROGRAMLAMA (1)

Tanım:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \begin{bmatrix} >, =, < \end{bmatrix} b_i \quad (1.4.1)$$

$$\text{optimum } z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

doğrusal programlama problemine " x_j lerin belirli sınırlar arasında kalması" koşulu ilave edildiğinde ortaya çıkan probleme sınırlı programlama problemi denir.

Problemi aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz:



$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \geq, =, \leq \end{bmatrix} b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1.4.2)$$

$$\text{optimum } z = \begin{bmatrix} c_1, c_2, \dots, c_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

öte yandan,

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (1.4.3)$$

ve

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} d_1 - e_1 \\ d_2 - e_2 \\ \vdots \\ d_n - e_n \end{bmatrix} \quad (1.4.4)$$

dir. (1.4.2) de (1.4.3) ve (1.4.4) konursa;



$$\begin{bmatrix} a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{in} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \begin{matrix} >, =, < \end{matrix} \begin{bmatrix} a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{in} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} - b_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} d_1 - e_1 \\ d_2 - e_2 \\ \vdots \\ d_n - e_n \end{bmatrix} \quad (1.4.5)$$

$$\max z = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & \dots & c_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & \dots & c_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix}$$

gösterimi elde edilir.



BÖLÜM II

BESLENME KAYNAKLARI VE BESLENME İLKELERİ (1)

Beslenme, canlı varlıkların, dışardan aldıkları maddeleri, fiziksel ve kimyasal bir özümleme sürecinden geçirerek kendileri için gerekli olan enerjiyi dokuların yapımını ve sonuçta canlılığın devamını sağlamaları için sürdürdükleri bir işlev olarak tanımlanabilir.

Doğanın canlı yapısı, ana maddeleri karbon, hidrojen ve azot gibi anorganik element ve birimlerden oluşur. Tüm canlı birim içinde kapladıkları yer çok küçük olmasına karşın işlevleri çok önemli olan mineral ve vitaminler de katılınca canlı yapı tamamlanmış olur.

Bitkilerin toprak, su ve güneşten alarak oluşturdukları canlı yapının ot yiyen hayvanlara ve oradan da hayvanları ve bitkileri yiyen insanlara ulaştığı, canlıların çürümeleri ile de bu canlılığın ve enerjinin yeniden toprağa döndüğü yüzyıllardır bilinen bir gerçektir.

2.1. BESLENME KAYNAKLARI

Yukarıdaki kavram ve bilgiler ışığında insan yaşamı için gerekli enerji ve canlılığın devamını sağlayan besin maddelerini beş ana grupta toplayabiliriz. Bunlar:

1-Proteinler 2-Karbonhidratlar 3-Yağlar 4-Vitaminler 5-Mineraller'dir.

2.1.1. Proteinler:

Karbon, hidrojen, oksijen ve azottan oluşan organik bileşiklerdir. Karbon, hidrojen, oksijen ve azotun oluşturduğu birime amino asit adı verilir. Birçok amino asitin kimyasal tepkimeler sonucu birleşmesi amino asit zincirlerinden oluşan proteinleri meydana getirir.

Besinler ve insan vücudundaki proteinlerin işlevleri şöyle sıralanabilir.

Besin proteinleri

Birincil işlev

Yaşamı düzenleyici bileşiklerin ve canlı varlığın temel yapı taşlarının oluşumunu sağlamak

İnsan vücudundaki proteinler

Birincil işlevler

1-Hormonlar, enzimler ve hücre yapıtaşları gibi maddeleri oluşturmak. Bu oluşum insan vücudunda şu süreçlerin devamlılığını sağlar.



İkincil işlev

Enerji sağlamak. Protein birincil enerji kaynağı değildir.

Ancak:

1-Karbonhidrat ve yağdan alınan kalori yetersiz kaldığında

2-Gereğinden fazla protein alındığında

3-Amino asit deposunda esansiyel amino asit miktarı yetersiz olduğunda enerji kaynağı olarak kullanılır.

a) Büyüme

b) Sürekli onarım

c) Hormon ve enzimlerin yapımı

2-Özel işlevler

a) Su-elektrolit dengesi

b) Asit-baz dengesi

c) Hastalıklara karşı direncin sağlanması

İkincil işlev

Yandaki sütunda sayılan durumlarda enerji kaynağı olarak kullanılmak.

Burada iki kavram üzerinde durmamız gerekiyor.

Kalori ve esansiyel amino asit

Besinlerdeki potansiyel enerji ve insan organizması içindeki enerji alış-verişinin değerlendirilmesinde kilo kalori terimi kullanılır. 1kg lık suyun ısıısını 15 C°den 16 C°a çıkaran enerji miktarı bir kilo kalorilik enerjidir.

1 gr saf protein 5.65 k.kal

" " saf yağ 9.45 k.kal

" " saf karbonhidrat 4.1 k.kal

" " saf alkol 7.1 k.kal

Protein yıkımından ortaya çıkan son ürünler de enerji sağlayan bileşiklerdir. Üre ve azotlu bileşiklerin tüketiminde 1.25 k.kal/gr lik bir enerji açığa çıkar. Fakat bu ürünler idrarla değişmeden atılırlar. Bu durumda proteinin gram başına sağladığı enerjiden 5.65-1.25 düşmek gerekir. Yani sonuçta 1 gr proteinin 5.65 değil 3.95, yaklaşık olarak 4 k.kal lik enerji sağladığı ortaya çıkar.

İnsan organizmasında ve besinlerimiz içersindeki proteinler, yaklaşık 20 ayrı yapıda amino asidin değişik sayı ve şekilde bir araya gelmesinden oluşmuştur. 20 amino asitten 8 tanesi esansiyel amino asit adını alır.

Amino asitlerin çoğu besinlerle alınmadıkları zaman insan organizması içinde, kendini oluşturan temel elementlerden yapılabilir. Esansiyel amino asitler için ise böyle bir olasılık yoktur. İnsan organizmasının yapısını oluşturan 20 amino asitten 8 kadarını oluşturan bu bileşiklerin besinlerle yeterli düzeyde alınmaması, yaşamsal değer taşıyan proteinlerin ve polipeptit niteliğindeki hormon ve enzimlerin yapımını engeller. Bu durumda sürekli kendini yenileme, yaşlanıp yıkılanın yerine yenisini yapma süreci yavaşlar, yıkım ve kayıp yapımın önüne geçer. Organizmada çöküntü başlar. Esansiyel amino asit-



lerin yetersiz alınması diğer amino asitlerin yapım sürecine girmelerini engelliyerek onların gereksiz yere enerji kaynağı olarak kullanılmalarına neden olur.

Protein kaynakları hayvansal ve bitkisel olmak üzere iki grupta incelenir. Hayvansal kaynaklı proteinlerde vücudumuzun üretemediği amino asitler bulunur. Bunlar çocuk için on, erişkin için sekiz tanedir. Bu durum çocuğun hayvansal kaynaklı proteine gereksinimin daha fazla olduğunu ortaya koyar. Başlıca hayvansal protein kaynakları süt, yoğurt, peynir, yumurta ve ettir.

Bitkisel protein kaynakları ise baklagiller, fındık, biramayası, soya fasulyesi gibi bitkilerdir. Bu tür bitkilerde yüksek oranda bitkisel protein vardır. Yalnız bu proteinlerin içerdiği esansiyel amino asit miktarları hayvansal proteinlerdekinin çok altındadır. Bitkisel kaynaklı protein kaynakları içinde en fazla esansiyel amino asidi soya fasulyesi içerir. Pahalı olan hayvansal yiyeceklerle beslenmenin zor olduğu geri kalmış ülkelerde bitkisel proteinleri birbiriyle karıştırmak beslenme açısından olumlu sonuçlar verebilir, (Tahıl-Baklagil karışımı gibi). Birçok gelişmiş ülkede bile soya, ekmeğin ve birçok besinin içine girmiştir.

2.1.2. Karbonhidratlar:

Karbon, hidrojen ve oksijenden yapılmış organik bileşiklerdir. Doğada üç tip karbonhidrat vardır. 1-Bir tek tip şekerden oluşanlar 2-aynı veya farklı iki tip şekerin bir araya gelmesi ile oluşanlar 3-ikiden fazla şekerin bir araya gelmesiyle oluşanlar. Bunlar bilim dilinde sırasıyla monosakkarit, disakkarit, polisakkarit adını alırlar.

Monosakkaritler glikoz, früktoz ve galaktoz dur. Glikoz üzüm şekeri, früktoz üzüm, incir ve dut dışındaki meyvalarda bulunan meyve şekeri, galaktoz ise süt şekerinin bir bölümünü oluşturan doğada serbest halde bulunmayan şekerdir. Sükroz, glikoz ve früktoz bileşimidir. Bu şekeri günlük yaşantımızda çok sık kullandığımız sofrta şekeri olarak biliriz. Glikoz ve galaktoz birleşmesi süt şekeri olan laktozu, iki glikozun birleşmesi ise malt'ın içinde bulunan maltozu oluşturur. Nişasta ve selüloz ise ikiden çok şekerin bir araya gelerek oluşturduğu karmaşık şeker türleridir. Bir başka karmaşık şeker türü besinlerimizde genellikle bulunmayan, vücudumuzdaki şekerin depolanmış hali glikojendir.

Besinlerimizde bulunan karbonhidratları şu şekilde bir şema yaparak sıralamak yararlı olacaktır.



Monosakkaridler

Glikoz
Früktoz
Galaktoz

BESİN

KARBONHİDRATLARI

Disakkaridler

Sükroz
(Glikoz+früktoz)
Laktoz
(Glikoz+galaktoz)
Maltoz
(Glikoz+glikoz)

Polisakkaridler

Nişasta
Selüloz
Glikojen

İnsan vücudu sindirim sistemi yolu ile aldığı tüm karbonhidrat türlerini glikoza dönüştürerek kanda glikoz karaciğer ve kas dokusunda glikojen şeklinde bulundurur.

Besin karbonhidratları

Enerji kaynağı (4k.kal/gr)

- 1-kısa sürede enerji sağlanması
- 2-beyin için tek enerji kaynağı
- 3-protein ve yağ yapısını koruyucu etkisi

Sindirim sistemi fonksiyonlarının düzenlenmesi:

- 1-Selülozun sindirimi ve boşaltımı kolaylaştırıcı etkisi
- 2-Laktozdan laktik asit oluşumu. Yapıtaşı olarak kullanılan karbonhidratların sağlanması
- 3-Diğer besinleri taşıyıcı etkisi

İnsan vücudundaki karbonhidratlar

Kan şekeri: Tüm hücreler için gerekli enerji kaynağı

Karaciğer ve kas da depo enerji

Karbonhidrat türevleri:

- 1-Mukopolisakkaridler
- 2-Glukuronik asid
- 3-Immunglobulinler
- 4-Nükleik asidler
- 5-Glikolipidler
- 6-Glikozidler
- 7-Amino asid yapımında kullanılan ürünler
- 8-Süt veren annede süt oluşumu

Besinlerle alınan karbonhidratların barsaklardan monosakkaridlere yani glikoz, früktoz ve galaktoz indirgenerek, emilimi kan şekeri düzeyimizin yükselmesine ve bu şekerin dokular tarafından kullanılmasına yol açar. Şekerin dokulardaki en ön plandaki etkinliği enerji sağlanmasında kullanılmaktadır.



Kanımızda dolaşan şeker türü glikozdur.

Beyin dışındaki organlarımız glikozdan başka yağ asitleri ve keton cisimleri gibi maddeleri de enerji kaynağı olarak kullanırlar. Beyin ise karaciğer tarafından kana verilen glikozun $2/3$ üne yakın bir kısmını kullanır. Bu nedenle kanda şeker düzeyinin kritik sınırın altına düşmesinden ileri derecede etkilenir. Böyle bir durumda beynimizin bellek düşürme belli bir konu üzerinde düşüncelerimizi toplama ve konuşma gibi fonksiyonları bozulur.

Selüloz sindirim sistemi fonksiyonlarımızı olumlu yönde etkileyerek sistemin hareketliliğini ve boşaltım fonksiyonunun düzenliliğini sağlar.

Organizmanın savunma mekanizmalarını oluşturan maddelerin dokuların yapıtaşlarının içinde de glikoz molekülleri vardır.

Karbonhidrat kaynakları olarak şeker (%99), bal ve pekmez (%75), tahıl türü yiyecekler (%75), kurubaklagiller (%55), patates (%18), yağlı tohumlar (%17), yaş meyvalar (%15), yaş sebzeler (%8) ve süt (%5) gibi yiyecekleri gösterebiliriz.

2.1.3. Yağlar:

Karbonhidratlar gibi karbon, hidrojen ve oksijen bu yapıli bileşiklerdir. Doğada bitkisel ve hayvansal yağlar olmak üzere iki türde bulunur. Bitkilerden elde edilen yağlar sıvı, hayvanlardan elde edilen yağlar ise katıdır.

Kimyasal işlemler yolu ile sıvı bir yağ katılaştırılabilir.

Vücudumuzdaki yağların başlıca iki işlevi vardır: 1-Enerji kaynağı 2-Dokularımızın hücrelerimizin ve derimizin yapısal bütünlüğünü sağlayan elementlerin yapımı

İnsan vücudu yağları kendi içinde yeniden üretebilir. Üretemediği bir tek yağ vardır. Bu yağ da dokularımızın özellikle deri ve tırnaklarımızın yapısal sağlamlığının korunmasında kullanılır. Vücudumuzun hormonal ve metabolik birçok işlevinde önemli yeri olan maddelerin yapısına girer. Yağlar midenin hareketini yavaşlatarak tokluk duyumu yaratır. Ve yağda eriyen vitaminlerin emilimini sağlarlar.

Baklagil ve tahıllar hariç tüm sebzeler taze ve kuru meyvalar, şeker, bal, pekmez gibi yiyeceklerin dışında kalan besinler az yada çok yağ içerirler.

Doğada hayvansal ve bitkisel olmak üzere iki tür yağ bulunduğu ve hayvansal kaynaklı yağların katı olduğundan söz etmiştik. En yüksek oranda sıvı yağ içeren hayvansal kaynaklı besin balıktır.

Başlıca yağ kaynaklarını şöyle sıralayabiliriz: Saf yağ (%100), sade yağ (%95), tere yağ (%80), ceviz, fındık (%63), çekirdekler (ayçiçeği, zeytin) (%45)



et (%20),soya fasulyesi (%15),yumurta (%12),mısır (%4),süt (%3),kurubaklagiller (%2) ve buğday (%2) dir.

2.1.4. Vitaminler ve mineraller:

2.1.4.1. Vitaminler:

Vitaminler çok az miktarları hücresel metabolik olayların oluşumunu sağlayan organik bileşikler olarak tanımlanırlar.Organizmada yeterli miktarda yapılamazlar.Bu nedenle besinlerle dışarıdan alınmaları gerekir.

Vitaminler suda ve yağda eriyen olmak üzere iki kısımda incelenirler. A-D-E-K yağda,B ve C ise suda eriyen vitaminlerdir.

Her iki grupta bulunan vitaminlerin ortak özellikleri vardır.Bunlar şöylece sıralanabilir.

Yağda eriyenler (A,D,E,K)	Suda eriyenler (B,C)
1-Yağda erirler,suda erimezler.	1-Suda erirler,yağda erimezler.
2-Yağlarla birlikte sindirim sisteminden emilerek kana karışırlar.	2-Suda eriyen besinlerle sindirim sisteminden emilir ve kana karışır.
3-Vücut gereksiniminden fazla alınan idrarla atılmaz;vücutta depolanır.	3-Gereğinden fazlası idrarla atılır.
4-Dietle yetersizliğinin yarattığı belirtiler çok geç ortaya çıkar.	4-Yetersizlik belirtileri çok çabuk ortaya çıkar.
5-Piştirilmemiş yiyeceklerde genellikle bozulmadan kalırlar.	5-Piştirilmede çok çabuk bozulurlar.

Yağda eriyen vitaminlerin insan vücuduna yeterli miktarda girmesi için yağın varlığı ve safranın yeterli bir şekilde barsağa akması gereklidir.

Sindirim sisteminin hastalıklarında vücutta vitamin açığı ve buna bağlı hastalıklar gelişebilir.Sürekli ishal safranın bağırsağa akımını engelleyen durumlar ve pankreas bezinin sindirici ve emilime hazırlayıcı enzimlerinin yokluğu insanda önce suda eriyen daha sonra,geç dönemde yağda eriyen vitaminlerin yetersizliğine bağlı bozuklukların ortaya çıkmasına neden olur.

Uzun süre ağız yolu ile beslenmeyi engelleyen durumlar,(ağır sindirim sistemi ameliyatları gibi),uzun süreli yıkıcı kronik hastalıklar (kanser gibi),inatçı ishallerle seyreden hastalıklar,sürekli kötü beslenme (açlıkta,kötü ekonomik koşullarda) olmadıkça normal bir erişkin insanda vitamin yetersizliğine bağlı bozukluğa genellikle rastlanmaz.Genellikle sözcüğünün dışında



kalan bir kaç ayrıcalık vardır.Özellikle bu gibi olgular üzerinde durmak istiyoruz.

D vitamini kalsiyum ve fosfor gibi kemiğin yapısını sağlayan iki elementin barsaktan emilerek vücuda girmesini ve kemiklerde depolanmasını sağlar.Özellikle sürekli büyümenin söz konusu olduğu çocukluk çağlarında kalsiyum ve fosfor açığı ortaya çıkabilir.Bunun sonucunda raşitizm adı verilen kemik yapısının bozulması sertlik ve sağlanlığını yitirmesi iskelet yapısının bozulması ile görülen bir hastalık oluşur.D vitamininin etkin biçime dönüşmesi için güneş ışığı gerekir.Kalsiyum,fosfor ve D vitamini sütte bol miktarda bulunur.Kemiklerin sürekli büyüdüğü çağlarda böyle bir durumun meydana gelmemesi için süt ve sütden yapılmış besinler ve güneş ışığına gereksinme vardır.Gelişme çağlarından sonra erişkenlik döneminde bu gereksinme azalır.Ayrıca D vitamini ve süt ve sütden yapılmış besinlerin belli ölçüden fazla alınmasına gereksinme kalmaz.

K vitamini karaciğerde yapılan ve kanın pıhtılaşmasını sağlayan en önemli etkenlerden biri olan protrombin adlı maddenin yapımında yer alır.Safranin barsağa akmadığı durumlarda ve karaciğer yetersizliğinde K vitamini azalır.Vücutta deri altı ve iç organlarda yaygın kanamalar görülür.

Karaciğer yetersizliği ya da safra kanallarında tıkanıklık sürekli değilse K vitamini yetersizliği görülmez.

B grubu vitaminlerinin sağlıklı bir kişide,yeterli ve dengeli beslenme durumunda eksikliği söz konusu değildir.Sindirim sistemi yolu ile beslenmenin bozulduğu durumlarda ağır,yıkıcı,süregen hastalıklarda bu vitamin açığına rastlanır.

B₁₂ vitamini eksikliği özel bir hastalık durumu olarak karşımıza çıkar.Bu vitamin mide sıvısında yeterli asid salgısı emilimini sağlayan kendine özel bir maddenin etkisi altında ince barsaklardan emilir.Karaciğerde depolanarak etkin biçime dönüşür.Özellikle kan yapısında etkin olan bu vitamin vücuttaki yapıtaşı niteliğinde bütün maddelerin yapımında etkin rol oynar.

Kolaylıkla anlaşılacağı gibi sayılan etkenlerden birinin yokluğu yada azlığı şiddetli bir kansızlık ve denge sistemlerinin bozulması ve ortaya çıkan bir hastalığa yol açacaktır.

Folik asid de suda eriyen bir vitamin olup B₁₂ gibi kan yapısında rol alır.

B₁ vitamini duyu ve hareket sinirlerimizin,kalbimizin normal çalışması için gerekli bir vitamindir.Normal koşullarda eksikliğine ait belirtilere pek rastlanmaz.

C vitamini organizmamızın destek dokusunun sağlanlığını koruyan ve hastalık-



lara karşı dayanma gücümüzü artıran bir vitamindir.Yokluğunda damarlarımızın ve organlarımızın destek dokuları bozulacağı için yaygın kanamalar ve iskelet sisteminde bozukluklar görülür.Taze meyve ve salatalar yenildiği beslenme koşullarında böyle bir durumla karşılaşmak olası değildir.

2.1.4.2. Mineraller:

Vücut ağırlığımızın %4'ünü oluştururlar.İnsan vücudunda 50 tane mineralin varlığı saptanmıştır.Bunların 17 tanesi diyetle mutlaka bulunması gereken esansiyel mineraller adını verdiğimiz türden olanlarıdır.

Mineraller organizmada iki temel görev üstlendikleri görülür.

- 1-Vücudun yapıtaşını oluşturan bileşiklerin oluşumunda rol almak,
- 2-Vücut sıvılarındaki serbest iyonlar.

Birinci bölümde rol alan elementleri şöyle sıralayabiliriz.

Kalsiyumfosfor	: Kemiğin yapısında ,
Demir	: Oksijen taşıyıcı hemoglobinde ,
İyod	: Trioid hormonunun yapısında ,
Kobalt	: B ₁₂ vitaminin yapısında yer alırlar.

Vücudumuzda kimyasal tepkimelerin oluşumunda rol alan enzimlerin yapısında da minerallerin rol aldığı görülür,bunlara metallo enzimler adı verilir.

İkinci bölümde rol alan elementlerin başlıcaları sodyum,potasyum,mağnezyum, klor,kükürt,kalsiyum,fosfor gibi iyonlardır.

2.2. GENEL BESLENME İLKELERİ

Yeterli ve dengeli beslenme sağlıklı bir yaşam için,birinci koşuldur.

Yeterli ve dengeli beslenme için 1- yaşamı sürdürecekt enerjiyi 2- organ ve dokuların sağlamlığını yenilemesini ve işlevlerini normal yapabilmesini sağlayan besin maddelerinin alınması gerekir.

Bu da göstermektedir ki beslenme hem nicelik hemde nitelik yönünden yeterli olmalıdır.Buraya kadar verdiğimiz bilgiler göz önüne alınırsa beslenmede vazgeçilmez nitelikte yiyecekler vardır.

Bu yiyecekler özellikle protein içeren besinlerden oluşurlar.Burada anlatımı ve uygulamayı kolaylaştırmak için şu soruları sorarak yanıtlarını aramayı uygun görüyoruz.

1- Günlük enerji gereksinimi nedir?

2- Günlük enerjinin sağlanması için karbonhidrat,yağ ve proteinlerin



oranları nedir?

3- Günlük protein gereksinmesi ideal vücut ağırlığının kg'ı başına ne kadardır?

Bir kişinin günlük enerji gereksinmesi, bazal metabolizma + fiziksel uğraşlar + yiyeceklerin termik etkisi için harcanan enerji kadardır.

Bazal metabolizma iç organlarımızın (kalp, akciğer, mide vb.) çalışması soluk alıp vermemiz için gerekli enerjidir. Yiyeceklerin termik etkisi için harcanan enerji ise vücudumuza giren besinlerin parçalanarak ya da yeni bileşikler şekline dönüştürülerek yararlanılması süreci için gerekli enerjidir.

Erişkin bir kadın için günlük enerji gereksinmesi 2200-2400 k.kal. dir. Erkek için ise 2600-2800 k.kal. dir. Bu sayı orta ağırlıkta sürekli ayakta görülen işlerde 3500 k.kal./gün'e tarım ve maden işçilerinde 5000 k.kal./gün'e ulaşmaktadır. Bu enerjinin %40'ı karbonhidratlardan, %40'ı yağlardan ve %20'si proteinlerden sağlanmalıdır. Günlük protein gereksinmesi erişkin bir insan için ideal vücut ağırlığının kg.'ı başına 0.7-1.5 gr. kadardır.

İdeal vücut ağırlığı basitçe Broca formülü ile hesaplanabilir. $Boy - 100 =$ ideal vücut ağırlığıdır. Örneğin 170 cm. boyundaki bir adamın ideal vücut ağırlığı 70 kg. olmalıdır. Alması gereken protein'in alt sınırı 49 gr. üst sınırı ise 105 gr. dir. Bunun yarısı hayvansal kaynaklı olmalıdır.

Belirttiğimiz protein miktarları gebelikte, süt vermede, vücudu yıkıcı hastalıklarda, sporcularda, ağır iş görenlerde ve gelişme çağlarında günde 1.5-2 grama yükseltilebilir.

Daha önce de belirttiğimiz gibi proteinin gereğinden fazlası organizmada yakıt olarak kullanılacağı için bu sayıların üstüne çıkmak gereksizdir. Hayvansal kaynaklı proteinin (esansiyel amino asitlerin) yetersiz alınmasında yine proteinlerin asıl işlevlerini yerine getiremeyip yakıt olarak kullanılmalarına yol açacaktır.



(3.1.1) kısıtları altında (3.1.2)'yi en küçükleyen $x_j \geq 0$ değerleri diet probleminin doğrusal yaklaşım ile çözümünü verir.

3.2. DIET PROBLEMİNE HEDEF PROGRAMLAMASI YAKLAŞIMI (1)

Diet probleminin doğrusal yaklaşım ile çözümlerini (3.1.1) kısıtlarında yerine koyacak olursak; bazı kısıtlarda yiyeceklerden elde edilen gereksinim birimleri minimum gereksinim birimi miktarından çok çok büyük, bazı kısıtlarda ise normal büyüklüktedir. Tüm kısıtları, minimum gereksinim biriminden normal büyüklükte yapabilmek için hedef programlaması kullanılır. Hedef programlamasında (3.1.1) kısıtları aynı kalmak koşuluyla (3.1.2) kısıtları yerine (3.1.1) kısıtlarının farklarının mutlak değerleri minimize edilir.

$$\begin{aligned} \min z_1 = & \left| a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1i}x_i + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n - b_1 \right| \\ & + \left| a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2i}x_i + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n - b_2 \right| \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & + \left| a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mi}x_i + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n - b_m \right| \end{aligned} \quad (3.2.1)$$

Ancak diet problemindeki kısıtlarda her eleman aynı birimle ifade edilemez. Bu durumda kısıtlar farkının mutlak değerlerinin toplamını almak farklı birimleri toplamak gibi mantıksal hataya neden olur. Bunu ortadan kaldırmak için (3.1.1) kısıtlar sisteminin ilk kısıtını b_1 birime, ikinci kısıtını b_2 birime ve bu şekilde devam ederek son kısıtını da b_m birime bölerek kısıtlar sapmasının toplamı alınır. Bu hatayı yok etmiş oluruz.

Şu durumda her kısıtın önünde

$$1/b_1, 1/b_2, \dots, 1/b_m$$

katsayıları bulunmaktadır. Bunlar yerine

$$100/b_1, 100/b_2, \dots, 100/b_m$$

değerleri alınır. Yuvarlatma hatalarını da oldukça azaltmış oluruz.



Yukardaki durumlardan her ikisinde göz önüne alındığında amaç fonksiyonunu:

$$k_1 = 100/b_1 \quad (3.2.2)$$

değerlerini (3.1.1) kısıtlar sisteminin her elemanı ile çarpıp ,mutlak değerlerinin toplamları alınır;

$$\begin{aligned} \min z_2 = & \left[k_1 (a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1i}x_i + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n) \right. \\ & + k_2 (a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2i}x_i + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n) \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & \cdot \\ & \left. + k_m (a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mi}x_i + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n) \right] \\ & \tau (k_1b_1 + k_2b_2 + \dots + k_mb_m) \end{aligned} \quad (3.2.3)$$

ifadesi elde edilir.Bunu matris formunda aşağıdaki şekilde yazabiliriz:

$$\begin{bmatrix} k_1, k_2, \dots, k_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_i \\ x_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} k_1, k_2, \dots, k_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$

(3.1.1) kısıtınıda matris formuna koyarak diet problemine hedef programlaması yaklaşımını aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_i \\ x_n \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$



$$\min z_3 = [k_1, k_2, \dots, k_m] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_i \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (3.2.4)$$

3.3. HEDEF PROGRAMLAMASI İLE YAKLAŞILMIŞ DIET PROBLEMİNE

ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI:

(3.2.4) formülüyle hesaplanan x_j ler (3.1.1) eşitsizliklerini mümkün olduğu kadar normale döndürdüğü için dengeli beslenebilmek amacıyla yenmesi gereken yiyecek miktarlarıdır. (3.2.4) formülündeki amaç fonksiyonunun fiyatları (3.1.1) kısıtlarının sağ ve sol tarafları arasındaki bağıl oranlarla minimize eden değerlerdir. O halde (3.2.4) formülü ile hesaplanan x_j yiyecek miktarları, yiyeceğin gerçek fiyatına bakılmaksızın sadece dengeli beslenebilmek için geçerli miktarlardır. Fakat yiyecek fiyatları da göz önüne alınırsa problemimiz çok amaçlı doğrusal programlama haline dönüşür. Amaçlardan biri (3.1.1) kısıtlarının sağ ve sol tarafı arasındaki farkın minimize edilmesi, diğeri ise fiyatların minimizasyonu olacaktır. Bu işlem aynı zamanda olacaktır. Birinci minimizasyon işlemine α , ikinci minimizasyon işlemine β , denirse $\alpha + \beta = 1$ olmak koşulu ile söz konusu diet problemi aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1i}x_i + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2i}x_i + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

$$\dots \dots \dots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mi}x_i + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m \quad (3.3.1)$$

$$\min z_4 = \left\{ \alpha [k_1, k_2, \dots, k_m] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_i \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} + \beta [c_1, c_2, \dots, c_n] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_i \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} \right\}$$



(3.3.1) formülünde $\alpha = 1$, $\beta = 0$ verilirse dengeli beslenmek; $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.5$ verilirse hem dengeli ve hem de ekonomik beslenme, nihayet $\alpha = 0$, $\beta = 1$ ise sadece ekonomik beslenmek için seçilen x_j yiyecek miktarlarını her α, β değeri için bulabiliriz. Bu değerler daha da çeşitlendirilebilir.

3.4. HEDEF VE ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMALARLA YAKLAŞILMIŞ DİET

PROBLEMİNE SINIRLI PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI:

(3.3.1) formülü ile hesaplanmış $x_j > 0$ değerleri her ne kadar dengeli, hem dengeli hem ekonomik ve sadece ekonomik beslenmeyi gözönüne alıyor ise de x_j değerlerinin çok büyük olması halinde yenmesi çok zor olabilir. Bu nedenle x_j değerlerini sınırlamak gerekir.

$$\begin{aligned} e_1 &< x_1 < d_1 \\ e_2 &< x_2 < d_2 \\ &\vdots \\ e_i &< x_i < d_i \\ &\vdots \\ e_n &< x_n < d_n \end{aligned} \quad (3.4.1)$$

Bunlar vektör şeklinde yazılırsa

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} < \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (3.4.1)$$

ve

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_i \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (3.4.2)$$

olur ve buradan



$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_i \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (3.4.4)$$

ve

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_i \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_i \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} \quad (3.4.5)$$

(3.4.4) denklemini (3.3.1) formülünde yerine koyarsak,

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \\ y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{bmatrix} \quad (3.4.6)$$

$$\min z_4 = \left\{ \alpha \left[k_1, k_2, \dots, k_m \right] \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \\ y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} + \beta (c_1, c_2, \dots, c_n) \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \right\}$$

elde edilir. Gerekli kısaltmaları yapalım:



$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix}$$

(3.4.5) den

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} \quad (3.4.7)$$

dir. Ayrıca

$$\max z_4 = \left\{ \begin{bmatrix} \alpha(k_1, k_2, \dots, k_m) \\ \alpha(k_1, k_2, \dots, k_m) \\ \dots \\ \alpha(k_1, k_2, \dots, k_m) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta(c_1, c_2, \dots, c_n) \\ \beta(c_1, c_2, \dots, c_n) \\ \dots \\ \beta(c_1, c_2, \dots, c_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \right. \\ \left. + \begin{bmatrix} \alpha(k_1, k_2, \dots, k_m) \\ \alpha(k_1, k_2, \dots, k_m) \\ \dots \\ \alpha(k_1, k_2, \dots, k_m) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta(c_1, c_2, \dots, c_n) \\ \beta(c_1, c_2, \dots, c_n) \\ \dots \\ \beta(c_1, c_2, \dots, c_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \dots \\ d_n \end{bmatrix} \right.$$

(3.4.7) formülünde

$$A_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2i} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mi} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}, d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix}, e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}, y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, c = (c_1, c_2, \dots, c_n), k = (k_1, k_2, \dots, k_m)$$



değerleri konursa;

$$A_1 y \leq A_1 d - b$$

$$y \leq d - e$$

(3.4.8)

$$\max z_4 = [\alpha k A_1 + \beta c] y + \alpha k A_1 + \beta c d$$

şekline girer. Daha kısa olarak;

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ I \end{pmatrix} y \leq \begin{pmatrix} A_1 d - b \\ d - e \end{pmatrix}$$

(3.4.9)

$$\max z_4 = [\alpha k A_1 + \beta c] y + \alpha k A_1 + \beta c d$$

dir. (3.4.9) formülünde ,

$$\begin{pmatrix} A_1 \\ I \end{pmatrix} = A, \quad k A_1 + c = f, \quad \begin{pmatrix} A_1 d - b \\ d - e \end{pmatrix} = g$$

dönüşümleri yapılarak;

$$A y \leq g$$

(3.4.10)

$$\max z_4 = f y + f d$$

Geliştirdiğimiz (3.4.10) formülünde $f \cdot d = L$ gibi bir sabit vardır.

Optimizasyonda bunun bir önemi yoktur. Bu sebepten (3.4.10) formülü;

$$A y \leq g$$

(3.4.11)

$$\max z_4 = f y$$

şeklinde yazılabilir. Bu bir doğrusal programlama problemidir ve simplex metodla çözülebilir. Elde edilen y değerleri (3.4.4) de yerine konursa x değerleri elde edilir. Bu değerler verdiğimiz ağırlıklara göre dengeli, dengeli-ekonomik, ekonomik ve yiyeceklerin sınırlılıklarını içeren modelin bir çözümüdür.



BÖLÜM IV

UYGULAMA ÖRNEĞİ

Geliştirdiğimiz (3.4.9) formülü ve beslenme ilkeleri birleştirilerek bir uygulama yapılabilir.

İnsanın günlük minimum gereksinimi olan enerji,protein,karbonhidrat,yağ, kalsiyum,demir, A vitamini,tiamin,riboflamin,niasin, C vitamini,mağnezyum ve sodyum miktarları 20-39 yaş grubu için saptanmıştır.Bu tür gereksinim birimleri,Devlet İstatistik Enstitüsünün perakende satış fiyatlarını belirlediği 34 yiyecekten sağlanması düşünülerek bunlar arasından dengeli,dengeli-ekonomik ve sadece ekonomik beslenebilmek için üç ayrı yiyecek tablosu sunulmaktadır.

Her yiyeceğin 100 gramlarında bulunan gereksinim birimleri beslenme tablolarından alınmış ve A_1 matrisiyle ifade edilmiştir.Söz konusu yaş grubu için 3000 k.kal lik enerji,300 gr karbonhidrat,55 gr hayvansal ve 80-55 gr bitkisel proteinler,130-133 gr yağ,500 mg kalsiyum,10 mg demir, 4900-5000 IU A vitamini,1.2 mg tiamin,1.6 mg riboflamin,19-19.8 mg niasin,48-50 mg C vitamini,300 mg mağnezyum ve 3000 mg sodyum olarak belirlenmiş ve b^1 , b^2 sütun vektörleri ile gösterilmiştir.

Yiyecekler ise ekmek,prinç,bulgur,makarna,patates,kuru fasulye,nohut, kuru soğan,toz şeker,taze fasulye,lahana,prasa,kabak,domates,patlıcan,bamya,koyun-sığır-tavuk etleri,yumurta,zeytin,zeytin yağı,margarin,süt,sade yağ beyaz peynir,kaşar peyniri,yoğurt,üzüm,kavun,karpuz,elma,portakal ve limon olup x vektörü ile ifade edilmiştir.Her yiyeceğin 100 gramlarının yıllık ortalama fiyatları c satır vektörü ile gösterilmiştir.

Geliştirdiğimiz (3.4.10) formülünü kullanarak dengeli,dengeli-ekonomik ve sadece ekonomik beslenebilmek için yiyecek seçimi ve miktarlarını belirleyelim:

$$Ay \leq g$$

$$\max z_4 = fy$$

formülü için;

$$A = \begin{pmatrix} A_1 \\ I \end{pmatrix}$$

$$A_1 = (a_{ij}) \quad m \times n$$

I : $n \times n$ birim matris



$$g = \begin{pmatrix} A_1 d - b \\ d - e \end{pmatrix} \quad (m+n) \times l \text{ matris}$$

$$f = kA_1 + c \quad l \times n \text{ matris,}$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad n \times l \text{ dir.}$$

A_1 matrisinin transpozesi aşağıda verimiştir:

2.47000	0.53100	0.00000	0.07900	0.01100	0.20000	0.01300	0.00000	0.02500	0.00050	0.02100	0.00000	0.78000	5.50000
3.60000	0.78900	0.00000	0.06700	0.00700	0.10000	0.00900	0.00000	0.00000	0.00000	0.01600	0.00000	0.33300	0.00000
3.50000	0.69800	0.00000	0.12500	0.01500	0.40000	0.03500	0.00000	0.00400	0.00040	0.04300	0.00000	0.00000	0.00000
3.67000	0.76300	0.00000	0.11000	0.01100	0.16000	0.01000	0.00000	0.00130	0.00040	0.01100	0.00000	0.33300	0.00000
0.81000	0.17500	0.00000	0.01800	0.00100	0.12000	0.00800	0.20000	0.00090	0.00030	0.01500	0.16000	0.22000	0.03750
3.49000	0.55900	0.00000	0.22600	0.01600	0.06000	0.07600	0.15000	0.05400	0.00190	0.02100	0.03000	0.00000	0.00000
3.76000	0.56700	0.00000	0.19200	0.06200	1.34000	0.07300	0.45000	0.00460	0.00160	0.00170	0.01000	0.00000	0.00000
0.46000	0.06900	0.00000	0.01400	0.00200	0.30000	0.01000	0.15000	0.00040	0.00030	0.00300	0.10000	0.00000	0.00000
3.00000	0.99300	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.46000	0.05400	0.00000	0.02000	0.00200	0.55000	0.01400	7.00000	0.00000	0.00110	0.00600	0.20000	0.00000	0.06500
0.33000	0.05100	0.00000	0.01700	0.00200	0.43000	0.00700	0.90000	0.00060	0.00040	0.00300	0.43000	0.80000	0.22500
0.66000	0.13000	0.00000	0.01600	0.00200	0.56000	0.01300	0.30000	0.00090	0.00060	0.00500	0.16000	0.00000	0.00000
0.31000	0.05900	0.00000	0.00600	0.00200	0.19000	0.00500	2.85000	0.00040	0.00040	0.00500	0.15000	0.00000	0.00000
0.25000	0.04000	0.00000	0.00800	0.00300	0.07000	0.00600	6.00000	0.00060	0.00050	0.00700	0.23000	0.00000	0.02500
0.32000	0.05100	0.00000	0.01000	0.00300	0.23000	0.00800	0.30000	0.00040	0.00040	0.00800	0.05000	0.00000	0.02500
0.47000	0.08700	0.00000	0.02200	0.00200	0.78000	0.01100	3.00000	0.00000	0.00120	0.01100	0.30000	0.00000	0.00000
2.57000	0.00000	0.17000	0.00000	0.21000	0.07000	0.02200	0.00000	0.00100	0.00200	0.02000	0.00000	0.20000	0.72500
2.40000	0.00000	0.18700	0.00000	0.18200	0.08000	0.02600	0.00000	0.00060	0.00160	0.04300	0.00000	0.20000	0.67500
1.49000	0.00000	0.19000	0.00000	0.08000	0.15000	0.01500	0.00000	0.00000	0.00160	0.09000	0.00000	0.20000	0.52500
1.59000	0.00700	0.28000	0.00000	0.15000	0.54000	0.01700	1.00000	0.00140	0.00320	0.00100	0.00000	0.00000	1.25000
2.07000	0.01100	0.00000	0.01800	0.21000	0.77000	0.01600	0.60000	0.00020	0.00020	0.00200	0.00000	0.00000	0.00000
9.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
7.36000	0.00000	0.00000	0.00600	0.01000	0.04000	0.00000	25.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.64000	0.05500	0.03500	0.00000	0.03000	1.20000	0.00100	1.50000	0.00040	0.00210	0.00100	0.01000	0.12800	0.55000
8.90000	0.00000	0.00300	0.00000	0.98700	0.00000	0.00000	15.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2.85000	0.00000	0.22500	0.00000	0.21600	1.62000	0.00500	7.20000	0.00000	0.00300	0.00400	0.00000	0.33300	7.00000
4.04000	0.01400	0.27000	0.00000	0.31700	7.00000	0.01000	10.00000	0.0010	0.00400	0.00100	0.00000	0.00000	7.00000
0.59000	0.05400	0.03200	0.00000	0.02600	1.20000	0.00100	1.20000	0.00060	0.00180	0.00100	0.01000	0.12800	0.00000
0.76000	0.16200	0.00000	0.00600	0.00700	0.15000	0.00900	0.80000	0.00050	0.00040	0.00500	0.03000	0.00000	0.00000
0.28000	0.05700	0.00000	0.00500	0.00100	0.15000	0.00200	10.50000	0.00040	0.00030	0.00600	0.29000	0.00000	0.00000
0.29000	0.06100	0.00000	0.00500	0.00100	0.06000	0.00200	2.10000	0.00020	0.00030	0.00200	0.06000	0.00000	0.00000
0.63000	0.14000	0.00000	0.00300	0.00300	0.06000	0.00400	0.30000	0.00030	0.00050	0.00200	0.06000	0.17000	0.01500
0.49000	0.10100	0.00000	0.00800	0.00200	0.34000	0.00700	1.20000	0.00000	0.00030	0.00200	0.59000	0.06000	0.01500
0.43000	0.07800	0.00000	0.00700	0.00600	0.41000	0.00700	0.15000	0.00060	0.00020	0.00100	0.51000	0.00000	0.00000



x_1	EKMEK	c_1	3.3	b^i_1	
x_2	PİRİNÇ	c_2	13.585	b^i_2	
x_3	BULGUR	c_3	5.357	b^i_3	
x_4	MAKARNA	c_4	6.842	b^i_4	
x_5	PATATES	c_5	3.114	b^i_5	
x_6	KURU FASULYE	c_6	9.114	b^i_6	
x_7	NOHUT	c_7	6.371	b^i_7	
x_8	KURU SOĞAN	c_8	3.585	b^i_8	, $i=1,2$
x_9	TOZ ŞEKER	c_9	7.742	b^i_9	
x_{10}	TAZE FASULYE	c_{10}	7.658	b^i_{10}	
x_{11}	LAHANA	c_{11}	2.342	b^i_{11}	
x_{12}	PIRASA	c_{12}	2.871	b^i_{12}	
x_{13}	KABAK	c_{13}	3.371	b^i_{13}	
x_{14}	DOMATES	c_{14}	4.085	b^i_{14}	
x_{15}	PATLICAN	c_{15}	4.042		
x_{16}	BALYA	c_{16}	10.028		
x_{17}	KOYUN ETİ	c_{17}	32.385		
x_{18}	SIĞIR ETİ	c_{18}	31.971		
x_{19}	TAVUK ETİ	c_{19}	25.1		
x_{20}	YUMURTA	c_{20}	18.84		
x_{21}	ZEYTİN	c_{21}	16.771		
x_{22}	ZEYTİN YAĞI	c_{22}	21.778		
x_{23}	MARGARİN	c_{23}	14.966		
x_{24}	SÜT	c_{24}	6.083		
x_{25}	SADE YAĞ	c_{25}	38.685		
x_{26}	BEYAZ PEYNİR	c_{26}	26.171		
x_{27}	KAŞAR PEYNİRİ	c_{27}	44.966		
x_{28}	YOĞURT	c_{28}	6.466		
x_{29}	UZÜM	c_{29}	6.385		
x_{30}	KAVUN	c_{30}	3.285		
x_{31}	KARPUZ	c_{31}	2.7		
x_{32}	ELMA	c_{32}	5		
x_{33}	PORTAKAL	c_{33}	5.457		
x_{34}	LİMON	c_{34}	12		

$b^i =$

$k^i =$

, $i=1,2$



$$b^1 = \begin{bmatrix} 3000 \\ 300 \\ 55 \\ 80 \\ 130 \\ 500 \\ 10 \\ 4900 \\ 1.2 \\ 1.6 \\ 19 \\ 48 \\ 300 \\ 3000 \end{bmatrix}, b^2 = \begin{bmatrix} 3000 \\ 300 \\ 55 \\ 55 \\ 133 \\ 500 \\ 10 \\ 5000 \\ 1.2 \\ 1.6 \\ 19.8 \\ 50 \\ 300 \\ 3000 \end{bmatrix}, k^1 = \begin{bmatrix} 100/3000 \\ 100/300 \\ 100/55 \\ 100/80 \\ 100/130 \\ 100/500 \\ 100/10 \\ 100/4900 \\ 100/1.2 \\ 100/1.6 \\ 100/19 \\ 100/48 \\ 100/300 \\ 100/3000 \end{bmatrix}, k^2 = \begin{bmatrix} 100/3000 \\ 100/300 \\ 100/55 \\ 100/55 \\ 100/133 \\ 100/500 \\ 100/10 \\ 100/5000 \\ 100/1.2 \\ 100/1.6 \\ 100/19.8 \\ 100/50 \\ 100/300 \\ 100/3000 \end{bmatrix}$$

$$k^1 A_1 = (1.336, 0.863, 1.532, 0.957, 0.797, 2.274, 2.203, 0.503, 0.458, 1.039, 1.486, 1.076, 0.582, 0.829, 0.38, 1.225, 1.198, 1.301, 1.361, 1.169, 0.623, 2.236, 1.394, 1.231, 1.701, 1.812, 3.131, 0.622, 0.384, 0.987, 0.283, 0.381, 1.57, 1.339)$$

$$k^2 A_1 = (3.251, 0.928, 1.593, 1.016, 0.826, 6.472, 2.309, 0.529, 0.457, 2.289, 1.620, 1.125, 1.084, 1.889, 0.433, 1.749, 1.190, 1.289, 1.340, 1.518, 0.736, 2.218, 5.873, 0.926, 4.377, 3.100, 4.865, 0.835, 0.527, 2.850, 0.657, 0.430, 1.740, 1.327)$$

$$d^t = (350, 150, 150, 150, 250, 150, 150, 150, 150, 200, 100, 150, 200, 200, 250, 150, 150, 150, 150, 100, 75, 100, 150, 300, 100, 100, 100, 250, 250, 250, 250, 200, 200, 100)$$

$$e = (0)_{34 \times 1}$$



	2.318		3.275
	7.228		7.252
	3.476		3.476
	3.898		3.928
	1.949		1.963
	5.687		7.786
	4.301		4.354
	2.052		2.046
	4.079		4.078
	4.319		4.944
	1.893		1.960
	1.988		2.012
	3.741		3.992
	2.464		2.944
	2.190		2.216
	5.163		5.874
	16.799		16.795
$0.5k^1A_1 + 0.5c^t =$	16.651	$, 0.5k^2A_1 + 0.5c^t =$	16.644
	13.231		13.220
	10.004		10.179
	8.696		8.753
	11.983		11.974
	8.177		10.416
	3.656		3.503
	20.190		21.528
	13.991		14.635
	24.046		24.916
	3.541		3.647
	3.382		3.353
	2.134		3.065
	1.491		1.678
	2.690		2.715
	3.485		3.570
	6.670		6.663



$A_1 d - b^1 =$	7719.8	$A_1 d - b^2 =$	7719.8
	838.23		838.23
	202.65		202.65
	88.4		113.45
	384.9		381.9
	2433.25		2433.25
	61.35		61.35
	10622.5		10522.5
	4.58		4.58
	3.69		3.69
	45.45		44.65
	535		533
	567.6		567.6
	5463.38		5463.38

(3.4.11) formülünü, $\alpha = 1$ ve $\beta = 0$ için, kullanarak (sağ taraf b^1 alındığında) dengeli beslenmede;

$x_1 = 321.801 \text{ gr}$	: EKMEK
$x_6 = 150 \text{ gr}$	: KURU FASULYE
$x_7 = 90.203 \text{ gr}$	: NOHUT
$x_{10} = 62.85 \text{ gr}$	: TAZE FASULYE
$x_{19} = 65.057 \text{ gr}$	: TAVUK
$x_{20} = 100 \text{ gr}$	: YUMURTA
$x_{22} = 10.223 \text{ gr}$	: ZEYTİN YAĞI
$x_{23} = 99.359 \text{ gr}$	: MARGARİN
$x_{24} = 20.96 \text{ gr}$	: SÜT
$x_{26} = 100 \text{ gr}$	: BEYAZ PEYNİR
$x_{30} = 51.095 \text{ gr}$	: KAVUN
$x_{31} = 250 \text{ gr}$	: KARPUZ

yiyecekleri bulunmuş olup, bu yiyecekler için kısıtlardan sapmalar ise;

b_1^1 den sapma : 154.93

b_2^1 den sapma : 24.286



b_5^1 den sapma : 11.597

b_6^1 den sapma : 126.361

b_7^1 den sapma : 17.847

b_9^1 den sapma : 1.23,
dir.

Bu durumda 3154.93 k.kal lik enerji, 324.286 gr karbonhidrat, 55 gr hayvansal ve 80 gr bitkisel proteinler, 141.957 gr yağ, 626.361 mg kalsiyum, 27.847 mg demir, 4900 IU A vitamini, 2.43 mg tiamin, 1.6 mg riboflamin, 19 mg niasin, 48 mg C vitamini, 300 mg magnezyum ve 3000 mg sodyum alınmış olur.

(3.4.11) formülünü, $\alpha = 0.5$ ve $\beta = 0.5$ için, kullanarak dengeli-ekonomik beslenmede;

$x_1 = 350$ gr : EKMEK
 $x_3 = 150$ gr : BULGUR
 $x_5 = 58.417$ gr : PATATES
 $x_6 = 10.28$ gr : KURU FASULYE
 $x_7 = 150$ gr : NOHUT
 $x_{22} = 25.937$ gr : ZEYTİN YAĞI
 $x_{23} = 91.253$ gr : MARGARİN
 $x_{24} = 300$ gr : SÜT
 $x_{28} = 205.741$ gr : YOĞURT
 $x_{30} = 175.338$ gr : KAVUN

yiyecekleri bulunmuş olup, bu yiyecekler için kısıtlardan sapmalar ise;

b_1^1 den sapma : 304.301

b_2^1 den sapma : 124.181

b_3^1 den sapma : 56.587

b_6^1 den sapma : 483.684

b_7^1 den sapma : 12.854

b_9^1 den sapma : 1.387



b_{12}^1 den sapma : 19.060

b_{14}^1 den sapma : 50.58

dir.

Bu durumda 3304.301 k.kal lik enerji, 424.181 gr karbonhidrat, 111.587 gr hayvansal ve 80 gr bitkisel proteinler, 130 gr yağ, 983.694 mg kal-siyum, 22.85 mg demir, 1.587 mg tiamin, 1.6 mg riboflamin, 19 mg niasin, 67.060 mg C vitamini, 3050.58 mg sodyum ve 300 mg magnezyum alınmış olur.

Eğer $\alpha = 0$, $\beta = 1$ alınırsa sadece ucuz beslenmeyi önermiş oluruz:

$x_1 = 350$ gr : EKMEK
 $x_3 = 150$ gr : BULGUR
 $x_6 = 52.59$ gr : KURU FASULYE
 $x_7 = 150$ gr : NOHUT
 $x_{22} = 25.99$ gr : ZEYTİN YAĞI
 $x_{23} = 91.55$ gr : MARGARİN
 $x_{24} = 300$ gr : SÜT
 $x_{28} = 170.166$ gr : YOĞURT
 $x_{30} = 179.207$ gr : KAVUN

Yiyecekleri, ucuz beslenme için, bulunmuş olup kısıtlardaki sapmalar ise;

b_1^1 den sapma : 387.501

b_2^1 den sapma : 135.912

b_3^1 den sapma : 55.445

b_4^1 den sapma : 8.532

b_6^1 den sapma : 470.978

b_7^1 den sapma : 15.576

b_9^1 den sapma : 1.544

b_{12}^1 den sapma : 11.749

b_{14}^1 den sapma : 33.181



Bu tür beslenmekle 3387.501 k.kal lik enerji, 435.912 gr lik karbonhidrat, 110.445 gr hayvansal ve 88.532 gr bitkisel proteinler, 130 gr yağ, 970.978 mg kalsiyum, 25.576 mg demir, 4900 IU A vitamini, 2.744 mg tiamin, 1.6 mg riboflamin, 19 mg niasin, 59.749 mg C vitamini, 300 mg magnezyum ve 3033.181 mg sodyum alınmış olur.

(3.4.11) formülünde $\alpha = 1, \beta = 0$ ve b^2 sağ taraf sabiti kullanıldığında dengeli beslenmek için;

x_1	= 350	gr	: EKMEK
x_6	= 134.338	gr	: KURU FASULYE
x_{14}	= 116.519	gr	: DOMATES
x_{19}	= 60.003	gr	: TAVUK
x_{22}	= 16.612	gr	: ZEYTİN YAĞI
x_{23}	= 108.82	gr	: MARGARİN
x_{24}	= 300	gr	: SÜT
x_{25}	= 29.636	gr	: SADE YAĞ
x_{28}	= 116.887	gr	: YOĞURT
x_{31}	= 250	gr	: KARPUZ

Yiyecekleri elde edilir. Buna göre kısıtlardaki sapmalar ise;

b_2^2 den sapma : 3.7004

b_3^2 den sapma : 50.0301

b_4^2 den sapma : 6.1067

b_5^2 den sapma : 20.974

b_6^2 den sapma : 222.348

b_7^2 den sapma : 8.279

b_{13}^2 den sapma : 38.362

dir.

Bu koşullar altında 3000 k.kal lik enerji, 303.70004 gr karbonhidrat, 105.0301 gr hayvansal protein, 61.1067 gr bitkisel protein, 153.974 gr yağ, 722.348 mg kalsiyum, 18.279 mg demir, 5000 IU A vitamini, 1.2 mg tiamin, 1.6 mg riboflamin, 19.8 mg niasin, 50 mg C vitamini, 338.362 mg magnezyum ve 3000 mg sodyum alınmış olur.



(3.4.11) formülünde $\alpha = 0.5$, $\beta = 0.5$ konur, b^2 sağ taraf sabiti olarak alınırsa dengeli-ekonomik beslenmek için;

x_1	= 350	gr	: EKMEK
x_3	= 137.867	gr	: BULGUR
x_6	= 125.272	gr	: KURU FASULYE
x_{22}	= 26.071	gr	: ZEYTİN YAĞI
x_{23}	= 108.89	gr	: MARGARİN
x_{24}	= 300	gr	: SÜT
x_{28}	= 198.306	gr	: YOĞURT
x_{30}	= 149.619	gr	: KAVUN

yiyecekleri elde edilir. Buna göre kısıtlardaki sapmalar ise;

b_1^2	den sapma	: 171.248
b_2^2	den sapma	: 87.849
b_3^2	den sapma	: 41.145
b_4^2	den sapma	: 19.846
b_6^2	den sapma	: 357.646
b_7^2	den sapma	: 10.693
b_{12}^2	den sapma	: 2.130
b_{13}^2	den sapma	: 36.783

dir.

Bu koşullar altında 3171.248 k.kal lik enerji, 387.849 gr karbonhidrat, 96.145 gr hayvansal protein, 74.846 gr bitkisel protein, 133 gr yağ, 857.646 mg kalsiyum, 20.693 mg demir, 5000 IU A vitamini, 1.2 mg tiamin, 1.6 mg riboflamin, 19.8 mg niasin, 52.130 mg C vitamini, 336.783 mg magnezyum ve 3000 mg sodyum alınmış olur.

Son olarak $\alpha = 0$, $\beta = 1$ değerleri (3.4.11) formülünde konursa ucuz (ekonomik) beslenme için;

x_1	= 350	gr	: EKMEK
x_3	= 122.215	gr	: BULGUR
x_6	= 124.452	gr	: KURU FASULYE



SONUÇLAR

Sağ tarafı b¹ aldığımızda, dengeli beslenmeden dengeli-ekonomik beslenmeye gidildikçe enerji, karbonhidrat, hayvansal protein, kalsiyum, C vitamini ve sodyumda artış; tiamin, demir ve yağda azalma görülmüştür. Dengeli-Ekonomik beslenmeden ekonomik beslenmeye geçildiğinde enerji, karbonhidrat artışı devam etmiş; hayvansal protein, kalsiyum, C vitamini ve sodyumda azalma, bitkisel protein, demir ve tiaminde de artış görülmüştür.

Sağ tarafı b² aldığımızda ise dengeli beslenmeden dengeli-ekonomik beslenmeye gidildikçe enerji, karbonhidrat, bitkisel protein, kalsiyum, demir, C vitamini ve magnezyumda artış; hayvansal protein ve yağda ise azalma görülmüştür. Dengeli-ekonomikten ekonomik beslenmeye gidildikçe enerji, karbonhidrat, bitkisel protein, kalsiyum, demir, C vitamini, magnezyum artışlarına, hayvansal protein ise azalmasına devam etmiştir.

Her iki alıştırta da ortak özellik şudur: Dengeli beslenmeden dengeli-ekonomik ve nihayet ekonomik beslenmeye gidildikçe enerji, karbonhidrat, kalsiyum ve bitkisel protein artışı olurken, hayvansal protein azalması sayılarla gözlenmiştir.

Dikkati çeken diğer husus da, tablolarda sık sık kavun ve karpuz rastlanmış olmasıdır. Bunun sebebi de yiyecekler içinde en fazla A vitamini kaynakları olmalarındandır. Zira, daha fazla oranda A vitamini kaynağı olan yiyeceklerin Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından perakende satış fiyatları belirlenememiş olması söz konusudur; bu nedenle, normal gereksinimimiz olan 4900-5000 IU A vitamini, bu yiyecekleri verilen ölçülerde yemekle karşılanabilir.

Bu sonuçlar, Yıldız Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesinin Matematik Bölümündeki Monroe-DC 8800 mikrobilgisayarında bulunan simplex paket programı yardımıyla elde edilmiştir.



K A Y N A K L A R

1. Anderson, A.M. and Early, M.D., "Diet planning in the third world by Linear and Goal programming", Food Technology Department Massey University, Palmerston North, New Zealand, 1983.
2. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, "Aylık Fiyat İndeksleri Bülteni", 1980-1983.
3. Baysal, A., "Beslenme", Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1979.
4. Charnes, A. and Cooper W.W., "Management Models and Industrial Applications of Linear Programming", Wiley, New York, 1961.
5. Dorfman, R., Samuelson, P.A., Solow, R.M., "Linear Programming and Economic Analysis", Mc Graw-Hill, London, 1958.
6. Edwardson, W., "The Design of Nutritional Products for a Developing Country", Ph D. Thesis, Massey University, New Zealand, 1974.
7. Gass, Saul I., "Linear Programming Methods and Applications", Mc Graw-Hill, New York, 1969.
8. Hadley, G., "Linear Programming", Addison-Wesley Publishing Company, 1963.
9. Hu, T.C., "Integer Programming and Network Flows", Addison-Wesley Publishing Company, 1974.
10. Hwang, C.L., Yoon, K. and Pardy, R., "Multiple Objective Decision Making-Methods and Applications", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1979.
11. Korucan, Ü., "Çocukluk ve Ergenlik Çağında Beslenme", Ders notları, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi yayınları, 1983.
12. Llewellyn, R.W., "Linear Programming", Holt, Rinehart and Winston, New York, 1964.
13. Petersdorf R.G., Adams, R.D., "In Principles of internal medicine", Braunwald, E., Mc Graw-Hill, 1983.
14. Rudman, D., Bleier, J.C., "Nutritional Requirements", Harrison, 1983.
15. Smith, V.E., "Linear Programming Models for the Determination of Palatable Human Diets", J. Farm Econ., 41, 1959.
16. Sukhatme, P.V., "The World's Hunger and Future Needs of Food Supplies", J.R. Statist. Soc., 124 A, 1961.
17. Unkesbay, N. and Unkelsbay, K., "An Automated System for Planning Menus for the Elderly in Title VII. Nutrient Programs", Food Technol., 32, 1978.
18. Williams, H.P., "Model Building in Mathematical Programming", Wiley, New York, 1973.



ÖZGEÇMİŞ

1953 yılında Salihli'de doğan Mustafa Sivri, orta öğrenimini 1971 yılında Salihli Lisesinde tamamlamıştır. 1975 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümünü, 1978 yılında da aynı Fakültenin Matematik dalında lisansüstünü tamamlamıştır. 1975-1977 yılları arasında Turgutlu Lisesinde matematik öğretmenliği yapan Mustafa Sivri 1977 yılında Yıldız Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesine asistan olarak girmiştir. Halen bu Fakültede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

